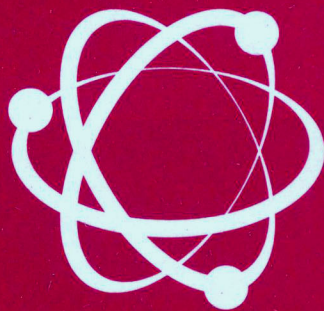


Роман ФЕДОРОВ

**ФИЗИКА:  
КРИЗИСНЫЕ  
ПРОБЛЕМЫ,  
НОВЫЕ НАЧАЛА**



Р. В. ФЕДОРОВ

**ФИЗИКА:**  
*КРИЗИСНЫЕ ПРОБЛЕМЫ,  
НОВЫЕ НАЧАЛА*

Черновцы  
Издательство «Прут»  
2005

ББК 22.31  
Ф334  
УДК 3.001

**Федоров Р. В.**

Ф334      **Физика: кризисные проблемы, новые начала: Монография. –**  
**Черновцы: Прут, 2005. – 400 с.**  
**ISBN 966-560-332-9.**

Системный анализ современного состояния физики с позиции совокупных результатов опытов. Объединение ньютонового и максвеллового учений о движении в единое системное представление о таковом на основе нерелятивистского уравнения механико-полевого движения. Истолкование квантовой механики без принципов неопределенности и дуализма, существенное уточнение ее физического содержания.

Книга для физиков, философов и широкого круга читателей, интересующихся физической наукой.

**ББК 22.31**

ISBN 966-560-332-9

© Федоров Р. В., 2005  
© Издательство "Прут", 2005

## О ЧЕМ ДАННАЯ КНИГА?

Из названия книги следует, что обсуждаются в ней *кризисные проблемы и новые начала*. Так оно и есть, и о них, в весьма кратком предварительном уведомлении, можно сообщить следующее.

**КРИЗИСНЫЕ ПРОБЛЕМЫ** сразу становятся заметными, если провести *сравнения* общепринятого в толкованиях некоторых явлений с *возможными их новыми толкованиями*, требуемыми *новыми накопленными фактами*. В данном кратком сообщении предлагается пять таких сравнений.

1. Как известно, при ускорении силой  $\vec{F}$  объекта массы  $M_0$  из состояния покоя до скорости  $\vec{v}$  возникает динамическое полевое возмущение, характеризующееся инерцией  $\eta(\vec{v})$ . Это означает, что количество движения, порожденное силой  $\vec{F}$ , должно выражаться суммой  $M_0\vec{v} + \eta\vec{s}$  ( $\vec{s}$  – скорость распространения возмущения), а уравнение движения должно иметь следующий вид:

$$\vec{F} = M_0 \frac{d\vec{v}}{dt} + \vec{s} \frac{d\eta}{dt} \quad (1)$$

Однако современная физика пользуется не данным, а усеченным уравнением

$$\vec{F} = M_0 \frac{d\vec{v}}{dt}, \quad (2)$$

не учитывающим полевую составляющую движения. Это самое убедительное свидетельство наличия кризиса в физике, самое существенное последствие кризисного состояния.

2. Из уравнения (1) следует, что принцип относительности не выполняется, ибо он совместим только с уравнением (2), которое (в силу п. 1) неверно. А в современной физике считается, что принцип относительности – основное исходное положение науки о движении.

3. Основанная на принципе относительности специальная теория относительности (СТО) дает такую формулу для энергии ускоренного из состояния покоя до скорости  $\vec{v}$  сво-

бодного электрона (называя ее полной энергией последнего в этом его новом состоянии):

$$\Sigma = \mu c^2 = \mu_0 c^2 / \sqrt{1 - v^2 / c^2} = \mu_0 c^2 + \mu_0 v^2 / 2; \quad (3)$$

здесь  $\vec{c}$  – скорость распространения электромагнитного возмущения,  $\mu_0 c^2$  – энергия покоя электрона (по понятиям СТО, или энергетический эквивалент массы  $\mu_0$  – по тем же понятиям),  $\mu_0 v^2 / 2$  – обычная кинетическая энергия электрона. Где в формуле (3) энергия электромагнитного возмущения, неизбежно возникающего в результате ускорения электрона, причиной которой есть общая для нее и для кинетической энергии побуждающая сила? Получается разительное несоответствие между теорией и реальностью: в реальности результатом действия силы является изменение, характеризующееся возникновением кинетической энергии электрона и энергии электромагнитного возмущения, а в СТО – возникновением только кинетической энергии электрона как добавки к его энергии покоя, которой он обладал и в состоянии покоя. Странная подмена, не правда ли?

4. Квантовая физика микромира истолковывается с позиции *принципа неопределенности*, который основан на интерференционной *макроволне*, несовместимой с *микроявлениями*. Чтобы уйти от этой несовместимости, необходимо вместо соотношения вида

$$\Delta x \Delta h \geq h \quad (4)$$

пользоваться соотношением вида

$$\lambda p_x \geq h \quad (5)$$

исключительно лишь с целью ограничения волны в пространстве, без приписывания этому соотношению способности выражать что-либо касающееся сути импульса и его проявления.

5. Физики-теоретики, а еще в большей мере философы от физики, не перестают проникаться вопросом, какая из парадигм учения о движении, ньютонова или максвеллова, со-

вместимее с реальностью. Ответ на их извечный вопрос таков: *ньютоново-максвеллова*, основанная на уравнении движения (например в случае свободного электрона)

$$\vec{f} = \mu_0 \frac{d\vec{v}}{dt} + \vec{c} \frac{dm}{dt}, \quad (6)$$

которое приводит к интегральному выражению энергии движения системы «электрон – его поле»

$$\Sigma = \frac{1}{2} \mu_0 v^2 + mc^2 \quad (7)$$

и тем самым объединяет телесную механику Ньютона и полевую физику Максвелла в единую *системную физику* для свободного электрона ( $\mu_0, m$  – инерции соответственно электрона и его поля,  $v, c$  – скорости первого и второго относительно носителя последнего).

**НОВЫЕ НАЧАЛА** – это пути выхода из кризиса, и проходят они через осознание следующих истин.

Ньютон открыл законы механического движения, Максвелл – полевого, которые по отдельности как будто бы конкурируют в представлении движения. Однако это не так: они сводятся в *целостное учение о движении* на основе уравнения движения (1). Да иначе и быть не могло. Ведь материальный мир, который существует в движении, един! В книге обращается внимание на то, что любой вещественный объект есть источником соответствующего поля, изменяющегося с ускорением объекта, поэтому движение в реальности всегда является *механико-полевым*. Существуют законы механико-полевого движения, их можно разделить на законы для свободного объекта (то есть такого, который движется только в собственном поле) и несвободного (движущегося еще и в «чужом» поле). Эти законы в своей естественной совокупности образуют *системную физику*, здесь предлагаемую, в которой нет места для СТО, а квантовая механика уточнена в физическом смысле.

**ДЛЯ ЧИТАТЕЛЯ**, не изучавшего физику в университетах, ответ на вопрос «О чем данная книга?» будет таков: *о двух ошибках в физике* – об ошибочности теории относительности и о том, как абсолютно верная в математическом отношении квантовая механика ошибочно считает, что знает о движении микрообъектов примерно столько, сколько знает о движении макрообъектов классическая физика, или даже больше, ибо пробует ставить в основу представления о макродвижении свои воззрения.

И еще о том книга, как быть дальше с этими ошибками.

**P. S.** Я понимаю, всякое заявление об ошибочности теории относительности сразу попадает в разряд тех заявлений, по поводу которых могут даже сказать: «заявитель не способен отвечать за свои поступки». Теория относительности – почти священное писание, в ее защиту академиями наук принимались решения отвергать с порога любые оппозиционные к ней точки зрения. Однако работу надо делать, если видна эта ошибочность, и я делаю свое заявление, не от себя лично, а от совокупного результата опытов. Разбирайтесь с ним и обвиняйте его – скажу я ортодоксам. Мне же принадлежит лишь скромное исследование, выявившее этот совокупный результат опытов, о котором я сообщаю в данной книге всем – самой широкой общественности.

**Автор**

## ПРЕДИСЛОВИЕ АВТОРА

Я полагаю, что... смелость, которую беру на себя, возражая великим мужам, не будет поставлена мне в вину как некоторое преступление.

*Иммануил Кант.*

Мысли об истинной оценке живых сил, Предисловие, I

Перед Вами книга, из названия которой следует, что речь в ней идет о «кризисных проблемах» и «новых началах». Если вторые станут понятными только когда будут рассмотрены некоторые факты и ими подсказанные идеи, поэтому предварительно о них (новых началах) не следует что-либо говорить, то в связи с первыми (кризисными проблемами) я хотел бы с самого начала заметить следующее.

Кризисная проблема – это совсем не то, что имеют ввиду, когда говорят о физической проблеме в обычном смысле. Обычных проблем в физике всегда много, они суть те или иные вопросы, требующие исследований и разрешения. С тех пор, как существует наука «физика», число обычных физических проблем не убывает, а увеличивается, и это нормально, ибо проблемы – показатель активности в физике, условие движения вперед: сначала выявление проблемы, потом ее решение, а в целом – это поступь в науке, начавшаяся с возникновения проблемы.

Однако время от времени в физической науке возникают и такие проблемы, которые не имеют своего разрешения. Тупиковые или, иначе, кризисные проблемы являются искусственным состоянием в физике, результатом неверного разрешения естественных проблем. Это, как правило, *мировоззренческие нелады*, устранение которых требует уже поворотных изменений в сознании физиков.

Есть все основания считать, что современная теоретическая физика давно уже находится в кризисном состоянии, о чем заявляли еще Шредингер, Эйнштейн и др. (их высказывания на сей счет приведу позднее). Правда, они видели кризисное состояние только в квантовой механике, тогда как корни кризиса находятся в обычной механике – в той ее интерпретации, которую она получила после Ньютона в *математических решениях относительности*. Идеи относительности достигли своего апогея в теории относительности, заменившей физиче-



ский образ относительного движения на математический с мистифицированной абсолютностью скорости света. Это дало повод встать такому вопросу (пусть и негласно, а в подсознании исследователя): если позволено в обычной механике отходить от физических образов движения, вводя математические, то почему подобное нельзя делать в механике микрообъектов? И в квантовой механике с полным правом приняли эстафету замены физических образов на чисто математические, работая тем самым на кризис творчества. Результатом замены стало положение, согласно которому нет физических объектов в описании микромира, есть только вероятности их. Но самым существенным по последствиям во всем этом явилось то, что физика снова, как и до Ньютона, начала пользоваться одними гипотезами, которые принимались даже там, где аксиомы запрещали им быть. Например, была принята и превращена во всеобщий авторитет гипотеза относительности и ей удовлетворяющее уравнение (2), тогда как по аксиомам Ньютона уравнением движения является выражение (1). В гипотетической постньютоновой физике стали накапливаться представления, которые вместе, своим несистемным построением, как-то напоминают ситуацию из доньютонового периода – кануна знаменитых ньютоновых «Начал», – когда много всего было накоплено для последующей физики, но накопленное казалось разрозненным материалом, не упорядочивающимся в целостную картину физического мира. Теперь имеются схожие проблемы с накопленным, особенно с тем, что появилось в теоретической физике в двадцатом столетии и составляет ее современный фундамент.

Посудите сами. Начало двадцатого столетия знаменуется событиями, дающими физикам много надежд: в физическую науку стремительно врываются *релятивизм* и *кванты*, сулящие прояснить сокровенные тайны физического мира, привести к более завершённому представлению о нем. Однако вскоре выясняется, что новые факты и законы, связанные с упомянутыми феноменами, не выстраивают целостной картины материальной действительности ни сами по себе, ни в сочетании с ранее установленным. Более того, многие из них находятся в прямом противоречии с этим ранее установленным, их общее физическое единство кажется невозможным. Как и тогда, во времена Ньютона, остро встает вопрос аксиоматического (системного) упорядочения известных фактов и количественных законов, формулирования такой картины физического мира, в которой бы все накопленное

нашло свое естественное место и было бы покончено с кричащей разрозненностью накопленного.

Конечно, если смотреть на физику с позиции того или иного работающего в ней метода или даже с суммарной, но обособленной позиции многих методов, то всей остроты проблемы разрозненности можно и не увидеть. Но на общем, так сказать, мировоззренческом уровне дело обстоит не лучшим образом. Именно с позиции этого уровня вели известную многолетнюю дискуссию между собой Эйнштейн и Бор, а создатели квантовой механики озабочено критиковали свою же теорию квантов. Давайте послушаем некоторых из них, как они высказывались о квантах во всеуслышание.

«Существующая квантовая картина материальной действительности сегодня так шатка и сомнительна, как это никогда раньше не было. Мы знаем очень много интересных деталей, узнаем ежедневно новые. Но мы все еще не можем отобрать из основных представлений такое, которое можно рассматривать как твердо установленное и на основе которого можно построить прочное сооружение. Широко распространенное мнение ученых исходит из того, что вообще нельзя дать объективную картину действительности в том смысле, как раньше (то есть в терминах образов и движений).

Только большие оптимисты среди нас (к которым я отношу и себя) принимают это за философскую экзальтацию, за шаг отчаяния перед лицом большого кризиса. Разрешение этого кризиса приведет в конечном счете к лучшему состоянию, чем существующий беспорядочный набор формул, составляющих предмет квантовой механики...» (Э. Шредингер).

«Большие первоначальные успехи теории квантов не могли меня заставить поверить в лежащую в ее основе игру в кости... Физики считают меня старым глупцом, но я убежден, что в будущем развитие физики пойдет в другом направлении, чем до сих пор» (А. Эйнштейн).

«Квантовая физика срочно нуждается в новых образах и идеях, которые могут возникнуть только при глубоком пересмотре принципов, лежащих в ее основе» (Луи де Бройль)<sup>1</sup>.

Как явствует из приведенных цитат, создатели квантовой теории, во всяком случае упомянутые, не были удовлетворены своей теорией, и это при том, что ее результаты с поразительной точностью подтверждались экспериментами. Казалось бы имелись основания для обратного – для полного удовлетворения созданным: ведь была найдена возможность непротиворечивой статистической трактовки с единой

теоретической позиции всех известных тогда микроявлений – наиболее запутанной картины «материальной действительности». Но, наверное, тем и отличаются создатели от толкователей созданного, что проницательнее вторых вглядываются в перспективу своего творения, ибо в ответе за него. А перспектива им виделась такой (другой она не могла казаться): непонятое не может стать отправным пунктом для нового дальнейшего продвижения в познании. Нужна образная физика микромира, на что последний по праву претендует, ибо существует в материальных объектах. Пусть микромир в теории и предстает перед исследователем в статистическом облике, но не в таком, когда инструмент оценки – математический расчет есть единственным объектом познания, лишенным всякой физической образности.

О теории относительности такого рода высказываний, как вышеприведенные, сделано меньше, однако достаточно, чтобы наряду с проблемой квантов ощутить и проблему релятивизма в физике. Приведу лишь высказывания Бриллюэна из его книги «Новый взгляд на теорию относительности» [1]:

«Общая теория относительности – блестящий пример великолепной математической теории, построенной на песке и ведущей ко все большему нагромождению математики в космологии (типичный пример научной фантастики)» (с. 88); «...преобразования Лоренца [как главный атрибут специальной теории относительности] представляют собой математическое средство и ненаблюдаемы» (с. 101); «...правило [эйнштейновой синхронизации часов, необходимое для вывода преобразований Лоренца] является произвольным и даже метафизическим» (с. 100).

Фразы «построенной на песке», «ненаблюдаемы», «является произвольным и даже метафизическим» как бы говорят о несоответствии теоретических построений реальной действительности, и так оно на самом деле и есть, что будет показано в данной книге.

А вот как высказался П. Дирак одной фразой сразу о двух проблемах – о релятивизме и квантах:

«Релятивистская квантовая теория как фундамент современной физики никуда не годится»<sup>2</sup>.

И в самом деле, почему, говоря о более частной проблеме, нежели имел ввиду Дирак, релятивистские условия для описания микрочастиц хуже, чем нерелятивистские? Ведь скорости естественного движения микрочастиц близки к скорости света и, казалось бы, СТО в первую очередь должна применяться к микрообъектам – объектам квантовой

механики. Однако квантовая механика – в целом нерелятивистская теория.

А теперь впору прояснить цель и замысел предлагаемой книги. Цель книги такова: напомнить о кризисе в современной теоретической физике, основанной на теории относительности и квантовой механике, провести совершенно по-новому анализ этого кризиса и предложить соответствующий выход из него. В этом весь смысл данной книги.

Итак, о кризисе в физике с появлением квантовой механики авторитетно заявили уже сами авторы этой механики (приведенные выше их высказывания – тому свидетельство). К их заявлению я добавляю следующее: кризис начался с принятием СТО, закрепившей несостоятельную относительность в качестве руководящего принципа и давшей повод пренебрегать в физике физическими образами; этот кризис имеет, в основном, мировоззренческий характер, но не только лишь мировоззренческий.

Мировоззренческий характер кризиса делает путь выхода из него местом сложных занятий, сопряженных с борьбой различных мнений и точек зрения. О видах работы на этом пути в самом общем плане можно сказать следующее.

Необходимо освободить теперешнюю физику от несоответствующих истине утверждений и математических построений. А что именно не соответствует истине, должен ответить анализ и критический пересмотр всего накопленного в теоретической физике, составляющего основу всей физики. Анализ и критический пересмотр должны базироваться на аксиомах и опытных фактах – *на совокупном результате опытов*, который и является побудительной причиной, требующей пересмотра. Предположим, уже известно, что именно не соответствует истине в теоретических построениях современной физики. Тогда должен заработать системный анализ, способный упорядочить *остающееся в физике* и создать из него целостную новую картину, в которой все определения, законы и принципы являлись бы ее понятными элементами.

Подобную задачу в свое время решил Ньютон, и спустя более двухсот лет, когда возникла проблема эфира, пытался решить Эйнштейн, но путь его, увы, был неадекватным, и это доказывается в книге.

А вот Ньютону суждено было следующее: 1) ясно увидеть, что находится в несоответствии с истиной из тогдашнего теоретического представления опытных фактов, ибо он для этого уже имел от Бога

необходимое мировоззрение в физике, в отличие от своих современников; 2) построить из накопленного целостную картину физического мира в соответствии со своим мировоззрением и предложить эту картину всем.

О том, что Ньютон в основном решал мировоззренческую проблему в физике, свидетельствуют такие факты.

Как известно, у Ньютона его современники оспаривали приоритет на многое, что теперь по праву связывается с именем Ньютона. Это потому, что до Ньютона было известно почти все, что вошло тем или иным понятием или количественным выражением в ньютонову механику. Но до Ньютона оно являлось разрозненным материалом, в большинстве случаев частного характера, ничем не напоминавшим детали единой картины. И только в ньютоновом учении эти детали выстроились в целостную картину физического мира с тремя законами Ньютона и с законом всемирного тяготения, позволили сформулировать научно приемлемое представление о пространстве и времени и в таком сочетании образовали фундамент классической физики.

Из сравнения проблем современной и доньютоновой физики и того, как проблемы последней решались Ньютоном, встает вопрос: а не является ли путь выхода из мировоззренческого кризиса теперешней физики заодно и путем ее дальнейшего развития в правильном направлении?

Убеждение, которое будет широко аргументировано в данной книге, таково: *является!*

## ВВЕДЕНИЕ

В книге проанализированы основные положения современных физических теорий, которые так или иначе связаны с кризисом в воззрениях на движение, заключающимся в несоответствии объективной реальности релятивистских утверждений и выводов квантовой механики *общего назначения*. Показаны в ретроспективном плане истоки кризиса, указан содержащийся в классических воззрениях выход из него.

Условия для возможного прихода к кризису в физике были заложены в математических разработках механики, выполненных после Ньютона, когда в основу этих разработок положили не ньютоново представление о силе, а упрощенное, не учитывающее изменение импульса поля с ускорением объекта. Этим был запущен механизм кризиса в виде известного принципа относительности, якобы лежащего в основе закона любого движения. В механике этот принцип не получил должной огласки, на него обратили внимание только в связи с проблемами электродинамики. Результатом этого внимания явилось создание и развитие теории относительности, а с ней – превращение возможности прихода к кризису *в самый приход к нему*, в возникновение кризисных проблем, связанных с физическим образом движения. Суть возникших проблем такова: теория относительности требует, чтобы всякое движение (неускоренное и ускоренное) рассматривалось в физике только как *относительное*, тогда как явление инерции свидетельствует о том, что *абсолютное* движение (как ускоренное, так и неускоренное) – физическая реальность.

Разумеется, понятие «теория относительности» включает в себя две отдельные теории – специальную (СТО) и общую (ОТО) и два различных требования к определению относительности движения. В СТО относительным является только неускоренное движение, причем неважно, о движении чего идет речь – системы координат, вещества или поля. Исходя из того, что в механике якобы точно выполняется упомянутый выше принцип относительности (уравнение движения, полученное с отступлениями от Ньютона, давало представление о движении в точном соответствии с этим принципом), СТО постулирует этот принцип во всех областях физики. Поэтому суть кризисных проблем, связанных с СТО, можно определить и так: СТО требует, чтобы всякое развитие теоретического знания в любой области физики проходило под знаком выполнения там принципа относительности,

ибо, с ее точки зрения, он справедлив всюду, тогда как на самом деле принцип относительности в определенной мере может быть применим только в механике, как практически допустимое упрощение решаемой в приближенном виде задачи. Этот принцип уже совсем неприменим в оптике (волновой электродинамике), то есть в той области физики, распространение его на которую и есть, собственно, предметом СТО.

Одна из главных задач данной книги такова: при помощи совокупного результата опытов показать, что принцип относительности, как его понимают с учетом СТО, не выполняется в электродинамике в любом своем приближении. Само собой разумеется, это будет доказательством ошибочности СТО.

Вместе с этим будет показано, что истинно ньютонова механика и максвеллова полевая физика образуют систему, основывающуюся на еще не востребованном уравнении движения

$$\vec{f} = \mu_0 \frac{d\vec{v}}{dt} + \vec{c} \frac{dm}{dt},$$

где  $\mu_0$ ,  $m$ ,  $v$  и  $c$  – соответственно инерции и абсолютные скорости свободного электрически заряженного микрообъекта и его поля, например электрона. Таким образом, будет показано, что механика и полевая физика не являются двумя конкурирующими парадигмами в воззрениях на движение, как это обычно считают, а несут (вместе взятые) целостное системное учение о движении. Состоящая из механики и полевой физики системная физика, с указанным уравнением движения в основе, сводится к следующему подтверждающемуся опытами утверждению: если к свободному электрону (то есть такому, который находится только в собственном поле) приложить внешнюю силу  $\vec{f}$ , то эта сила частью  $\mu_0 (d\vec{v} / dt)$  потратится на ускорение объекта, а частью  $\vec{c} (dm / dt)$  – на изменение инерции поля объекта путем создания динамической добавки к его прежнему полю. Именно за счет изменения инерции поля движущегося объекта инерция системы «объект – поле» изменяется и это изменение проявляется в виде общеизвестной зависимости «массы» от скорости. Постньютонова механика содержится в первом слагаемом правой части вышеприведенного уравнения, а полевая физика – во втором в том смысле, что эти части силы выполняют работы, эквивалентные соответственно кинетической энергии объекта и энергии движения электромагнитного поля, полу-

чающей из этого уравнения выражение  $mc^2$ . На такое выражение энергии движения поля указывают и уравнения Максвелла; это выражение подтверждено в угоду уравнений Максвелла и данного опыта-ми Лебедева со световым давлением.

Что касается ОТО, ее утверждения об относительности любого движения, в том числе и ускоренного, то здесь я замечу только следующее: в той мере, в какой инерция движущегося объекта по величине совместима с гравитационными характеристиками последнего, такое утверждение может приводить к количественно верным предсказаниям. Однако оно неверно в чисто физическом смысле, поэтому не имеет будущего даже в рамках своих верных предсказаний. Данное замечание достаточно прояснится в темах, в которых будут детально рассмотрены основные положения теории относительности.

О квантовой механике сказано лишь столько, чтобы проиллюстрировать неполноту ее методов в *позлементном* представлении скачкообразных переходов. С помощью своеобразного макроаналога показывается скрытый характерazoleментной детерминированности скачка, указывается на потребность в корректуре образа дискретного процесса в направлении разграничения в нем научного и реального содержания. Дифференциальная детерминированность физических процессов должна быть условием для любого представления о движении, даже такого, которое выводится из статистических решений и характеризуется дискретностью – таков основной вывод из проведенного анализа. Вытекающий из него вывод о детерминированности квантовомеханического движения подсказывается всем эмпирическим опытом и аксиоматическими знаниями о движении, наконец, этот вывод следует из целостности и неисчерпаемости физического мира. Ему нет альтернативы.



## ГЛАВА I ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ КЛАССИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ

В качестве таковых рассмотрим ньютоновы представления о пространстве и времени, галилеевы преобразования координат и времени, три закона Ньютона, механический принцип относительности.

Конечно, к основным положениям механики относится также и принцип наименьшего действия, и все законы сохранения, закон всемирного тяготения и многое другое. Однако в данной книге не ставится цель рассмотреть все основные положения механики как таковые; необходимо будет лишь основательно прояснить суть релятивистских претензий к классической механике, поэтому выбраны для рассмотрения только те ее положения, релятивистские изменения в которых имеют, на мой взгляд, наибольшую наглядность. Эти изменения, как известно, идут, в основном, от изменения представлений о пространстве и времени. Предметно релятивистскими воззрениями на пространство и время займемся в главе, в которой будут обсуждаться основные положения СТО. А в данной вводной главе я попробую (вместе с тобой, уважаемый Читатель) предварительно взглянуть на классическую (ньютонову) механику с той позиции, которую занимали физики еще в дорелятивистское время. Тогда механика представлялась всем вполне логически совершенной научной системой, не дававшей ни малейшего повода в рамках своего предназначения для каких-либо претензий к ней. Претензии к ньютоновой механике возникли в связи с развитием других областей физики, когда это развитие (о чем уже упоминалось выше) свелось к утверждению, что принцип относительности в полной мере справедлив всюду – в механике, оптике, электродинамике и т. д. Но, как будет показано, такое утверждение не имеет опытного обоснования, более того, оно противоречит опыту – *совокупному результату опытов*, один из которых считается опытом, подтверждающим СТО. Противоречия не избежать и в случае, если поставить вопрос об учете полевой части движения в комплексе с движением вещества – источника поля. Однако обо всем этом – в свое время: о совокупном результате опытов речь пойдет в главе с этим названием, а о несовместимости поля с принципом относительности – в главах, посвященных электромагнитным явлениям и непосредственно СТО. Частично проблема принципа относительности будет затронута уже в данной главе.

Приступая к рассмотрению выбранных основных положений механики, нельзя не отметить, что все они, как и те, которые здесь не рассматриваются, имеют аксиоматическую природу, то есть ниоткуда доказательно не выводятся, а представляют собой обобщение всей совокупности опытных данных. Начинаю рассмотрение этих положений в оговоренном выше порядке.

### *Тема 1*

## **НЬЮТОНОВЫ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ПРОСТРАНСТВЕ И ВРЕМЕНИ**

Пространство и время... – два понятия, которые как никакие другие склоняют нас к чувственным восприятиям их; они ассоциируются в нашем восприятии с чем-то таким, что в большинстве случаев является иллюзией. В философии даже созданы специальные термины для обозначения палитры всех этих ассоциирующихся представлений. Вот некоторые из них: «перцептуальное пространство и время» (это такое, которое относится «к сфере восприятия внешнего мира отдельным индивидуумом» [2]; «концептуальное пространство и время» (та или иная математическая форма их в уме человека, но такая – заявляется в философии, – которая может стать средством научного подхода к изучению реального пространства и времени); и, конечно, «реальное пространство и время» – недостижимый идеал в философском представлении. Недостижимый в том смысле, что философия в рамках своего метода не может окончательно отбросить ни абсолютное пространство и время в пользу относительных, ни относительные в пользу абсолютных, а вынуждена балансировать между двумя этими ассоциирующимися в уме человека концепциями, заявляя следующее:

«В современном понимании классическая механика не дает окончательного доказательства абсолютности физического пространства, так же, как теория относительности не дает окончательного доказательства его относительности...» [2, с.40] (о времени говорится то же самое).

Ньютон был первым, кто в научном плане смело бросил вызов этим антимониям, известным еще из древности, и предложил эффективный выход из них; эффективный, разумеется, для физики, ибо в философии, как это можно почерпнуть из материалов состоявшейся позднее полемики Г. Лейбница и С. Кларка [3], многое оставалось туманным и запутанным. Таким оно остается и по сей день.

Начну представление ньютоновых воззрений на пространство и время цитатами самого Ньютона. Он пишет [4]:

«Время, пространство, место и движение составляют понятия общеизвестные. Однако необходимо заметить, что они относятся обыкновенно к тому, что постигается нашими чувствами. Отсюда происходят неправильные суждения, для устранения которых необходимо вышеприведенные понятия разделить на абсолютные и относительные, истинные и кажущиеся, математические и обыденные.

I. *Абсолютное, истинное, математическое время* само по себе и по своей сущности, без всякого отношения к чему-либо внешнему протекает равномерно и иначе называется длительностью.

*Относительное, кажущееся или обыденное время* есть или точная, или изменчивая постигаемая чувствами внешняя, совершаемая при посредстве какого-либо движения мера продолжительности, употребляемая в обыденной жизни вместо истинного математического времени, как-то: час, день, месяц, год.

II. *Абсолютное пространство* по самой своей сущности безотносительно к чему бы то ни было внешнему, остается всегда одинаковым и неподвижным (с.30).

III. *Место* есть часть пространства, занимаемая телом, и по отношению к пространству бывает или абсолютным, или относительным (с.31).

IV. *Абсолютное движение* есть перемещение тела из одного абсолютного его места в другое, *относительное* – из относительного в относительное же» (с.31).

Далее Ньютон разъясняет: «Во времени все располагается в смысле порядка последовательности, в пространстве – в смысле порядка положения. По самой своей сущности они суть места, приписывать же первичным местам движения нелепо. Вот эти-то места и суть места абсолютные, и только перемещения из этих мест составляют абсолютные движения... Вместо абсолютных мест и движений пользуются относительными; в делах житейских это не представляет неудобства, в философских необходимо отвлечение от чувства. Может оказаться, что в действительности не существует покоящегося тела, к которому можно было бы относить места и движения прочих» (с.32).

Приведенных цитат достаточно, чтобы ощутить, что Ньютон вкладывал в понятия «пространство» и «время» и для каких целей у него эти понятия предназначались. Указание на предназначение – важное начало в поиске правильной интерпретации ньютоновых по-

нятий пространства и времени, ибо имеются понятия пространства и времени еще и в философии, которые отличаются от физических. С точки зрения физической науки, пространство и время суть *инструменты в науке* для научного описания явлений природы, а с точки зрения философии, суть вещи в природе, подлежащие философскому осмыслению и истолкованию. Однако эти понятия в указанных сферах часто отождествляются с одной общей для обеих сфер понятийной категорией, ассоциируются в представлениях какой-то единой проблемой. Поэтому, учитывая данное обстоятельство, подчеркну: именно для потребности научного описания материального мира Ньютон сформулировал свои понятия пространства и времени, которые предстоит в данной теме рассмотреть под этим углом зрения. А всякие философские доделки к ним, большей частью идущие от толкователей Ньютона, чем от него самого, я проанализирую в других местах книги, частично уже в ближайшем «Рассуждении».

По Ньютону (как видно из приведенных выше цитат) и по существу науки, пространство и время в науке – это *математические категории*; математические в том смысле, что они *не зависят от физических условий*, хотя и являются носителями физических признаков. Независимость от физических условий своих собственных протяженности и длительности при описании с их помощью физических протяженностей и длительностей объектов и процессов природы – *основное и единственно возможное условие применения в науке протяженности и длительности как инструментов науки*.

В обычной практике для измерения протяженности или длительности материального объекта или процесса, используются материальные инструменты измерения (линейки, часы). Измерение *материального материальным* является настолько привычным и понятным, что иное кажется невозможным. Тем не менее, в науке только иное и возможно. Наука понятий «протяженность» и «длительность» – это *определение величин*, а их *измерение* – это уже практика использования научных определений, поэтому привычное в сфере практики измерение материального материальным, в сфере науки невозможно по самой сути науки. При научном определении физической протяженности (или длительности) материальный инструмент не нужен, его место занимает *количественная основа определения*, являющаяся математическим инструментом определения. Пространство и время Ньютона – лишь одни из многих таких инструментов; *абсолютные* пространство

и время – это *эталонные* количественные инструменты в физике. Прояснение данного факта – основная цель излагаемой темы.

Когда Ньютон стал заниматься научной проблемой пространства и времени, уже было известно много из того, что могло бы составить основу решения этой проблемы. Человеческий опыт к тому моменту твердо установил следующее в естествознании: физический мир материален; материя есть то, из чего состоит все сущее, объективно существующее; способ существования материи – движение. Это был научный итог периода от древних до Ньютона и из него предстояло исходить. И Ньютон с достоинством великого гения лучше и точнее других им распорядился.

Одно из первых, что требовало научного осмысления в тогдашней физике в связи с проблемой пространства и времени в описании явлений и опытом предшественников, заключалось в следующем.

Все материальное протяженно, протяженность является наиболее общей исходной характеристикой материи. А раз так, то возникает потребность в физической науке протяженность описывать. Научное описание протяженности, смысл которого – *определять и выразить истинную протяженность физических объектов (истинный порядок их положения)*, должно, разумеется, быть таким, чтобы *определение не зависело от физических условий определения*. Назову это соображение требованием введения в физическую науку достаточно приемлемого для научных целей понятия эталонной протяженности.

На первый взгляд может показаться, что решение проблемы установления истинной протяженности материального объекта (истинного порядка его положения) заключается в том, чтобы иметь возможность поступить следующим образом: сначала указывается определенный физический объект как носитель заданной эталонной протяженности, а потом все исследуемые объекты относятся к нему для установления их протяженностей или порядка их положений. Такой подход повсеместно практикуется в обычной практике и, как показывает многовековой опыт изложения этой проблемы, ошибочно считается достаточным и в науке.

Однако в чисто научном плане, в котором стоит проблема установления истинной протяженности *по ее определению*, подобный подход совершенно не годится и вот почему.

Все материальное находится под непрерывным физическим воздействием (космическим, полевым, тепловым, механическим и т. п.), в том числе и материальные эталоны, в результате чего параметры,

свойства, положения материальных объектов и эталонов постоянно меняются, большей частью незаметно для исследователя. Изменения последних в ряде случаев сами относятся к явлениям, требующим для своего описания эталонной неизменчивой протяженности, то есть такой, которая бы не зависела от физических условий.

В обычной практике описание материальных объектов сводится к тому, как уже отмечалось, что протяженности таковых определяются отношением их к заданному физическому эталону протяженности, а в науке Ньютона – к тому, что задается абсолютная величина  $x$ , как мера абсолютного пространства, и все исследуемые объекты относятся к этой заданной абсолютной мере  $x$ .

Предположим сначала, что таким образом определяемое абсолютное пространство – это некий физический продукт, протяженность которого обозначим символом  $\chi$ . Тогда сразу будет получена ситуация, упомянутая выше, согласно которой никакой материальный объект не может иметь неизменчивой протяженности, пригодной в качестве того, чтобы стать основой введения понятия эталонной протяженности для научных целей. Поясню данное соображение на следующем примере.

Пусть описывается в долях меры физического пространства тепловое удлинение некоторого материального объекта: определяется с помощью  $\chi$  удлинение объекта при его нагреве от температуры  $T_1$  до  $T_2$ . Пусть будет найдено (через отнесение к физическому пространству и сравнение с ним), что удлинение объекта равно  $\Delta\chi$ . Однако  $\Delta\chi$  – это мера протяженности физического пространства, которая также подвержена тепловому удлинению. Описывая с помощью  $\chi$  тепловое удлинение исследуемого объекта, исследователь при этом не знает подобных свойств физического пространства  $\chi$ , условий и степени его собственного теплового расширения, которое сказалось на определении  $\Delta\chi$  для объекта. Определяя с помощью меры  $\chi$  удлинение исследуемого объекта при его нагреве от  $T_1$  до  $T_2$ , исследователь всякий раз будет неконтролируемо получать для объекта различные значения  $\Delta\chi_1$ ,  $\Delta\chi_2$  и т. д., в силу того, что в получаемые результаты скрыто входят неизвестные ему тепловые (и прочие другие) изменения протяженности физического пространства, которые каждый раз могут быть разными.

Таким образом, пространство  $\chi$  в качестве физического пространства непригодно для того, чтобы, используя его, можно было без искажений выражать и описывать *истинные* физические протяженности материальных объектов, находящихся в этом пространстве. Использование физического пространства вносит неконтролируемый произвол в описание протяженности исследуемого объекта, что не может быть целью физической науки. В науке нужен такой образ эталона протяженности и такое описание с его помощью, чтобы не возникало зависимости от степени незнания условий в физическом пространстве, когда эталон протяженности определяется.

А это означает, что мы, имея в нашем сознании физический образ протяженности, изменчивой по физическим свойствам, должны, с целью ухода от этой неконтролируемой нами изменчивости, полностью отвлечься от физического образа протяженности и «*безотносительно к чему бы то ни было внешнему*», то есть физическому и изменчивому, ввести *математический* образ протяженности  $x$  для выражения и описания физической протяженности. Это и будет решением проблемы получения эталона протяженности для научных целей.

Итак, нельзя в науке протяженность материального определять и описывать с помощью материального, поскольку такой метод будет давать неточный, в неконтролируемой мере произвольный результат. Только в обычной практике подобное допустимо в известных пределах точности. В науке же требуется абсолютный эталон протяженности, который не зависел бы от физических условий его определения.

На примере пространства  $x$  это означает следующее: необходимо ввести чисто математическую ось  $x$ , неважно как проходящую – через «пустоту» или телесный пласт; такая ось  $x$  «*по самой своей сущности безотносительно к чему бы то ни было внешнему*» будет являться абсолютным инструментом (эталонем) оценки и выражения физической протяженности. Все материальное, а значит, изменчивое, в случае определения его протяженности или порядка положения, должно относиться к этой абсолютной (иначе говоря, математической) оси  $x$ , которая при этом «*остается всегда одинаковым и неподвижным*» эталоном; «*одинаковым и неподвижным*» в том смысле, что он (эталон) никогда и ни от чего не испытывает никаких изменений своей собственной протяженности или порядка своего положения; не испытывает уже в силу своего сугубо математического (количественного) определения. Этот эталон протяженности и есть «*абсолютное про-*

*странство*». Найденное в таком абсолютном пространстве изменение протяженности (положения) исследуемого объекта, что является целью научного описания последнего в данном смысле, будет всегда иметь своей причиной физическое изменение только в исследуемом объекте (изменение положения только в абсолютном пространстве), и никогда неконтролируемое изменение в эталоне протяженности (или с эталоном протяженности).

Итак, абсолютное пространство – это математический эталон протяженности, требуемый наукой для научного описания (выражения) физической протяженности объектов или порядка их положения. Термин «абсолютное» необходимо понимать как указание на неизменчивость этого эталонного пространства в физическом смысле, ибо оно чисто математическое (суть числовой координатный каркас), не имеющее физических свойств, благодаря чему и является подходящим (неизменчивым) научным эталоном протяженности для описания физической изменчивой протяженности. Никакой другой смысловой нагрузки этот термин в ньютоновом определении пространства не имеет.

Точно так же, как приходят к понятию пространства, можно прийти и к понятию времени в физике. Исходить необходимо из тех же положений, что и в случае пространства, то есть из следующих основополагающих утверждений.

Физический мир материален; способ существования материи – движение (изменение). А это означает, что все материальное в своем существовании характеризуется длительностью. Длительность наряду с протяженностью является наиболее общей исходной характеристикой материи. Поэтому в физической науке имеется потребность описывать длительность. Научное описание длительности, смысл которого – определять и выражать *истинную* длительность исследуемого физического процесса, должно быть таким, чтобы *определение* не зависело от *физических условий определения*.

В обычной практике для установления длительности физического процесса требуется, как известно, эталонная длительность определенного также физического процесса (хода часов). В этом случае определение длительности физического процесса сводится к тому, что длительность последнего устанавливается непосредственным сравнением ее с ходом часов. Предположим для начала, что нечто подобное нужно иметь и в сфере науки. С такой лишь разницей: вместо отсчета эталонного физического времени по реальным часам задается абсолютное время, которое для начала пусть будет также физическим и кото-



рое я обозначу символом  $\tau$ . Пусть с помощью заданного физического времени  $\tau$  определяется, например, длительность существования мезона – микрочастицы, которая самопроизвольно распадается, и пусть будет найдено, что эта длительность равна  $\Delta\tau$ . Что можно получить в научном смысле от такого предположения, то есть от того, что  $\tau$  считается физическим временем?

Существование мезона – это исследуемый физический процесс, длительность которого, без сомнения, зависит от множества физических факторов, влияющих на течение мезонного процесса. Длительность мезонного процесса описывается с помощью другого физического процесса – времени  $\tau$ , которое также зависит от множества физических факторов, ибо является физическим временем. В результате описания физического мезонного процесса каким-нибудь также физическим процессом будут каждый раз, вместо истинной длительности существования мезона, определяться различные искаженные длительности  $\Delta\tau_1$ ,  $\Delta\tau_2$  и т. д. Это будет иметь место в силу того, что в физическом времени  $\tau$ , с помощью которого определяется длительность существования мезона, происходит свое неизвестное исследователю изменение течения из-за влияния на это течение различных физических факторов. Использование физического времени в качестве инструмента описания вносит неконтролируемый произвол в описание, что не может быть целью науки. В науке нужен такой образ эталонной длительности и такое описание с его помощью длительности физических процессов, чтобы не возникало зависимости описания от степени незнания физических условий определения эталонной длительности.

А это означает, что мы, имея в нашем сознании физический образ длительности, изменчивой по физическим свойствам, должны с целью ухода от этой неконтролируемой нами изменчивости полностью отвлечься от физического образа длительности  $\tau$  и «без всякого отношения к чему-либо внешнему», то есть физическому и изменчивому, ввести математический образ длительности  $t$  для выражения и описания физической длительности. Это и будет решением проблемы получения эталонной длительности для научных целей.

Итак, нельзя длительность физического процесса определять и описывать с помощью физического же процесса, поскольку такой метод будет давать неточный, в неконтролируемой мере произвольный результат. Только в обычной практике подобное допустимо в известных пределах точности. В науке же требуется абсолютный эталон

длительности, который не зависел бы от физических условий его определения. А это означает, что в качестве научного эталона длительности необходимо ввести чисто математическое дление  $t$ , которое *«само по себе и по своей сущности, без всякого отношения к чему-либо внешнему протекает равномерно»* и иначе называется абсолютным временем; *протекает равномерно* в том смысле, что его собственное эталонное течение не зависит от физических условий течения, ибо с ними оно никак не связано в силу своего чисто математического (количественного) определения. Являя собою течение, независимое от скрытых физических условий, которые исследователю были бы неизвестны, такой чисто количественный эталон течения дает возможность, путем отнесения к нему длительностей физических процессов, определять истинные длительности последних. Этот чисто количественный эталон длительности суть *«абсолютное, истинное математическое время»*.

Итак, абсолютное время – это математический эталон длительности, требуемый наукой для научного описания (выражения) физической длительности материальных процессов. Термин «абсолютное» необходимо понимать как указание на неизменчивость этого эталона времени в физическом смысле, ибо оно чисто математическое (суть количественный ритм дления), не имеющее физических свойств, благодаря чему и является подходящим научным (неизменчивым) эталоном длительности для описания (выражения) физической изменчивой длительности. Никакой другой смысловой нагрузки термин «абсолютное» в ньютоновом определении времени не имеет. На чисто математический характер своего определения времени в физике подчеркнуто и напрямую указывал сам Ньютон, употребляя фразу *«математическое время»*.

Так что же такое абсолютное пространство и абсолютное время в физике? Не в философии и, тем более, не в нашем чувственном восприятии, а именно в физике – в науке о явлениях природы?

Я надеюсь, что из приведенных выше примеров о тепловом удлинении объектов и мезонном процессе стала более понятной мысль, почему в науке нельзя пользоваться материальными эталонами для описания протяженности и длительности физических (материальных) объектов и процессов. Мысль об этих запретах можно распространить на все явления, получившие в физике количественные выражения, и увидеть, что научные выражения явлений имеют абсолютный смысл.

Взять хотя бы, к примеру, явление, выражающееся как «омы». Какова сущность выражения, например, 5 ом? Что в нем содержится?

Пять ом – это величина, которой оценивается определенное явление – сопротивление материальной среды движению в ней электрических зарядов. Приписав какой-нибудь конкретной материальной среде характеристику «пять ом», необходимо понимать, что эта характеристика верна для среды только в случае пребывания последней в определенных физических условиях, что при других условиях среда будет иметь другую характеристику, например, 5,0001 ом. Тогда какова сущность выражения 5 ом в том смысле, что с его помощью делается количественная оценка явления и в этой оценке присутствует (пусть и неявно) научное указание на существование неконтролируемой зависимости ее от скрытых физических условий?

Выражение 5 ом состоит из абсолютного количества «пять», не имеющего никакого отношения к чему-либо физическому, и из физической характеристики «ом», являющейся указанием на конкретное явление, зависимое от естественных условий. Вместе они образуют органически целостную смысловую конструкцию, в которой присутствует и математическая, и физическая составляющие выражения. Математическая составляющая допускает абсолютную трактовку, необходимую для образования эталона научной оценки явления, а физическая составляющая в абсолютном смысле не трактуется. Поэтому, если речь идет о научном описании явления электрического сопротивления – о выражении его мельчайших изменений в связи с изменениями физических условий среды, то это означает, что изменения определяются по отношению к стартовой математической составляющей выражения, образующей абсолютный эталон (абсолютную количественную основу) определения, а физическая составляющая выражения изменяется как бы уже на фоне этой абсолютной количественной основы выражения (абсолютного математического эталона) и через отношение к ней определяется. Математический эталон сопротивления суть инструмент чисто научный, без него научное описание было бы невозможным. Определяя этот инструмент в стиле Ньютона, необходимо было бы о нем сказать следующее: *абсолютное, истинное, математическое сопротивление* само по себе и по своей сущности, без всякого отношения к чему-либо внешнему, остается всегда одинаковым (неизменчивым) количеством; *абсолютное* в том смысле, что это есть безотносительное к чему-либо физическому (то есть изменчивому) математическое выражение сопротивления по определению, слу-

жащее, таким образом, научным эталоном для научных целей; *истинное* в том смысле, что в такого рода эталоне не содержится скрытых от нас физических возможностей его изменения, реально всегда имеющих место в физическом эталоне, поэтому определяемое с помощью математического эталона сопротивление будет истинным сопротивлением исследуемого объекта.

Итак, *абсолютное, истинное* – это значит чисто математическое (количественное) выражение сущности того или иного признака материи (протяженности, длительности, сопротивления и т. п.). Оно устанавливается на старте построения целостного (математического плюс физического) выражения сущности явления, чтобы потом, рассматривая это стартовое целостное выражение в его изменении, можно было изменение *полно* отражать и описывать, называя это научным описанием явления; *полно* отражать и описывать изменение – это значит рассматривать физическое изменение на основе количественного (неизменчивого) эталона определения, что дает возможность вести описание без потерь на скрытую часть изменения, которого в математическом эталоне просто нет, но которое было бы, если бы описание велось на основе физического (изменчивого) эталона. Ничего больше ньютоновы абсолюты не означают; ничего другого в физической науке и не дано.

Может показаться, что изложенные представления о пространстве и времени излишне абстрактны, непонятно как ими *практически* пользоваться, а поэтому неприемлемы. Однако вопрос «как ими практически пользоваться?» составляет проблему практики, а не науки, и из того, что такой вопрос всегда стоит перед практикой не следует, что наука должна быть тождественной практике. Тем, кто руководствуется иллюзией одинаковости эталонов и образов познания в науке и практике можно посоветовать с бóльшим вниманием отнестись к математическим выражениям в физике, например, к сущности выражения движения  $\dot{x}$ , и тогда непременно станет понятно, что  $x$  и  $t$  – чисто математические категории. Научное познание, повторюсь, – это определение физических величин, основанное на математических эталонах, а практическое использование науки – это измерение физических величин при помощи материальных эталонов. Завершающий аргумент в разъяснении данной истины таков на примере  $x$  и  $t$ : если бы  $x$  и  $t$  относились не к математическим, а к физическим категориям, то они были бы зависимы от многочисленных *скрыто* меняющихся

физических факторов (суммарно обозначу их через  $\varepsilon_1$  и  $\varepsilon_2$  соответственно), и тогда *научный* образ движения вместо обычного

$$\dot{x} = \frac{dx}{dt}, \quad (\text{T1.1})$$

содержащего математические эталоны (инструменты)  $x$  и  $t$ , давал бы выражение

$$\dot{x}_\varepsilon = \frac{d[x(\varepsilon_1)]}{d[t(\varepsilon_2)]}, \quad (\text{T1.2})$$

содержащее физические изменчивые эталоны  $x(\varepsilon_1)$  и  $t(\varepsilon_2)$ . В этом случае научное представление движения уже изначально было бы невозможным из-за скрытости  $\varepsilon_1$  и  $\varepsilon_2$ . Поэтому путь, ведущий к выражению (T1.1), – единственно возможный в науке путь. Рассматривать выражение (T1.2) как альтернативное к (T1.1) недопустимо в силу скрытости  $\varepsilon_1$  и  $\varepsilon_2$ . Этим и доказывается невозможность использования в науке физических (материальных) эталонов.

Из изложенного в данной теме материала, которым приоткрывается суть и логика физических обстоятельств, потребовавших в физике ньютоновых абсолютных пространства и времени (и не только этих абсолютов), вытекают две своеобразные аксиомы, общие для научной применимости в естествознании (аксиомы науки), которые представляют собой обьективированные приемы, необходимые для построения адекватной науки о природе. Эти аксиомы суть следующие (нумерация ведется в порядке их изложения):

**Аксиома науки 1.** *Нельзя в науке описывать (определять) материальное с помощью материального, ибо это равносильно тому, что что-то определяется с помощью неопределенного; научное определение (описание) возможно только на основе математических (количественных) инструментов, лишенных физических свойств.*

**Аксиома науки 2.** *Необходимо различать объект научный и объект реальный, которые не всегда одинаковы по образу, но первый всегда создается с целью определения образа второго и в этом смысл науки; научное представление о реальном мире является тогда завершенным, когда оно с помощью своих объектов и научных образов явлений способно давать полные адекватные представления о реальных объектах и явлениях, умея отличать первые от вторых, выводить одни из других.*

Вполне понятно, что ньютоновы определения пространства и времени – это также аксиомы науки. Продолжая начатую нумерацию, представляю эти аксиомы с небольшими уточнениями ньютоновых формулировок:

**Аксиома науки 3.** *Абсолютное, истинное, математическое пространство по самой своей сущности безотносительно к чему бы то ни было внешнему, остается всегда одинаковым и неподвижным, называясь иначе протяженностью.*

**Аксиома науки 4.** *Абсолютное, истинное, математическое время само по себе и по своей сущности, без всякого отношения к чему-либо внешнему, «протекает» равномерно и иначе называется длительностью.*

Даже без всякого дополнительного доказательства видно, что в требование Аксиомы науки 1 не вписывается применение в научных целях известной синхронизации хода часов с помощью света. В то же время не иное как чисто научное назначение имеет эта синхронизация в релятивистской физике, в которой утверждается, что длительность любого физического процесса будет тогда определена верно в научном смысле, когда для ее определения применяется процесс распространения света в вакууме. Проще говоря, в релятивистской физике утверждается, что только те часы будут показывать верное в научном смысле время, пригодное для эталонного использования, которые синхронизованы с помощью света. Так или иначе, а там (в СТО) исходят из того, что длительность исследуемого физического процесса должна в научных целях определяться с помощью длительности физического же (светового) процесса, что и является неприемлемым с точки зрения Аксиомы науки 1.

### *Рассуждение 1*

## **О ПРОСТРАНСТВЕ И ВРЕМЕНИ В ФИЛОСОФИИ**

Пространство и время как научные понятия впервые, пожалуй, четко определены Ньютоном, но как философские категории они обсуждались еще древними (Аристотель, Демокрит, Платон), обсуждаются и теперь. Философские первенствования в попытке решить в научном познании проблему пространства и времени не лучшим образом сказывались (и продолжают сказываться) на определении таковых

в физике, на установлении там их истинных сущностей. Ибо философия решает проблему пространства и времени плюралистическими подходами, основываясь только на умозаклучениях. А должно быть все строго наоборот: сначала в физике путем физических исследований и синтеза накопленных результатов устанавливается, что такое есть пространство и время в науке и реальном мире, и уже потом, если это нужно, установленное переносится на философскую ниву для более широкого осмысления на потребу всех индивидуумов. С целью изложения мысли, что «должно быть все строго наоборот» и предпринято данное «Рассуждение» в предлагаемой книге. Только сначала необходимо изложить главные философские концепции во взглядах на пространство и время, которые обсуждались еще древними и обсуждаются теперь, а затем, на материале изложенного, показать, в чем суть претензий к этим философским концепциям.

Чтобы изложить материал об упомянутых философских концепциях, достаточно рассмотреть «Два подхода к проблеме реального пространства» и «Два подхода к проблеме времени» по книге А. М. Мостепаненка «Проблема универсальности основных свойств пространства и времени» [2], изданной под эгидой Академии Наук СССР и, таким образом, выражающей по этим проблемам точку зрения научной общественности столь высокого ранга. При изложении материала я почти процитирую (не беря в кавычки) А. М. Мостепаненка по указанной его книге.

**Два подхода к проблеме реального пространства.** Речь здесь пойдет о концепции Демокрита и концепции Аристотеля. Эти две концепции лежат в основе двух главных подходов к проблеме реального пространства во всей истории философии. Их еще можно назвать, как это сделано в книге Мостепаненка, линией Демокрита и линией Аристотеля.

Линии Демокрита присуще прямое или косвенное отождествление пространства и пустоты. Пространство есть неподвижное вместилище реальных объектов, ящик без стенок, вмещающий все сущее. Отождествление пространства с пустотой делает его вездесущим в отличие от материи, которая, возможно, находится не во всех местах пространства.

Пространство не зависит ни от материи, ни от времени, оно *абсолютно*, ибо как может зависеть отсутствие материи от материи, небытие от бытия. И может ли зависеть от времени нематериальная сущность, не имеющая никаких качеств, способных изменяться.

Пространство может существовать без материи, а материя не может существовать без пространства. Ибо всякое материальное тело имеет какую-то протяженность и занимает какой-то объем в пространстве. Пространство разъединяет тела и его части. Благодаря наличию пустого пространства возможно перемещение тел в пространстве.

Таким образом, линия Демокрита связана с возможностью вывода о том, что пространство есть условие существования материи, а не наоборот. И такой вывод позднее был сделан мыслителем XVI века Ф. Патрици. Поэтому можно сказать, что в основе линии Демокрита лежит идея, впервые ясно выраженная Патрици: *пространство есть необходимое условие существования материи; будучи таковым, пространство не зависит от материи, оно абсолютно.*

Отмечу отдельно и то, как в книге Мостепаненка с линией Демокрита связываются воззрения Ньютона на пространство. На этот счет там имеется следующее высказывание:

«Торжеством линии Демокрита казалось успешное использование Ньютоном идеи абсолютного пространства в физике. Ньютон полагал, что он доказал существование абсолютного пространства ссылкой на возникновение центробежных сил при вращательном движении. Возможность отличить абсолютное движение от относительного дает, по мнению Ньютона, основание заключить о существовании абсолютного пространства, которое чувственно не воспринимается. Сейчас нет нужды опровергать доказательство Ньютона» [2, с.39].

Действительно нет нужды, но только потому, что Ньютон не отождествлял абсолютное пространство с абсолютной пустотой. О физической сущности пространства (пустое оно или чем-то заполнено) он вообще нигде не обмолвился. Все его абсолюты (пространство, время, место, движение) имеют не физическую, а математическую природу, с их помощью единственно возможно научное описание мира явлений. Известным примером вращающегося сосуда с водой Ньютон не доказывал существование абсолютного пространства, а разъяснял различие между абсолютным и относительным движением. Вот как начинается его разговор в этом примере:

«Проявления, которыми различаются абсолютное и относительное движение, состоят в силах стремления удалиться от оси вращательного движения, ибо в чисто относительном вращательном движении эти силы равны нулю, в истинном же и абсолютном они больше или меньше, сообразно количеству движения. Если на длинной веревке



подвесить сосуд...» и т. д. – упомянутый выше всем известный пример. Заканчивается рассмотрение примера такими словами: «Этот подъем воды указывает на стремление ее частей удалиться от оси вращения, и по этому стремлению обнаруживается и измеряется истинное и абсолютное вращательное движение воды, которое, как видно, во всем совершенно противоположно относительному движению» [4, с.34–35].

Вообще Ньютон много стараний проявил и сил потратил, чтобы разъяснить, что такое абсолютные и что такое относительные количества (чисто математические сущности) в выражениях физических, и как с помощью количеств определяются истинные физические сущности. Подытоживая эту наиболее сложную часть своих «Начал», не всеми понимаемую и теперь, он пишет: «Таким образом, относительные количества не суть те самые количества, коих имена им обычно придаются, а суть лишь результаты измерений сказанных количеств (истинные или ложные), постигаемые обычно за сами количества. Если значение слов определять по тому смыслу, в каком эти слова обычно употребляются, то под названиями «время», «пространство», «место» и «движение» и следует разуметь эти постижимые чувствами меры их.

Речь стала бы совершенно необычной и чисто математической, если бы под этими значениями разуметь действительно сами измеряемые количества. Поэтому воистину насилуют смысл священного писания те, кто эти слова истолковывают в нем как самые количества. Не менее того засоряют математику и физику и те, кто смешивает самые *истинные количества* с их отношениями и их обыденными мерами» [4, с.35–36] (курсив мой. – Р. Ф.).

Перейду теперь к линии Аристотеля. Эта линия связывает пространство с расположением друг относительно друга реальных объектов и вообще отрицает существование в физическом мире всякой пустоты. По Аристотелю, пространство в сущности и анизотропно, и не гомогенно, обладает геометрической структурой. Трехмерность пространства связывается с трехмерностью тел природы, а непрерывность пространства – с непрерывностью движения. Пространство существует лишь там, где есть материя, поэтому воззрения Аристотеля позволяют рассматривать пространство как структуру, в которой возможно изменение определенных свойств от точки к точке.

Итак, пространство отождествляется либо со структурой частей материи, либо с самой материей. Следовательно, говорить о простран-

стве можно лишь в том случае, если наличествует материя. Пространство не является абсолютным, ни от чего не зависящим, оно относительно.

Основной линией Аристотеля есть следующее соображение. *Пространство представляет собой некоторую структурную особенность материального мира. Оно не является какой-то абсолютной основой бытия, а, будучи обусловлено миром явлений, относительно. Материя – необходимое условие существования пространства.*

Таким образом, линия Аристотеля связана с выводами, в корне противоположными выводам, связанным с линией Демокрита.

Говоря о двух линиях в целом, можно сказать, что два высказывания «пространство абсолютно» и «пространство относительно» представляют собой лишь *антимонию*, ибо каждое из высказываний доказывается независимо от другого. Эту антимонию в философской литературе называют первой пространственной антимонией и обозначают так:

**А<sub>1п</sub>.** Пространство абсолютно. Оно есть необходимое условие существования мира явлений.

**Б<sub>1п</sub>.** Пространство относительно, обусловлено миром явлений. Мир явлений – необходимое условие существования пространства.

Причем под явлениями здесь понимаются, в частности, любые материальные объекты или группы объектов, иначе говоря, сама материя.

В философской борьбе мнений по поводу проблемы сущности пространства незримо присутствует также следующая антимония:

**А<sub>2п</sub>.** Пространство есть «чистое количество», оно обладает лишь количественными характеристиками.

**Б<sub>2п</sub>.** Пространство есть «чистое качество», оно обладает лишь качественными характеристиками.

Это вторая антимония во взглядах на пространство.

Нетрудно увидеть (с точки зрения философии) некоторую связь теории абсолютного пространства с тезисом А<sub>2п</sub>, а теории относительного пространства – с антитезисом Б<sub>2п</sub>. Действительно, если пространство есть пустота, отсутствие тел, то оно не является качеством, но с ним могут быть сопоставлены такие количества, как длина, ширина и высота. Напротив, если пространство относительно, зависит от тел, то оно, казалось бы, может обладать самыми разнообразными качествами.

Однако нельзя сказать, что учение об абсолютности пространства полностью присоединяется к  $A_{2П}$ , а учение о его относительности – к  $B_{2П}$ . Всегда в философии признавалось, что даже абсолютное пространство может обладать в определенном смысле качественными характеристиками, такими, например, как трехмерность, а относительное – количественными характеристиками.

Антимонию  $A_{2П}$  –  $B_{2П}$  можно изложить в более конкретизированной форме, которая чаще встречалась в истории философии. Так, если пространство связывается с чистым количеством, то речь идет обычно о пространстве как о *протяженности* в трех измерениях, ибо протяженность, длина как раз и есть чистое количество единиц измерения. Напротив, если пространство связывается с чистым качеством, то имеется в виду пространство как некая *структура отношений сосуществования*, обладающая разнообразными свойствами, которые, однако, относятся не к сфере чистой протяженности, а к сферы порядка или свойств целостности.

С учетом только что изложенного, вторая пространственная антиномия переходит в следующую:

$A'_{2П}$ . Пространство есть протяженность.

$B'_{2П}$ . Пространство есть структура отношений сосуществования.

Пространство как протяженность рассматривалось многими мыслителями (Декарт, Спиноза, Ньютон). Идея разработки понятия пространства как структуры отношений принадлежит главным образом Лейбницу [3].

**Два подхода к проблеме времени.** В философии известны два основных подхода к проблеме сущности времени, прослеживаемые на протяжении всей истории – подходы, которые можно назвать линией Платона и линией Аристотеля.

Линии Платона в общем свойственно мнение, что время не зависит от конкретных процессов, а есть особая абсолютная реальность, упорядочивающий элемент Вселенной. Эта реальность в принципе может существовать и без реальных процессов; время течет одинаково вне зависимости от того, существует данный процесс или не существует. Время никак не зависит и от пространства: о какой бы точке пространства не шла речь, время всегда течет одинаково.

Таким образом, время не зависит от конкретных процессов, однако каждый реальный процесс во Вселенной протекает во времени. Вне времени не возможно какое-либо движение. Следовательно, с такой точки зрения, время должно предшествовать любому процессу, дви-

жению или изменению и, более того, быть необходимым условием их протекания.

Итак, *время есть необходимое условие процесса*. Правда, с точки зрения Платона, движение может существовать и без времени, время лишь вносит в движение рациональный, упорядочивающий элемент. Однако даже с такой точки зрения время необходимо для протекания процессов именно в том виде, в котором они реально протекают.

Иначе выглядит линия Аристотеля. Ей в общем свойственно связывать время с реальным движением. По Аристотелю, время не есть движение, но и не существует без движения. Оно связано со структурой реальных процессов изменения и вне этих процессов не существует; поэтому время относительно, а не абсолютно.

Развивая подобную точку зрения, Лейбниц определял время как «порядок последовательности» [3, с.47]. По его мнению, мгновения в отрыве от вещей – ничто; они имеют свое последовательное существование только в последовательном порядке самых вещей.

Таким образом, *необходимым условием течения времени являются реальные процессы*.

Этот вывод, связанный с линией Аристотеля, противоположен выводу, вытекающему из линии Платона. Однако ни один из этих выводов не удалось окончательно доказать, – утверждается в книге А. М. Мостепаненко. Даже сейчас, – говорится там, – когда результаты теории относительности общеприняты, борьбу линии Платона и линии Аристотеля нельзя считать окончательно завершенной в пользу последней.

Итак, два высказывания «время абсолютно» и «время относительно» составляют антимонию. Вот ее более подробная запись:

А<sub>1В</sub>. Время абсолютно, Оно – необходимое условие протекания реальных процессов.

Б<sub>1В</sub>. Время относительно. Реальные процессы – необходимое условие течения времени.

Эту антимонию в философской литературе называют первой временной антимонией. С ней связана другая, которая в сущности является следствием этой первой антимонии:

А'<sub>1В</sub>. Движение измеряется временем.

Б'<sub>1В</sub>. Время измеряется движением.

Действительно, если время абсолютно, представляет собой ни от чего не зависимую равномерную длительность, то движение должно измеряться временем, – заключают в философии. Напротив, если вре-

мя относительно, то оно должно измеряться движением, – утверждают там же, с таким же правом.

Аналогично второй антимонии во взглядах на пространство можно указать на следующую антимонию во взглядах на время:

$A_{2B}$ . Время обладает лишь количественными характеристиками. Оно есть чистое количество.

$B_{2B}$ . Время обладает лишь качественными характеристиками. Оно есть чистое качество.

Это вторая антимония во взглядах на время. Говоря о защитниках тезиса  $A_{2B}$  и антитезиса  $B_{2B}$ , обычно упоминают известную полемику Лейбница и Кларка, их аргументацию того или противоположного положения. Так, Кларк писал Лейбницу, что «время (и на том же основании пространство)... по своей сущности является не отношением, а абсолютным и неизменным количеством, которому присущи различные отношения» [3, с.107]. (Данное высказывание Кларка, безусловно, согласованное с Ньютоном, является прямым свидетельством того, что изложенное в теме 1 представление о пространстве и времени для научных целей совместимо с ньютоновыми представлениями; оно суть количественное время, предназначенное для науки). Напротив, относительное время Лейбница есть порядок смены состояний реальных процессов, связанный именно с качественными характеристиками. Если осуществлять порядок смены состояний: А, В, С..., то этот порядок качественно отличен от порядка В, А, С... (Подобная качественная трактовка времени в научных теориях невозможна, она противоречит требованиям Аксиомы науки 1; Лейбниц, который независимо от Ньютона создал дифференциальное исчисление, не смог увидеть, что это исчисление требует в физике количественного времени).

Таким образом, вторая временная антимония, которая по своей формулировке не полностью эквивалентна приведенной выше, но ее конкретизирует, в истории философии присутствовала в следующей форме:

$A'_{2B}$ . Время есть длительность.

$B'_{2B}$ . Время есть линейный порядок.

Утверждается, что можно показать истинность тезиса  $A'_{2B}$  и антитезиса  $B'_{2B}$ , ибо время есть и количество и качество. Однако при этом указывается на то, что положение  $A'_{2B}$  не объясняет линейного порядка времени, его направленности от прошлого к будущему; а положе-

ние  $B'_{2B}$  не объясняет другого важного аспекта времени – количественного характера дления.

Рассуждение по поводу философских попыток решить проблему пространства и времени в науке. Длительное время первенствуя (от древних до Ньютона), а потом используя и физические результаты, философия так и не смогла решить проблему пространства и времени, ни для науки, ни в общем плане. Во-первых, потому, что не смогла разглядеть в проблеме наличия двух самостоятельных частей, требующих различных решений, и, во-вторых, потому, что всегда пыталась рассматривать пространство и время только как физические объекты, не имея достаточно сведений о них. Сведения о физических объектах добываются, очевидно, физическими исследованиями, а не философскими умозаключениями, пусть даже пророческими. И если обратиться к современной физике за сведениями о таких ее вещах, как пространство и время, то не трудно будет убедиться, что они пока что весьма и весьма скудны.

А теперь подробно обо всем том, что обозначено только что этими «во-первых» и «во-вторых».

Итак, что это за две части проблемы пространства и времени, которые не различаются в философии?

Вот они: *пространство и время как инструмент науки для научного описания явлений природы* – одна часть проблемы (научный аспект ее); *пространство и время как физические объекты* – другая часть этой же проблемы (так сказать, естественная часть ее, естественный аспект проблемы).

Сначала о первой части проблемы – о пространстве и времени как инструментах науки для научного описания явлений природы. Эта часть полностью решена Ньютоном, и решение ее, напомню, заключается в следующем.

В теме 1 уже с достаточной аргументированностью показано, что нельзя в науке протяженность или длительность материального объекта или процесса определять при помощи материального же объекта или процесса, принятого в качестве эталона, так как такое определение будет не истинным в научном смысле, а ложным в силу наличия в материальном эталоне скрытых физических изменений (Аксиома науки 1). Сразу же возникает вопрос: а как быть? Ответ дает сама же наука, и Ньютон был первым, кто этот ответ понял и предложил соответствующее решение научной части проблемы пространства и времени. Суть ответа, подсказанного Ньютону его же наукой, такова: простран-

ство и время в научном описании явлений – это чистые количества, лишённые всяких физических признаков. Именно об этом (не без ведома Ньютона) писал Кларк Лейбницу в полемической переписке, выше уже упоминавшейся, что «время (и на том же основании пространство)... по своей сущности является не отношением, а абсолютным и неизменным количеством, которому присущи различные отношения».

Данного вывода в дополнение к соответствующим математическим выражениям достаточно, чтобы считать научную часть проблемы решённой в физике и навсегда её закрыть. Однако в смысловом отношении, как оказалось, этот вывод не совсем ясен, о чем свидетельствует вся история толкований ньютонового учения о пространстве и времени.

Для более полного осмысления предложенного Ньютоном решения, причем настолько полного, чтобы оно было достаточным и для современной философии, его можно рассмотреть и под таким углом зрения.

Предположим, ставится глобальная задача научного описания явлений во Вселенной – всяких там пульсаций, перемещений, словом, любых движений (изменений), вплоть до микроизменений. Путь решения этой сверхзадачи, по Ньютону, выглядит примерно так. Задаётся для Вселенной декартова система числовых координат  $x$ ,  $y$ ,  $z$  и абсолютный равномерный количественный ритм  $t$ . Задаются они вне всякой зависимости от чего-либо материального, принадлежащего Вселенной, чтобы все вселенское материальное с ними сравнивалось, как с одними и теми же инструментами, и путем сравнения определялось. Первое из таких количественных творений назовем абсолютным пространством, а второе – абсолютным временем; оба они послужат нам заодно и абсолютными эталонами протяженности, например  $x$ , и длительности  $t$ . Этих двух количественных инструментов будет достаточно, чтобы выраженное через  $x$  и  $t$  и их производные любое явление на оси  $x$  смогло быть *полно* представлено в *истинном* его проявлении, ибо  $x$  и  $t$  как абсолютные эталоны протяженности и длительности не подвержены никаким скрытым физическим изменениям и тем самым не искажают истинного выражения явления. Такое описание (представление) явлений и есть чисто научное описание их.

Практическое же использование науки сводится к тому, что для исследуемых физических явлений задаются достаточно близкие к *абсолютным* (то есть неизменчивым) количественным инструментам

*материальные инструменты* (например, линейки и часы) и с их помощью проводятся измерения исследуемых физических величин. Требование к материальным (физическим) инструментам в точности таково как и к количественным (нематериальным): они должны быть *нечувствительными* к изменениям в окружающем их мире. Эта нечувствительность устанавливается либо *по определению*, либо *по условию* (T1). В первом случае это будет чисто научный прием, а во втором – обычный прием практического применения науки. Смещение понятий «инструменты для науки» и «инструменты для практики» в сфере науки и превращение их в одно общее понятие «инструменты измерения», как показывает история, имеет негативные последствия: весьма усложняется понимание сущности определяемых вещей, о чем свидетельствуют нескончаемые споры философского характера (да и физического не в меньшей мере), что такое есть пространство и время. В науке нужно отвлечение от физических свойств инструментов, и это достигается их определением как чисто количественных сущностей (T1).

Далее речь пойдет о том, как выглядит философский плюрализм суждений о пространстве и времени уже при знании того, что ньютоновы абсолютные пространство и время – это количественные инструменты науки и что существует проблема в физике пространства и времени как объектов науки. Сначала разговор пойдет отдельно о пространстве при сравнении друг с другом подходов физики и философии. Этот разговор следует начать из такого замечания.

Конечно, в физике стоит и всегда будет стоять вопрос, каково пространство в реальном мире: сплошным образом заполнено материей, как его представлял себе Аристотель, или имеются где-нибудь места, свободные от материи. В последнем случае пространство действительно было бы абсолютно пустымместилищем, каким его видел Демокрит.

Но можно ли в первом случае говорить, что условием существования пространства есть материя, когда основная исходная характеристика материи – протяженность, и своей протяженностью материя сплошным образом все покрывает, не нуждаясь, таким образом, в каком-то дополнительном понятии «пространство»?

Последняя часть данного вопроса служит заодно и ответом на весь вопрос: действительно, в этом случае нет ни философской, ни физической надобности иметь в дополнение к понятию «протяженность» еще и понятие «пространство». Это было бы излишеством в науке, лишен-



ным всякой научной нагрузки. Можно употреблять оба термина лишь как синонимы.

А теперь об одном замечании общего характера, необходимость в котором возникает в связи с дальнейшим рассмотрением.

Когда говорят, что что-то есть условием существования другого «что-то», то под «условием существования» следует, очевидно, понимать наличие какого-то *объективного* фактора, порождающего это другое «что-то», дающего последнему его существование. Такой вывод делается на том основании, что существует с точки зрения физики всегда лишь что-то материальное, ибо как может существовать нематериальное ничто.

Правда, и в физических сочинениях последнего времени встречаются попытки развить идею «абсолютного ничто», из чего якобы создается все, говорить о процессах с энергиями, равными нулю [5]. Но подобные попытки – это эзотерической природы вещи, далекие от науки. Ибо науке, в частности физике, чтобы делать какие-нибудь заключения, нужны факты, добываемые опытами и синтезируемые в научные утверждения теориями, которые не должны противоречить ни ни одному опыту и *совокупному результату*<sup>3</sup> опытов.

Однако вернусь к философским утверждениям: «материя – необходимое условие существования пространства» (суть антитезиса  $B_{II}$  из антимонии  $A_{II} - B_{II}$ ) и «пространство – необходимое условие существования материи» (суть тезиса  $A_{II}$ ), чтобы, анализируя эти философские утверждения, яснее изложить развиваемое здесь понятие: «пространство как физический объект».

Итак, с философским утверждением, что материя есть необходимое условие существования пространства, все ясно уже из вышеизложенного. Суть этого вышеизложенного, напомню, заключается в следующем: нет места в объективной реальности для самостоятельной сущности «пространство», ибо материя сплошным образом все заполняет и в этом проявлении характеризуется протяженностью. С ней-то и отождествляется понятие «пространство». Отсюда вывод для этого случая: *физический объект пространство – это вся материя*.

Философское утверждение, что пространство есть необходимое условие существования материи, подразумевающее под таким пространством абсолютную пустоту, вообще никуда не годится. Ибо как может абсолютное ничто быть объективным фактором для существования всего? В случае пространства-пустоты правильно было бы говорить так: пространство является местом для существования мате-

рии. В этом случае пространство не является физическим объектом, поскольку под физическим объектом подразумевается что-то материальное. *Нематериальное пустое пространство является только математическим инструментом (абстрактной протяженностью, числовыми осями  $x, y, z$ ).*

Замечу, что такое пространство действительно отождествляется с ньютоновым абсолютным пространством. Однако ньютоново учение о пространстве совсем не нуждается в представлении о пространстве как пустоте. Это учение и в случае пространства-материи дает тот же результат. Ибо оно устанавливает универсальный количественный инструмент научного описания протяженности, независимо то того, что характеризуется этой протяженностью, – пустота или материя.

Совсем не понятно с физической точки зрения, как в первом из двух рассматриваемых философских подходов (линия Демокрита) можно прийти к заключению, что пространство – абсолютно; и еще более не понятно, как во втором подходе (линия Аристотеля) следует разуместь, что пространство – относительно. Понятия «абсолютное» и «относительное» имеют ясный физический смысл в применении к движению, и уже через него могут быть применены к пространству.

И в самом деле, пусть мы исходим из того, что существует физический мир, причем не важно какой конструкции – в виде сплошной материальной среды или в этой среде имеются пустоты. Движение какого-нибудь указанного в физическом мире объекта А, рассматриваемое по отношению к миру как целому, логически целесообразно называть абсолютным (в дальнейшем, в соответствующих темах, будет показано, что эта логическая целесообразность имеет аксиоматическую природу). Движение же любого другого объекта Б, рассматриваемое по отношению к А, станет уже называться (на основании той же логической целесообразности) относительным движением. Сообразно абсолютному и относительному определениям движения, определяемые для объектов А и Б места, которые они занимают в каждый данный момент времени, будут соответственно абсолютным и относительным местами. Расширив (мысленно) эти места до сколь угодно больших размеров, можно называть их соответственно абсолютным и относительным пространством.

Разумеется, что связанные с физическим миром числовые координаты  $x, y, z$  будут на основании упомянутой выше логической целесообразности называться абсолютно покоящейся системой координат, а числовые координаты  $x', y', z'$ , которые движутся относительно  $x, y, z$

(вместе с А или Б) – относительно покоящейся системой координат (по отношению к объекту А или Б).

Итак, что дает науке философский плюрализм суждений о пространстве и времени, конкретно физике, остро нуждающейся в адекватном истолковании этих понятий? Ровным счетом ничего! Наиболее значимым *положительным* достижением в философии в этом смысле является, по-видимому, лишь то, что при всем авторитете релятивистских воззрений на пространство и время в ней релятивизм не выглядит окончательно победившим. Но не выглядит таковым и ньютонов количественный подход в истолковании этих понятий. Вообще в философии не содержится ни одной доминанты в суждениях о пространстве и времени, чтобы можно было, имея ее, дать физике хоть какой-то ориентированный совет. Имеется лишь множество *антимоний*, которые исключают всякую однозначность. Ясно, что антимонии в воззрениях на природу – это показатель неадекватности воззрений, неспособности их приводить к совместимым с природой образам реальности. Ибо природе несвойственны антимонии: не может быть так, чтобы какое-то место пространства было чем-то заполнено и в то же время являлось бы абсолютно пустым; другими словами, чтобы физический объект в пространстве был чем-то определенно материальным и в то же время являлся бы абсолютно ничем? Не имея возможности на подобные вопросы дать однозначные ответы, философия, тем не менее, не отказывается и никогда не отказывалась от их поисков; например, от поиска ответа конкретно на такой вопрос: каково пространство в реальном мире – сплошным образом заполнено материей или в нем имеются пустоты, лишенные всякой материи? Зная о полной бесперспективности чисто философского подхода к поиску ответа на данный вопрос, попробуем поискать ответ на него с позиции чисто физической. Необходимо начать из соображения, содержащего следующее замечание.

Хотя современная физика и не располагает достаточным набором сведений о структуре реального пространства, тем не менее, она дает больше оснований полагать, что пространство сплошным образом заполнено материей различной, так сказать, тонкости.

Каковы эти основания? К каким конкретным аргументам они сводятся в современной физике?

Начну с классического аргумента, уже давно являющегося твердо установленным фактом. Этот аргумент – непрерываемость в естественных условиях процесса распространения электромагнитного воз-

мущения, в частности света. Свет является волновым возмущением какой-то очень тонкой материальной среды<sup>4</sup>, и нигде никем не замечено, чтобы он прерывался пустотами в этой среде. Следовательно, таковых там нет. Второй аргумент – существование нейтрино, обладающего огромной проникаемостью. Там, где наши экспериментальные возможности способны лишь на то, чтобы засвидетельствовать об абсолютной пустоте, там всегда могут находиться невидимые нейтрино (или их носитель), материализуя пустоту.

Но еще более сильный аргумент в пользу идеи материализованного пространства заключается в следующем.

Как известно, инерция объекта – это его фундаментальное свойство, которого нельзя лишить объект никакими способами и ни при каких обстоятельствах. Наиболее понятно (без каких-либо скрытых искажений) инерция проявляется в абсолютно «свободном» пространстве, иначе говоря, в таком пространстве, по внешнему виду которое напоминает демокритово абсолютно пустое пространство. Также известно, что инерция, проявляющаяся при воздействии на объект, не постоянна, а изменяется *с изменением поля объекта*. Правда, эта взаимосвязь является фактом, еще не осмысленным в современной физике и не востребованным в ней. Тем не менее, взаимосвязь между изменениями инерции и поля реально существует в природе ибо подтверждается опытами: ведь никто не станет утверждать, что нет совместного изменения инерции и поля, когда объект, ускоряясь, переходит в новое состояние движения! Следовательно, инерция и поле – два качества в проявлении чего-то единого. А поскольку инерция проявляется везде в мировом пространстве, а поле является материализованной субстанцией, то везде существует эта субстанция.

И в самом деле, из физических аксиом движения следует, что в мировом «свободном» пространстве нет таких мест, где инерция объекта не проявлялась бы, будучи всегда готовой к изменению при ускорении объекта. Следовательно, нет в мировом пространстве таких мест, где с помещением туда объекта не возникало бы поле последнего, являясь всегда готовым изменяться вместе с изменением инерции, связанной с объектом. Но поле объекта даже в современной физике, в которой еще не востребована связь между изменениями поля и инерции, есть ни что иное, как проявление материализованного окружения объекта. Отсюда заключаем: поскольку нет таких мест в мировом пространстве, в которых инерция не была бы свойственной объекту, то нет там мест, где бы не существовала материализованная субстан-

ция. Проще говоря, все мировое пространство сплошным образом заполнено материей – таков неизбежный вывод из связи между инерцией и полем, проявляющейся в виде изменения инерции целостной системы «объект – его поле».

Далее речь пойдет о времени, точнее о том, имеются ли основания говорить о нем, как о физическом времени, обладающим самостоятельной реальностью, или этого сказать нельзя.

Объективная природа не знает, что такое время. Она суть материя, способ существования которой – движение (изменение), и это все, что составляет объективную реальность. Для описания движения (изменения) необходимо абстрактное равномерное дление  $t$ , единое для всей объективной природы, чтобы любые изменения последней *единообразно* относились к  $t$  и с его помощью, то есть *на одинаковых условиях*, сравнивались друг с другом по длительности. Абстрактное равномерное дление  $t$  и есть абсолютное ньютоново время.

Таким образом, время не является физическим объектом в качестве самостоятельной реальности. По своей сущности оно есть чистое количество, абстрактная длительность  $t$ , инструмент науки для описания физической длительности. *Время – это аксиома науки о равномерной длительности в чисто количественном представлении, вводимой для того, чтобы с ней сравнивались на одинаковых условиях длительности любых вселенских процессов.*

Те, кто склонны рассматривать время как самостоятельную реальность, должны задаться вопросом: что в таком случае первично в организации объективной природой своего движения (изменения) – сама материя или время? Если время является самостоятельной реальностью, «упорядочивающим элементом Вселенной», который упорядочивает движение, то это означает, что время – сверхматерия, управляющая способом существования материи. Объективирование времени в каком бы то ни было смысле сразу же возводит его в ранг сверхматерии, ибо время в качестве объективного элемента природы незамедлительно становится побудительной причиной движения и, следовательно, условием существования материи, в том смысле «условием существования», в каком его понимают уже в физике. Однако все наши знания о материальном мире, все то, что составляет предмет современной физики, не дают оснований рассматривать время как сверхматерию. Поэтому нам остается лишь придерживаться точки зрения, что время – ничто в объективном смысле, что оно суть абст-

рактный инструмент науки для описания движения (изменения) и только. И ничего больше.

## Тема 2

# ГАЛИЛЕЕВЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ КООРДИНАТИ ВРЕМЕНИ

Выше уже было показано, что пространство и время в физике – это абсолютные количественные инструменты физической науки  $x$ ,  $y$ ,  $z$  и  $t$ , предназначенные для описания (представления) протяженности объектов и длительности процессов. Под абсолютностью, напомним, подразумевается не больше, чем следующее (тема 1):

во-первых то, что эталонные количественные инструменты  $x$ ,  $y$ ,  $z$  и  $t$ , в силу их чисто математической природы, не подвержены никаким воздействиям (механическим, тепловым, полевым и т. д.) и, тем самым, действительно являются *абсолютными* инструментами для науки, какими они и есть во всех математических выражениях движения. (Для сравнения замечу, что физические эталонные инструменты от указанных воздействий менялись бы, причем скрыто, что делает их непригодными в качестве инструментов для науки, поскольку неизвестно, как скрытые изменения таких инструментов учитывать в математических выражениях движения);

во-вторых то, что отнесением к математическим инструментам  $x$ ,  $y$ ,  $z$  и  $t$  какого угодно числа рассматриваемых явлений достигается *единообразие* в рассмотрении, поскольку все явления при этом сравниваются друг с другом и трактуются на основе единых и общих для них (то есть *абсолютных*) инструментов определения (сравнения).

Этими двумя признаками абсолютности исчерпывается вся абсолютность пространства и времени в физике.

В данной теме, исходя из только что упомянутого, будет показано, каково предназначение галилеевых преобразований в такого рода количественном описании явлений движения при определении места и времени событий.

Известно, что для изучения явлений движения необходимо задать ту или иную систему отсчета. В различных системах выражение движения объекта может иметь различный вид, усложненный характером движения самой системы. Чтобы отыскать систему, в которой закон движения имеет естественный вид (содержит силы, действующие только на объект, а не на систему), необходимо обратиться за под-

сказкой к аксиомам движения. Из Аксиомы природы 1 следует, что покой или неускоренное движение в физическом пространстве есть бессильным состоянием (точнее, скомпенсированным). Следовательно, все неускоренные системы отсчета будут такими, в которых закон движения объекта имеет естественный вид. Такие системы называются в физике *инерциальными системами*. Они задаются в виде декартовых систем координат и времени.

Галилеевы преобразования координат и времени – это соотношения, с помощью которых устанавливается связь между координатами и временем какого-либо события, рассматриваемого в двух различных инерциальных системах  $K(x, y, z, t)$  и  $K'(x', y', z', t')$ :

$$x' = x - v_x t, \quad y' = y - v_y t, \quad z' = z - v_z t, \quad t' = t, \quad (\text{T2.1})$$

где  $v_x, v_y, v_z$  – компоненты постоянной скорости движения системы  $K'$  относительно  $K$ .

Если скорость движения системы  $K'$  относительно  $K$  равна  $v$  и направлена по оси  $x$ , то преобразования (T2.1) примут вид:

$$x' = x - vt, \quad y' = y, \quad z' = z, \quad t' = t. \quad (\text{T2.2})$$

### Тема 3

## ТРИ ЗАКОНА НЬЮТОНА

Законы Ньютона, о которых пойдет речь, – это аксиомы объективной природы, ее правила, по которым она существует и себя проявляет. Аксиомы природы познаются человеком в процессе эмпирического многовекового опыта путем синтеза знаний, о чем свидетельствует и ньютонов опыт прихода к трем важнейшим аксиомам, носящим его имя. Аксиомы природы, как и рассмотренные выше аксиомы науки, будут в данной книге нумероваться в порядке их рассмотрения. Итак, три закона Ньютона (три аксиомы природы):

**Аксиома природы 1.** *Всякое тело продолжает удерживаться в своем состоянии покоя или равномерного и прямолинейного движения, пока и поскольку оно не понуждается приложенными силами изменить это состояние.*

**Аксиома природы 2.** *Изменение количества движения пропорционально приложенной силе и происходит по направлению той прямой, по которой эта сила действует.*

**Аксиома природы 3.** *Действию всегда есть равное и противоположное противодействие, иначе – взаимодействия двух тел друг на друга между собою равны и направлены в противоположные стороны.*

**Об Аксиоме природы 1.** В литературе все сходятся на том в отношении содержания Первой Аксиомы Ньютона, что «...этой аксиомой утверждается равноправие состояний покоя и равномерного прямолинейного движения, которые рассматриваются как естественные состояния тела» [6, с. 7]. Я начинаю анализ этой важнейшей аксиомы с данной посылки, чтобы в самом начале по самому главному направлению аксиомы заявить следующее: *Первым законом Ньютона (Аксиомой природы 1) не утверждается равноправие указанных двух состояний!*

Чтобы получить доказательство верности только что сказанного, для этого необходимо системно рассматривать покой и движение тела с учетом создания последним различных полей в названных состояниях – только статического в состоянии покоя и статического плюс динамического в состоянии движения. Различные поля делают различными и сами эти состояния, что и является искомым доказательством. Системному рассмотрению естественных состояний объектов отводится в предлагаемой книге немало тем, в том числе и данная, в которых и будет доказана невозможность трактовки естественных состояний объектов как равноправных (по виду тождественных). Однако прежде всего следует посмотреть, что на сей счет имеется в Ньютона. Для этого необходимо обратиться к тексту самой аксиомы и к другим высказываниям на обсуждаемую тему, быть предельно внимательным в прочтении текстов и ответственным в анализе их. Тогда можно будет увидеть следующее. Текстом аксиомы излагается только то, что *покой тела и равномерное прямолинейное движение его сохраняются до тех пор, пока приложенными силами не будут изменены.* Из чего вытекает физическая равноправность двух этих состояний, из того, что таковые сохраняются? Ведь они могут сохраняться и не быть тождественными. А может быть имеются какие-то дополнительные указания в других местах ньютоновых «Начал», разъясняющие эту якобы объявленную Ньютоном тождественность? Тот, кто внимательно ознакомился с «Началами» Ньютона, подтвердит, что таких указаний там нет. Тогда чем объясняется стремление рассматривать от имени Ньютона эти состояния как равноправные?



Читатель, наверное, уже заметил, что Ньютону, особенно по наиболее сложным (то есть, углубленным в суть вещей) направлениям его творчества, часто приписывается то, чего он не утверждал, что не являлось его точкой зрения. Так было, когда за Ньютона устанавливали, что он понимает под абсолютным пространством и временем, что иллюстрирует своим знаменитым примером вращающегося сосуда с водой. Не стала исключением в этом смысле и проблема истинного понимания всеми Первого закона Ньютона, тем более, что этот закон таит в себе, возможно, самые сокровенные сведения о мироустройстве, больше связанные с перспективой в физической науке, чем с достижениями ньютонового периода. А вот наличия в ньютоновом творчестве явного предостережения против отождествления состояний покоя и неускоренного движения, которое действительно там имеется, никто так и не заметил. Суть этого предостережения заключается в следующем.

Ньютон был убежденным приверженцем абсолютного движения. Он считал, что абсолютное движение – вполне ясное и полезное понятие в физике, обозначающее движение тела по отношению к физическому миру как целому, для которого тело является его неотъемлемой частью. Если переход тела из состояния покоя в состояние равномерного прямолинейного движения требует определенных усилий над миром, в результате которых мир станет иным (в нем останутся следы усилий, на современном языке – увеличится напряженность поля тела), то эти состояния – явно физически неравноправны, хотя каждое из них способно сохраняться.

Конечно, во времена Ньютона такое размышление было лишь плодом прозорливого, весьма тонкого проникновения в мир вещей, не имевшее под собой достаточного опытного обоснования, поэтому могло оспариваться. Теперь же, когда поле стало непререкаемой физической реальностью и достоверно известно, например, из электромагнитных явлений, что ускоренное движение свободного электрона порождает в окружающем пространстве электромагнитное поле конкретной величины, связанной со скоростью движения заряда, абсолютирование движения, в том числе и неускоренного, – это уже обычное требование полевой реальности, и только инерцией мышления можно объяснить непонимание этого требования. Подробнее об этом с необходимыми доказательствами речь еще впереди, когда будут рассматриваться инерционные поля. А пока что я возвращаюсь к Первому закону Ньютона.

Итак, Первый закон Ньютона постулирует неизменность естественных состояний тела (покоя или неускоренного движения), если в эти состояния не делать внешнего вмешательства. Внешнее вмешательство начинается с момента приложения к телу какой-нибудь силы, вызывающей ускорение тела, то есть изменение его состояния покоя или равномерного прямолинейного движения. Способность тела противиться этому изменению, а точнее, свойство тела сохранять состояние покоя или равномерного прямолинейного движения называют инертностью (инерцией) тела. Поэтому Первый закон Ньютона известен еще и как «закон инерции». Согласно закону инерции, тело может пребывать по инерции в одном из всевозможных инерциальных состояний<sup>5</sup> – в состоянии покоя или в состоянии равномерного и прямолинейного движения с любой определенной скоростью. Но что означает аксиоматическое утверждение, что тело движется равномерно с определенной скоростью по прямой линии?

Означает оно указание, по крайней мере, на два обстоятельства: на то, что, во-первых, кроме тела, существует еще что-то, по отношению к чему тело движется, и, во-вторых, что в этом утверждении заключена следующая аксиома науки (обозначу ее номером 5):

*Аксиома науки 5. Прямая линия является физически выделенной линией, требующей, чтобы в основе науки о физическом пространстве находилась евклидова геометрия.*

Выше (в рассуждении 1) уже говорилось, что аксиома природы – это некий идеал истинности, достичь которого невозможно, но он – в основе мира явлений, поэтому должен быть в основе науки о явлениях. Какой идеал истинности заключен в Аксиоме природы 1? Разумеется, тот, который выражен словами: «покой и равномерное прямолинейное движение сохраняются вечно». Возможно, это слова о самих что ни на есть началах физического мироустройства, и интересно было бы, особенно философам, такую тему развивать. Но не менее интересно и другое, чисто физическое, а именно: условие сохранения инерциальных состояний. При каких условиях тело, находящееся в физическом окружении инерционного воздействия, может по инерции покоиться или не ускоренно двигаться?

Ответ на данный вопрос является только таким: при идеальной симметрии этого воздействия, то есть при полной скомпенсированности его по всем направлениям в пространстве. Это возможно, если физическое окружение тела по инерционному воздействию на него явля-

ется *однородным и изотропным* на всей обозримой протяженности от тела в любом направлении физического пространства.

Физическое пространство с такими одинаковыми повсюду свойствами напоминает абсолютное (количественное) пространство Ньютона с его повсеместно одинаковыми условиями для начала отсчета. Это сходство, по-видимому, и послужило главной причиной путаницы между двумя различными сущностями – ньютоновым абсолютным пространством как инструментом науки для научного описания явлений природы и физическим пространством как объектом науки, который описывается (представляется) с помощью ньютонового абсолютного пространства.

Подобно тому, как ньютоново абсолютное пространство в известной формулировке – это аксиома науки, так и эмпирический факт, что физическое пространство по инерционному воздействию на тело обладает свойством однородности и изотропности, представляет собой аксиому природы. Присваивая ей в данной книге порядковый номер 4, который следует за уже использованными, я сформулирую эту аксиому так:

*Аксиома природы 4. Физическое пространство, свободное от тел, вносящих в его структуру неоднородности в виде гравитационных полей и их источников, является по своим свойствам, проявляющимся через взаимодействие с пробным телом, однородным и изотропным пространством.*

Итак, следует различать *аксиоматическое пространство науки* и *аксиоматическое пространство природы*. Первое, напомню, – это абсолютное пространство Ньютона как инструмент науки, а второе – физическое пространство как объект науки.

Это второе можно определить еще и так: аксиоматическое пространство природы – есть такое пространство, в котором идеально выполняется Первый закон Ньютона (Аксиома природы 1).

Не лишним будет еще раз заметить, что указанный закон Ньютона идеально выполняется и в ньютоновом абсолютном пространстве. Только в нем под выполнением этого закона подразумевается истолкование его при помощи количественных инструментов «пространство» и «время» без всякого указания на какие-либо физические свойства последних, коих у них и нет, тогда как в аксиоматическом пространстве природы Первый закон Ньютона выполняется по физическим условиям.

Чтобы дать Первому закону Ньютона математическую формулировку, достаточно воспользоваться ньютоновым определением количества движения, представленным в «Началах» как Определение II [4, с.24]. Оно гласит:

*«Количество движения есть мера такового, устанавливаемая пропорционально скорости и массе».*

Обозначая количество движения через  $\vec{Q}$ , инертную (инерционную) массу через  $M$ , скорость тела через  $\vec{v}$ , можно написать:

$$\vec{Q} = M\vec{v}. \quad (\text{T3.1})$$

Тогда Первый закон Ньютона выразится так:

$$\vec{Q} = \text{const} \text{ (при отсутствии сил).}$$

Замечу, пока без всякого объяснения, что  $M$  зависит от  $\vec{v}$ . Постепенно, с рассмотрением Второго закона Ньютона, а потом с анализом механического принципа относительности эта зависимость будет все больше проясняться. Полное доказательство на основе опыта зависимости инерции от скорости станет возможным только при рассмотрении электромагнитной инерции, где имеются все необходимые решения (опытные и теоретические) для углубленного понимания этого явления. Здесь скажу лишь, что это не та зависимость ни в физическом, ни в математическом смысле, которая известна из СТО.

**Об Аксиоме природы 2.** Под «изменением количества движения», вызываемым приложенной к телу силой, без сомнения, нужно понимать изменение в единицу времени определенной выше величины  $\vec{Q}$  по закону

$$\vec{F}_a = \dot{\vec{Q}}, \quad (\text{T3.2})$$

где  $\vec{F}_a$  и обозначает приложенную к телу силу (applied force). Эта сила дается в «Началах» Определением IV, которое гласит [4, с.26]:

*«Приложенная сила есть действие, производимое над телом, чтобы изменить его состояние покоя или равномерного прямолинейного движения».*

Но раньше, Определением III [4, с.24], Ньютоном определена сила инерции. Этими двумя определениями он как бы подготавливает Читателя к правильному пониманию трех законов механики, которые сформулирует позднее. Определение III гласит:

*«Врожденная сила материи есть присущая ей способность сопротивления, по которой всякое отдельно взятое тело, поскольку оно предоставлено самому себе, удерживает свое состояние покоя или равномерного прямолинейного движения».*

Затем сразу же следует важное разъяснение, как указанная сила в образе инерции массы связана с массой:

*«Эта сила всегда пропорциональна массе, и если отличается от инерции массы, то только воззрением на нее.*

От инерции материи происходит, что всякое тело лишь с трудом выводится из своего покоя или движения. Поэтому «врожденная сила» могла бы быть весьма вразумительно названа «силою инерции». Эта сила проявляется телом единственно лишь, когда другая сила, к телу приложенная, производит изменения в его состоянии» [4, с.25].

Итак, очень важное представление о силе у Ньютона связано с силой инерции. Она явно или неявно фигурирует в трех его законах (в трех аксиомах природы) в качестве той физической реальности, о которой, собственно, и написаны эти законы. Сила инерции – это «врожденное» свойство природы противиться всякому изменению установившегося состояния (всякому ускорению движения). Это свойство проявляется не только в случае, когда ускоряется тело, характеризующееся массой, а, как уже достоверно известно, и в случае, когда ускоряется свободный электрон, характеризующийся зарядом и обладающий инерцией заряда. По данной аналогии можно заключить, что явление инерции должно иметь место также и в случае ядерных (и прочих других) взаимодействий. Поэтому естественно было бы ожидать такого развития ньютонового учения об инерции материи, которое ставило бы проблему *многофакторности инерции*. Однако имеем нечто противоположное: не только до сих пор нет статуса силы инерции у свойства электрического заряда сохранять неизменным свое состояние покоя или неускоренного движения, а и ньютонова телесная сила инерции зачастую трактуется как «фиктивная сила», то есть как нереальная (подсчитано, что около 60% современных учебников по физике содержат такие трактовки [5, с.21]). Подобное отношение к силе инерции – это тревожный сигнал, что не все ладно с тем, что могло бы называться адекватным мировоззрением в физике.

Однако вернусь ко Второму закону Ньютона. Выражение этого закона я буду записывать в таком виде, чтобы сила инерции в нем присутствовала явно:

$$\vec{F}_a = \frac{d\vec{Q}}{dt} = -\vec{F}_i; \quad (\text{ТЗ.3})$$

здесь  $-\vec{F}_i$  и обозначает силу инерции (inertia force).

А теперь о зависимости массы от скорости, упоминавшейся выше при написании формулы (ТЗ.1). Почему  $M$  зависит от  $\vec{v}$ ?

При рассмотрении Аксиомы природы 1 (Первого закона Ньютона) уже говорилось, что существует физическое пространство, однородное и изотропное (Аксиома природы 4), ответственное за инерционное воздействие на тело, то есть такое воздействие, которое проявляется в виде известной инерции тела. Здесь я возвращаюсь к этому разговору, чтобы сначала дополнительно аргументировать существование физического пространства, а потом уже рассмотреть и саму эту зависимость. Дополнительная аргументация содержится в ответе на такой возможный вопрос: инерция тела – это свойство совместно тела и его физического окружения или только одного тела?

Предположим, что во взглядах на инерцию имеются два различных мнения. Одни считают, что свойство инерции обусловлено наличием у тела связи со своим физическим окружением, присутствующим всегда и везде, где бы тело не находилось, в том числе и в местах, удаленных от прочих других тел на сколь угодно большие расстояния, исключаяющие всякое воздействие последних. В этом случае окружением тела является лишь «глубокий вакуум» как физическая среда и свойство инерции есть свойством не самого тела, а системы «тело – физическое пространство». Другие полагают, что инерция относится ко внутреннему свойству тела; что если бы мировое пространство было абсолютно пустым пространством с единственным пробным телом в нем, тело все равно обладало бы теперешним известным нам свойством инерции.

Вполне понятно, что ни первые, ни вторые никогда не смогут осуществить прямой решающий эксперимент, дабы прийти к окончательному ответу на основе эксперимента, как это надлежит делать в физике. Однако имеется значительно больше оснований утверждать, что правы именно первые, а не вторые.

И в самом деле, на чем базируется заявление вторых, что инерция тела – это данность его внутреннего мира, «врожденное» свойство тела, проявляющееся без всякой связи с физическим окружением? А ни на чем объективном! Более того, оно противоречит объективным фак-

там той своей частью, в которой говорится, что инерция тела проявляется без связи с физическим окружением.

А как могут аргументировать первые то, что инерция тела – это проявление взаимосвязи тела со своим физическим окружением? А вот как.

При ускорении тела в окружающей среде (физическом пространстве) возникает гравитационное возмущение. Конечно, гравитационные волны еще не выявлены опытным путем, зато если в аналогичной ситуации оказывается электрический заряд (электрон), то с достоверностью возникают электромагнитные возмущения, и уже никто не сможет сказать, что ускорение заряда не вызывает в окружающем пространстве эти возмущения; иначе говоря, невозможно отрицать существование системы «электрический заряд – физическое окружение заряда», ответственной за инерцию заряда, как и невозможно отрицать наличие аналогии для тела. Именно поэтому позиция первых предпочтительнее позиции вторых. Во всяком случае, она учитывает все явления, сопровождающие инерцию, тогда как вторая полностью исключает из рассмотрения полевые движения, реально имеющие место.

Поэтому ответ на поставленный выше вопрос, «Почему  $M$  зависит от  $\vec{v}$ ?», таков: потому, что с изменением скорости тела изменяется инерция гравитационного поля тела, где оба эти изменения вызываются одной и той же силой; иначе говоря, с каждым положительным или отрицательным ускорением тела возникает соответствующее гравитационное возмущение, увеличивающее или уменьшающее напряженность предыдущего поля и его отдачу на тело, в результате чего инерция системы «тело – физическое пространство» увеличивается или уменьшается при неизменной инерции самого тела – величины  $M_0$  (исходной инерции системы).

Из всего этого следует вывод, что в природе имеется строгое правило, в соответствии с которым и осуществляется явление, называемое «инерцией движения тела». Это правило суть аксиома природы. Я сформулирую найденную аксиому следующим образом, нумеруя ее здесь порядковым номером 5:

**Аксиома природы 5.** *Инерция тела, которая на самом деле является инерцией системы «тело – физическое пространство», но определяется посредством силы, приложенной к телу, и потому кажется*

инерцией тела, будет тем бóльшей, чем бóльшая скорость движения тела в физическом пространстве.

Из рассмотренного выше также следует, что количество движения, представленное формулой (ТЗ.1), состоит частью из количества движения гравитационного возмущения, неизбежно возникающего с ускорением тела. Значит, в (ТЗ.1) неявно входит и величина инерции гравитационного возмущения, и скорость распространения этого возмущения, замаскированные под изменение  $M$ .

Чтобы неявное стало явным, необходимо вместо (ТЗ.1) написать:

$$\vec{Q} = M_0 \vec{v} + \eta \vec{s}, \quad (\text{ТЗ.4})$$

где  $M_0$  – наименьшая (исходная) инерция системы «тело – физическое пространство» (инерция покоя тела),  $\vec{v}$  – скорость движения тела в физическом пространстве, то есть абсолютная скорость,  $\eta$  – инерция гравитационного возмущения,  $\vec{s}$  – скорость его распространения. Тогда выражение Второго закона Ньютона из (ТЗ.3) раскрывается в следующую формулу:

$$\vec{F}_a = M_0 \frac{d\vec{v}}{dt} + \vec{s} \frac{d\eta}{dt} = -\vec{F}_i. \quad (\text{ТЗ.5})$$

Широко распространено другое (не ньютоново) выражение Второго закона Ньютона, дающее представление о силе как о формальном произведении массы на ускорение:

$$\vec{F} = M_0 \frac{d\vec{v}}{dt}, \quad (\text{ТЗ.6})$$

где  $M_0$  – константа, как и в (ТЗ.5). Чтобы показать, какой урон от этого понес образ явления, необходимо проанализировать оба выражения в сопоставлении, что и будет сделано. Но сперва следует разобраться, что такое есть масса тела.

Ньютон под массой понимал количество материи в теле, о чем свидетельствует его Определение I в «Началах», гласящее [4, с.23]:

*«Количество материи (масса) есть мера таковой, устанавливаемая пропорционально плотности и объему ее».*

А. Н. Крылов, переводчик «Начал» и редактор издания перевода, в сноске под номером 5 заметил: «Ни одно определение Ньютона не вызывало столько критических замечаний и столько толкований, как это первое». А в современных учебниках по физике чаще всего говорится о том, что упомянутое ньютоново определение массы «является



бессодержательным, так как плотность в свою очередь может быть определена только как количество материи в единицу объема». И тем не менее создание адекватного понятия «количество материи в теле» – одна из центральных задач и проблем в физике, поскольку речь идет о создании адекватного представления об объекте, с которым физика единственно имеет дело – об объекте «материя». Не зря Ньютон свои Определения в «Началах» начал с определения количества материи.

А что на счет массы говорится в современных толковых словарях по физике, например, в «Физическом энциклопедическом словаре»? В нем имеется следующее высказывание о массе, в виде определения последней:

*«Масса – физическая характеристика материи, являющаяся выражением и мерой одновременно гравитационных свойств материи и ее инерционных свойств» [7] (курсив мой. – Р.Ф.).*

И далее там же: «Как мера гравитационных свойств масса тела определяется на основе закона всемирного тяготения Ньютона...», а как инертная масса она «выражает отношение силы, действующей на тело, к созданному этой силой ускорению...» [то есть определяется на основе неньютоновой формулы (ТЗ.6)]. При этом считается, что гравитационная и инерционная массы численно равны друг другу.

Итак, масса тела, определяемая на основе закона всемирного тяготения, – это вес тела, которым в свою очередь определяется инерция тела как численно равная весу динамическая характеристика тела. По этому определению «гравитационно-инерционная масса» на Земле будет одной, на Луне – другой и т. д., если ее измерять пружинными весами. Она может быть везде и одинаковой, если измерения проводить не пружинными весами, а при помощи коромысла и гирь. Но какой она окажется в абсолютной невесомости, иначе говоря, в условиях однородного и изотропного физического пространства, где нет других тел, то есть в тех условиях, в которых идеально выполняется Первый закон Ньютона и для которых сформулирован Второй закон Ньютона?

В абсолютной невесомости масса тела в качестве веса такового очевидно равна нулю при всех способах ее измерения, а в качестве исходной инерционной массы (исходной инерции тела) – величине  $M_0$ , фигурирующей в выражении (ТЗ.5). Возникает вопрос: верно ли, что гравитационная масса всегда точно равна инерционной массе, если с перемещением тела в абсолютную невесомость первая стремится к нулю на любых весах, а вторая – к своей исходной величине? Ответ

на подобный вопрос таков: равенство нулю гравитационной массы не означает, что нет объекта, притягивающего к себе тело. Таков объект есть, это окружающий тело физический мир. Видимость равенства нулю гравитационной массы объясняется тем, что тело притягивается всем окружающим его физическим миром с одинаковой силой в любом направлении в пространстве. Эта сила по величине равна силе исходной инерции тела, а это и есть равенство гравитационной и инерционной масс тела. Равенство не изменится и тогда, когда тело станет двигаться в физическом пространстве и симметрии гравитационных сил для него (как и инерционных) не будет. В этом случае можно говорить о равенстве масс только по одинаковым направлениям, отсчитанным от направления движения тела.

Необходимо еще уточнить, как в дальнейшем должна называться величина  $M_0$ , входящая в уравнение (ТЗ.5). Выше для нее употреблялись такие названия в зависимости от того, в каком контексте она упоминалась: «исходная инерция системы», «инерция покоя тела», «исходная инерция тела». Все эти названия есть обозначениями одного и того же – характеристики статической силы взаимодействия тела с физическим пространством. Однако создавать много названий для одного явления – это не лучший способ его истолкования. Поэтому в дальнейшем будет употребляться преимущественно одно название – «исходная инерция тела».

Из только что изложенного следует, что исходную инерцию тела – величину  $M_0$  – все же можно трактовать как количество вещества в теле и рассматривать, пользуясь лишь первым слагаемым из средней части (ТЗ.5). Понятно, что для точного определения  $M_0$  понадобилось бы знать величину приложенной силы  $\vec{F}_a$  и вес второго слагаемого в (ТЗ.5). Нет сомнения, что величина  $M_0$ , которой характеризуется тело в состоянии покоя в физическом пространстве и которая могла бы служить эквивалентом вещества в теле, проще всего определялась бы прямым наблюдением. Однако прямое наблюдение невозможно и не потому, что для его осуществления понадобилась бы абсолютная невесомость. Прямое наблюдение величины  $M_0$  невозможно по следующей причине: как только приложить к телу какую-нибудь силу, чтобы с ее помощью, через ускорение тела, ощутить исходную инерцию последнего, к инерции тела сразу же прибавится [в соответствии

с уравнением (ТЗ.5)] инерция гравитационного возмущения, всегда возникающего с ускорением тела. В результате будет измерена бóльшая сила, нежели та, которая точно характеризовала бы исходную инерцию тела. Тем не менее, исходная инерция (масса) тела – это реальная физическая величина, пропорциональная количеству материи в теле (если последнее не создает иного кроме гравитационного поля).

Итак, определения массы, приводившиеся выше, требуют существенных уточнений. С точки зрения представлений, развиваемых в данной книге, более приемлемыми являются такие определения массы и исходной инерции тела:

*Масса тела – это мера его инерции, состоящей из инерции собственно тела (исходной инерции) и инерции динамической части гравитационного поля тела, вместе воспринимающихся как инерция тела; первая является постоянной, а вторая – переменной величиной, меняющейся с изменением абсолютной скорости тела.*

*Исходная инерция тела – это его инерция в состоянии абсолютного покоя, которая может быть измерена при переходе тела в состояние абсолютного движения; ее измерение будет тем точнее, чем при меньшем стартовом ускорении она измеряется.*

Далее предстоит проанализировать в сравнении два уравнения движения – ньютоново (ТЗ.5) и неньютоново (ТЗ.6), чтобы убедиться в самодостаточности первого и в неполноте второго. С этой целью будет рассмотрен следующий мысленный пример.

В физическом пространстве, однородном и изотропном, в котором идеально выполняется Аксиома природы 1 (Первый закон Ньютона), покоится пробное тело с исходной инерцией  $M_0$ . Тело и физическое пространство, напомним, вместе образуют физическую систему. Система «тело – физическое пространство» – это, кроме них самих, еще и то, что ими обоими физически порождается; а совместно порождается ими вокруг тела гравитационное поле, которое меняется, если тело принудительно меняет свое состояние покоя или движения. Пусть кратковременным внешним по отношению к указанной системе воздействием (производящей движение силой) тело ускоряется до скорости  $\vec{v}$ . Что от этого изменится в системе?

Когда тело покоилось, энергия движения в системе равнялась нулю, а с движением тела стала равной  $\Sigma$ . Каково выражение этой энергии  $\Sigma$ ? Его нужно найти, разумеется, в двух случаях, когда производящая движение сила дается формулой (ТЗ.5) и когда она представля-

ется формулой (ТЗ.6), чтобы сравнить друг с другом. Эти выражения несложно получить традиционным способом, через определения работ, выполненных приложенными силами.

Как известно, элементарная работа силы  $\vec{F}$  может быть определена в виде скалярного произведения этой силы на перемещение. Пусть в рассматриваемом примере сила и перемещение имеют направление вдоль оси  $x$ . Тогда элементарная работа выразится простой формулой:

$$dA = Fdx. \quad (\text{ТЗ.7})$$

А так как рассматриваемая работа совершена над телом, свободным в физическом пространстве (там нет других тел, с которыми пробное тело взаимодействовало бы), то эта работа по закону сохранения энергии равна изменению энергии движения, то есть

$$dA = d\Sigma = Fdx. \quad (\text{ТЗ.8})$$

Отсюда:

$$\Sigma = \int_0^N Fdx, \quad (\text{ТЗ.9})$$

где под верхним пределом  $N$  подразумевается та из величин, по которой ведется интегрирование [в (ТЗ.9) – это перемещение  $x$  ( $N = x$ ); в других выражениях этого интеграла в качестве  $N$  могут быть  $t$ ,  $v$  или  $\eta$ ].

Итак, в случае, когда уравнение движения имеет вид формулы (ТЗ.5), энергия движения  $\Sigma$  определяется суммой двух интегралов:

$$\Sigma = \int_0^N \left( M_0 \frac{dv}{dt} + s \frac{d\eta}{dt} \right) dx = M_0 \int_0^N \frac{dv}{dt} dx + s \int_0^N \frac{dx}{dt} d\eta. \quad (\text{ТЗ.10})$$

Эти интегралы следует решать каждый отдельно, вводя необходимые замены.

Воспользовавшись заменой

$$dx = \frac{dx}{dt} dt = v dt,$$

можно первый интеграл из правой части (ТЗ.10) представить так:

$$M_0 \int_0^N \frac{dv}{dt} dx = M_0 \int_0^N \left( \frac{dv}{dt} v \right) dt. \quad (\text{ТЗ.11})$$

Далее, принимая во внимание, что

$$\frac{d}{dt} v^2 = \frac{d}{dt} (v \cdot v) = 2 \frac{dv}{dt} v$$

и так как на основании данного

$$\frac{dv}{dt} v = \frac{1}{2} \left[ \frac{d}{dt} (v \cdot v) \right] = \frac{1}{2} \left( \frac{d}{dt} v^2 \right),$$

поэтому

$$\int_0^N \left( \frac{dv}{dt} v \right) dt = \frac{1}{2} \int_0^N \frac{d}{dt} (v^2) dt = \frac{1}{2} \int_0^N d(v^2) = \frac{1}{2} v^2, \quad (\text{T3.12})$$

то при подстановке (Т3.12) в (Т3.11), получается:

$$M_0 \int_0^N \frac{dv}{dt} dx = \frac{1}{2} M_0 v^2. \quad (\text{T3.13})$$

Второй интеграл из правой части (Т3.10) решается еще проще:

$$s \int_0^N \frac{dx}{dt} d\eta = s \int_0^N s d\eta = s^2 \int_0^N d\eta = \eta s^2. \quad (\text{T3.14})$$

Таким образом, как это и следовало ожидать, энергия движения в рассматриваемом случае состоит из суммы двух энергий – из энергии движения тела и поля тела, то есть:

$$\Sigma = \frac{1}{2} M_0 v^2 + \eta s^2. \quad (\text{T3.15})$$

Замечательно, что выражение энергии движения поля тела по виду не отличается от известного выражения лучистой электромагнитной энергии, выводимого непосредственно из уравнений Максвелла и имеющего подтверждение опытами на соответствие фактам (опыты Лебедева).

Если же исходить из уравнения движения (Т3.6), то необходимо будет написать:

$$\Sigma_1 = \int_0^N F_1 dx = M_0 \int_0^N \frac{dv}{dt} dx.$$

Отсюда, по аналогии с уже проделанным выше, получается следующее выражение энергии движения:

$$\Sigma_1 = \frac{1}{2} M_0 v^2. \quad (\text{T3.16})$$

Таким образом, в зависимости от того, из какого уравнения движения исходить – (Т3.5) или (Т3.6), получаются различные выражения энергии движения – соответственно (Т3.15) и (Т3.16). Первое из этих выражений, кроме кинетической энергии тела, учитывает еще и энергию динамической части поля тела, а второе ее не учитывает. Поскольку динамическое поле тела ответственно за изменение инерции системы и это изменение имеет характер зависимости массы тела от его скорости, то выражение энергии движения (Т3.15) должно быть пригодно для иллюстрации этой зависимости. Так оно и есть. Я рассмотрю это свойство формулы (Т3.15) в деталях, но сначала имеет смысл посмотреть, не обладает ли подобным свойством и формула (Т3.16). Для этого можно воспользоваться таким приемом: разделить (Т3.16) на (Т3.12), чтобы превратить соотношение (Т3.16) в равенство величин с размерностью массы. В результате будет получено следующее равенство:

$$M = M_0 = \text{const.} \quad (\text{Т.17})$$

Оно означает, что инерция тела в истолковании ее с позиции уравнения движения (Т3.6) от скорости тела не зависит [как бы не менялась величина скорости  $v$  в (Т3.16), константа (Т3.17) от этого не меняется].

Для выполнения подобной операции с формулой (Т3.15) запишу ее в таком виде:

$$\Sigma = \eta_v s^2 \left( 1 + \frac{1}{2} \frac{M_0 v^2}{\eta_v s^2} \right). \quad (\text{Т3.18})$$

Индексом « $v$ », поставленным у  $\eta$ , обозначается то обстоятельство, что величина  $\eta_v$  соответствует ситуации, в которой тело движется с определенной абсолютной скоростью  $v$ . При малом изменении  $v$  величина  $\eta_v$  может рассматриваться как неизменная, достаточно, чтобы в этом случае учитывалось изменение отношения  $v^2/c^2$ .

Если (Т3.18) разделить на  $s^2$ , то получится выражение, очевидно, той инерции системы «тело – физическое пространство», которая связана с динамической частью поля тела, то есть которая приобретается системой в виде инерции гравитационного возмущения, возникающего в результате ускорения тела. Вот это выражение:

$$\eta(v^2) = \eta_v \left( 1 + \frac{1}{2} \frac{M_0 v^2}{\eta_v s^2} \right). \quad (\text{T3.19})$$

Различие между  $\eta(v^2)$  и  $\eta_v$  таково:  $\eta_v$  неявно зависит от  $v$ , а  $\eta(v^2)$  – явно, является функцией от квадрата скорости  $v$ . В физическом смысле данное различие сводится к тому, как уже говорилось, что если дать бесконечно малое приращение величине  $v$ , то при этом можно считать, что изменилось только  $\eta(v^2)$  из-за изменения множителя  $v^2/c^2$ , а  $\eta_v$  осталось неизменным.

Итак, из (Т3.19) видно, что инерция динамической части поля тела меняется с изменением  $v^2$ . Характер этого изменения будет еще более наглядным и пригодным для анализа, если формулу (Т3.19) написать в таком виде:

$$\eta(v^2) = M_0 \left( \frac{\eta_v}{M_0} + \frac{1}{2} \frac{v^2}{s^2} \right) \quad (\text{T3.20})$$

(поменялось  $\eta_v$  с  $M_0$  местом за скобками). Поскольку  $\eta(v^2)$  – это дополнительная к исходной инерция системы, возникающая в системе в результате движения тела в физическом пространстве, то она должна быть равной нулю, когда тело покоится в этом пространстве. Так оно по формуле (Т3.20) и есть, ибо в случае покоя тела в физическом пространстве, величины  $\eta_v$  и  $v$  равны нулю, что приводит к равенству нулю и величины  $\eta(v^2)$ .

Если части инерции системы «тело – физическое пространство», представленные величинами  $M_0$  и  $\eta(v^2)$ , подчиняются закону аддитивности, то тогда полная инерция этой системы есть

$$M = M_0 + \eta(v^2). \quad (\text{T3.21})$$

Отсюда, с учетом (Т3.20):

$$M = M_0 \left( 1 + \frac{\eta_v}{M_0} + \frac{1}{2} \frac{v^2}{s^2} \right), \quad (\text{T3.22})$$

или (при  $v \ll s$ ):

$$M = \frac{M_0}{\sqrt{1 + \frac{\eta_v}{M_0} - \frac{v^2}{s^2}}}. \quad (\text{T3.23})$$

Отношение  $v^2/s^2$  всегда больше отношения  $\eta_v/M_0$ , о чем можно убедиться, сравнив (Т3.23) с (Т3.22).

**Об Аксиоме природы 3.** Для каждого воздействия всегда существует противодействие, ибо силы в природе возникают попарно. Если какая-нибудь материальная точка 1 начала механически действовать (давить) на другую рядом стоящую материальную точку 2 с силой  $\vec{F}_{12}$ , то со стороны этой другой материальной точки сразу же возникнет противодействие на первую с силой  $\vec{F}_{21}$ , по величине равной действующей силе, но противоположно направленной, то есть

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}. \quad (\text{T3.24})$$

Причем действие и противодействие, о которых повествует данный закон, является одним целостным событием, относящимся к одной точке пространства и к одному моменту времени, а не к пространственной области и временному интервалу. В точке закон выполняется абсолютно точно. О распространении взаимодействия на другие точки, в том числе и на самые ближайšie, в законе речи не идет, однако он абсолютно четко утверждает, что в каждой точке пространства, куда доходит действие, сразу же возникает противодействие, в точности равное дошедшему действию. Если дошедшее до определенной точки действие меняется там во времени, то точно так же в этой же точке и в том же времени меняется и противодействие, так что в каждой точке пространства и в каждый момент времени закон выполняется абсолютно точно, образуя в пространстве и во времени определенную конфигурацию изменения величин равенства:

$$\vec{F}(x, t)_{(\text{действия})} = -\vec{F}(x, t)_{(\text{противодействия})}. \quad (\text{T3.25})$$

Итак, закон ясно и однозначно указывает только на непрерывное выполнение равенства (Т3.25) в каждой точке пространства в каждый момент времени. Он совсем не касается скорости распространения взаимодействия от точки к точке. Поэтому встречающиеся в литературе утверждения, что этот закон якобы требует для своей реализации дальнего действия, не имеют под собой никаких оснований.



## Тема 4

# МЕХАНИЧЕСКИЙ ПРИНЦИП ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

Как известно, можно указать бесчисленное множество различных инерциальных систем координат, в которых уравнение (ТЗ.6) – неньютоновое выражение второго закона Ньютона – будет иметь один и тот же вид. На этом основании делаются следующие утверждения: механические явления протекают в инерциальных системах отсчета одинаковым образом; проводя механические опыты внутри такой системе (лаборатории), невозможно определить, лаборатория покоится или движется. Эти утверждения и составляют содержание так называемого принципа относительности в механике. Согласно принципу относительности, не существует абсолютного покоя или абсолютного движения, которые бы в своей абсолютности как-то физически выделялись; покой и любые неускоренные движения по принципу относительности являются только относительными состояниями.

Ньютон же был на позиции, прямо противоположной к той, которая следует из принципа относительности. Он утверждал: абсолютный покой и абсолютное движение – физические реальности, которые проявляются через потребность приложения силы, чтобы изменить состояние абсолютного покоя или абсолютного движения. Тем не менее, почему-то именно Ньютону приписывается приоритет установления принципа относительности в механике. Например, у Р. Фейнмана можно прочитать: «Принцип относительности впервые высказал Ньютон в одном из следствий из Законов Движения» [8, с.265]. И тут же Фейнман приводит текст этого следствия, которым оказалось «Следствие V» из «Начал» Ньютона ([4, с.49]): *«Относительные движения друг по отношению к другу тел, заключенных в каком-либо пространстве, одинаковы, покоится ли это пространство или движется равномерно и прямолинейно».*

Почему считается, что своим высказыванием, имеющим в «Началах» название «Следствие V», Ньютон провозгласил принцип относительности в механике, заключающийся в том, о чем только что говорилось выше? Действительно ли это так, как гласит цитата Р. Фейнмана?

Чтобы найти ответы на такие вопросы, необходимо поискать их непосредственно у самого Ньютона – в оригиналах его высказываний, а не у толкователей этих высказываний. Но не менее важно знать от-

вет и на такой вопрос: почему вопреки фактам полевой реальности создано и поддерживается мнение, что принцип относительности – это правило объективной природы? На все перечисленные вопросы необходимо иметь полные ответы, чтобы убедиться, что принцип относительности – это не правило объективной природы, а рукотворное неадекватное изобретение.

На первые два вопроса ответ будет дан на основании одних лишь «Начал», которые заключают в себе полный ответ. А вот на последний только что сформулированный вопрос не так-то легко построить аргументированный ответ, нужен обстоятельный анализ развивавшегося после Ньютона представления о движении. О существовании этого вопроса я буду напоминать еще не раз и в контексте рассматриваемых проблем, которые ставят такой вопрос, буду предлагать свои ответы на него.

Но сперва о том, что отвечают «Начала» на заявление о причастности Ньютона к объявлению в механике принципа относительности. В своем первом «Поучении» в «Началах» Ньютон пишет:

«Абсолютное и относительное движение и абсолютный и относительный покой отличаются друг от друга: свойствами, причинами происхождения и проявлениями.

*Свойство покоя* состоит в том, что тела истинно покоящиеся находятся в покое и друг относительно друга. Возможно, что какое-нибудь тело в области неподвижных звезд, а может быть, и много далее, находится в абсолютном покое, но узнать по взаимному положению тел в наших областях, не сохраняет ли какое-нибудь из них постоянное положение относительно этого весьма отдаленного нельзя. Невозможно также определить истинный их покой по относительному их друг к другу положению.

*Свойство движения* состоит в том, что части, сохраняющие постоянное положение по отношению к целому, участвуют в движении этого целого» [4, с.32–33]. И далее, после детального рассмотрения этого участия и интересного рассуждения на счет абсолютного и относительного мест тела, Ньютон продолжает уже конкретно о том, что имеет непосредственное отношение к обсуждаемой здесь теме:

«*Причины происхождения*, которыми различаются истинные и кажущиеся движения, суть те силы, которые надо к телам приложить, чтобы произвести эти движения. Истинное абсолютное движение не может ни произойти, ни измениться иначе, как от действия сил, приложенных непосредственно к самому движущемуся телу, тогда как

относительное движение тела может быть и произведено и изменено без приложения сил к этому телу; достаточно, чтобы силы были приложены к телам, по отношению к которым это движение определяется... Таким образом всякое относительное движение может быть изменяемо такими действиями, при которых абсолютное движение не меняется, и может сохраняться при таких, от которых абсолютное изменяется, так что абсолютное движение совершенно не зависит от тех соотношений, которыми определяется движение относительное» [4, с.34].

Не правда ли, возникает впечатление, что Ньютон, как будто бы специально через века, отвечает на заявление, типа прочитанного у Фейнмана, и отвергает это заявление.

Из процитированных суждений Ньютона явствует, что своим высказыванием под названием «Следствие V» он не провозглашал принципа относительности, запрещающего абсолютное движение, а говорил о свойствах сугубо относительного движения. Свидетельством тому, кроме приведенных определений абсолютного и относительного движений, является и то, что текст обсуждаемого «Следствия V» начинается не иначе, а словами: «Относительные движения»... Всего вместе взятого предостаточно, чтобы составить себе полное представление, о чем на самом деле идет речь в высказывании Ньютона под названием «Следствие V». В нем говорится только *об относительных движениях друг по отношению к другу тел и о неизменности этой относительности при рассмотрении ее с позиции различных инерциальных систем отсчета*. В «Следствии V» и в других высказываниях совершенно ничего не говорится, как выглядят различные абсолютные движения определенного тела в определенной инерциальной системе отсчета. Иначе говоря, в «Началах» нет нигде ни слова о том, что выражение закона движения при преобразовании его от одной инерциальной системы отсчета к другой не будет меняться. Поэтому совсем неверно было бы утверждать, что «Следствием V» абсолютное движение отменяется и устанавливается принцип относительности.

Если для того, чтобы начать абсолютное движение или изменить его, требуется, по Ньютону (и в реальности), приложение к телу силы, то факт наличия силы уже сам по себе есть тем обстоятельством, которое существенно отличает силовую ситуацию от бессилового изменения движения. Но образуются ли в окружающей тело действительности какие-нибудь остаточные следы этого силового воздействия на тело, причем такие следы, которые сказались бы и на выражении за-

кона движения при рассмотрении его в различных инерциальных системах отсчета? К сожалению, этот вопрос Ньютон оставил без прямого своего ответа, хотя в косвенном виде ответ на него в механике Ньютона имеется. Однако последователи Ньютона не смогли разглядеть этот косвенный ответ на столь важный вопрос и распорядились ньютоновым наследием так, что невольно (без осознания творимого) создали возможность прихода к кризисной ситуации в физике.

О какой возможности кризиса идет речь и в какой мере эта возможность уже реализовалась в физике?

После Ньютона развитие его начал происходило в основном в формальном плане – в отработке нужных форм, так сказать, научной изобразительности в механике. Этот период не отличается какими-нибудь крупными событиями в развитии фундаментальной части механики, разве что к таковым можно отнести введение в научную практику рассматриваемого принципа относительности, несовместимого с учением Ньютона, но приписываемого именно Ньютону. И действительно, весьма крупным (хотя и отрицательного характера) событием в этом смысле и в этот период явилось неявное провозглашение принципа относительности, означавшее фактически следующее.

Было подведено под разработку в формальном отношении неполное уравнение движения (ТЗ.6), а не (ТЗ.5) – истинно ньютоново выражение закона движения. Неполное уравнение (ТЗ.6), которое своей неполнотой устанавливало пресловутый принцип относительности, принималось за ньютоново выражение движения. Отсюда и связывание этого принципа с Ньютоном. Привнесение в формальные разработки механики неполного уравнения движения (ТЗ.6) следует рассматривать как начало провозглашения этого принципа, правда, еще не на словах, а только в математических построениях; на словах, с полным осознанием творимого, он будет высказан позднее математиком Пуанкаре, как возможный руководящий принцип движения, а доведен до руководящего Эйнштейном. Так, как-то исподволь, незаметно и была дана установка на развитие кризисного мировоззрения в физике, базирующегося на принципе относительности: сначала неявно, в математических разработках механики, а потом осмысленно в релятивистской интерпретации электродинамики. Кризисное мировоззрение сейчас охватывает уже все сферы физической науки и изменить его можно только полной заменой на новое мировоззрение, разумеемся, адекватное реальности, что является очень сложным делом и даже небезопасным для профессии физика. Известно мудрое выска-

зывание на счет подобного рода занятий: «Следует осознать, что нет тяжелее и опаснее дела, чем замена старых порядков новыми. Кто бы не выступал с подобными начинаниями, на него ждет враждебность тех, кому выгодно старое, и прохладность тех, кому выгодно новое»<sup>6</sup>.

Разумеется, нелегко даже осознать, что пройденный путь под знаком принципа относительности – это путь развития кризисного мировоззрения в физике, не говоря уже о том, что нужно что-то конкретно предпринимать по устранению из физической науки этого принципа. А если начать что-то конкретно предпринимать в данном смысле, то это значит начать вести не для всех ясную борьбу на нелегком мировоззренческом уровне за изменение воззрений на относительность в физике, сражаться со всеми физиками, из поколения в поколение воспитывавшихся на принципе относительности. И тем не менее, работу эту нужно делать. Необходим обстоятельный, весьма полный анализ феномена «принцип относительности» и связанных с ним положений в физике, а также добрая воля физиков, чтобы выйти из застарелой кризисной ситуации.

Главное, с чего нужно начинать, имеет отношение к проблеме инерции, к тому, что инерция – это системное явление. Анализ положений физики, основанных на принципе относительности, необходимо проводить с такой позиции, с которой инерция тела видится как инерция системы «тело – физическое пространство». Причина инерции во взаимодействии тела с физическим пространством. Поэтому сила инерции – это не фиктивная сила, как ее обычно трактуют, а реальная, связанная с физическим пространством; она проявляется в виде отдачи на тело гравитационного поля тела – возмущения в физическом пространстве. Определение этой силы может быть следующим:

*Сила инерции тела – это мера внешнего проявления взаимодействия тела и физического пространства, определяемая абсолютными изменениями количеств движения тела и гравитационного поля тела, вызванными приложенной к телу внешней силой.*

Для учета полевого движения необходимо вместо общеизвестного (ТЗ.6) пользоваться уравнением (ТЗ.5), в котором второе слагаемое в средней части есть выражением изменения поля тела с изменением скорости последнего. Таким образом, записью уравнения движения в виде формулы (ТЗ.5) учитывается полное количество движения, производимое силой  $\vec{F}_a$ , и полная инерция этого движения, характери-

зующаяся силой  $-\vec{F}_i$ . А находиться на позиции принципа относительности – это значит замалчивать второе слагаемое в средней части (Т3.5), то есть не учитывать инерцию поля, реально имеющую место. Для большинства земных задач, решаемых в условиях обычных скоростей и масс, выражение (Т3.6) можно принять за достаточное, но только в практическом смысле в силу причины, что инерция поля в этих случаях весьма мала и ее практически можно не учитывать. В реальном же смысле оно неверно, поскольку исключает полевою часть из явления, существующую в действительности.

Чтобы показать, насколько мала в обычных случаях инерция поля тела по сравнению с инерцией самого тела, в связи с чем этой полевой инерцией можно без ущерба для результата решения упомянутого круга задач пренебречь, проделаю следующую оценочную операцию.

Сравню друг с другом два выражения одной и той же силы, представленной по формуле (Т3.5) и в виде формальной записи, образованной на основе количества движения  $M\vec{v}$ , то есть:

$$M_0 \frac{d\vec{v}}{dt} + \vec{s} \frac{d\eta}{dt} \text{ и } M \frac{d\vec{v}}{dt} + \vec{v} \frac{dM}{dt}.$$

Из сравнения ясно, что если данными выражениями представлена сила, которая приводит в движение одно и то же тело в одних и тех же условиях, то  $M_0 = M$  и тогда

$$v \frac{dM}{dt} = s \frac{d\eta}{dt} \quad (\text{T4.1})$$

– для направления движения, совпадающего с направлением действия силы. Понятно, что левая часть равенства (Т4.1) – это только эквивалент силы поля, которая адекватно выражена правой частью этого равенства. После перехода от (Т4.1) к выражению импульса силы и интегрирования его в пределах от нуля до практически произведенного таким импульсом результата, получается равенство

$$Mv = \eta s, \quad (\text{T4.2})$$

откуда

$$\eta = \frac{v}{s} M. \quad (\text{T4.3})$$

Из (Т4.3) видно, что величина  $\eta$  настолько порядков меньше  $M$ , насколько  $v$  меньше  $s$ . Ощутить это различие можно на примере

следующего расчета, предположив в нем, что  $s = c$  ( $c$  – скорость света).

Автомобиль весом (по земному определению) в одну тонну разгоняется в единицу времени до скорости 60 км/час. В результате его инерция, а точнее инерция системы «автомобиль – инерционное поле автомобиля» увеличивается в соответствии с (Т4.3) на 0,05 грамма за счет инерции возникшего от ускорения автомобиля гравитационного возмущения и становится равной  $1 \text{ т} + 0,05 \text{ г}$ . Это значит, что для разгона автомобиля с исходным весом в 1 т до получения указанной скорости нужно приложить такую силу, чтобы преодолеть инерцию не в 1 т, а чуть-чуть бóльшую, равную  $1,0000005 \text{ т}$ . Прибавка в инерции составляет величину примерно в  $10^7$  раз меньшую, чем масса автомобиля в состоянии земного покоя. Ясно, что такие прибавки недоступны к прямому наблюдению в обычных механических опытах и их можно в практическом смысле не учитывать. Однако нельзя не учитывать существования самого явления. Физическое игнорирование этого явления представляет собой уже не слабое искажение, а настоящее извращение реальной действительности.

Выяснив, что истинным уравнением движения тела является не общепринятая формула (Т3.6), а (Т3.5), можно рассмотреть, как при этом отличается абсолютный покой тела от состояния, в котором тело движется без ускорения. Но предварительно уточню (или напомню) следующее.

Говорить об абсолютном покое или абсолютном движении тела – это значит говорить о покое или движении его по отношению к физическому пространству, которое определяется в соответствии с Аксиомой природы 4. Система координат и времени, связанная с физическим пространством, и есть *абсолютно покоящейся системой отсчета* (ньютоновым абсолютно покоящимся пространством, в котором «течет» абсолютное время). Я буду обозначать такую систему символом  $K_0$ . Для обозначения любой заданной инерциальной системы, в том числе и абсолютно покоящейся, но абсолютный покой которой явно не установлен, будет использоваться символ  $K$  (без индекса). В случае употребления фразы «инерциальная система отсчета» речь и тогда будет идти о математической (абсолютной) системе координат и времени.

А теперь о физическом различии покоя и абсолютного движения тела. Пусть сравниваются количества движения тела, найденные в

двух случаях: когда тело, получив ускорение в физическом пространстве (в системе  $K_0$ ) из состояния покоя до скорости  $\vec{v}$ , стало двигаться там с этой скоростью – первый случай; когда тело неизменно покоится в физическом пространстве, а система отсчета  $K$ , ускорившись до скорости  $-\vec{v}$ , продолжала двигаться по отношению к телу с этой скоростью – второй случай. Пусть в обоих случаях ситуация рассматривается как такая (в угоду принципу относительности), в которой тело сначала покоилось, а потом стало двигаться со скоростью  $\vec{v}$  по отношению к инерциальной системе  $K$  (период ее неинерциальности, когда она ускорялась, можно не рассматривать). Вопреки принципу относительности, количество движения в каждом из этих случаев выразится по-разному: в первом случае – формулой

$$\vec{Q}_1 = M_0 \vec{v} + \eta \vec{s}, \quad (\text{T4.4})$$

где  $M_0$  – константа (исходная инерция тела),  $\eta$  – инерция гравитационного возмущения,  $\vec{s}$  – скорость его распространения в физическом пространстве; во втором случае – формулой

$$\vec{Q}_2 = M_0 \vec{v}. \quad (\text{T4.5})$$

Сила, которая действовала на тело и произвела количество движения  $\vec{Q}_1$ , в свою очередь выразится как

$$\vec{F}_1 = \frac{d\vec{Q}_1}{dt} = M_0 \frac{d\vec{v}}{dt} + \vec{s} \frac{d\eta}{dt}. \quad (\text{T4.6})$$

Во втором же случае подобную формулу, то есть

$$\vec{F}_2 = \frac{d\vec{Q}_2}{dt} = M_0 \frac{d\vec{v}}{dt}, \quad (\text{T4.7})$$

можно только условно причислить к выражению силы (детальнее об этом – в главе 2, теме 7) и ни в коей мере нельзя ее считать математической записью Второго закона Ньютона, как это ошибочно делается в современной физике и о чем уже неоднократно говорилось раньше.

Из проделанного сравнения с очевидностью следует вывод: *симметрии движения, которая свидетельствовала бы, что выполняется принцип относительности, на самом деле нет; принцип относительности не выполняется в механике.*



А теперь перечислю основные физические возможности того, как можно установить, что тело или инерциальная система отсчета (лаборатория) находится в абсолютном покое или абсолютном движении.

Если тело находится в состоянии абсолютного покоя, то система «тело – физическое пространство» характеризуется тем, что ее энергия  $\Sigma$  и количество движения  $\vec{Q}$ , выражающиеся уравнениями (ТЗ.15) и (ТЗ.4), равны нулю. Физически это означает, что в указанной системе не возникало гравитационного динамического возмущения, порожденного внешней силой и ставшего сохраняющимся состоянием системы, когда сила прекратила свое действие. Если же такое возмущение в физическом пространстве возникло и его энергия сохраняется, то это означает, что тело пребывает в абсолютном движении. Гравитационное динамическое возмущение, связанное с телом по закону (ТЗ.5), и есть тем физическим показателем, по которому следует судить об абсолютном состоянии тела. Оно устанавливается посредством силы, которую необходимо приложить к телу, и через нее может быть наблюдаемо в такого рода эксперименте.

Представим себе произвольную инерциальную систему отсчета  $K$  (лабораторию) с покоящимся в ней пробным телом, с которым проводятся механические эксперименты, чтобы установить, покоится ли система или движется в физическом пространстве (относительно  $K_0$ ). Суть экспериментов заключается в следующем: к пробному телу, покоящемуся в  $K$  в определенном месте, прикладывается строго заданного направления внешняя сила (не связанная с системой  $K$ ) для сообщения телу в этом направлении относительно  $K$  строго заданной по величине скорости  $u$ . Операция ускорения тела с исходного места до скорости  $u$  повторяется многократно, каждый раз в новом направлении, чтобы перебрать все направления в пространстве и составить диаграмму усилий, затрачиваемых на сообщение телу относительно  $K$  в каждом направлении этой строго заданной по величине скорости  $u$ .

Если для сообщения телу указанной величины скорости в любом направлении в пространстве системы  $K$  требуется приложить одинаковую по величине силу, значит система  $K$  покоится относительно  $K_0$ , то есть пребывает в абсолютном покое, а сообщаемая телу относительно  $K$  в каждом направлении скорость  $u$  целиком является абсолютной скоростью.

Если же при всех перепробованных направлений найдено, что сила меняется с направлениями, среди которых есть два направления с экстремальными силами (одна из сил наибольшая, а вторая – наименьшая), то эти направления лежат на одной прямой и указывают в противоположные стороны. Система  $K$  в таком случае находится в абсолютном движении по этой прямой, осуществляющимся в сторону наибольшей силы, а ее абсолютная скорость может быть определена по различию величин экстремальных сил.

Итак, с изменением абсолютной скорости тела возникает гравитационное возмущение, меняющее инерцию тела (точнее, системы «тело – физическое пространство»). Инерция напрямую связана с величиной гравитационного возмущения в системе. Для обозначения этого возмущения, возникающего от ускорения тела, выше иногда употреблялась фраза «гравитационная волна». Здесь я уточняю, что это не совсем волна в привычном смысле и даже не возмущение чего-то, что имеет и невозмущенное состояние, а некий никогда не исчезающий гравитационный «ореол» тела, силовое состояние вокруг него, точнее, напряженность гравитационного поля тела, всегда сопровождающая тело как его и физического окружения порождение и меняющаяся лишь с изменением абсолютной скорости тела. *Гравитационный «ореол» тела является своеобразным потенциалом поля гравитационной инерции тела (более кратко – инерционным потенциалом тела).* Математическое выражение этого потенциала будет дано в главе 2. О его свойстве здесь можно сказать только следующее.

Когда тело находится в абсолютном покое, инерционный потенциал тела самый малый, характеризуется исходной инерцией тела. С ростом абсолютной скорости тела он растет, с убыванием – убывает. При каждой новой достигнутой телом скорости абсолютного движения, перешедшего со снятием приложенной силы в неускоренное сохраняющееся абсолютное движение, он (инерционный потенциал тела) соответственно также становится новым по величине и сохраняющимся в своем новом состоянии. На этом все наши знания о поле гравитационной инерции тела заканчиваются. Причем, они получены не из опыта, а из аналогии, хорошо подтвержденной опытами инерции электрического заряда (электрона). Прямых опытных подтверждений зависимости инерции тела от его абсолютной скорости пока что не имеется из-за весьма малых эффектов этой зависимости, о чем уже говорилось выше. В фундаментальном же смысле зависимость инерции тела от его абсолютной скорости выводится из аксиом движения.

## Рассуждение 2 О ФИЗИКЕ И ФИЗИКАХ

Что такое физика? Наука о природе, – отвечают все справочники и словари. Претендующие на более точный ответ уточняют, что теперь, когда накоплено много фактического материала и осуществлена дифференциация научных знаний, было бы неправильно сохранять за физикой ее старое определение как науки о природе, идущее еще от Аристотеля. «Ближе всего к истине определение современной физики как науки, изучающей общие свойства и законы движения вещества и поля», – заключают в уточненных толкованиях.

Нет сомнения, что в деталях можно и дальше еще что-то уточнять, однако, в принципиальном, за физикой навсегда останется определение, что это есть *наука о законах и явлениях природы*; добавлю и остальное, что имеется на сей счет у В. Даля: «обычно разумеют природу безорудную, мертвую», когда говорят о ней как об объекте, изучаемом в физике.

Итак, физика – это наука о законах и явлениях неживой природы, она изучает объекты этой природы и их состояния. Но очень важно не забывать, каковы главные цели физики, а они-то заключаются в том, чтобы иметь истинные знания о природе, а не только уметь искусно ее описывать (как, например, в квантовой механике). Без ориентира на такие цели построение представления о природе может быть недостаточно адекватным, а добывание знаний проходить по ложному пути.

Конечно, физика делается физиками – индивидами рода людского и коллективами индивидов в части установления общепринятого в физике, поэтому выбор целей не свободен от человеческих стремлений и возможностей; от философии человеческого разума. Иногда можно услышать, что физика – это искусство метода трактовать явления непротиворечивым образом, договоренность в установлении в теории и опытах соответствующих этому методу физических образов явлений. Такие цели действительно можно принять за приемлемые и иметь от них в течение некоторого периода реальную пользу, но только *временную*. Ибо рано или поздно, когда искусство метода исчерпает свои варианты извлекать пользу из не совсем разгаданных явлений и понадобятся истинные знания о таковых, чтобы обрести способность дальнейшего продвижения в познании, тогда-то и возникнет острая потребность знать истину о природе, а не договариваться, какими быть физическим образам в описании природы.

Итак, физика – это наука о законах и явлениях неживой природы, она изучает объекты этой природы и их состояния для построения истинных знаний, хотя ее путь к истине не всегда строго прямой. В период востребования истинных знаний о природе физика дает человечеству Ньютонов и Фарадеев. Потом она снова позволяет следовать более вольным субъективированным путем, удовлетворяться установлением допустимого, а не истинного на этом пути.

Настоящий период физической науки пока что не отягощает себя востребованиями истинных знаний о первоявлениях<sup>7</sup>, описание которых должно составлять предмет фундаментальной (аксиоматической) физики, а пребывает в состоянии удовлетворения теми договоренностями, которые были предприняты сразу после Ньютона и позднее. Я проиллюстрирую это состояние сложившегося современного понимания основ ньютоновой механики материалами из знаменитых фейнмановых лекций по физике.

Но почему снова из фейнмановых лекций? Как понимать, что критический анализ и обвинительный акт в неточности изложения истинно ньютоновой точки зрения уже второй раз строится на фейнмановых высказываниях? Разве Р. Фейнман больше других допускал по отношению к ньютоновой механике нечто такое, из-за чего его следует чаще других упоминать в критическом плане?

Ничего такого он не допускал и вообще так говорить нельзя, ибо дело совсем в другом<sup>8</sup>. Касательно фейнмановой позиции – оно в том, что своими откровенными лекциями по физике Фейнман лишь снял табу из многих весьма сложных и запутанных физических проблем и вопросов, подводя изложение их к тем представлениям, которыми современные физики откровенничают «сами с собой», а открыто не говорят и, тем более, не пишут. А Р. Фейнман написал, и в виде поучительных лекций для начинающих физиков, что архиответственно. Нужно было обладать настоящим даром педагога и тонким пронизательным умом физика, владеющего всем материалом теоретической физики, чтобы подобное совершить. В этом его великий вклад в прояснение проблем современной физики, причем – хотел он этого или нет – и с точки зрения, которая противится неоправданному отходу от Ньютона. В мастерстве изложения физики без табу Фейнман непревзойден.

Однако пора перейти именно к лекциям Фейнмана, чтобы на их материале показать, в чем суть состояния, характеризующегося договоренностями об установлении и использовании в физике определен-

ных образов первоявлений, не всегда строго отвечающих истине. Будет проанализирована такая мера первоявления «взаимодействие», как сила и ее проявление.

В главе «Характеристики силы», в первом параграфе под названием «Что есть сила?» Фейнман ставит вопрос: «В чем смысл физических законов Ньютона, в чем смысл формулы  $F=ma$ ? В чем смысл силы, массы и ускорения? Мы интуитивно понимаем, что такое масса; мы можем также *определить* ускорение, если нам понятно, что такое место и что такое время. Смысл этих понятий мы поэтому не будем обсуждать, а сосредоточимся на новом понятии *силы*. И здесь ответ тоже весьма прост: если тело ускоряется, значит на него действует сила. Так говорят законы Ньютона, и самое точное и красивое определение из мыслимых определений силы состояло бы в том, что сила есть масса тела, умноженная на его ускорение» [8, с.213].

Напомню, что определение силы типа «сила есть масса тела, умноженная на его ускорение», не ньютоново, оно появилось после Ньютона как результат своеобразной договоренности<sup>9</sup> в физике – иначе это появление охарактеризовать нельзя. Ньютоново определение силы связывает силу с изменением количества движения тела, а это уже совсем иное определение, требующее рассматривать инерционную массу (инерцию) тела как переменную величину. О том, что формула  $F=ma$  неточно выражает второй закон Ньютона и какие от этого потери терпит физика в картине движения тела, уже много говорилось выше, в соответствующих темах, и еще не мало будет сказано в следующем.

Далее, после интересного рассуждения о проблеме определений, Фейнман пишет: «Можно также определить силу и на другой манер: движущееся тело, на которое сила не действует, продолжает двигаться по прямой с постоянной скоростью. Тогда, увидев, что тело *не* движется по прямой с постоянной скоростью, мы можем утверждать, что на тело действует сила. Но такие высказывания не могут составить содержание физики: зачем же ей гонять определения по кругу?» (там же, с. 214).

Итак, Фейнман считает, что достаточно иметь определение силы, основывающееся на формуле  $F=ma$ . Поэтому рассуждение, позволяющее «определить силу на другой манер», в том числе и такой, на верное, который идет от Ньютона, по Фейнману (считайте: по общепринятому), есть ничем иным, как «гонять определения по кругу» (подменять слова, не меняя сути определения).

Из приведенных фейнмановых рассуждений, выражающих общепринятую точку зрения, явствует, что теперешняя физика не видит особого различия между двумя следующими формулировками важного положения классической механики, содержащего определение силы: «изменение количества движения пропорционально приложенной силе»; «изменение скорости движения пропорционально приложенной силе». Первая формулировка – истинно ньютонова, а вторая – не ньютонова, но именно она, эта вторая, стала общепринятой после Ньютона, о чем свидетельствуют и фейнмановы лекции.

Мудрый Фейнман в случае какой-нибудь неясной ситуации или состояния в физике рекомендует задаться вопросом: «А что это значит?». Вот и я предлагаю подобный вопрос в связи с тем, что классическая механика не видит различия между указанными формулировками и соответствующими определениями силы: что это значит, что не видит?

А значит это то, что в посленьютоновой классической механике вольно или невольно стали замалчивать явление изменения инерционной массы (инерции) тела, вызываемое изменением скорости его *абсолютного* движения. Ньютонова формулировка Второго закона Ньютона на это изменение указывает, а неньютонова начисто исключает таковое. Хотя изменение инерции движения тела при обычных скоростях очень мало, чтобы повсеместно его обнаруживать, тем не менее, как явление оно существует и должно иметь свое место в картине физического мира.

Ньютон поучал: «Абсолютное движение не может ни произойти, ни измениться иначе, как от действия сил»... Это автоматически означает, что должны оставаться определенные следы от действия силы и на том, по отношению к чему движение является абсолютным. Так оно и есть: тело как источник гравитации в физическом пространстве создает там гравитационное поле вокруг себя, которое меняется с изменением скорости движения тела, *оставаясь в нем на неизменном месте* со следами этого движения в виде измененной напряженности. Но Ньютон не знал такой физической реальности как поле, точнее, не имел о ней в достатке опытных сведений (кроме поведения воды во вращающемся сосуде ничего больше и не было), поэтому остается лишь удивляться его предвидению и настойчивости, с которой это предвидение он внедрял в физику. Ньютон представлял себе «поле-вую реальность» в виде физического мира, окружающего тело даже тогда, когда в пространстве нет других тел; покой или движение тела

относительно этого мира является, по Ньютону, абсолютным состоянием. И только с открытием электромагнитного поля полевая реальность стала обычным понятием в физике; с ней пришло в физику подтверждение (пока что неостребованное), что абсолютное движение — также реальность. Ведь никто из теперешних физиков не станет утверждать, что окружающее перемененно движущийся в физическом пространстве электрический заряд электромагнитное поле движется там вместе с зарядом и своим носителем — физическим пространством; все скажут, что с переменным движением заряда меняется в физическом пространстве поле заряда, которое остается на неизменном месте. Движение заряда в физическом пространстве, определяемом в соответствии с Аксиомой природы 4, есть ничем иным, как абсолютным движением его по отношению к физическому пространству; от такого движения остаются следы в физическом пространстве в виде измененного поля заряда.

Данные совершенно новые, а потому несколько необычные вещи будут в излагаемой книге максимально прояснены в теме 5, имеющей название «Понятие поля инерции», а также в других темах и главах.

В параграфе 5 под названием «Псевдосилы» Фейнман пишет в своих выше упомянутых Лекциях:

«В гл. 11 мы обсуждали взаимоотношение двух молодых людей, Джо и Мика, обладателей различных систем координат. Пусть положение частицы по измерениям Мика есть  $x$ , а Джо дает для нее  $x'$ ; тогда связь между ними такова:

$$x = x' + l, \quad y = y', \quad z = z',$$

где  $l$  показывает, насколько сместилась система Джо относительно системы Мика. (У Фейнмана на месте  $l$  стоит буква  $s$ ; я заменил ее на  $l$  по причине того, что  $s$  уже использовалось мной ранее, для обозначения скорости распространения гравитационного возмущения. — Р. Ф.). Пусть у Мика в системе выполняются законы движения. Как они выглядят для Джо? Сперва мы обнаружим, что

$$\frac{dx}{dt} = \frac{dx'}{dt} + \frac{dl}{dt}.$$

Раньше мы считали  $l$  постоянной и убедились, что законы движения при этом не меняются, так как  $dl/dt = 0$ ; в конечном счете в обеих системах все законы физики одинаковы. Но пусть  $l = ut$ , где  $u$  — постоянная скорость движения по прямой. Тогда  $l$  непостоянна и  $dl/dt$

– не нуль, а  $u$ , то есть константа. Но ускорение  $d^2x/dt^2$  такое же, как  $d^2x'/dt^2$ , потому что  $du/dt = 0$ . Этим доказывается закон, использованный в гл. 10, а именно: когда мы движемся по прямой с постоянной скоростью, все законы физики выглядят так, как если бы мы стояли. Это преобразования Галилея. А теперь мы хотим рассмотреть случай поинтереснее, когда  $l$  зависит от времени еще сложнее, например  $l = at^2/2$ . Тогда  $dl/dt = at$ ,  $d^2l/dt^2 = a$ , т. е. ускорение постоянно; можно рассмотреть также случай, когда ускорение само оказывается функцией времени. Это значит, что хотя закон силы с точки зрения Джо выглядит как

$$m \frac{d^2x}{dt^2} = F_x,$$

но закон силы, по мнению Мика, иной:

$$m \frac{d^2x}{dt^2} = F_x - ma.$$

Иначе говоря, поскольку система координат Мика ускоряется по отношению к системе Джо, появляется добавочный член  $ma$ . Чтобы работать с законами Ньютона, Мик обязан подправить силы, ввести в них этот член. Другими словами, появляется кажущаяся, мистическая, новая сила неведомого происхождения; она возникает, конечно, из-за того, что у Мика координатная система неправильна. Это – пример псевдосилы; с другими примерами можно встретиться, если система координат *вращается*.

Примером псевдо- (как бы-, вроде-) силы является хорошо известная «центробежная сила». Наблюдатель во вращающейся системе координат (во вращающемся ящике) обнаружит таинственные силы, не вызываемые ни одним из известных источников сил; они отбрасывают предметы к стенке ящика. А объясняются они просто тем, что у наблюдателя нет ньютоновой системы координат – простейшей из них» [8, с.229].

Итак, чтобы работать с законами Ньютона в ускоренной системе координат, требуется подправить силы, ввести в них добавочный член  $ma$  (он стоит в правой части последнего уравнения). С появлением этого члена «...появляется кажущаяся (то есть нереальная. – Р. Ф.), мистическая, новая сила неведомого происхождения», – таково мнение Фейнмана и, как уже упоминалось выше, еще 60% физиков.



А что говорит сам Ньютон насчет реальности или нереальности любого рода силы инерции?

Об этом говорит он своим Вторым законом (пусть приводимым сейчас для условий абсолютной невесомости, чтобы снять дополнительные помехи для его понимания): если к телу прикладывается в указанных условиях сила, то ей будет противостоять также реальная сила, называемая силой инерции; в природе силы возникают только попарно – действующая и противодействующая (это уже Третий закон), которые всегда одинаковы по величине и в одинаковой мере реальны.

Далее от Ньютона мы узнаем (и не можем не согласиться с ним), что всякое ускоренное движение есть явно абсолютное, не составляющее никакого труда для его обнаружения. Например, по тому, как по отношению к ускоренно движущемуся объекту, с которым связана определенная система координат, будет проходить неускоренное движение какого-нибудь другого объекта, совершающееся (в соответствии с Первым законом) равномерно и по прямой линии: оно будет «проходить» или неравномерно, или не по прямой, или с двумя эффектами вместе. Другое дело, как обнаружить неускоренное абсолютное движение. Но об этом уже говорилось выше, в теме 4: важно, чтобы имелось правильно записанное выражение Второго закона Ньютона – не в виде формулы (ТЗ.6), которая неверна и из-за которой случаются все эти приведенные выше недоразумения, а в виде формулы (ТЗ.5).

Итак, с истинно ньютоновой позиции, то есть такой, которая устанавливается тремя законами Ньютона, процитированный выше фейнмановый пример трактуется следующим образом.

Ускоряющаяся физическая система (с которой пусть будет связана координатная система фейнманового наблюдателя Мика) ускоряется от приложенной к ней внешней силы. Все части физической системы, жестко связанные между собой в единой конструкции и «сохраняющие постоянное положение по отношению к целому, участвуют в движении этого целого» [4, с.33]. Любые другие физические объекты, находящиеся внутри такой системы и не имеющие с ней жесткой механической связи, будут в соответствии с Первым законом Ньютона продолжать двигаться по прямой и отставать от движения этой ускоряющейся системы. Вот и вся физическая суть в приведенном фейнмановом примере. Я пересказываю эту заключенную в нем тривиальную истину в связи с тем, что именно она не дает нам права силу, свя-

занную с упомянутым выше членом *та*, называть «кажущейся», «мистической» силой, как будто бы имеющей смысл только какой-то «псевдо- (как бы-, вроде-) силы». Это – по-настоящему реальная сила, ее узаконивают в качестве таковой законы Ньютона (Аксиомы природы).

И в самом деле, о чем, по большому счету, говорит, например, Второй закон Ньютона, пусть по-прежнему рассматриваемый нами для условий абсолютной невесомости, чтобы не отвлекаться на дополнительные эффекты? Говорит он о том, что существует *физический мир*, окружающий тело, как свою внутреннюю часть, и со стороны этого мира всегда возникает противодействие в виде силы инерции, если к телу приложить внешнюю силу, меняющую его состояние покоя или движения в этом мире. Так разве это противодействие и его усилие не реальны, хотя мы видим, что в абсолютной невесомости вокруг тела как будто бы ничего и нет, откуда надлежало бы исходить силе?! Ведь мы не скажем, например, обозревая окружающую нас действительность и видя поверхность Земли плоской, что Земля на самом деле плоская! Не скажем, ибо знаем из научных сведений, что она имеет форму шара, хотя лишены возможности этот шар напрямую обозревать. Почему же, зная из трех законов Ньютона о реальности силы инерции (по ней, собственно, и написаны эти законы, третий, правда, касается ее частично), и все же упорно стремимся (упомянутой выше частью 60% физиков) сохранить представление об этой силе, как фиктивной, «кажущейся», то есть нереальной силе?

Наверное, потому, что как нереальная она больше соответствует мировоззрению с абсолютированным знанием человека. Не природа со своими проявлениями составляет в этом знании абсолютную истину, а представление человека о природе является таковым. Возьмем, к примеру, представление пусть о той же силе, построенное с помощью инерциальной системе координат, трактуемой на основе так называемого принципа относительности. Как известно, при такой трактовке этой системы, какую дает ей принцип относительности, достигается абсолютная физическая тождественность представлений. Что означает абсолютная физическая тождественность представлений с помощью всевозможных инерциальных систем координат? Означает она некую абсолютную позицию человека в трактовке явлений природы. Ибо человек, обладающий инерциальной системой координат, подправленной принципом относительности, становится в своих знаниях о природе как бы выше и мудрее самой природы. Ему нет дела до како-

го-то там неускоренного движения в природе, в котором, возможно, и сам пребывает, поскольку оно, это движение, в такого рода системе, базирующейся на принципе относительности, не является естественной реальностью от самой природы, а представляет собой результат его – человека – выбора точки зрения. Это не может не нравиться человеку, делая его обязанным за свое возвеличение принципу относительности. Ясно, что признание реальности силы инерции тела было бы признанием реальности физического окружения тела (местного и далекого, а не только далекого телесного, как в идеях Маха), что, в свою очередь, ставило бы под сомнение принцип относительности, а с ним и абсолютную позицию человека. Сомнение возникало бы потому, что окружение тела в качестве естественной реальности не позволяло бы рассматривать неускоренное движение в природе в виде безликого рукотворного явления, а ставило бы вопрос о его объективной реальности в виде движения относительно этого окружения.

### *РЕЗЮМЕ ГЛАВЫ 1*

В главе 1 показано, что механика Ньютона базируется на десяти аксиомах (ниже повторно приводятся), пять из которых – это аксиомы природы, а остальные пять – аксиомы науки.

Аксиомы природы – это правила, по которым существует и себя проявляет объективная природа. Эти правила познаны человеком в процессе эмпирического многовекового опыта путем синтеза знаний.

Аксиомы науки – это объективированные приемы человека, необходимые при построении адекватной науки о природе. Они составляют неотъемлемые положения самой науки.

Возможно, более углубленный анализ механики, чем проделанный в главе 1, выявил бы иное число *новых* аксиом, лежащих в ее основе. Тем не менее, первостепенное, что относится к фундаментальным законам природы и науки в сфере механики, здесь перечислено.

Кроме аксиом, весьма важными являются также определения, большинство из которых введены в науку еще Ньютоном. Однако определение массы, как ньютоново, так и современное, требует уточнения и такое уточнение сделано. Дано также определение *исходной* инерции тела и новое определение силы инерции. Все эти определения приводятся ниже.

## АКСИОМЫ ПРИРОДЫ

### **Аксиома природы 1 (Первый закон Ньютона)**

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

### **Аксиома природы 2 (Второй закон Ньютона)**

*Изменение количества движения пропорционально приложенной силе и происходит по направлению той прямой, по которой эта сила действует.*

### **Аксиома природы 3 (Третий закон Ньютона)**

*Действию всегда есть равное и противоположное противодействие, иначе – взаимодействия двух тел друг на друга между собою равны и направлены в противоположные стороны.*

### **Аксиома природы 4**

*Физическое пространство, свободное от тел, вносящих в его структуру неоднородности в виде гравитационных полей и их источников, является по своим свойствам, проявляющимся через взаимодействие с пробным телом, однородным и изотропным пространством.*

### **Аксиома природы 5**

*Инерция тела, которая на самом деле является инерцией системы «тело – физическое пространство», но определяется посредством силы, приложенной к телу, и потому кажется инерцией тела, будет тем большей, чем большая скорость тела в физическом пространстве.*

## АКСИОМЫ НАУКИ

### **Аксиома науки 1**

*Нельзя в науке описывать (определять) материальное с помощью материального, ибо это равносильно тому, что что-то определяется с помощью неопределенного; научное определение (описание) воз-*

*можно только на основе математических (количественных) эталонов, лишенных физических свойств.*

### **Аксиома науки 2**

*Необходимо различать объект научный и объект реальный, которые не всегда одинаковы по образу, но первый всегда создается с целью определения образа второго и в этом смысл науки; научное представление о реальном мире является тогда завершенным, когда оно с помощью своих объектов и научных образов явлений способно давать полные адекватные представления о реальных объектах и явлениях, умея отличать первые от вторых, выводить одни их других.*

### **Аксиома науки 3 (ньютоново абсолютное пространство)**

*Абсолютное, истинное, математическое пространство по самой своей сущности безотносительно к чему бы то ни было внешнему, остается всегда одинаковым и неподвижным, называясь иначе протяженностью.*

### **Аксиома науки 4 (ньютоново абсолютное время)**

*Абсолютное, истинное математическое время само по себе и по своей сущности, без всякого отношения к чему-либо внешнему «протекает» равномерно и иначе называется длительностью.*

### **Аксиома науки 5**

*Прямая линия является физически выделенной линией, требующей, чтобы в основе науки о физическом пространстве находилась евклидова геометрия.*

## **УТОЧНЕННЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ**

### **Определение массы тела**

*Масса тела – это мера его инерции, состоящей из инерции собственно тела (исходной инерции) и инерции динамической части гравитационного поля тела, вместе воспринимающихся как инерция тела; первая является постоянной, а вторая – переменной величиной,*

*меняющейся с изменением абсолютной скорости тела; исходная инерция тела равна его тяжелой массе.*

### **Определение исходной инерции тела**

*Исходная инерция тела – это его инерция в состоянии абсолютного покоя, которая может быть измерена при переходе тела в состояние абсолютного движения; ее измерение будет тем точнее, чем при меньшем стартовом ускорении она измеряется.*

### **Определение силы инерции тела**

*Сила инерции тела – это мера внешнего проявления взаимодействия тела и физического пространства, определяемая абсолютными изменениями количества движения тела и гравитационного поля тела, вызванными приложенной к телу внешней силой.*

## ГЛАВА 2 ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ИНЕРЦИЯ

В данной главе, которой вводится новое для современной физики понятие электромагнитной инерции, будут рассмотрены явления, требующие этого понятия. Возьмем, к примеру, явление ускорения электрона. Чтобы ускорить свободный электрон, к нему необходимо приложить силу. Известно, что с ускорением электрона возникает электромагнитное возмущение, которое своим возникновением противится этому ускорению в виде появления силы, прямо направленной против приложенной. Также известно, что со снятием приложенной силы, сообщившей электрону скорость  $\vec{v}$ , последняя станет сохраняться, пока новое приложение силы не изменит ее. Если бы речь шла о теле, то все эти факты объяснялись бы свойством тела, называемым инерцией массы тела. Однако в отношении к электрону точно такого же рода свойство электрона не называется инерцией заряда электрона, а потому не изучается и не описывается в физике. Более того, в случае практического проявления оно трактуется как свойство массы электрона, что явно ошибочно. Ошибочность этого подхода можно показать на таком примере.

Исследуется в сравнении инерция протона и нейтрона. Пусть в системе координат  $K_0$  внешними приложенными силами протон и нейтрон ускоряются до получения каждым строго одной и той же скорости  $v$ , например, вдоль оси  $x$ . До ускорения, то есть в состоянии покоя в  $K_0$ , частицы имели одинаковые массы, соответственно  $\mu_0^{(p)}$  и  $\mu_0^{(n)}$  ( $\mu_0^{(p)} = \mu_0^{(n)}$ ; несущественная разница здесь не учитывается), а после ускорения их массы как-то изменились. Приложенным силам противостояли силы, соответственно  $-\vec{f}_i^{(p)}$  и  $-\vec{f}_i^{(n)}$ , характеризующие истинные инерции объектов. В случае протона – это была сила, состоявшая из гравитационной и электромагнитной составляющих, а в случае нейтрона – сила, состоявшая только из одной гравитационной силы. Поэтому, без сомнения, имеет место неравенство:

$$-\vec{f}_i^{(p)} \neq -\vec{f}_i^{(n)}. \quad (\text{A})$$

Современная же физика, основанная на СТО, утверждает, что реализуется именно равенство,

$$-\vec{f}_i^{(p)} = -\vec{f}_i^{(n)}, \quad (\text{B})$$

и что для любых объектов с одинаковыми массами всегда будет реализовываться подобное равенство. Ей ничего другого и не остается, как это утверждать, ибо на все случаи разнообразных объектов она знает только одну операцию: у движущегося объекта инертная масса, которая по СТО является единственно ответственной за всю инерцию движения, увеличивается в  $1/\sqrt{1-v^2/c^2}$  раз; в рассматриваемом примере эта операция суть

$$\left(\mu_v^{(p)} = \mu_v^{(n)}\right) = \left(\mu_0^{(p)} = \mu_0^{(n)}\right) \left(1/\sqrt{1-v^2/c^2}\right).$$

Другими словами, СТО считает, что всякие объекты, имея одинаковые массы, будут характеризоваться одинаковыми инерциями, тогда как на самом деле это не так. И если существовал бы способ ускорения незаряженных частиц, наподобие заряженных, чтобы можно было напрямую наблюдать зависимости их инерций от скорости, то установленное СТО равенство (Б) было бы опровергнуто в пользу (А). Но и без возможности такого наблюдения ясно, что сила противодействия ускорению у протона бóльшая, чем у нейтрона, а это и есть сила инерции; бóльшая, напомню, потому, что ускорение протона порождает два независимых друг от друга возмущения – гравитационное и электромагнитное, а нейтрона – только гравитационное. Уяснив это с помощью данного простого примера, имеющего силу факта, уже невозможно согласиться, чтобы идущее от СТО представление об инерции материи, которое ставит равенство между инерциями протона и нейтрона, и далее оставалось в физике.

Из изложенного с очевидностью следует: одним из важнейших новых начал в физике должно стать *новое истолкование инерции* в точном соответствии с реальными явлениями, проявляющимися в том, что сопротивление изменению *естественного состояния* материя оказывает не только через массу, а и через электрический заряд и, возможно, еще через ядерный заряд и т. д. По крайней мере, в рамках тех представлений материальной действительности, в которых современная физика успешно оперирует понятием «поле», инерция явно нуждается в переосмыслении, в принятии нового к ней подхода, способного ставить вопрос о многофакторности свойств инерции. Ведь инерция гравитационного поля и его источника это не то же самое, что инерция электромагнитного поля и его источника, а все они вместе взятые составляют единую инерцию электрически заряженного объекта; *инерция материи – многофакторная.*



## Тема 5 ПОНЯТИЕ ПОЛЯ ИНЕРЦИИ

Анализ фундаментальных сил (не сил трения или телесной связи, а тяготения или электрических и магнитных, относящихся к первоначалам), а также потребность научного описания таких сил ведет к очень полезному в физике подходу, основанному на введении понятия «поля». В конце темы 4 была предпринята попытка дать краткий словесный образ «поля гравитационной инерции тела», не прибегая к анализу предшествующего ему понятия «гравитационное поле». Этой попытки, предпринятой в обход рассмотрению гравитационного поля, вряд ли может быть достаточно для того, чтобы построить образ поля инерции, который мог бы однозначно восприниматься всеми. Поэтому в данной теме, прежде чем продолжать развивать начатое в теме 4 представление о поле инерции, необходимо сначала проанализировать имеющиеся понятия поля гравитации и электромагнитного поля, рассматривая их параллельно, а потом уже переходить к полю инерции. Потребность в параллельном рассмотрении связана с тем, что опытных сведений о гравитационном поле значительно меньше, чем об электромагнитном, и для более полного уяснения первого необходимо прибегать к некоторым аналогиям на основе второго.

Таким образом, в данной теме сначала будет изложено (в весьма кратком варианте) современное представление о поле отдельно заряда и массы, подведено этим изложением Читателя к мысли, что существует взаимодействие между полем и его источником; что это взаимодействие проявляется в виде силы, которая по своей природе есть ничем иным, как *силой инерции естественного состояния системы «объект – его поле»*. Затем будут даны определения инерции, поля инерции и потенциала поля инерции. И только после всего этого, когда образ явления инерции станет достаточно увязанным с понятием силового поля объекта, будет предпринята попытка дать математическое истолкование поля инерции объекта и потенциала этого поля.

Итак, пусть в точке 1 имеется электрический заряд  $q_1$ , а в точке 2 – заряд  $q_2$ . Сила, действующая между двумя зарядами, которые притягиваются друг к другу (будут рассматриваться только такие заряды для полной аналогии с тяготеющими массами), выражается, как известно, следующим соотношением:

$$\vec{f} = -\zeta \frac{q_1 q_2 \vec{r}}{r^3}, \quad (\text{T5.1})$$

где  $r$  – расстояние между зарядами, измеряемое в метрах,  $\zeta$  – постоянная ( $\zeta = 1/4\pi\epsilon_0$ ;  $\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^9$  ньютон·м<sup>2</sup>/кулон<sup>2</sup>).

Точно такой же по виду формулой описывается и сила тяготения, действующая между двумя массами  $M_1$  и  $M_2$ :

$$\vec{F} = -g \frac{M_1 M_2 \vec{r}}{r^3}, \quad (\text{T5.2})$$

где  $g$  – гравитационная постоянная ( $g = 6,67 \cdot 10^{-11}$  ньютон·м<sup>2</sup>/кг<sup>2</sup>).

Чтобы представить, например, силу (T5.1) с помощью понятия поля, говорят, что заряд  $q_1$  в точке 1 создает вокруг себя (в физическом пространстве) электрическое поле  $\vec{E}_1$ , которое в точке 2 действует на заряд  $q_2$  с силой  $\vec{f}$ . Привлечение понятия поля означает, что действие силы  $\vec{f}$  на заряд  $q_2$  в точке 2 разбивается на две части – на  $q_2$  и поле  $\vec{E}_1$ .

Необходимо заметить, что поле  $\vec{E}_1$  существует в точке 2 независимо от того, имеется ли там заряд  $q_2$  или нет (лишь бы был на своем месте, в точке 1, заряд  $q_1$ ). Величина  $\vec{E}_1$  в точке 2 представляет собою физическое условие, созданное там зарядом  $q_1$  из расстояния  $r$ , а  $\vec{f}$  – отклик заряда  $q_2$  на это условие. Формула для электрического поля  $\vec{E}_1$  в этом случае такова:

$$\vec{E}_1 = -\zeta \frac{q_1 \vec{r}}{r^3}. \quad (\text{T5.3})$$

С ее учетом выражение для силы  $\vec{f}$  приобретает следующий вид:

$$\vec{f} = -q_2 \vec{E}_1. \quad (\text{T5.4})$$

В случае тяготения все можно трактовать подобным же образом: поле, созданное находящейся в точке 1 массой  $M_1$ , которая на расстоянии  $r$  притягивает к себе массу  $M_2$  с силой  $\vec{F}$  есть

$$\vec{G}_1 = -g \frac{M_1 \vec{r}}{r^3} \quad (\text{T5.5})$$

и, следовательно,

$$\vec{F} = -M_2 \vec{G}_1. \quad (\text{T5.6})$$

Смысл всего этого в том, что анализ сил полезно разделяется на две части, имеющие подтверждение на опыте. Одной частью утверждается, что что-то *создает* поле, а другой – что поле *действует* на что-то, в том числе и на то, что его – это поле – *создает, то есть на свой источник поля*. Последнее очень важно для дальнейшего анализа, ибо имеет отношение к инерции и может служить наглядным примером для иллюстрации ее проявления. Явление взаимодействия поля со своим собственным источником необходимо, поэтому, прояснить в деталях.

Как известно, силы в природе всегда возникают попарно и противоположно направлены одна другой. Это означает, что в рассматриваемом случае, кроме сил (Т5.4) и (Т5.6), существуют еще и им противоположенные силы. В выражениях последних, которые действуют по тем же прямым, что и силы (Т5.4) и (Т5.6), но только в обратных направлениях, должны на местах  $q_2$ ,  $M_2$  и  $\vec{E}_1$ ,  $\vec{G}_1$  стоять соответственно

$q_1$ ,  $M_1$  и  $\vec{E}_2$ ,  $\vec{G}_2$ , и знаки поменяться на обратные (различные индексы у символов, обозначающих поля, не обязательно означают, что поля различны по величине; ими здесь указывается лишь на то, что поля созданы разными объектами).

Что можно сказать о подобных силах в том случае, когда в физическом пространстве (однородном и изотропном) ничего другого «видимого» нет, кроме заряда  $q$  – в первом примере, и массы  $M$  – во втором? Можно, например, поведать следующее.

Присутствие в физическом пространстве точечного заряда  $q$  бесспорно означает, что вокруг заряда существует электрическое поле, убывающее на периферию по закону обратного квадрата расстояния. Действие всего поля на точечный заряд, как и действие заряда на любой элемент поля скомпенсировано, поэтому взаимодействие таких агентов друг с другом видимого эффекта не дают. Но то, что взаимодействие между ними реально существует, вытекает из следующего факта: при ускорении заряда в физическом пространстве возникают дополнительные полевые силы, противодействующие ускорению, ко-

торые сразу же переходят в скомпенсированное действие, как только ускорение прекращается. И далее. Поле можно анализировать, считая, что в каждой точке пространства имеется вектор  $\vec{E}(\vec{r})$ , который действовал бы там на пробный заряд, если таковой был бы туда помещен, но который присутствует там и безотносительно к тому, поместили туда пробный заряд или нет. На этом основании, записав для электрического поля выражение силы такого действия, то есть

$$\vec{f}(\vec{r}) = -q\vec{E}(\vec{r}), \quad (\text{T5.7})$$

можно считать, что (T5.7) является силой, действующей со стороны определенного элемента поля на свой источник.

Для гравитационного поля выражение силы при подобном рассуждении имеет следующий вид:

$$\vec{F}(\vec{r}) = -M\vec{G}(\vec{r}). \quad (\text{T5.8})$$

Конечно, возникает вопрос: будет ли сила от элемента поля такой же по величине, как и от вносимого пробного объекта? Другими словами, равны ли между собой в сопоставляемых случаях модули векторов  $\vec{E}$  или  $\vec{G}$ ? Однако, здесь не решается задача определения величин этих сил, а анализируется образ явления, поэтому такого рода вопрос, требующий опытного установления, не будет рассматриваться.

Поле также допускает анализ и с помощью потенциальной энергии  $U(\vec{r})$ . Как известно, для рассматриваемых случаев можно записать:

$$U_E(\vec{r}) = \int \vec{f}(\vec{r}) d\vec{r} = -q \int \vec{E}(\vec{r}) d\vec{r}, \quad (\text{T5.9})$$

$$U_G(\vec{r}) = \int \vec{F}(\vec{r}) d\vec{r} = -M \int \vec{G}(\vec{r}) d\vec{r}. \quad (\text{T5.10})$$

Отсюда получаются следующие характеристики полей:

$$\varphi_E(\vec{r}) = \frac{U_E(\vec{r})}{q} = -\int \vec{E}(\vec{r}) d\vec{r}, \quad (\text{T5.11})$$

$$\varphi_G(\vec{r}) = \frac{U_G(\vec{r})}{M} = -\int \vec{G}(\vec{r}) d\vec{r}. \quad (\text{T5.12})$$

Это очень полезные величины, называемые потенциалами рассматриваемых полей; полезные потому, что гораздо удобнее иметь дело с потенциалом, являющимся скаляром, чем с напряженностью поля, представляющей собой векторную величину. Потенциал в точке физического пространства, которая определяется радиусом-вектором

между ней и точечным источником поля, измеряется потенциальной энергией поля в этой точке, если в физическом пространстве, кроме указанного источника, других источников такого рода поля нет.

Все приведенные выше выражения сил, полей и потенциалов (Т5.1) – (Т5.12) имеют отношения к покоящимся зарядам и массам – источникам полей. Эти выражения заметно усложняются, когда источники полей движутся в *физическом пространстве*. Например, в случае движущегося заряда возникает потребность учитывать наряду с электрической еще и магнитную силу, вводя понятие электромагнитного поля, и учитывать *инерционный эффект движения*. Ибо, как уже доказано опытом, действие силы со стороны электромагнитного поля на ускоряющийся заряд реально существует, представляя собой ни что иное, как *силу инерции*.

Чтобы сказать больше об этом явлении, можно привлечь к разговору все то, что уже хорошо известно в физике электромагнитных процессов, дополнив разговор лишь тем, что будет учитываться существование физического пространства и его проявление. Тогда разговор получится следующим.

Когда заряд неподвижен в физическом пространстве, сила, действующая на заряд со стороны какого-нибудь выделенного элемента электрического поля, пропорциональна заряду с коэффициентом  $\vec{E}$ , называемым величиной электрического поля, приходящегося на выделенный элемент. С ускорением заряда сила изменяется, появляется магнитная составляющая силы – магнитная индукция  $\vec{B}$ . Измененная в случае движущегося заряда сила – новый «кусочек» силы (фраза Фейнмана), оказывается тесно связанной со скоростью заряда  $\vec{v}$  и магнитной индукцией  $\vec{B}$  по определенному закону. Так, если составляющие электрического поля  $\vec{E}$  и магнитной индукции  $\vec{B}$  есть соответственно  $(E_x, E_y, E_z)$  и  $(B_x, B_y, B_z)$ , а составляющие скорости  $\vec{v}$  суть  $(v_x, v_y, v_z)$ , то составляющие суммарной электрической и магнитной сил, действующих на движущийся заряд  $q$ , таковы:

$$\begin{aligned} f_x &= -q(E_x + v_y B_z - v_z B_y), \\ f_y &= -q(E_y + v_z B_x - v_x B_z), \\ f_z &= -q(E_z + v_x B_y - v_y B_x). \end{aligned} \quad (\text{T5.13})$$

Для гравитационного поля подобных выражений, из которых было бы видно, что сила, действующая на источник поля, явно зависит от абсолютной скорости источника, к сожалению, привести нельзя – их еще не создано.

Тем не менее, приведенных сведений о гравитационном и электромагнитном полях достаточно, чтобы продолжить развивать начатое в теме 4 представление о поле инерции. Требуется только уточнить еще самое понятие «поле» в смысле всего того, что было изложено выше, в главе 1, имеющего отношение к проблеме описания поля. Речь в первую очередь идет о том, что в главе 1 представление о пространстве – весьма важном компоненте образа любого поля разделяется на две части: на представление о ньютоновом абсолютном математическом пространстве, как инструменте научного описания явлений, и на представление о физическом пространстве, как носителе явлений. Нечто подобное годится и для понятия поля.

И в самом деле, что есть, например, электрическое поле  $\vec{E}$ ? Вектор  $\vec{E}$  имеет три составляющие, каждая из которых является функцией от  $(x, y, z)$ , то есть функцией положения в ньютоновом абсолютном математическом пространстве. Это значит, что определенная физическая величина, – электрическая напряженность  $\vec{E}$ , распределена в ньютоновом математическом пространстве по закону, представленному выражением (Т5.3), меняясь от точки к точке. Распределение физической величины  $\vec{E}$  в математическом поле положений  $(x, y, z)$  и называется электрическим полем  $\vec{E}$ .

Но вместо математического поля положений  $(x, y, z)$  можно представить себе (призвав на помощь абсолютные научные инструменты  $x, y, z$  и  $t$ ) математическое поле скоростей  $\vec{v}$ , например вдоль оси  $x$ , в котором определенным образом меняется физическая величина – инерция объекта. Распределение в математическом поле скоростей  $\vec{v}$  физической величины – инерции объекта и станет в дальнейшем называться полем инерции.

Итак, для обозначения явления инерции объекта введу следующие определения инерции, поля инерции и потенциала поля инерции объекта:

*Инерция – это свойство системы «объект – физическое пространство» сопротивляться изменению своего естественного состояния, проявляющееся в виде сопротивления вещественного объек-*

та изменению его состояния покоя или равномерного прямолинейного движения; мерой инерции является сила сопротивления.

Поле инерции вещественного объекта – это поле физической величины «инерция», изменяющейся с изменением абсолютной скорости объекта через изменение динамической части силового поля (полей) системы «объект – физическое пространство» и в своем изменении образующей набор всевозможных величин инерции системы (поле).

Потенциал поля инерции вещественного объекта – это характеристика инерции динамической части силового поля (полей) системы «объект – физическое пространство», поставленная в зависимость от абсолютной скорости объекта.

Следует заметить, что поле инерции объекта может быть истолковано и с помощью некоторой условной энергии движения, смысл которой вскоре прояснится, как только станет известным выражение этой энергии.

Далее будет предпринята попытка дать математическое истолкование этого поля инерции, а также его потенциала. Сразу же отмечу, что результаты попыток не претендуют на оптимальные решения для практики, однако в состоянии помочь конкретизировать здесь развиваемый образ поля инерции. В поисках подходящих для этого математических решений необходимо иметь в виду и учитывать следующее.

Изменение инерции объекта имеет своей причиной полевые изменения в физическом пространстве (темы 3 и 4), связанные с изменением абсолютной скорости объекта. Поэтому математические решения следует искать, исходя из ньютонового уравнения движения, записанного для полевых количеств движения, изменения которых есть функциями абсолютной скорости  $\vec{v}$ . В случае тела полевым количеством движения служит векторная величина  $\eta(v^2)\vec{v}$ , где  $\eta(v^2)$  дается формулой (ТЗ.19), но с таким отличием от ее прежнего истолкования: величина  $\eta$ , входящая в эту формулу, меняется и при самом малом изменении  $\vec{v}$ , в связи с чем будет записываться без индекса. Аналогичным образом можно представить и явление электромагнитной инерции динамической части поля, например, свободного электрона.

Итак, на старте пусть будет дано:

$$\vec{f}_a = \frac{d}{dt}[\mu(v^2)\vec{v}] = -\vec{f}_i \quad (\text{T5.14})$$

– в случае свободного электрона, и

$$\vec{F}_a = \frac{d}{dt}[\eta(v^2)\vec{v}] = -\vec{F}_i \quad (\text{T5.15})$$

– в случае тела. Если выполнить дифференцирование в средних частях этих формул, подставляя вместо  $\eta(v^2)$  его выражение по (Т3.19) (с учетом только что сказанного), а вместо  $\mu(v^2)$  – выражение, которое можно получить при аналогичном рассуждении в случае электрона и которое привело бы к точно такой же по виду формуле, как и (Т3.19), но имеющей на местах  $M_0$ ,  $\eta$  и  $\eta s^2$  соответственно  $\mu_0$ ,  $m$  и  $mc^2$ , то формулы (Т5.14) и (Т5.15) после выполнения указанного дифференцирования станут такими:

$$\vec{f}_a = m \frac{d\vec{v}}{dt} + \vec{v} \frac{dm}{dt} + \frac{3}{2} \mu_0 \frac{v^2}{c^2} \frac{d\vec{v}}{dt} = -\vec{f}_i, \quad (\text{T5.16})$$

$$\vec{F}_a = \eta \frac{d\vec{v}}{dt} + \vec{v} \frac{d\eta}{dt} + \frac{3}{2} M_0 \frac{v^2}{s^2} \frac{d\vec{v}}{dt} = -\vec{F}_i; \quad (\text{T5.17})$$

$\mu_0$  и  $M_0$ , напомним, – исходные инерции электрона и тела.

Для дальнейшей работы с полученными формулами имеется потребность перейти к выражениям импульсов силы. Сначала запишу выражения бесконечно малых импульсов силы, умножая (Т5.16) и (Т5.17) на  $dt$ :

$$\vec{f}_a dt = m d\vec{v} + \vec{v} dm + \frac{3}{2} \mu_0 \frac{v^2}{c^2} d\vec{v} = -\vec{f}_i dt, \quad (\text{T5.18})$$

$$\vec{F}_a dt = \eta d\vec{v} + \vec{v} d\eta + \frac{3}{2} M_0 \frac{v^2}{s^2} d\vec{v} = -\vec{F}_i dt. \quad (\text{T5.19})$$

Интегрируя (Т5.18) и (Т5.19) в пределах от нуля до величин тех скоростей и инерций, на достижение которых потрачено приложенные силы за время  $t$  (а они потрачены на разгоны электрона и тела, каждого до скорости  $\vec{v}$ , и создания возмущений с инерциями  $m$  и  $\eta$  соответственно), получу выражения искомых импульсов силы:

$$\vec{f}_a t = 2m\vec{v} + \frac{3}{2} \mu_0 \vec{v} \frac{v^2}{c^2} = -\vec{f}_i t, \quad (\text{T5.20})$$

$$\vec{F}_a t = 2\eta\vec{v} + \frac{3}{2} M_0 \vec{v} \frac{v^2}{s^2} = -\vec{F}_i t. \quad (\text{T5.21})$$



Из (Т5.20) и (Т5.21) можно сконструировать выражения условных энергий движения, которыми характеризуются поля инерций объектов. Умножая (Т5.20) и (Т5.21) на  $\bar{v}/2$  скалярно и вводя обозначения

$$2m + \frac{3}{2} \mu_0 \frac{v^2}{c^2} = \mu_E, \quad 2\eta + \frac{3}{2} M_0 \frac{v^2}{s^2} = M_G,$$

выражения этих энергий примут простой привычный вид:

$$\Sigma'_E = \frac{1}{2} \mu_E v^2, \quad (\text{Т5.22})$$

$$\Sigma'_G = \frac{1}{2} M_G v^2. \quad (\text{Т5.23})$$

Из (Т5.22) и (Т5.23) можно построить формулы, которыми описываются инерции динамических частей силовых полей объектов; иначе говоря, которыми характеризуются инерции объектов на «уровнях»  $v$ . Обозначая такие величины через  $\phi_E$  и  $\phi_G$ , имеем:

$$\phi_E = \frac{\Sigma'_E}{v^2/2} = 2m + \frac{3}{2} \mu_0 \frac{v^2}{c^2} = \mu_E, \quad (\text{Т5.24})$$

$$\phi_G = \frac{\Sigma'_G}{v^2/2} = 2\eta + \frac{3}{2} \eta_0 \frac{v^2}{s^2} = M_G. \quad (\text{Т5.25})$$

Формулы (Т5.24) и (Т5.25) и есть искомыми выражениями потенциалов полей инерции, об одном из которых речь шла в конце темы 4 как о «своеобразном потенциале поля гравитационной инерции тела (более кратко – инерционном потенциале тела)».

Поскольку  $v$  – величина абсолютной скорости объекта, движение которого с этой скоростью вызвано приложенной силой, и поскольку абсолютная скорость после снятия силы сохраняется в физическом пространстве, но уже в виде равномерной скорости по прямой линии, то со снятием силы не снимается вызванное силой увеличение инерции. Отсюда следует вывод-определение:

*Инерция и ее изменения имеют абсолютный смысл; инерция возрастает или убывает с увеличением или уменьшением абсолютной скорости вещественного объекта в результате приложенной силы, а после снятия силы сохраняется в своем измененном состоянии вместе с неускоренным абсолютным движением объекта.*

Имеет смысл дать также обобщенное определение исходной инерции объекта. Оно таково:

*Исходная инерция вещественного объекта – это его инерция в состоянии абсолютного покоя, которая может быть измерена при переходе объекта в состояние абсолютного движения; ее измерение будет тем точнее, чем при меньшем стартовом ускорении она измеряется.*

Необходимо отметить (в очередной раз, в соответствии с требованиями Аксиомы науки 2), что в реальной природе нет деления инерции на исходную инерцию объекта, как саму по себе, и на инерцию поля, обособленную от первой. В смысле того, какова истинная реальность при проявлении инерции, можно сказать следующее: в реальной природе имеются три вещи – объект, физическое окружение объекта и взаимодействие между ними, характеризующееся целостной инерцией целостного состояния взаимодействующих сторон. В рассматриваемых случаях – это инерции электрона и тела, а точнее – систем «электрон – физическое пространство» и «тело – физическое пространство», определяемые локально через воздействия на электрон и тело. Соотношения (Т5.24) и (Т5.25), в которых фигурируют раздельно  $\mu_0$  и  $m$ ,  $M_0$  и  $\eta$  – всего лишь возможные способы описания инерции объекта в каждом из рассматриваемых случаев, причем в первом случае не всей инерции как явления, а только ее существенной части, ибо в этом описании не учитывается гравитационная инерция электрона, которая по сравнению с электромагнитной весьма мала и с целью упрощения выражения отброшена.

Чтобы определения рассматриваемых полей инерции были абсолютно точными, необходимо в случае электрона учитывать кроме электромагнитной инерции еще и гравитационную инерцию. Для этого пришлось бы изменить формулу (Т5.24), введя в нее слагаемые, учитывающие потенциал гравитационного поля. Однако об этом речь пойдет в следующей теме.

## Тема 6

### ИНЕРЦИЯ МАТЕРИИ – МНОГОФАКТОРНАЯ

Научное понятие инерции в физике берет свое начало в механике Ньютона, где оно тщательно разработано в применении к телу и с

этой областью применения трактуется доселе. Инерция в существующей трактовке – это свойство *тела* сохранять свое состояние покоя или равномерного прямолинейного движения пока какая-либо внешняя сила, к телу приложенная, не выведет его из этого состояния. А когда выведет, то тело под действием конечной силы приобретет конечное ускорение, которое со снятием силы сразу же прекратится, оставляя телу возможность далее сохранять свое неускоренное движение, теперь уже с новой скоростью и новой инерционностью (инертностью). Мерой инерции тела является его масса. Этим понятие инерции материи исчерпывается в современной физике.

Итак, понятие инерции в физике (теперешней и в ньютоновой) связывается только с массой тела и характеризуется силой инерции, которая всегда проявляется как противонаправленная приложенной. Ньютон силу инерции называл «врожденной силой материи» и посвятил ей в «Началах» Определение III [4, с.25], которое уже приводилось выше (в теме 3). В данной теме я повторю это определение с пояснениями к нему, учитывая, что здесь оно также весьма к месту и будет нужно при изложении материала темы. Вот оно – ньютоново Определение III:

*«Врожденная сила материи есть присущая ей способность сопротивления, по которой всякое отдельно взятое тело, поскольку оно предоставлено самому себе, удерживает свое состояние покоя или равномерного прямолинейного движения».*

А в пояснении к Определению III, которое также важно для проводимого анализа, Ньютон говорит:

*«От инерции материи происходит, что всякое тело лишь с трудом выводится из своего состояния покоя или движения. Поэтому «врожденная сила материи» могла бы быть весьма вразумительно названа «силой инерции».*

Примечательно, что говоря об инерции, Ньютон начинает разговор об инерции материи («Врожденная сила материи...»), «От инерции материи происходит...») и уже потом переходит к более частному представлению явления – к инерции тела. Тем самым он как бы передает в будущее указание развить понятие инерции тела применительно ко всей многогранной материи.

А теперь уместно вспомнить приведенный выше пример с ускорениями протона и нейтрона, чтобы еще раз спросить себя: чем же является сила сопротивления ускорению в случае каждой из этих частиц? Конечно же силой инерции! И здесь уже не поможет никакая теория

типа СТО, чтобы не признать данный факт. Ибо если признается ньютоново определение силы инерции, только что процитированное с пояснением, то тем самым признается следующее толкование инерции протона: *врожденная сила материи, конкретно – протона, есть присущая ему способность сопротивления, по которой он, предоставленный самому себе, удерживает свое состояние покоя или равномерного прямолинейного движения.*

А что дает нам знакомство в сравнении со свойством указанных частиц сопротивляться ускорению?

Сопротивление протона ускорению, иначе говоря сила его инерции, по природе и составу существенно отличается от силы инерции нейтрона. В структуре силы инерции протона находятся три составляющие части – гравитационная, электрическая и магнитная. Нейтрон же по своей инерции ничем не отличается от обычного тела, инерция которого имеет только гравитационную природу. Из этого сравнения с достаточной наглядностью видно, что инерция материи, вообще говоря, характеризуется не одной только гравитационной силой, как это принято считать, а и другими силами.

Итак, рассмотренным мысленным примером ускорения протона и нейтрона и анализом последствий ускорения вскрывается следующий неоспоримый факт: инерция нейтрона характеризуется одной силой, имеющей гравитационную природу, а инерция протона – тремя силами, соответственно гравитационной, электрической и магнитной. Причем гравитационная сила у протона по величине такая же, как у нейтрона. Есть все основания принять следующее заключение [10], делая это заключение определением:

*Инерция материи – многофакторная; в общем случае она характеризуется столькими факторами, сколько в природе видов физических полей и, соответственно, полевых взаимодействий с веществом.*

Из многофакторности инерции следует, что ньютоново определение количества движения (Определение II в «Началах») должно быть уточнено, чтобы соответствовать Аксиоме природы 2 (второму закону Ньютона) в самом широком смысле. Уточненное определение могло бы получить следующую формулировку:

*Количество движения – есть мера такового, устанавливаемая пропорционально инерции и скорости.*

Как и в случае определения инерции массы имелась потребность в понятии *исходной инерции* (в величине  $M_0$ ), так и в случае определения инерции в самом широком смысле не обойтись без этого понятия, которым обозначается инерция объекта в состоянии абсолютного покоя в однородном и изотропном физическом пространстве. Исходную инерцию в обобщенном истолковании буду обозначать символом  $I_0$ .

Однако прежде, чем дать обобщенное истолкование многофакторной инерции, имеет смысл показать, как истолковывается инерция какой-нибудь электрически заряженной частицы. Важной частицей, несущей электрический заряд и, тем самым, обладающей трехфакторной инерцией, является электрон. С электроном связано много явлений, изучаемых в физике, больше чем с какой-либо другой частицей. Поэтому он наиболее подходит, чтобы на его примере показать, в чем суть многофакторности инерции и как ее описывать.

Для этого сначала напомню, как определяется зависимость инерции электрона от его абсолютной скорости – проделаю нечто подобное тому, что уже делалось в теме 3, при истолковании инерции тела. Затем изложу, как должна представляться трехфакторная инерция электрона, а потом – многофакторная, на случай любого числа факторов (полей).

Итак, пусть в физическом пространстве (однородном и изотропном) покоится свободный электрон, который потом, под действием кратковременной ускоряющей силы  $f$ , ускоряется до скорости  $v$  в направлении оси  $x$ , куда действует сила  $f$ . (С целью простоты рассматривается случай совпадения векторов силы и скорости с направлением оси  $x$ ). В результате действия силы энергия движения системы «электрон – физическое пространство» изменится от нуля до определенной величины  $\Sigma_e$ , и это изменение энергии равно работе, выполненной над системой. Элементарные работа и энергия есть

$$dA_e = d\Sigma_e = f dx,$$

откуда

$$\Sigma_e = \int_0^N f dx, \quad (Т6.1)$$

где под верхним пределом  $N$  подразумевается та из величин, по которой ведется интегрирование.

В свою очередь сила  $f$ , действовавшая на электрон и породившая количество движения

$$Q_e = \mu_0 v + mc, \quad (\text{T6.2})$$

определяется как

$$f = \frac{d}{dt}(\mu_0 v + mc) = \mu_0 \frac{dv}{dt} + c \frac{dm}{dt}, \quad (\text{T6.3})$$

где  $\mu_0$  – исходная инерция электрона,  $m$  – инерция электромагнитного возмущения,  $c$  – скорость распространения этого возмущения в физическом пространстве (или, иначе, в вакууме).

Если подставить (Т6.3) в (Т6.1), то будет получено:

$$\Sigma_e = \int_0^N \left( \mu_0 \frac{dv}{dt} + c \frac{dm}{dt} \right) dx = \mu_0 \int_0^N \frac{dv}{dt} dx + c \int_0^N \frac{dm}{dt} dx. \quad (\text{T6.4})$$

А замечая, что по физическому содержанию составных частей (Т6.4) отношением  $dx/dt$  выражается соответственно  $v$  и  $c$  и, таким образом,

$$\int_0^N \frac{dv}{dt} dx = \int_0^N \frac{dx}{dt} dv = \int_0^v v dv = \frac{v^2}{2} \quad \text{и} \quad \int_0^N \frac{dm}{dt} dx = \int_0^N \frac{dx}{dt} dm = \int_0^m c dm = cm,$$

то, подставляя найденное в (Т6.4), имеем следующее уравнение полной энергии движения системы «электрон – физическое пространство»:

$$\Sigma_e = \frac{1}{2} \mu_0 v^2 + mc^2. \quad (\text{T6.5})$$

Слагаемое  $mc^2$ , входящее в формулу (Т6.5), есть выражением энергии электромагнитного возмущения (динамической части поля), что подтверждается опытами<sup>10</sup>.

Для дальнейшего анализа запишу уравнение (Т6.5) в таком виде:

$$\Sigma_e = m_v c^2 \left( 1 + \frac{1}{2} \frac{\mu_0 v^2}{m_v c^2} \right). \quad (\text{T6.6})$$

Индекс « $v$ » у  $m$  означает, что неявно зависящая от  $v$  величина  $m_v$  зафиксирована при определенном  $v$  и  $\Sigma_e$  есть функцией только отношения  $v^2/c^2$ ; при  $v=0$  величина  $m_v$ , разумеется, также равна нулю.

Если (Т6.6) разделить на  $c^2$ , то получится выражение, очевидно, инерции динамической части поля электрона, зависящей от  $v^2$ . Практически эта инерция может быть измерена при определенном значении  $m_v$ , неравным нулю. Все это выражается формулой

$$m(v^2) = m_v \left( 1 + \frac{1}{2} \frac{\mu_0}{m_v} \frac{v^2}{c^2} \right).$$

Для завершения, ей необходимо придать следующий вид:

$$m(v^2) = \mu_0 \left( \frac{m_v}{\mu_0} + \frac{1}{2} \frac{v^2}{c^2} \right) \quad (\text{Т6.7})$$

(поменялось  $m_v$  с  $\mu_0$  местом за скобками);  $\mu_0$  — исходная инерция электрона. Итак, инерция динамической части электрона, обозначаемая формулой (Т6.7), возникает в системе в результате движения электрона с абсолютной скоростью  $v$ . Поэтому при  $v = 0$  она должна быть равной нулю. Формула (Т6.7) все это и иллюстрирует: при  $v = 0$  всегда  $m_v = 0$  и тогда  $m(v^2) = 0$ .

Полная инерция системы «электрон — физическое пространство», состоящая из исходной инерции электрона и инерции динамической части поля электрона, при свойстве аддитивности полной инерции есть величина

$$\mu = \mu_0 + m(v^2). \quad (\text{Т6.8})$$

Итак, полная инерция системы, проявляющаяся через ускорение электрона и поэтому известна как инерция электрона, в своей зависимости от абсолютной скорости последнего определяется следующим образом:

$$\mu = \mu_0 \left( 1 + \frac{m_v}{\mu_0} + \frac{1}{2} \frac{v^2}{c^2} \right). \quad (\text{Т6.9})$$

В тех случаях, когда  $v \ll c$ , данную формулу можно представить и так:

$$\mu = \frac{\mu_0}{\sqrt{1 + \frac{m_v}{\mu_0} + \frac{v^2}{c^2}}}. \quad (\text{Т6.10})$$

Из формулы (Т6.10) видно [при сравнении ее с (Т6.9)], что всегда

$$\frac{m_v}{\mu_0} < \frac{v^2}{c^2}, \quad (\text{Т6.11})$$

по крайней мере, в пределах тех значений величины  $v$ , в которых допустимо вместо (Т6.9) писать (Т6.10).

Что можно сказать о выражениях (Т6.8) – (Т6.10)? В первую очередь то, что при  $v = 0$  имеет место равенство:  $\mu = \mu_0$ . Ибо в этом случае  $m(v^2) = 0$  вследствие того, что  $v^2 = 0$  и  $m_v = 0$ . Таким образом, формулы (Т6.8) – (Т6.10), как, заодно, и формула (Т6.7), являются вполне осмысленными выражениями при любых значениях  $v$ .

В соответствии с определением исходной инерции, которая тем точнее определяется, чем меньшее стартовое ускорение, величина  $m_v/\mu_0$  в (Т6.9) и (Т6.10) при точном определении равна нулю. В этом случае указанные формулы приобретают вид релятивистских формул.

Какова природа инерции  $\mu$ ? Конечно же электромагнитная и это доказывается при помощи следующих аргументов.

Гравитационное взаимодействие свободного электрона с физическим пространством исчезающе мало<sup>11</sup> по сравнению с электромагнитным взаимодействием. В составе единого взаимодействия, гравитационное никакими практическими способами невозможно заметить и отделить от электромагнитного, поскольку последнее им подправляется где-то лишь в сорок втором знаке после запятой. Итак, гравитационное взаимодействие в едином взаимодействии совсем незаметно<sup>12</sup>. Однако как явление оно существует и должно иметь свое место в образе явления. Чтобы учесть его, необходимо вместо (Т6.2) исходить из выражения полного количества движения, порожденного приложенной к электрону силой, то есть из уравнения

$$\vec{Q}^{(EG)} = I_0^{(EG)} \vec{v} + m\vec{c} + \eta\vec{s}; \quad (\text{Т6.12})$$

здесь  $I_0^{(EG)}$  – полная исходная инерция электрона, включающая в себя гравитационную и электромагнитную исходные инерции. Таким образом, уравнение движения свободного электрона (Т6.3) в своем полном представлении имеет следующий вид:

$$\vec{f}_a^{(EG)} = I_0^{(EG)} \frac{d\vec{v}}{dt} + \vec{c} \frac{dm}{dt} + \vec{s} \frac{d\eta}{dt} = -\vec{f}_i^{(EG)}. \quad (\text{Т6.13})$$



В случае, в котором материальный объект характеризуется бóльшим числом факторов, чем электрон, например, еще и ядерным, пришлось бы вместо (Т6.12) и (Т6.13) писать:

$$\vec{Q}^{(EG\dots)} = I_0^{(EG\dots)} \vec{v} + i_1 \vec{c} + i_2 \vec{s} + \dots, \quad (\text{Т6.14})$$

$$\vec{f}_a^{(EG\dots)} = \frac{d\vec{Q}^{(EG\dots)}}{dt} = I_0^{(EG\dots)} \frac{d\vec{v}}{dt} + \vec{c} \frac{di_1}{dt} + \vec{s} \frac{di_2}{dt} + \dots = -\vec{f}_i^{(EG\dots)}, \quad (\text{Т6.15})$$

так как выражения полей для ядерных сил неизвестны;  $I_0^{(EG\dots)}$  – исходная инерция объекта, состоящая с исходных инерций электрического заряда, гравитационной массы и ядерного заряда;  $i_1, i_2, \dots$  – инерции электрического заряда, гравитационной массы и т. д. (с коэффициентами приведения к одинаковой размерности).

Итак, инерция материи – это не всегда инерция одной только массы, а часто и других динамических характеристик материи вместе с массой, если таковыми характеризуется объект, например, еще и электрического заряда. Словом, инерция материи многофакторная, о чем уже говорилось ранее, поэтому, чтобы быть полно представленной, она должна выражаться не с помощью массы, а через саму себя с учетом всех ее факторов, образуя закон

$$I = I\left(I_0^{(EG\dots)}, i_1, i_2, \dots\right), \quad (\text{Т6.16})$$

где  $I_0^{(EG\dots)}$ , напомним, – исходная инерция материи – величина, являющаяся «индивидуальной» константой для объекта, а  $i_1$  и т. д. – инерции полей, зависящие от абсолютной скорости  $\vec{v}$  источника полей.

Многофакторность инерции означает, что кроме обобщенных выше определений должны быть обобщены также Аксиомы природы 4 и 5, сформулированные в главе 1 применительно к телу. Обобщенные аксиомы суть:

**Аксиома природы 4 (обобщенная).** *Физическое пространство, свободное от вещественных объектов, вносящих в его структуру неоднородности в виде полей и их источников, является по своим свойствам, проявляющимся через взаимодействие с пробным объектом, однородным и изотропным пространством;*

**Аксиома природы 5 (обобщенная).** *Инерция вещественного объекта, которая на самом деле является инерцией системы «объект – физическое пространство», но определяется посредством силы,*

*приложенной к объекту, и потому кажется инерцией объекта, будет тем большей, чем большая скорость объекта в физическом пространстве и чем шире его способность создавать различные поля в этом пространстве, взаимодействуя с каждым из них (проявляя многофакторность во взаимодействии с физическим пространством).*

И, наконец, в Аксиоме природы 1 вместо слова «тело» необходимо написать слово «объект» («вещественный объект»), и тогда все аксиомы механики, таким образом уточненные, становятся аксиомами всей физики.

### *Тема 7*

## **ПРИНЦИП ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ И ПОЛЕ**

Можно ли совместить два этих понятия в аксиоматической физике? Не формально, с помощью каких-либо математических приемов, а на основе объективных представлений в рамках Аксиом природы 1 – 5?

Напомню, аксиомы природы – это правила, по которым существует и себя проявляет объективная природа, они познаны человеком в процессе эмпирического многовекового опыта путем синтеза знаний. Аксиомы природы 1 – 5 (в том числе обобщенные) – это руководящий свод знаний изначальных для физики истин, поэтому они являются тем для принципа относительности, чем последнему велено быть для физической теории движения – основным исходным положением. Мировоззрение, которое в основе своей имеет перечисленные аксиомы, заложено Ньютоном в его механике, но получило убедительное, хотя и не востребованное, подтверждение после Ньютона, – в полевой физике. Достижения обоих этих периодов в физике вместе взятые и ставят вопрос: совместимы ли понятия «принцип относительности» и «поле»?

**Принцип относительности.** Применительно к проблемам, которые представляют научный интерес в связи с данным вопросом, принцип относительности сводится к следующему утверждению: состояния покоя и неускоренного движения объекта являются относительными физически тождественными состояниями. С точки зрения принципа относительности, не существует каких-либо явлений, с помощью которых можно было бы установить, что объект находится в абсолютном покое или в абсолютном неускоренном движении, иначе говоря,

что он покоится или неускоренно движется в однородном и изотропном физическом пространстве. Поэтому понятие «физическое пространство», как какая-нибудь объективная реальность, окружающая объект, не имеет физического смысла с позиции принципа относительности. Физический смысл имеет только *относительность*, означающая, что покой и неускоренное движение объекта – состояния физически тождественные; что эта тождественность должна быть критерием истинности наших знаний о явлениях движения; что то, как конкретное состояние называть, – «состоянием покоя» или «состоянием неускоренного движения», – целиком зависит от выбора *наблюдателем* инерциальной системы координат.

**Поле.** Если в пространстве, в котором нет каких-либо видимых физических объектов, поместить пробный физический объект (например, электрон), то в этом пространстве, вокруг объекта, возникнет убывающая с удалением от последнего силовая напряженность, называемая полем. Есть все основания говорить именно о *физическом* пространстве, силовая напряженность в котором является следствием и проявлением взаимодействия такого пространства с физическим объектом. Без объекта физическое пространство однородно и изотропно. Покоящийся в физическом пространстве объект создает там статическое поле, а движущийся – динамическое поле, по величинам и по образу которые отличаются друг от друга. Первое является неизменным для объекта полем, обособляющим связанную с объектом своеобразную константу, проявляющуюся в виде исходной инерции, а второе

действовала на электрон во времени столько, что сообщила ему скорость  $\vec{v}$ . Эта сила и ей противостоящая сила инерции выразятся в соответствии с Аксиомами природы 2 и 3 формулой

$$\vec{f}_a^{(EG)} = \frac{d\vec{Q}^{(EG)}}{dt} = -\vec{f}_i^{(EG)}, \quad (T7.1)$$

где  $\vec{Q}^{(EG)}$  – количество движения в системе «электрон – физическое пространство», определяющееся как мера, пропорциональная инерции и скорости, состоящих из инерций и скоростей гравитационной массы электрона, его электрического заряда и соответствующих полей – гравитационного и электромагнитного:

$$\vec{Q}^{(EG)} = I_0^{(G)}\vec{v} + I_0^{(E)}\vec{v} + \eta\vec{s} + m\vec{c}. \quad (T7.2)$$

Учитывая, что гравитационная сила по сравнению с электромагнитной исчезающе мала (см. примечания «<sup>11</sup>» и «<sup>12</sup>»), в том числе и в случае взаимодействия электрона с физическим пространством, и на этом основании вкладом первого и третьего слагаемых в правой части выражения (T7.2) можно для его упрощения пренебречь, достаточным будет и такое выражение вместо (T7.2):

$$\vec{Q}^{(E)} = I_0^{(E)}\vec{v} + m\vec{c}. \quad (T7.3)$$

Если заменить обозначение  $I_0^{(E)}$  на более привычное  $\mu_0$ , оставляя лишь индекс «E» у  $\vec{Q}$  для напоминания, что учитывается только электромагнитная инерция, то вместо (T7.3) можно написать:

$$\vec{Q}^{(E)} = \mu_0\vec{v} + m\vec{c}. \quad (T7.4)$$

Подставляя (T7.4) в (T7.1), последнее примет следующий вид:

$$\vec{f}_a^{(E)} = \mu_0 \frac{d\vec{v}}{dt} + \vec{c} \frac{dm}{dt} = -\vec{f}_i^{(E)}. \quad (T7.5)$$

А теперь пусть свободный электрон неизменно покоится в физическом пространстве, но рассматривается с позиции системы координат  $K$ , которая сначала покоилась (была системой  $K_0$ ), а потом ускорилась до скорости  $-\vec{v}$  (за такое время, как электрон в первом случае) и стала двигаться в физическом пространстве с этой скоростью. С точки зрения наблюдателя, вооруженного принципом относительности и относящего свои наблюдения к системе  $K$ , электрон движется относительно  $K$  со скоростью  $\vec{v}$ . Принцип относительности гласит,

что явления движения электрона в обоих случаях идентичны, по крайней мере с моментов, когда движения стали инерциальными; что эти явления должны описываться одинаковыми по виду уравнениями движения. Но так ли это на самом деле? Иначе говоря, можно ли утверждать, что рассматриваемое явление движения электрона в системе  $K_0$  такое же, как сравниваемое с ним явление движения электрона в системе  $K$ ?

В системе  $K_0$  электрон движется в соответствии с уравнением (Т7.5), в котором второе слагаемое описывает электромагнитное возмущение, возникшее в результате ускорения электрона. Это возмущение можно реально наблюдать<sup>13</sup>, оно является динамической добавкой к статическому полю, с ним связано увеличение инерции электрона в зависимости от абсолютной скорости последнего.

В системе  $K$ , в которой электрон также движется со скоростью  $\vec{v}$  и претерпел подобный этап изменения скорости, ничего такого уже нет. Для этой системы нельзя написать уравнения (Т7.5), так как  $\vec{v}$  является не абсолютной скоростью электрона в системе  $K_0$ , покоящейся в физическом пространстве, а относительной скоростью в системе  $K$ . Только движение электрона в физическом пространстве (абсолютное движение) сопровождается существованием динамической добавки поля, а движение электрона в системе  $K$ , когда он покоится в физическом пространстве, динамическим полем не сопровождается. Так что в случае системы  $K$  слагаемое

$$\vec{c} \frac{dm}{dt} = 0, \quad (\text{Т7.6})$$

и это подтвердит любой подходящий опыт<sup>14</sup>. Все, что можно создать из выражений для явления в системе  $K$ , это написать формулу

$$\vec{f} = \mu_0 \frac{d\vec{v}}{dt}, \quad (\text{Т7.7})$$

считая ее полезной лишь в том смысле, что получающееся из нее выражение кинетической энергии электрона в виде  $\mu_0 v^2/2$  является выражением реальной энергии в этой системе. Во всем остальном формула (Т7.7) не соответствует реальности:  $\vec{f}$  нельзя рассматривать как приложенную к электрону силу, вызвавшую его движение со ско-

ростью  $\vec{v}$ , ибо такой силы не было; следовательно, ускорения электрона в соответствии с выражением  $d\vec{v}/dt$  также не было.

Итак, если имеется рассматриваемое явление – движение электрона со скоростью  $\vec{v}$ , определяемое с помощью той или иной инерциальной системы координат, то еще требуется доопределить, сопровождается ли оно динамической добавкой к статическому полю электрона, связанной с силой вида

$$\vec{c} \frac{dm}{dt} = \vec{\gamma}, \quad (\text{T7.8})$$

или не сопровождается, чтобы установить *истинный* образ движения; истинный в смысле присутствия или отсутствия в этом образе силы  $\vec{\gamma}$ . По величине этой силы и определяется, принадлежит ли движение к абсолютному ( $\vec{\gamma} \neq 0$ ) или относительному ( $\vec{\gamma} = 0$ ) движению.

Принцип же относительности, сводящийся к утверждению идентичности инерциальных систем отсчета, не может признавать подобной силы, связанной сугубо с абсолютным движением, поскольку не признает самого абсолютного движения. Однако сила  $\vec{\gamma}$  в случае движения электрона в физическом пространстве (в системе  $K_0$ ) реально существует, являясь силой поля. Налицо своеобразная физическая ситуация, в которой принцип относительности и поле исключают друг друга, точнее сказать, несовместимы одно с другим. Данный вывод и есть ответом на поставленный в начале излагаемой темы вопрос: совместимы ли они? Только такого ответа уже не достаточно. Чтобы завершить тему, требуется еще сказать, что же должно оставаться в физической теории образа движения – принцип относительности или поле? *Конечно же поле, ибо оно – реальность!* А принцип относительности, как уже говорилось ранее (глава 1), может быть применим только в механике, как практически допустимое упрощение решаемой в приближенном виде задачи. Он совершенно неприменим в оптике (волновой электродинамике) и по той причине, что если в механике (в обычной механической практике) динамические полевые добавки исчезающе малы в сравнении с механическими действующими силами, то в электродинамике подобные добавки играют уже доминирующую роль в силовой структуре вещества и поля.

## Тема 8

## АНАЛИЗ ЭЙНШТЕЙНОВОГО МЕТОДА ПОЛУЧЕНИЯ ФОРМУЛЫ ЗАВИСИМОСТИ ИНЕРЦИИ ОТ СКОРОСТИ

В данной теме будет проанализирован метод, с помощью которого Эйнштейн получил формулу зависимости массы от скорости для свободного электрона в своей первой работе по СТО [12]. Речь идет о формуле, которую я запишу в таком виде (в цитируемой работе Эйнштейна она записана иначе):

$$\mu' = \frac{\mu}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}, \quad (Т8.1)$$

где  $\mu'$  и  $\mu$  – масса электрона, соответственно движущегося и покоящегося. Анализируемый метод изложен в указанной работе в параграфе 10, имеющем название «Динамика (слабо ускоренного) электрона». Подход, содержащий излагаемый метод, использовался Эйнштейном во всех его последующих работах [13-16], в которых так или иначе рассматривалась динамика электрона. Суть метода – в цитируемом ниже рассуждении Эйнштейна:

«Пусть в электромагнитном поле движется точечная частица с электрическим зарядом  $\varepsilon$  (в дальнейшем называемая «электроном»), о законе движения которой мы будем предполагать только следующее.

Если электрон находится в покое в течении определенного промежутка времени, то в ближайший за ним элемент времени движение электрона, поскольку оно является медленным, будет описываться уравнениями:

$$\begin{aligned} \mu \frac{d^2 x}{dt^2} &= \varepsilon X, \\ \mu \frac{d^2 y}{dt^2} &= \varepsilon Y, \\ \mu \frac{d^2 z}{dt^2} &= \varepsilon Z, \end{aligned} \quad (8.A)$$

где  $x, y, z$  – координаты электрона, а  $\mu$  – масса электрона» [12, с.32].

Замечу, что данные уравнения записаны для покоящейся системы координат  $K$  и что  $X, Y, Z$ , а в последующих уравнениях и  $X', Y', Z'$  – это компоненты электрической напряженности поля, найденные соответственно в  $K$  и в движущейся относительно  $K$  системе координат  $k$  (обозначения – Эйнштейна). Далее Эйнштейн пишет:

«Из ... принципа относительности следует, что уравнения движения электрона, наблюдаемого из системы  $k$  в течение времени, непосредственно следующего за  $t = 0$  (при малых значениях  $t$ ), имеют вид:

$$\begin{aligned}\mu \frac{d^2 \xi}{d\tau^2} &= \varepsilon X', \\ \mu \frac{d^2 \eta}{d\tau^2} &= \varepsilon Y', \\ \mu \frac{d^2 \zeta}{d\tau^2} &= \varepsilon Z',\end{aligned}\tag{8.Б}$$

где обозначенные через  $\xi, \eta, \zeta, X', Y', Z'$  величины относятся к системе  $k$ » (там же). [Нумерация (8.А) и (8.Б) цитируемых здесь уравнений введена мною, в статье Эйнштейна ее нет].

Затем, преобразовывая записанные уравнения от  $k$  к  $K$  с помощью преобразований Лоренца и тех формул, которые на основе этих преобразований получаются для векторов напряженности электрического и магнитного полей, имея при этом ввиду, «что ускорения должны измеряться в покоящейся системе  $K$ », словом, производя немало искусственных приемов, Эйнштейн наконец получает упомянутую выше формулу для массы электрона. С ее получением он делает следующее заявление, определяющее мировоззренческую позицию СТО во взглядах на инерцию материи: «...эти результаты относительно массы (то есть относительно инерции электрона. – *Р.Ф.*) справедливы также и для нейтральных материальных точек, ибо такая материальная точка может быть путем присоединения *сколь угодно малого* электрического заряда превращена в электрон (в нашем смысле)» (там же, с. 34).

То, что данное заявление не случайно, а относится к программному, четко прояснилось в последующей работе Эйнштейна «О принципе относительности и его следствиях» [15]. В параграфе 8 этой работы, имеющем название «Вывод уравнений движения (медленно ускоренной) материальной точки или электрона», развивая свой предыду-



щий метод получения уравнений движения медленно ускоренной, теперь уже «материальной точки или электрона», Эйнштейн получает «...уравнения, эквивалентные написанным выше [говоря об эквивалентности написанным выше, он имеет ввиду уравнения вида (8.Б). — P. Ф.]»:

$$\begin{aligned} \frac{d}{dt} \left\{ \frac{\mu \dot{x}}{\sqrt{1 - (q^2/c^2)}} \right\} &= K_x, \\ \frac{d}{dt} \left\{ \frac{\mu \dot{y}}{\sqrt{1 - (q^2/c^2)}} \right\} &= K_y, \\ \frac{d}{dt} \left\{ \frac{\mu \dot{z}}{\sqrt{1 - (q^2/c^2)}} \right\} &= K_z; \end{aligned} \quad (11)$$

здесь введены обозначения:

$$\begin{aligned} K_x &= \varepsilon \left( X + \frac{\dot{y}}{c} N - \frac{\dot{z}}{c} M \right), \\ K_y &= \varepsilon \left( Y + \frac{\dot{z}}{c} L - \frac{\dot{x}}{c} N \right), \\ K_z &= \varepsilon \left( Z + \frac{\dot{x}}{c} M - \frac{\dot{y}}{c} L \right) \gg (\text{с. 86}). \end{aligned} \quad (12)$$

Что это за формулы? Не составляет большого труда убедиться, что (11) действительно получаются из (8.А), если ввести другие обозначения движущихся координат, сделать многочисленные замены в исходных уравнениях, такие, например, как  $q = \sqrt{\dot{x}_0^2 + \dot{y}_0^2 + \dot{z}_0^2}$ , где  $\dot{x}_0 = v$  и т.д., и выполнить преобразования координат и компонентов вектора силы с помощью преобразований Лоренца и тех формул, которые получаются на их основе для  $X', Y', Z'$  (словом, если проделать все то, что сделано в цитируемой работе). Завершив такого рода формальную часть с получением уравнений (11), Эйнштейн пишет:

«Вектор  $(K_x, K_y, K_z)$  мы назовем силой, действующей на материальную точку. В случае, когда величина  $q^2$  мала по сравнению с

$c^2$ , компоненты  $K_x, K_y, K_z$  в соответствии с уравнениями (11) переходят в компоненты силы механики Ньютона. В следующих параграфах будет показано, что этот вектор и в других случаях играет такую же роль в релятивистской механике, какую сила – в классической механике.

Мы будем считать, что уравнения (11) справедливы и в том случае, когда сила, действующая на материальную точку, имеет неэлектромагнитную природу. В этом случае уравнения (11) не имеют физического смысла и их следует рассматривать как определение силы» [15, с.86].

Итак, стало понятным, почему для Эйнштейна было так важно рассматривать электромагнитную силу сродни механической. Этому требовала его концепция, ставящая в основу всей физики принцип относительности: необходимо было показывать, что принцип относительности в механике является частным случаем принципа относительности в электродинамике. Для этого и понадобилось утверждать, что электрически заряженная и электрически нейтральная частицы ускоряются по совершенно одинаковому закону; что силе ускорения в указанных случаях противостоит одинаковая для обоих объектов сила инерции, связанная только с массой.

Но достаточно обратиться к примеру определения инерции протона и нейтрона, рассмотренному в начале излагаемой главы, и к тем доказательствам, которые в связи с этим примером приведены в теме 6, как становится ясно, что это утверждение Эйнштейна ошибочно. Оно ошибочно, однако на нем базируется принятое в СТО (считайте – в современной физике) представление о природе инерции материи, оставляющее в стороне всякую перспективу развития этого представления с учетом многофакторности инерции.

Итак, рассматриваемый прием построения уравнений движения медленно ускоренной «материальной точки или электрона» (не имеет значения, что брать в расчет, ибо согласно релятивистским воззрениям электрически заряженная и незаряженная частицы имеют одинаковые по природе инерции) понадобился Эйнштейну для того, чтобы показать возможность теории в представлении массы объекта как величины, меняющейся с изменением *относительной* скорости объекта. Следует особо подчеркнуть, что речь идет об уравнениях, выражающих явление *свободного движения*, а отнюдь не о допустимых соот-

ношениях величин, составляющих метод *изменения инерции*. Данную мысль необходимо, по-видимому, дополнительно пояснить.

Из учебной литературы известно, что обычно исходят из уравнения

$$\mu_0 \frac{d\vec{v}}{dt} = \varepsilon \vec{E} \quad (\text{T8.2})$$

[это иначе записанные уравнения (8.A)], когда рассматривается практическая задача движения заряда в электростатическом поле, например, электрона в поле конденсатора какой-нибудь измерительной установки. Такая задача рассматривается, когда требуется измерить «массу» электрона или его удельный заряд, или еще что-нибудь. Однако точно таким же по виду уравнением можно пытаться представить и движение свободного электрона в физическом пространстве, в котором нет других полей, кроме поля этого электрона. Что будет выражать уравнение (T8.2) в этом втором случае? Очевидно, то, что сила  $\varepsilon \vec{E}$ , связанная со статическим полем электрона, равна некой динамической силе  $\mu_0 (d\vec{v}/dt)$ , пропорциональной инерции электрона  $\mu_0$  и его ускорению  $d\vec{v}/dt$ . А теперь поставлю следующий вопрос: что представляют собой равенства (8.A) – соотношения величин в каком-нибудь измерительном устройстве или некий закон для свободного электрона, движущегося в своем собственном поле? Нет сомнения, что (8.A) как и (11) в том смысле, какой приписывал им Эйнштейн, – это уравнения движения электрона в его собственном поле, а не в поле конденсатора измерительной установки. Ибо если было бы не так, то тогда все вышеприведенные рассуждения Эйнштейна были бы не по существу. Например, он не имел бы права говорить, что «Вектор  $(K_x, K_y, K_z)$  мы назовем силой, действующей на материальную точку» (действующей, разумеется, и тогда, когда материальная точка находится за пределами устройства измерения) и что «этот вектор... играет такую же роль в релятивистской механике, какую сила – в классической механике». Не было бы правомерным и следующее его рассуждение: «Мы будем считать, что уравнения (11) справедливы и в том случае, когда сила, действующая на материальную точку, имеет неэлектромагнитную природу. В этом случае уравнения (11) не имеют физического смысла и их следует рассматривать как определение силы».

Таким образом, для анализа эйнштейнового метода зависимости инерции от скорости необходимо исходить из того, что (8.А) у Эйнштейна – это уравнения движения объекта в его собственном поле. Но тогда к этим уравнениям и к рассуждениям, их предваряющим, имеются следующие замечания.

1. Слева в (8.А) стоят выражения только динамической силы, а справа – только статической. Реально такую ситуацию никак нельзя получить. Ибо ровно настолько, насколько состояние покоящегося электрона станет изменяться (в какой мере электрон начнет ускоряться), в такой же мере станет изменяться и поле электрона: к статическому полю добавится динамическая часть поля, которая своим появлением будет ответом на изменение состояния движения электрона. В этом взаимном изменении вся суть явления, называемого электромагнитным процессом.

2. Левые части уравнений (8.А) и (8.Б) явно не соответствуют реальности, и это несоответствие заключается в следующем. Сила в истинном смысле (то есть в соответствии с опытными данными) пропорциональна изменению не скорости одного только объекта, а полного количества движения, состоящего из суммы двух количеств движения – объекта и поля объекта. Инерция каждого из этих агентов, которая сообщается противостоит приложенной силе и ею проявляется, ведет себя по-разному: у объекта она постоянна, а у поля – переменна, находится в зависимости от абсолютной скорости объекта. А это означает, что в левой части уравнений (8.А) и (8.Б) вместо имеющихся там одночленных выражений непременно должны стоять, по крайней мере, двухчленные суммы типа (Т7.5), чтобы учесть хотя бы инерцию электромагнитного поля. Отсутствие необходимых слагаемых в уравнениях (8.А) и (8.Б) делает их несоответствующими реальности.

3. Коль скоро установлено (по ньютоновому определению и на основании опытных фактов), что приложенная ускоряющая сила в своем результате действия пропорциональна изменению *количества движения* и поскольку со времен максвелл-лоренцового учения известно, что количество движения электрона, как источника поля, включает в себя и импульс поля, меняющийся с изменением абсолютной скорости источника, то и такой вопрос возникает к Эйнштейну: на каком основании в левой части (8.А) и (8.Б) инерция системы записана в виде константы? Математически, конечно, можно, беря инерцию в качестве стартовой константы, потом наделить ее свойством функциональной величины с назначением для изображения зависимости массы элек-

трона от скорости. Однако образ явления в подобном изображении не будет соответствовать самому явлению ни в исходном постановочном плане, ни в конечном преобразованном результате, даже если конечный количественный результат окажется совместимым с реальным; из такого результата нельзя будет получить правильное представление о взаимодействии поля и вещества. Подобная физика не сможет выполнять своего главного предназначения – давать истинное представление об объективной реальности.

И, наконец, можно привести еще один весьма общий аргумент против релятивистского метода истолкования зависимости инерции от скорости. Он заключается в следующем.

Как известно, раньше, чем релятивистский подход был предложен, имелись другие теории, объяснявшие изменение массы электрона с его скоростью, в частности, теория М. Абрагама (1902 г.), введившая понятие электромагнитной инерции электрона, и теория А. Бухерера (1904 г.). Упомянутые теории давали величины, которые лучше совпадали с опытными данными, чем величины релятивистской теории, о чем писал сам Эйнштейн (его высказывание на сей счет сейчас будет приведено). Однако победила релятивистская теория и потому, что она базируется на принципе относительности. Эйнштейн об этой ситуации высказался следующим образом (привожу это только что обещанное его высказывание): «Необходимо еще отметить, что теории движения электронов Абрагама и Бухерера дают кривые, согласующиеся с экспериментальной кривой значительно лучше, чем кривая, соответствующая теории относительности. Однако, по нашему мнению, эти теории вряд ли достоверны, поскольку их основные предположения о массе движущегося электрона не вытекают из теоретической системы, охватывающей более широкий круг явлений» [15, с.92].

Нечто подобное и достаточно аргументированное можно сказать также в адрес релятивистского подхода, если исходить из позиции, излагаемой в данной книге. Речь идет о следующем.

Релятивистский подход базируется на принципе относительности – гипотезе, которая отвергается аксиомами движения. Аксиомы движения требуют системного образа движения с неделимым комплексом «вещество – поле», а принцип относительности не видит этого комплекса. Вопреки реальности, он (принцип относительности) сводит движение комплекса к движению одного только вещества (тела, электрона и т. д., а не тела и его поля, электрона и его поля...). Отсюда ясно, что реальность в случае движения свободного электрона не та-

кая, какой она изображена уравнениями (8.А), а такая, какой она дается уравнением движения (Т6.3). Поэтому из двух формул зависимости инерции электрона от скорости, получаемых на основе уравнений (8.А) и (Т6.3) – соответственно (Т8.1) и (Т6.10), преимущество на право считаться адекватной реальности имеет последняя формула (с учетом того, что она представляет инерцию электрона без учета гравитационной части инерции). Замечу, что формула (Т6.10) при получении для нее величины исходной инерции по оговоренному там определению будет полностью совпадать с релятивистской формулой (Т8.1) в случае  $v \ll c$ .

Изложенных замечаний достаточно, чтобы усомниться в правильности релятивистского подхода к определению зависимости инерции от скорости.

### Тема 9

## АКСИОМЫ ПРИРОДЫ И НАУКИ

Об аксиомах природы и науки выше уже немало сказано, однако имеется потребность еще раз вернуться к ним в отведенной для этого теме. Во-первых, чтобы представить их вместе уже обобщенными и, во-вторых, чтобы поразмыслить над единством аксиом, идущим от всеобщего единства природы.

**Аксиомы природы.** Это, повторяю, – естественные правила, по которым существует и себя проявляет объективная природа. Правила познаны человеком в процессе эмпирического многовекового опыта путем синтеза знаний, они имеют еще и *совокупный* смысл. Анализируя совокупный смысл аксиом, можно яснее представить себе общий источник аксиоматических утверждений – единый объективный мир явлений и, таким образом, яснее увидеть путь к продолжению познания мира. Нет иного пути к новому познанию объективной реальности, кроме как через уже известные аксиомы природы и науки, когда в согласии с обоими делаются гипотезы и предположения, затем последние исследуются и проверяются на истинность, а в результате всего этого расширяются старые знания и появляются новые в виде новых аксиом.

*Аксиома природы I* – главная из таких отправных аксиом. Сформулированная Ньютоном для тела (Первый закон Ньютона), она гла-

сит: «*всякое тело продолжает удерживаться в своем состоянии покоя или равномерного и прямолинейного движения, пока и поскольку оно не понуждается приложенными силами изменить это состояние*». Чтобы начать анализировать, какое значение для физики и ее развития имеет данная Аксиома, представим себе сначала физический мир состоящим с одного тела, которое служит нам, заодно, и экспериментальным объектом, в связи с чем буду в дальнейшем его называть пробным телом. Такой мир является полноценным физическим миром в смысле возможности протекания в нем *первоначальных*, основывающих Аксиому природы 1. От реального мира он отличается лишь тем, что Аксиома природы 1 в нем выполняется абсолютно точно. А данное означает, что пробное тело в этом мире находится в следующих условиях и имеет такие свойства: оно, как часть мира, взаимодействует со второй частью, его (тело) окружающей, и вследствие симметрии окружения испытывает на себе скомпенсированное действие этой второй части мира (обоснование данной точки зрения – в теме 3); величина действия на тело зависит от *инерции* тела, проявляющейся в виде способности последнего сопротивляться изменению своего состояния движения; по инерции пробного тела можно увидеть, что бес-телесный физический мир является *однородным и изотропным* физическим миром (об этом бес-телесном мире можно говорить как о физическом пространстве).

А теперь представим себе, что физический мир состоит из двух тел – прежнего пробного и еще одного со значительно большей инерцией, чем у пробного и, разумеется, – с физического (бес-телесного) пространства. Пусть этим вторым телом будет планета Земля. С появлением второго тела ничего не изменилось в прежней картине *первоначальных*, лишь добавилось к общей картине взаимодействие между телами; иначе говоря, нарушилась пространственная симметрия взаимодействия пробного тела с его окружением и возникла необходимость в физике землян говорить о *поле* Земли и его учитывать. Однако Аксиома природы 1 от этого не утратила своего значения. Она по-прежнему является основным физическим знанием об инерции тела; и не только тела, а и об инерции электрического заряда – в этом важнейшее эвристическое значение аксиомы.

И в самом деле, из современных знаний об электромагнитных явлениях следует, что в отношении электрического заряда, например, свободного электрона, имеются все основания принять нечто подобное рассматриваемой аксиоме; с использованием терминологии Нью-

тона это «нечто подобное» можно оформить в виде следующего утверждения: *всякий свободный электрон продолжает удерживаться в своем состоянии покоя или равномерного и прямолинейного движения, пока и поскольку он не понуждается приложенными силами изменить это состояние.* Данное утверждение является эвристическим результатом, основанным в том числе и на Аксиоме природы 1; он (этот результат), как известно, подтверждается на опыте. Имея его, ясно, что Аксиому природы 1 (Первый закон Ньютона) необходимо обобщить, по крайней мере, и на объекты, несущие электрический заряд. Обобщение сводится к тому, как уже говорилось в теме 6, что в Первом законе Ньютона вместо слова «тело» следует писать слово «объект», а все остальные слова оставить прежними. Это и будет формулировкой обобщенной Аксиомы природы 1.

Итак, в чем главный смысл Аксиомы природы 1? Что она сообщает нам о мироустройстве?

Из нее с однозначностью следует, что объективный мир имеет тенденцию к *сохранению достигнутого*. Если бы когда-нибудь исчезли всякие силы, то достигнутые скорости движения с момента исчезновения сил начали бы сохраняться. Однако силы никогда не исчезнут, ибо они порождаются существованием мира: мир имеет тенденцию к сохранению достигнутого в каждом своем элементе, но он не может избегать «натыкания» своими элементами сам на себя (одних элементов на другие). «Натыкание» или, иначе, взаимодействие между элементами мира каждый раз меняет достигнутое. В результате, *всякое достигнутое есть лишь изначальное для последующего достигнутого* и этому нет конца; в этом – существование объективного мира, многообразие его проявлений.

*Аксиома природы 2* (Второй закон Ньютона) как бы продолжает развивать образ реальности, нарисованный Первой Аксиомой. И в самом деле, в Первой Аксиоме упоминается играющая весьма важную роль в природе сила, которую необходимо определять, говорится о соответствующем силе изменении состояния движения, которое также нужно определять.

Казалось бы, Аксиома природы 2, сформулированная Ньютоном для тела и гласящая, что *«изменение количества движения пропорционально приложенной движущей силе и происходит по направлению той прямой, по которой эта сила действует»*, – это всего лишь определение динамической силы через изменение количества движения, то есть



$$\vec{F} = \vec{Q}; \quad (\text{T9.1})$$

той силы, без которой нельзя представить себе Первую Аксиому. Причем определение (Т9.1) является абсолютно точным, пригодным для всех случаев и видов динамического взаимодействия в материальном мире. Ибо что еще может быть результатом воздействия на что-то материальное со стороны другого материального, как не соответствующее изменение прежнего состояния этого материального, находящегося под воздействием. А отсюда уже следует, что главная суть утверждения, именуемого Аксиомой природы 2, – не в количественном определении (Т9.1), а в чем-то более глубоком; в том, что этим утверждением как бы конкретизируется в физическом знании картина существования объективной реальности.

Объективная реальность по Второй Аксиоме – это материальный мир со взаимодействующими элементами и результатами взаимодействия, и ничего другого в реальной природе больше нет – таков главный вывод, который вытекает из утверждения, называемого Аксиомой природы 2. Именно возможность данного вывода делает это утверждение аксиомой природы, а не только определением динамической силы.

Ньютон сформулировал Вторую Аксиому без указания того, что объектом в ней является тело, как в Первой и Третьей Аксиомах, и на это имеется понятная причина. С точки зрения современных знаний, причина заключается в том, что тело (в общем случае – объект) не существует без собственного полевого окружения. Изменение количества движения, вызванное приложенной силой, нельзя, поэтому, связывать только с телом, необходимо определенную его часть относить на счет изменения в полевого окружении. А это означает, что даже в рамках механики тела нельзя Вторую Аксиому сводить к разговору только о теле, необходимо говорить о системе «тело – поле тела». Однако в то время, когда Ньютон формулировал эту Аксиому, физика еще не располагала знаниями о поле. Поэтому, лишь догадываясь о физическом окружении тела (близком бестелесном), которое не могло не взаимодействовать с телом, но практические знания о котором отсутствовали, разумнее было не говорить во Второй Аксиоме о теле, а придать ей абстрактный (чисто математический) смысл:

$\vec{F} = \vec{Q}$ . Это и сделано Ньютоном, благодаря чему его Вторая Аксиома является обобщенной на все явления.

**Аксиома природы 3** (Третий закон Ньютона) конкретизирует характер взаимодействия в материальном мире, утверждая, что «*действию всегда есть равное и противоположное противодействие...*». Это утверждение в высшей степени самоочевидно и вытекает из двух предыдущих аксиоматических утверждений. И в самом деле, если материальный мир всегда и везде локально характеризуется инерцией состояния, для изменения которого необходимо прикладывать силу, то приложенная сила всегда будет вызывать численно равную себе силу инерции, действующую в противоположном направлении. Иначе не может быть уже по самой сути происходящего. Важно только понимать, что речь в Третьей Аксиоме идет о моментальной ситуации в одной общей для двух сил точке. Не следует эту Аксиому понимать как такую, которая выполняется для точек, находящихся на расстоянии друг от друга, требуя в связи с таким пониманием дальнего действия. Это является неверным пониманием Третьей Аксиомы.

В передаче взаимодействия на расстояние Третья Аксиома реализуется следующим образом: в каждый данный момент каждая точка пространства, в котором протекает процесс распространения взаимодействия, характеризуется равенством сил действия и противодействия в точном соответствии с аксиомой. Это означает, что определенной динамической силе в каждой точке всегда соответствует строго определенное компенсирующее силу *ускорение* изменения состояния, являющееся для действия его зеркально отображенным противодействием, так что действие и противодействие всегда численно равны друг другу. Равенство действия и противодействия в случае меняющейся силы действия сохраняется, ибо ровно настолько, насколько меняется действие в точке, будет меняться там в тот же момент и противодействие. Именно такой получается картина взаимодействия в объективном мире, если ее трактовать с совокупной позиции трех аксиом – Первой, Второй и Третьей. Обобщение Третьей Аксиомы сводится к тому, что вместо слова «тело» необходимо употреблять слово «объект».

**Аксиомы природы 4 и 5** в обобщенном виде приведены в теме 6 и будут повторены в конце данной темы вместе с другими аксиомами. Они не в меньшей мере связаны с уже рассмотренными, чем те между собой, а все вместе взятые дают целостное достаточно полное представление о физическом мире.

И в самом деле, пусть в некотором пространстве имеются идеальные условия для выполнения Аксиомы природы 1. Это означает, что в

каком бы направлении объект не двигался и каких бы мест в каждом из направлений не достигал, он везде будет находиться в одних и тех же условиях своего равномерного и прямолинейного движения. А разве это не означает, что пространство для объекта и его движения является однородным и изотропным? Конечно же означает, правда, пока что только в чисто математическом смысле, без достаточных оснований на то, что выполняется Четвертая Аксиома. Но из Аксиомы природы 2 с учетом современных знаний о поле следует, что ускорение объекта – это изменение и количества движения, и инерции движения в системе «объект – поле объекта». При этом, как показывает опыт, с ускорением объекта в поле последнего возникают возмущения, которые распространяются на сколь угодно большие от объекта расстояния и в те места, где нет видимых объектов. А это уже свидетельствует о том, что пространство, в котором нет видимых объектов, но имеются полевые взаимодействия, является физическим пространством; оно-то и характеризуется однородностью и изотропностью, но теперь уже в физическом отношении, то есть в смысле Аксиомы природы 4.

Что больше всего подводит нас к мысли существования физического пространства? Очевидно, следующее обстоятельство: если ускорять объект, то возмущение возникает, а если ускорять систему координат, то никакого возмущения, связанного с объектом, не достичь. Это потому, что реально возмущение возникает только при ускорении объекта в *материальном субстрате*, который лучше всего называть физическим пространством и движение в котором является абсолютным<sup>15</sup>; физическое пространство – есть причина и инерции объекта, и зависимости инерции от абсолютной скорости последнего, а также аргумент того, что принцип относительности не выполняется.

В завершение отмечу, что Аксиома природы 5, дающая полное представление об инерции, самым тесным образом связана с Аксиомой природы 4, а через нее и с остальными аксиомами: каждая из аксиом дополняет, уточняет или развивает каждую из них, а все вместе дают достаточно законченный образ физического мира. Напомню только следующее (из главы 1): этот образ еще нужно переводить в образ объективного мира в смысле требований Аксиомы науки 2, о которой, как и о других аксиомах науки, речь пойдет ниже.

Другие аксиомы природы. Кроме уже рассмотренных и пронумерованных аксиом природы, в физике имеется еще много других аксиоматических утверждений такого же рода. К ним относятся: все за-

коны сохранения [энергии, импульса, массы вещества, электрического заряда (а с учетом развиваемых здесь идей – *исходной инерции* для массы и заряда)]; закон всемирного тяготения; законы взаимодействий объектов на расстоянии и т. д. Все они (рассмотренные выше, упомянутые в данном абзаце и неупомянутые здесь) имеют общую основу своего происхождения – объективный мир, а потому могут и должны истолковываться с единой позиции. Еще не до конца понятое их единство – могучий источник новых познаний.

**Заключение.** В заключение спрошу: так, что же такое аксиомы природы? И предложу свой вариант концентрированного ответа: это наши *изначальные* знания о явлениях природы, отвечающие на вопрос «Как существует природа?». Мы не знаем, например, *почему* объект движется в физическом пространстве без сопротивления, но мы знаем *как* он движется: если движение неускоренное, то оно будет вечным. Данный эмпирический факт, синтезированный из всего накопленного, проявляется и в том, что Земля уже сколько миллиардов лет вращается вокруг Солнца, что Вселенная достаточно устойчива. Итак, физика – это аксиомы природы и все остальное о природе: аксиомы природы – в основе физики, а все остальное – на основе аксиом (детально об этом – в ближайшем «Рассуждении»). Аксиомы природы, как *изначальные* в наших знаниях, говоря о себе, могут отвечать только на вопрос «*как?*», а каждое из всего остального в физике, основывающееся на аксиомах, должно давать столько знаний о своем образе, чтобы можно было иметь ответ и на вопрос «*почему?*». В этом критерий и полноты физики, и завершенности знаний о явлениях.

**Аксиомы науки.** Это объективированные правила, по которым (в дополнение к аксиомам природы) строится, излагается и развивается физическая наука<sup>16</sup>; объективированные в том смысле, что эти правила не зависят от человека, хотя формулируются человеком; они устанавливаются самой природой – ее существованием и проявлением, а человек лишь их открывает. Встречающееся мнение, что физическая наука могла бы развиваться и в другом направлении, не ставит под сомнение объективированность этих правил: какие бы направления не оказывались возможными, все они были бы подобными друг другу своей потребностью в аксиомах науки, которые формулировались бы на тех же основаниях, что и рассматриваемые.

**Аксиома науки 1** – это аксиома о принципиальной невозможности в физической науке описывать материальное с помощью материаль-

ного. Например, описывая движение, невозможно в выражении  $\dot{x}$  на месте величин  $dx$  и  $dt$  применять материальные стандарты, которые к тому же еще всегда находятся в постоянном неконтролируемом физическом изменении (тепловом, полевом, механическом и т.д.). Стандартами в науке должны быть математические величины, свободные от всякой физической подверженности к изменениям и являющиеся инструментом науки уже по самой своей математической сущности. Материальные же стандарты – удел определений с помощью практики, которая всегда будет лишь тем или иным приближением к научным определениям. Непонимание данного обстоятельства, как и непонимание отсюда того, что ньютоновы абсолютные пространство и время – это математические стандарты науки для научного описания объективной реальности, в том числе и физического пространства с его полевыми процессами, обернулось для физики появлением кризисной СТО.

*Аксиома науки 2* предельно ясна уже по самой своей формулировке, поэтому нет необходимости ее комментировать. Можно сказать лишь то, что в соответствии с ней абсолютно верная в математическом отношении квантовая механика является в физическом смысле незавершенной наукой.

*Аксиомы науки 3 и 4* (ньютоновы абсолютные пространство и время) достаточно полно проанализированы в теме 1. Здесь я приведу только простой обыденный пример, наглядно иллюстрирующий суть этих аксиом, по крайней мере первой из них.

Итак, представим себе горное озеро, в которое впадают бурные реки и вытекают из него в разные стороны многочисленные ручьи; в котором имеются еще и подземные каналы, приводящие ко всякого рода водоворотам; словом, в котором вода находится в постоянном сложном движении. Тем не менее, можно сказать, что лодка движется по озеру, что рыба плавает в озере, что, вообще говоря, движение осуществляется относительно озера. А сказав это, мы тем самым накладываем на озеро сетку математических координат  $x$ ,  $y$ ,  $z$  и все относим к этим координатам, в том числе (если нужно) и сложные движения воды в озере. Такой метод описания будет являться в полной мере научным методом, гарантирующим описание с *единой позиции* абсолютных математических координат всех движений – лодки по озеру, воды в озере и т. д., с возможностью объективной увязки каждого с каждым на основе отнесения их всех к этим абсолютным мате-

матическим координатам. Координаты  $x, y, z$  – это ньютоново абсолютное пространство, а озеро – вода с ее сложным движением – своеобразная аналогия физического пространства. (Напомню из уже изложенного ранее: процессы в физическом пространстве также описываются с помощью ньютонового абсолютного пространства  $x, y, z$ ).

Вот и все, что приведенным простым примером можно поведать о ньютоновом абсолютном пространстве (Аксиоме науки 3). Нечто подобное, но еще более интересное, несложно придумать и для иллюстрации сути Аксиомы науки 4 (ньютонового абсолютного времени). Однако, пусть это сделает для себя сам Читатель.

*Аксиома науки 5* вытекает непосредственно из Аксиомы природы 1 как ее прямая подсказка. И в самом деле, аксиоматический факт, что естественное движение объекта в свободном от тел и зарядов пространстве осуществляется по *прямой линии*, есть ничем иным, как важнейшей подсказкой, что геометрия пространства евклидова. Говоря о геометрии пространства, необходимо понимать, что говорится об аксиоматическом пространстве как *исходной арене для всех явлений*, а не о пространстве, которое характеризуется какими-нибудь полями в связи с тем, что в нем находится какой-нибудь источник полей (поля). Пространство в виде распределения полевого потенциала будет всего лишь возмущением в аксиоматическом пространстве, и тогда нужно говорить не о геометрии возмущенного пространства, а о конфигурации поля в аксиоматическом пространстве, помещая последнее с целью его описания в абсолютную систему координат  $K_0$  (в абсолютное пространство Ньютона).

Чтобы понять это важнейшее принципиальное различие между аксиоматическим пространством, как исходной физической реальностью, и пространством в виде полевого возмущения, созданного источником поля (полей) в аксиоматическом пространстве, необходимо проанализировать и то, и другое в сопоставлении их сущностей. Для этого рассмотрим два следующих простых мысленных примера.

Первый пример: в аксиоматическом пространстве, то есть в таком, напомню, которое определяется в соответствии с Аксиомой природы 4 и в котором идеально выполняется Аксиома природы 1, покоится свободный нейтрон; второй пример: в аксиоматическом пространстве покоится свободный протон. В первом примере вокруг нейтрона создано и существует стационарное гравитационное поле; во втором – также создано и существует силовое напряжение, но состоящее уже

из гравитационного и электрического полей, как независимых друг от друга силовых возмущений в аксиоматическом пространстве, вызванных присутствием там протона.

Исходя из реальности существования двух этих разных полей нейтрона и протона нельзя не спросить: будет ли правильно считать, что по геометрии силового поля можно судить о геометрии физического пространства, более того, вести научный разговор о том, что неевклидова геометрия естественнее евклидовой?

Теория относительности на данный вопрос отвечает утвердительно, посылаясь при этом на существование гравитационного поля. А как же тогда быть с существованием поля протона, в составе которого имеется не только гравитационное возмущение, а и электрическое? Как же быть с геометриями этих полей и по какой из них судить о геометрии пространства<sup>17</sup>?

Не требуется больших усилий ума, чтобы понять, исходя из приведенных фактов, что нельзя по геометрии силового поля какого бы там ни было объекта устанавливать геометрию физического пространства. Следовательно, нельзя этого делать и в рамках теории относительности. Тем более, что ни СТО, ни ОТО не опровергли Первую Аксиому природы, содержащую сведения о геометрии *исходного физического пространства*, а не гравитационного возмущения в нем, которое там не единственно. Геометрия исходного физического пространства по Первой Аксиоме является *евклидовой*.

## Тема 10

### ОБЪЕКТИВНАЯ РЕАЛЬНОСТЬ

Выше уже не раз употреблялось понятие «объективная реальность» при рассмотрении тех или иных явлений природы, когда о явлениях говорилось с упоминанием о их сущностных истоках. Что обозначается этим понятием и как к нему пришли в физике? Но важно сначала прояснить, что обозначается им не в физике, а в метафизике, иначе говоря, в философии, поскольку философия откровенно претендует на право излагать подобные понятия с назначением и для физики.

В философии, как известно, нет единства в понимании объективной реальности и никогда его не было. Достаточно обратиться к средневековой и более поздней философии, не затрагивая даже древней, чтобы это увидеть. Для иллюстрации сказанного приведу позиции

лишь двух наиболее известных философов в вопросе трактовки объективной реальности – Канта и Маха, а также высказывания физика Гейзенберга по этой проблеме, образующие его собственную философию.

И. Кант, говоря о вещах природы (то есть о том, что составляет предмет объективной реальности), говорил о них как о «вещах в себе» и о «вещах для нас». Последние не несут знаний о первых. По Канту, ни ощущения чувственности человека, ни понятия и суждения его рассудка не могут дать какого-нибудь достоверного знания о «вещах в себе». Они непознаваемы, хотя и реальны.

Э. Мах и такую реальность отвергал. В его философии реальными являются только ощущения, а субстанция (объективная реальность) связывается с тезисом о мнимости этого понятия. Мах считал, что мир есть «комплекс ощущений» с выделенными основными «элементами», которые чувственно даны и лежат в основе всего познания. Задачей науки по Маху является описание этих «ощущений», обязательно «экономное», предполагающее исключение из описания всякой объяснительной части.

В. Гейзенберг, не смотря на то (или, скорее, в силу того), что в квантовой механике он является автором известного принципа неопределенности и соавтором так называемой копенгагенской интерпретации этой механики, в своей философии настаивал на принятии совершенно «нового способа мышления», потребностью которого должен стать полный отказ от объективной реальности и причинности в физике (детальнее об этом в главе, в которой речь пойдет о квантовой механике).

Из этих кратких замечаний видно, что философия не в состоянии оказать физике нужную услугу – дать приемлемое (то есть адекватное) определение объективной реальности. Понятны и причины такой беспомощности философии: ее заключения в сфере данной проблемы есть продукт чистого ума того или иного индивидуума, а нужны для подобного заключения результаты синтеза эмпирических фактов. Для укрепления данной мысли предложу такого рода сравнение. Возьмем, к примеру, Аксиому природы 1. Она суть результат именно синтеза всех эмпирических фактов, которые к моменту формулирования ее были известны. Разве можно чистым умозаключением прийти к этой Аксиоме? Конечно же нет и потому хотя бы, что умозрительно невозможно понять, почему объекты, свободно движущиеся в *физическом* пространстве, не испытывают сопротивления своему движению и не теряют равномерной прямолинейной скорости. Это понятно только



Творцу, он один может ответить на вопрос, «почему» так происходит. А уму человека относительно аксиом надлежит лишь знать «как» происходит то или иное первоявление<sup>7</sup>, к чему он приходит на основе накопленных фактов и что может быть изменено (уточнено или расширено) только с увеличением массива фактов; с увеличением такового та или иная аксиома природы может стать частью более общей аксиомы и тогда знание в рамках «как?» происходит может углубиться до знания «почему?» так происходит. Определение «объективной реальности» – есть ни что иное, как формулирование при помощи синтеза эмпирических фактов главной аксиомы природы. Поэтому проблемой этого формулирования должна заниматься именно физика – наука о явлениях природы, а не философия, опирающаяся больше на чистый разум и видимую логику.

Из всех накопленных эмпирических данных о природе вытекает следующий *совокупный* результат-вывод.

Природа (по крайней мере неживая) – это неисчерпаемый в смысле элементов, качеств и свойств объект, с внутренними процессами и взаимодействиями, существующий независимо от того, наблюдают его или нет. При одинаковых условиях наблюдения этот объект является одинаковым для всех наблюдателей, проявляясь для каждого из них одними и теми же качествами и свойствами. Как и весь объект в целом с процессами и взаимодействиями, так и любая его часть со своими процессами и взаимодействиями существует во взаимосвязи в едином целом сама по себе, то есть *независимо от наблюдателя*, являясь в этом смысле объективной реальностью. Объективная реальность может быть познана наблюдателем (индивидом) как угодно полно и изображена в этом познании научными методами.

Данные факты есть ничем иным, как содержанием очередной аксиомы природы – назову ее Главной Аксиомой. Ее можно сформулировать следующим образом.

*Главная Аксиома природы. Природа вся целиком, или любой своей частью, с процессами и взаимодействиями существует сама по себе, независимо от наблюдателя и в таком своем существовании является объективной реальностью; объективная реальность может быть познана как угодно полно научными методами.*

*Рассуждение 3*  
**О ФИЗИКЕ И ФИЗИКАХ**  
 (продолжение рассуждения 2)

Из предыдущего «Рассуждения» можно вынести на старт данного следующий тезис: *физика – это наука о явлениях неживой природы; она становится наукой только тогда, когда в состоянии представлять явления природы в их истинном свете, то есть такими, какими они есть на самом деле.*

Вооружившись данным основополагающим определением физики, устанавливающим также и критерий ее научной истинности, можно снова порассуждать о принципе относительности, теперь уже о том на его примере, почему существует возможность иметь в науке неадекватное представление о реальности? А точнее, почему более двух столетий в основе физики находится рукотворный субъективированный принцип, который противоречит опытным фактам? Когда я говорю, что принцип относительности противоречит опытным фактам, то имею ввиду пока что только следующее противоречие, которое здесь, в повторе, кратко поясню на примере уже рассматривавшегося ранее движения электрона; в последующих главах будут даны и другие доказательства, что принцип относительности противоречит опытным фактам.

Итак, по принципу относительности явления движения электрона с определенной скоростью в инерциальных системах координат  $K_0$  и  $K$  (покоящейся и неускоренно движущейся в физическом пространстве) считаются совершенно одинаковыми. А это означает, что принципом относительности утверждается: все, что имеет место в системе  $K_0$  при движении там электрона со скоростью  $\vec{v}$ , имеет место и в системе  $K$  при движении там «своего» электрона с такой же скоростью  $\vec{v}$ . В реальности же, как уже неоднократно отмечалось выше, дело обстоит иначе, а именно так, что нельзя считать эти явления одинаковыми. В системе  $K_0$  движение электрона сопровождается появлением динамической добавки поля, зависящей от  $\vec{v}$  и проявляющейся в том, что инерция электрона (в действительности системы «электрон – физическое пространство») меняется с изменением скорости  $\vec{v}$ , а в системе  $K$  ничего такого не происходит; в первом случае подобную добавку содержит также и энергия движения физической сис-

темы, а во втором случае не содержит. Этим, в основном, и отличаются друг от друга явления движения электрона в инерциальных системах координат  $K_0$  и  $K$ .

Физика, как наука об истинных явлениях природы, должна быть такой, чтобы указанные различия в ней сполна отображались, то есть, чтобы она могла правильно ответить на фундаментальный, стоящий еще со времен Ньютона, вопрос: «Чем отличаются друг от друга системы координат  $K_0$  и  $K$ ?».

Ответы на вопрос, что же на самом деле происходит в упомянутых случаях движения электрона и чем, таким образом, отличаются друг от друга системы  $K_0$  и  $K$ , даются Аксиомами природы 1 – 5 (обобщенными). Следовательно, они в данном вопросе – и основа для физики, и сама физика. По отношению к ним принцип относительности – не больше, чем предположение, принятое человеком, которое, однако, не оправдалось, ибо не выдержало проверки на истинность, то есть оказалось неверным.

Неверное предположение, разумеется, несовместимо с реальностью, поэтому не является утверждением науки. А не являясь утверждением науки, оно не является утверждением физики, ибо физика – это наука о реальности. Тогда чем же является предположение, которое может быть и неверным и независимо от этого может считаться утверждением физики (хотя бы на некоторое время)?

С одной стороны, предположение как будто бы не должно иметь места в физике, ибо невозможно гарантировать, что его утверждения совпадут с реальностью, а с другой стороны творчество физиков невозможно без предположений и гипотез, среди которых неизбежно будут и неверные. Как же тогда быть?

Данный вопрос весьма интересен в гносеологическом плане, ибо ответ, мирящий друг с другом обе эти стороны, содержится там. Теория познания физики (а именно к познанию физики сводятся гносеологические проблемы в физике) в мировоззренческом смысле – составное звено в познании природы. Важные результаты познания физики – это *установление Аксиом науки* и выполнение на завершенных стадиях познания требований Аксиомы науки 2. Таким образом, теория познания физики – это и есть составная часть познания объективной реальности через определение объективированных приемов познания и установление истины на основе научных образов явлений.

Следует в связи с этим различать такие сферы физики в виде составных частей единого целостного процесса познания природы, как *аксиоматическая физика, прикладная физика и экспериментальная физика*, образующие, собственно, и физику, как науку, и творчество физиков в ней. Очень важно для правильной ориентации в названных сферах не забывать, что физика и творчество физиков – разные вещи. Физика – это достаточно завершенная наука о явлениях природы, система сформировавшихся истинных знаний о них, а творчество физиков – это еще только процесс познания природы.

**Об аксиоматической физике.** Аксиоматическая физика (АФ), которая является физикой-наукой в полном смысле последнего слова, представляет собой в достаточной мере завершенную систему научных знаний о фундаментальных первоначалах. С точки зрения АФ физическое знание – это объективно научное (то есть без гипотез и предположений) изложение фундаментальных закономерностей существования и развития природы, система таких знаний, для которых использованы чисто научные стандарты протяженности и длительности (глава 1). В аксиоматической физике нет места гипотезам и предположениям ибо она не выходит за рамки аксиом. Это уже устоявшаяся система объективных научных данных, однако такая, что, если использовать ее *верно*, способна подсказывать все новые и новые пути развития физического познания<sup>18</sup>. Данное очень важное свойство аксиоматической физики объясняется тем, что истинное содержание каждой аксиомы неисчерпаемо в сравнении с уже известным в ней и используемым в существующей физической науке, поэтому, изучая аксиомы и синтезируя их подсказки, можно достичь большего в познании, чем уже достигнуто. Возможность через синтез аксиом приходить ко все более полной картине объективной реальности объясняется единством и целостностью материального мира. Об этом можно сказать еще и так: если бы были до конца известны все аксиомы физики и удалось бы свести их в единую систему, то это был бы один полный рассказ о едином материальном мире; аксиомы – вырванные фрагменты из полного рассказа о нем.

**О прикладной физике.** С точки зрения прикладной физики (ПФ), ее сущности, физическая теория – это субъективированная научная теория о познании практической стороны явлений, использующая такой метод познания, в котором применяются *физические стандарты и инструменты*, ходя расчеты могут основываться на аксиомах. Но в большинстве случаев идеи и расчеты полностью или частично бази-

руются на предположениях и гипотезах, поэтому она и является субъективированной научной теорией. Гипотезы и предположения, которые так важны в теории прикладной физики, проходят здесь проверку на истинность и только после экзамена на истинность пополняют собой аксиоматическую физику в виде новых аксиом или расширенного толкования старых. Таким образом, исходя из только что изложенного относительно ПФ, можно сделать обобщающее заключение: ПФ – это субъективированная научная акция, имеющая своей главной целью организовывать (через саму себя, свое существование) творчество физиков в направлении углубления и расширения аксиоматической физики. Творческим инструментом служит математическая (иначе говоря, расчетно-аналитическая) система в физике, которая вместе с гипотезами и предположениями, обслуживаемыми этой системой или принятыми для ее же развития, составляет предмет субъективированной теории прикладной физики. Целью ПФ является также и получение практической пользы от физики, извлечение из нее тех сведений о явлениях природы, которые могут быть использованы в практической деятельности человека. Однако высшим смыслом физической науки все же является познание объективной реальности, приобретение и накопление знаний о ней в виде аксиом природы и науки. Успех в данном направлении способен преумножать и практический успех. Поэтому познание практических возможностей физики не должно быть самоцелью, как не должна быть физической наука и такой, в которой лишь созерцаются старые аксиомы и нет движения к новым.

**Об экспериментальной физике.** Если аксиоматическая физика – это система знаний с объективированным научным методом в своей основе, а прикладная физика – это большей частью математическая (расчетно-аналитическая) система в физике, часто использующая в качестве расчетных посылок субъективированные утверждения в виде гипотез и предложений, то экспериментальная физика – это система методов и приемов для проверки физических утверждений на достоверность, которая сама нередко является источником физического утверждения. Сумма полезных экспериментов – опыт – единственный надежный путь к достоверным знаниям. Только опыт приводит к истинному познанию, вооружает методом достоверного проникновения в суть вещей. Поэтому опыт есть и единый путь к познанию объективной реальности, и единство знаний и умений этот путь находить.

Подитоживая данное разделение физики на сферы предназначения, можно, прибегая к более обобщенному толкованию, рассматри-

вать физическую науку как образующую две стадии познания. Одна из них – это стадия аксиоматических знаний, а другая – стадия экспериментально-познавательного творчества. Более полно о них можно сказать так.

Стадия аксиоматических знаний – это наука об уже познанной объективной реальности, причем познанной и в смысле требований *Аксиомы науки 2*. Ценность данной части физической науки в том, что привнеся в познание фундаментальные знания в виде отдельных аксиом, она показывает, что последние еще и синтезируются в единую физическую картину. А из возможности синтеза аксиом следует, что природа едина в своем общем существовании, что ее законы пребывают в полной гармонии между собой, изучая которую, можно делать новые открытия. Итак, стадия аксиоматических знаний в физике – это свод устоявшихся знаний, идей и подсказок о том, какой является уже познанная объективная реальность и как двигаться далее в познании еще не познанного.

Стадия экспериментально-познавательного творчества в физике – это наука о еще познаваемой объективной реальности и о путях познания. Она питается наряду с собственными гипотезами и предположениями также идеями и подсказками из аксиоматической части физики, чтобы, пользуясь и тем и другим, пополнять аксиоматическую физику новыми результатами (разумеется, выверенными на соответствие реальности). В этом суть процесса познания, названного здесь экспериментально-познавательным творчеством в физике.

Читатель может спросить: а разве так важно знать, в чем различие между перечисленными сферами и стадиями? Разве существенно то, что такое различие вообще можно указать?

Ответы таковы: и важно, и существенно! Потому, что в этом различии – ценные мировоззренческие ориентиры для физики. Я детально поясню данную мысль в сопоставлении с теми разговорами на подобные темы, которые в свое время вели классики физики, такие как Зоммерфельд, Планк, Эйнштейн, Пуанкаре и другие.

А. Зоммерфельд в книге «Пути познания в физике» [17] в статье «Философия и физика после 1900 г.» (стр. 117), критикуя позитивизм Маха, говорит цитатой Планка: «...естествознание не может обойтись без некоторой дозы метафизики» (см. на стр. 121). Там же он сообщает, что Эйнштейн еще более категорично высказывался на сей счет, заявляя: «Вся физика есть метафизика»<sup>19</sup>. Разговоры подобного рода провоцировались позицией Маха, который не признавал «никаких

других источников познания, кроме ощущений». Вся наука, по Маху, сводится к корреляции ощущений, а целью корреляции является экономность описания. Например, объединение оптики и электродинамики – наглядный пример такой экономии описания. Маху противостояла точка зрения, согласно которой «смелые, выходящие за пределы опыта гипотезы [являющиеся, по Эйнштейну, метафизическими акциями] могут быть плодотворными» в физике. В качестве примера упоминается волновая механика Шредингера, «которая оперирует с совершенно ненаблюдаемой волновой функцией [метафизическим образом], но, между тем, является сегодня наиболее подходящим инструментом в руках физика-атомника» (там же).

Что означают такого рода рассуждения с точки зрения физика, который знает о перечисленных выше стадиях познания и рассматривает физику как науку, состоящую из сфер с различной степенью завершенности знания?

Относительно примера с ненаблюдаемой волновой функцией эти рассуждения свидетельствуют о том, что классиками не брался в расчет факт незавершенности механики Шредингера; незавершенности в том смысле, что уравнение Шредингера, создавшее своеобразный научный образ в виде «материализованной» функции вероятности, остается и поныне гипотезой с неясной реальностью и останется ею до тех пор, пока не будет установлена истинная реальность. А в общем смысле эти рассуждения означают, что физическая наука не рассматривалась классиками как такая, в которой перемежаются аксиоматические и гипотетические знания.

Только что упомянутые знания существенно отличаются друг от друга как масштабностью проработки проблем, так и глубиной проникновения в суть проработанного: первые – это результат синтеза многовекового научного опыта с достаточной глубиной проработки и с обобщением познанного, а вторые – это, в лучшем случае, удачные в науке догадки текущего момента, которые еще нужно *обобщать* и превращать в аксиомы. Поэтому лишь аксиоматические знания можно принимать за достаточные для выводов в познании, наподобие тех, которые делались классиками, а гипотетических знаний для этого явно недостаточно. Нужно раз и навсегда принять за самое строгое такое правило в физике: *кроме аксиоматических знаний, другие не могут служить основанием для того, чтобы делать предсказания, какой является объективная реальность в природе.* Этому правилу я посвя-

щаю данное «Рассуждение 3»; ради этого правила излагаемое рассуждение и предпринято.

Возвращаясь к упомянутым выше классикам, точнее – к эпизодическому упоминанию о их инициативе в сфере познания, можно в заключение этого упоминания сказать следующее уже под углом зрения только что сформулированного правила: и Мах, и его оппоненты, которые в анализируемых рассуждениях опирались в основном на модные гипотетические знания, – все они были безосновательными в своих рассуждениях и выводах на тему познания. Последствия их гипотетических позиций в познании можно тезисно охарактеризовать так: выстроенный по предложенному классиками рецепту образ объективной реальности как в СТО, так и в квантовой механике получился с метафизическими задатками какого-то мистического толка; ровно настолько, насколько ему свойственно нечто мистическое, он увел физическую науку от истинной реальности, провоцируя тем самым мировоззренческий кризис в физике.

А началось все это (по крайней мере то, что связано с СТО) с провозглашения в физике принципа относительности, точнее – с распространения его на электромагнитные явления, потребовавшего одинаковости (постоянства) скорости света<sup>20</sup> во всех инерциальных системах координат. Об этом распространении уже упоминалось выше, к нему я буду возвращаться еще не раз, чтобы рассмотреть принцип относительности в области электромагнитных явлений со всех позиций и как можно шире аргументировать вывод об ошибочности этого распространения. Сейчас перехожу к анализу истоков принципа относительности – указаний Пуанкаре об этом рукотворном принципе-феномене.

В современных энциклопедических словарях, например в том, на который я ниже сошлюсь, значится, что принцип относительности «впервые высказан А. Пуанкаре в 1895», а «окончательно сформулирован А. Эйнштейном в 1905» году [18]. Р. Фейнман, напомним, первенство провозглашения этого принципа приписывал Ньютону, что явно неверно (Т4). А в действительности же дело обстояло так (или примерно так): в математических разработках Ж. Л. Лагранжа, посвященных механике, вместо ньютонового выражения силы

$$\vec{F} = \vec{Q} \quad (\text{P3.1})$$

использовалось



$$\vec{F} = M\vec{v}, \quad (\text{P3.2})$$

где  $M$  – константа. Это автоматически приводит к принципу относительности в механике, существенно упрощающему способ описания движения. Возможно, Пуанкаре был первым, кто на эту простоту обратил свое внимание, как на правило с подкупающей привлекательностью, и проникся идеей, что такое красивое правило не может быть ограничено только механикой, оно должно иметь место и в других областях физики. Так или иначе, а именно он (Пуанкаре) в указанный выше период был наиболее активным пропагандистом и защитником принципа относительности, защищая его и с позиции новой ситуации. А новая ситуация возникла в связи со следующими обстоятельствами.

В 1901 году было впервые экспериментально обнаружено с проведением определенных расчетов (работы Кауфмана, Абрагама), что инерция электрона зависит от его скорости. Пуанкаре в этом увидел крушение механики Ньютона и подтверждение новой механики, выводимой из обобщенного принципа относительности, который требует постоянства и предельности скорости света. По поводу всего этого он писал:

«Вряд ли вы найдете другую теорию, которая казалась бы менее подверженной разрушительной силе времени, чем механика Ньютона; она представлялась неколебимым монументом. И вот в настоящее время, если нельзя еще сказать, что монумент повержен на землю – это было бы преждевременно, – то во всяком случае он сильно пострадал под ударами великих разрушителей. Один из них, Макс Абрагам, находится среди вас, другой – голландский физик Лоренц. Я хотел бы сказать вам несколько слов о развалинах старого здания и о новой постройке, которую хотят воздвигнуть на его месте.

Прежде всего можно задать вопрос: что характеризует старую механику? Старую механику характеризует следующий простой факт: я беру тело, находящееся в покое, и сообщаю ему импульс, другими словами, прилагаю к нему в течение определенного промежутка времени определенную силу. Тело приходит в движение и приобретает некоторую скорость; когда эта скорость достигнута, прилагаем снова ту же силу в течение такого же времени – скорость удвоится; если мы будем повторять это, то скорость утроится после того, как мы сообщим телу такой же импульс в третий раз. Если мы будем производить подобное действие достаточно большое число раз, то тело в конце

концов приобретет весьма большую скорость, которая может превзойти всякий предел, тело может получить бесконечную скорость.

В новой механике, наоборот, предполагают, что телу, выведенному из равновесия, невозможно сообщить скорость, превосходящую скорость света. Что же при этом происходит? Я буду рассматривать то же самое тело, находящееся в покое, и сообщу ему первый импульс той же величины, что и в предыдущем случае; тело получит ту же скорость. Сообщим второй раз ему тот же импульс, скорость еще увеличится, но не удвоится; третий импульс произведет подобное же действие; скорость будет увеличиваться, но все менее и менее, тело оказывает все большее и большее сопротивление. Это сопротивление изменению движения, или инерцию, обычно называют массой тела. Таким образом, в новой механике все происходит так, как будто масса тела не остается постоянной, а возрастает вместе со скоростью» [19, с.644–645].

Итак, в первой части своего высказывания Пуанкаре заявляет, что механика Ньютона неспособна объяснить явление зависимости инерции от скорости, обнаруженное в опытах Кауфмана. Почему он так думал, не составляет труда догадаться: потому, что воспринимал механику Ньютона через формулу (P3.2), а не (P3.1); иначе говоря, рассматривал в качестве основного уравнения механики уравнение вида (P3.2), где  $M$  – константа, а не (P3.1), в котором  $M$  входит в  $\bar{Q}$  и как-то меняется вместе с изменением  $\bar{Q}$ . Так многие физики тогда поступали и Пуанкаре вместе с ними. Конечно, для Пуанкаре, который, судя по его выступлениям того времени, очень активно обсуждал состояние механики, в которой она оказалась по неведомой почему-то для всех причине отхода от Ньютона, мог скорее других догадаться о необходимости возврата к истинно ньютоновому выражению уравнения движения. Тем более, что фактор поля, в то время ставший уже неоспоримым, указывал именно на такой путь. Однако Пуанкаре не увидел этого пути, а настаивал на развитии принципа относительности, родившегося в недрах посленьютоновой формализованной механики, упростившей ньютоново уравнение движения тела до вида (P3.2).

А что включает в себе истинно ньютонова механика в смысле возможности объяснить явление зависимости инерции от скорости?

Главное состоит в том, что Второй закон Ньютона строго требует такого своего математического выражения, в котором *приложенной*

*движущей силе ставится в соответствие изменение не скорости, а количества движения; то есть, этот закон требует в точности выражения вида (P3.1), а не упрощенной формулы (P3.2), способной приводить к искусственной ситуации, получившей название принципа относительности. По Ньютону, говоря языком современной физики, изменение количества движения включает в себя изменение не только импульса тела, а и поля тела. Сие ясно следует из ньютоновых определений центростремительной силы, три из которых с пояснениями и комментарием переводчика «Начал» ниже приводятся с целью иллюстрации Читателю этого важнейшего указания Ньютона, что существуют полевые силы. Итак, в «Началах» мы находим следующие соображения Ньютона на этот счет:*

*«В центростремительной силе различаются три рода величин: абсолютная, ускорительная и движущая.*

#### **Определение VI**

*Абсолютная величина центростремительной силы есть мера большей или меньшей мощности самого источника ее распространения из центра в окружающее пространство.*

Так, магнитная сила, в зависимости от величины магнита или степени намагничивания, может быть в одном магните больше, в другом меньше.

#### **Определение VII**

*Ускорительная величина центростремительной силы есть мера, пропорциональная той скорости, которую она производит в течение данного времени.*

Так, действие того же магнита более сильно на близком расстоянии, слабее – на дальнем, или сила тяжести больше в долинах, слабее на вершинах высоких гор...; в равных же расстояниях она везде одна и та же, ибо, при отсутствии сопротивления воздуха, все падающие тела (большие или малые, тяжелые или легкие) ускоряются ею одинаково.

#### **Определение VIII**

*Движущая величина центростремительной силы есть мера, пропорциональная количеству движения, которое ею производится в течение данного времени» [4, с.27–28].*

Чтобы со всей полнотой передать учение Ньютона об абсолютной ускорительной силе, а главное – изложить подтекст его идей, что количество движения от ускорительной силы, всегда состоит не только с импульса тела, а и с изменения в физическом окружении тела, при-

шло бы процитировать и прокомментировать всю первую книгу «Начал», что заняло бы много места. Поэтому приведу лишь небольшой комментарий авторитетного знатока «Начал» Ньютона – переводчика, редактора перевода и комментатора этого сочинения А. Н. Крылова на счет того, что силы со стороны окружающего пространства (силы поля) Ньютоном подразумевались и исследовались в виде центростремительных сил, и не только их. По поводу всего этого Крылов справедливо замечает:

«Вся первая книга «Начал» занята почти исключительно учением о центростремительных силах и их действиях. При этом всегда Ньютон рассматривает лишь «ускорительную силу» в данном месте. При теперешней терминологии можно сказать, что в первой книге им исследуются «силы поля», и то, что он называет «ускорительная сила», теперь называется «напряжение поля» в данном месте» (там же, сноска 9; цифрой «9» Крылов обозначил в Определении VII заглавное слово «Ускорительная» для данного пояснения).

Итак, уже по Ньютону, а тем более, при наличии еще дополнительных знаний, которые имелись на момент, когда Пуанкаре делал эти приведенные выше свои высказывания, не составляло большого труда увидеть, что количество движения, производимое приложенной к телу силой, состоит не только из количества движения собственно тела, а еще из количества движения поля тела. Пусть силой  $\vec{F}$  телу с исходной инерцией  $M_0$  сообщена скорость  $\vec{v}$ . Тогда количество движения, производимое этой силой, выразится как

$$\vec{Q} = M_0 \vec{v} + \eta \vec{s}, \quad (P3.3)$$

где  $\eta$  – инерция возмущения поля, зависящая от  $\vec{v}$ , а  $\vec{s}$  – скорость распространения возмущения. Обращаясь к соответствующему математическому выражению Второго закона движения – к формуле (P3.1) [а не к (P3.2)!] и рассматривая  $\vec{Q}$  в виде суммы (P3.3), имеем:

$$\vec{F} = M_0 \frac{d\vec{v}}{dt} + \vec{s} \frac{d\eta}{dt}. \quad (P3.4)$$

Видно, что приложенной силой ускоряется не только тело, а и динамические процессы в поле тела. Если после того, как силой  $\vec{F}$  телу сообщена скорость  $\vec{v}$ , к нему снова приложить такую же силу в течение такого же времени, то суммарная скорость тела не будет удвоена, поскольку возрастет инерция поля и часть силы будет потрачена на

преодоление возросшей инерции. Упомянутая часть силы выражается вторым слагаемыми в правой части уравнения (Р3.4), которое меняются с изменением  $\vec{v}$ . Физически это означает, что процесс, описываемый этим слагаемым, с возрастанием  $\vec{v}$  оттягивают на себя все большую и большую часть силы. Получается так, «как будто масса тела не остается постоянной, а возрастает вместе со скоростью», как и говорил Пуанкаре, только он этот разговор видел возможным с позиции новой механики, а его можно вести и с позиции ньютоновой механики, причем значительно успешнее.

Нельзя не обратить внимание на то, что Пуанкаре в своем пояснении новой механики без всякой оглядки на возможную неточность объяснял зависимость инерции электрона от скорости на примере тела и выносил приговор механике тела по результатам опытов Кауфмана с электронами. Из этого следует, что он, как и за ним Эйнштейн и как теперь современная физика, отождествлял инерцию тела и электрически заряженного объекта, рассматривая инерцию как свойство единственно массы. Выше уже говорилось, что это является досадной затянувшейся ошибкой в физике. В случае электрически заряженного объекта, например электрона в опытах Кауфмана, вклад в инерцию движения вносит также и заряд электрона, причем несравненно больший, чем масса, поэтому для подобных опытов вместо (Р3.4) необходимо брать в расчет уравнение типа (Т6.13); в сравнении с (Т6.13) упоминаемая Пуанкаре новая механика, в которой угадывается релятивистская теория, является явно недостаточной, а в мировоззренческом смысле – ошибочной.

Итак, из только что сделанного анализа следует вывод: имели место своеобразные вмешательства в учение Ньютона о движении, которые привели к искаженным представлениям о движении. Какие это вмешательства и к чему конкретно они привели – подведу краткий итог ответов на подобные вопросы, которые, вообще говоря, так или иначе уже ставились ранее и обсуждались.

Вмешательства с последствиями можно указать два. Первое – это то, что ньютоново уравнение движения было незаметно, как-то исподволь, без осознания происшедшего изменено: вместо (Р3.1) уравнением движения стало называться упрощенное неадекватное соотношение (Р3.2). Второе относится к тому факту, когда в результате первого вмешательства уравнение движения оказалось без полевой части и стало непригодным для учета зависимости инерции от скорости, оно

не было восстановлено в прежнем виде, а подвергнуто дальнейшему изменению при помощи преобразований Лоренца под видом изменения ньютонового уравнения.

Суть этих новшеств в сопоставлении с истинно ньютоновой трактовкой явления движения выглядит, напомним, так: согласно Ньютону, приложенная к телу сила вызывает изменение количества движения, а согласно постньютоновой точке зрения – изменение только скорости; в ньютоновой трактовке с учетом того факта, что тело является источником сил, действующих на расстоянии и всегда попарно (порождает поле сил, взаимодействующих и с источником поля), изменение количества движения сопровождается соответствующим изменением и в поле сил, а в постньютоновой трактовке все упрощено до изменения только скорости тела в произвольно выбранной инерциальной системе координат. Именно так, в соответствии с этой постньютоновой трактовкой, выглядит явление движения, представленное с помощью уравнений (8.А) и (8.Б) или (11) и (12), которые анализировались в теме 8.

Если еще более популярно (что является целью рассуждений в данной книге) передать смысл происшедшего с ньютоновым уравнением движения в течение периода от Ньютона до теперешней физики, то получится следующий рассказ.

Ньютоново уравнение движения менялось дважды, первый раз неумышленно, а второй раз в силу того, что было искажено первым изменением. По прошествии определенного времени, когда появились новые опытные результаты, в частности, когда были получены убедительные данные, что инерция объекта зависит от его скорости, искаженное упомянутым изменением уравнение движения стало требовать соответствующей подправки, а фактически – возврата к своему первоначальному виду. Но поскольку физики так и не смогли понять, что возможность объяснения упомянутой зависимости кроется в возврате к истинно ньютоновому уравнению движения – не смогли понять, ибо ясно не осознавали, что пользуются искаженным уравнением, – они стали искать объяснение вне ньютонового учения, не забывая при этом критиковать последнее за якобы присущую ему неполноту. На волне критики Ньютона был открыт путь к *новому «решению»* того, что по-настоящему было решено Ньютоном, но искажено его толкователями; новое «решение» привело к релятивизму в физике. Нельзя не отметить в подобном рассказе, что решение Ньютона основывалось на аксиомах природы и науки, а потому было истинным; новое же «ре-

шение» опирается на гипотезы и предположения, среди которых центральной гипотезой является мысль о всеобщей справедливости так называемого принципа относительности. Не свойственный даже механике, но там еще терпимый, этот принцип стал подгоняться под электромагнитные явления, где он уже явно нетерпим, тем не менее внедрялся (математически), ибо то обстоятельство, что здесь он уже совсем нетерпим физически, не было понятно новаторам. Так началась новая эра в представлениях о движении – эра абсолютного релятивизма в физике. Однако по отношению к релятивистскому решению встал фундаментальный вопрос (правда, пока что не в обыденном смысле, а только в недрах аксиоматической физики): какое пространство относительно, физическое или математическое? Если физическое, то почему его нельзя рассматривать в математическом ньютоновом пространстве как физическое явление<sup>21</sup>? Если же математическое, то такая физическая схема была бы субъективно-мистической и здесь уже нечего больше сказать.

Конкретно о принципе относительности Пуанкаре говорил в обычном, теперь уже хорошо известном, смысле, тем не менее, я приведу его высказывания хотя бы для того, чтобы Читатель услышал об этом принципе из первых, так сказать, рук (как уже упоминалось выше, со ссылкой на современный энциклопедический словарь, этот принцип «впервые высказан А. Пуанкаре в 1895» году). Здесь можно привести следующее рассуждение Пуанкаре, поясняющее суть принципа относительности:

«Предположим, что какой-нибудь наблюдатель перемещается с постоянной скоростью вправо; в его глазах все происходит так, как будто бы он остается в покое, а окружающие его предметы перемещаются влево. Нет никакой возможности узнать, перемещаются ли на самом деле предметы, или же движется сам наблюдатель» [19, с.646].

Конечно же Пуанкаре грешит против истины, разумеется, не умышленно, а того не ведая. Факты, которые дают право говорить об этом, как о грехе, являются такими.

Наблюдатель, движущийся вправо – это, стало быть, система отсчета (свяжем с ним систему координат  $K$ ), а предметы, им наблюдаемые – это объекты исследования (с ними свяжем систему координат  $K_0$  и пусть они вместе с  $K_0$  на самом деле покоятся в физическом пространстве). В том случае, когда объекты исследования покоятся в физическом пространстве, в последнем существуют только ста-

тические поля объектов. А если бы объекты двигались в физическом пространстве (равномерно и прямолинейно), то это означало бы, что они когда-то были ускорены до их теперешних скоростей, и что при ускорениях возникали возмущения (динамические поля как добавки к статическим), которые хотя и рассеялись, однако все же существовали в первоначальных импульсах и существуют в рассеянных состояниях. В момент возникновения возмущений их можно было наблюдать напрямую, а когда рассеялись, то проявляются в том, что инерции объектов стали бóльшими.

Чтобы показать имеющиеся различия с помощью количественных выражений, предположим, что наблюдатель (система координат  $K$ ) движется в физическом пространстве со скоростью  $-\vec{v}$ , а объектом наблюдения является тело массы  $M_0$ , покоящееся в этом пространстве (в системе координат  $K_0$ ). Тогда в системе координат  $K$  явление движения тела характеризуется следующими количественными выражениями:

$$\vec{v}, M_0\vec{v}, M_0\vec{v}; \quad (\text{P3.5})$$

последнее относится к предыстории рассматриваемого инерциального движения и имеет условный смысл; условный потому, что фактического ускорения тела не было (ускорялась когда-то система координат  $K$ ), однако это условное выражение ценно тем, что исходя из него, можно получить выражение энергии движения тела в системе  $K$ , которое в точности соответствует реальной кинетической энергии.

Если бы тело двигалось в физическом пространстве (в системе  $K_0$ ), то явление движения тела характеризовалось бы следующими выражениями:

$$\vec{v}, M_0\vec{v} + \eta\vec{s}, M_0\vec{v} + \eta\vec{s}. \quad (\text{P3.6})$$

Как и в первом случае, последнее выражение относится к предыстории инерциального движения тела – к тому времени, когда тело ускорилось в физическом пространстве, однако последствия ускорения реальны и теперь, они проявляются измененной инерцией тела (точнее, изменением инерции системы «тело – физическое пространство»).

Нет необходимости говорить, что (P3.5) и (P3.6) различны по виду – это очевидный факт. Следовательно, различны по своему содержанию и те явления, которые представлены этими выражениями. Это



различие проявляется в том, что инерции и энергии движения бóльшие в случае, когда движутся исследуемые объекты при покоящемся наблюдателе, нежели когда движется наблюдатель при покоящихся исследуемых объектах. А Пуанкаре говорит, что «нет никакой возможности узнать, перемещаются ли на самом деле предметы, или же движется сам наблюдатель».

Общий вывод из всего этого таков: если бы не было своеобразного пренебрежения аксиомами в угоду гипотез, то не было бы и этого досадного отхода от Ньютона. Однако отход состоялся, выразившись в отрицании абсолютного движения и установлении *субъективированной относительности* (в противовес отрицаемому абсолютному состоянию). Воистину каждое время стремится иметь своих пророков, и то время, с которым исторически связывается появление в физике релятивистских воззрений – не исключение. Его отличительная особенность лишь в том, что оно пожелало получить пророков именно в физической науке для утверждения в ней этих релятивистских воззрений, весьма необычных для физики, ибо релятивистские воззрения лишены физических образов: та или иная субъективированная относительность в рамках упомянутых релятивистских воззрений – это не физический образ какой-либо объективной реальности, а всего только индивидуализированная математическая конструкция, связывающая друг с другом инерциальные наблюдатели; она может быть принята в физике только на веру, коль скоро не имеет под собой физического содержания, чтобы быть доказанной на опыте. Вот потому-то и понадобились пророки в физике, чтобы такого рода веру там вселять. И нужно сказать, что успехи в этом необычном деле немалые: преобразования Лоренца, как выразитель субъективированной относительности, стали феноменом в физике, хотя и не имеют физического смысла и ненаблюдаемы [1, с.101]. Теперь остается только одно: найти волю побороть веру в завораживающую субъективированную относительность и начать анализировать факты. Это неизбежно приведет к потребности возврата к ньютоновым воззрениям на пространство, время и движение.

## РЕЗЮМЕ ГЛАВЫ 2

Инерция многофакторная, она характеризуется столькими факторами, сколько у вещественного объекта силовых полей в физическом пространстве. Это самый главный вывод главы 2. Математическое выражение данного вывода таково:

$$\vec{f}_a = I_0 \frac{d\vec{v}}{dt} + \vec{c} \frac{di_1}{dt} + \vec{s} \frac{di_2}{dt} + \dots = -\vec{f}_i,$$

где  $I_0$  – исходная инерция вещественного объекта, состоящая из исходных электромагнитной, гравитационной и т. д. инерций, приведенных к единой размерности,  $\vec{v}$  – абсолютная скорость объекта,  $i_1, i_2, \dots$  – инерции соответственно электромагнитного, гравитационного и т. д. возмущений с теми же размерностями,  $\vec{c}, \vec{s}, \dots$  – скорости распространения этих возмущений в физическом пространстве (в системе координат  $K_0$ ).

Из представленного выше уравнения следует, что принцип относительности не выполняется в природе, так как в случае движения объекта со скоростью  $\vec{v}$  в инерциальной системе координат  $K$ , которая сама движется относительно  $K_0$  со скоростью  $-\vec{v}$ , все члены в средней части уравнения, кроме первого, были бы равны нулю, а при движении объекта с указанной скоростью в системе  $K_0$  они отличны от нуля.

Хотя данный факт является самодостаточным для вывода о несостоятельности принцип относительности, тем не менее, вывод, основанный на этом факте, можно рассматривать как предварительный в электродинамике. Ибо окончательным доказательством несостоятельности принципа относительности в этой области станет прямое опытное доказательство (основанное на совокупном результате опытов), что не выполняется в природе постулат о постоянстве скорости света. А если не выполняется этот постулат, то не выполняется в области электромагнитных явлений и принцип относительности.

Многофакторность инерции материи требует, чтобы были обобщены некоторые аксиомы природы и науки, уточнены некоторые определения. Необходимые обобщения и уточнения уже выполнены и все новые формулировки приводятся ниже.

## АКСИОМЫ ПРИРОДЫ И НАУКИ

Итак, современной физике, вообще говоря, известны следующие аксиомы природы и науки, хотя некоторые из аксиом природы и все аксиомы науки еще не презентованы в физике как аксиомы, и потому присутствуют в ней без статуса таковых (на нелегальном, так сказать, положении).

### Аксиома природы 1 (обобщенный Первый закон Ньютона)

*Всякий вещественный объект продолжает удерживаться в своем состоянии покоя или равномерного и прямолинейного движения, пока и поскольку он не понуждается приложенными силами изменить это состояние.*

### Аксиома природы 2 (Второй закон Ньютона)

*Изменение количества движения пропорционально приложенной движущей силе и происходит по направлению той прямой, по которой эта сила действует.*

### Аксиома природы 3 (обобщенный Третий закон Ньютона)

*Действию всегда есть равное и противоположное противодействие, иначе – взаимодействия двух вещественных объектов друг на друга между собой равны и направлены в противоположные стороны.*

### Аксиома природы 4 (обобщенная)

*Физическое пространство, свободное от вещественных объектов, вносящих в его структуру неоднородности в виде полей и их источников, является по своим свойствам, проявляющимся через взаимодействие с пробным объектом, однородным и изотропным пространством.*

### Аксиома природы 5 (обобщенная)

*Инерция вещественного объекта, которая на самом деле является инерцией системы «объект – физическое пространство», но определяется посредством силы, приложенной к объекту, и потому ка-*

*жется инерцией объекта, будет тем бóльшей, чем бóльшая скорость объекта в физическом пространстве и чем шире его способность создавать различные поля в этом пространстве, взаимодействуя с каждым из них (проявляя многофакторность во взаимодействии с физическим пространством).*

### **Главная Аксиома природы**

*Природа вся целиком, или любой своей частью, с процессами и взаимодействиями существует сама по себе, независимо от наблюдателя и в таком своем существовании является объективной реальностью; объективная реальность может быть познана как угодно полно научными методами.*

### **Аксиома науки 1**

*Нельзя в науке описывать (определять) материальное с помощью материального ибо это равносильно тому, что что-то определяется с помощью неопределенного; научное определение (описание) возможно только на основе математических (количественных) инструментов, лишенных физических свойств.*

### **Аксиома науки 2**

*Необходимо различать объект научный и объект реальный, которые не всегда одинаковы по образу, но первый всегда создается с целью определения образа второго и в этом смысл науки; научное представление о реальном мире является тогда завершенным, когда оно с помощью своих объектов и научных образов явлений способно давать полные адекватные представления о реальных объектах и явлениях, умея отличать первые от вторых, выводить одни из других.*

### **Аксиома науки 3**

#### **(ньютоново абсолютное пространство)**

*Абсолютное, истинное, математическое пространство по самой своей сущности безотносительно к чему бы то ни было внешнему, остается всегда одинаковым и неподвижным, называясь иначе протяженностью.*

#### **Аксиома науки 4** **(ньютоново абсолютное время)**

*Абсолютное, истинное, математическое время само по себе и по своей сущности, без всякого отношения к чему-либо внешнему «протекает» равномерно и иначе называется длительностью.*

#### **Аксиома науки 5**

*Прямая линия является физически выделенной линией, требующей, чтобы в основе науки о физическом пространстве находилась евклидова геометрия.*

### **ОПРЕДЕЛЕНИЯ**

Ниже даются определения тех понятий, которые претерпели изменения в связи с развиваемыми в данной книге представлениями. Вместе с уточнениями определений сделаны также дополнительные пояснения и к аксиоматическому понятию «физическое пространство», которому отводится одна из центральных ролей в данной книге, заключающаяся хотя бы в том, что с помощью физического пространства стало возможным иметь более полные представления об инерции, полях и взаимодействиях в материальном мире; упомянутые дополнительные пояснения оформлены в виде определения физического пространства, с формулирования которого и начну (нумерация определений не означает расстановки их по значимости; она применена лишь для удобства при возможных обращениях к этим определениям в последующем).

#### **Определение 1**

*Физическое пространство – это материальный континуум, структурированный таким образом, что для всех явлений, в нем протекающих и тем самым его проявляющих, физическое пространство по этому проявлению является однородным и изотропным; если когда-либо, при получении более совершенного средства проникновения в сущность вещей, найдется хотя бы одно явление, которое выявит структуру физического пространства в том обычном смысле, что проявится его структурная неоднородность и неизотропность, то физическим пространством станет еще более глубинный и тонкий материальный континуум, тот, который и при наличии этого средства проникновения будет однородным и изотропным.*

### Определение 2

*Количество движения есть мера такового, устанавливаемая пропорционально инерции и скорости.*

### Определение 3

*Инерция – это свойство системы «объект – физическое пространство» сопротивляться изменению своего естественного состояния, проявляющееся в виде сопротивления вещественного объекта изменению его состояния покоя или равномерного прямолинейного движения; мерой инерции является сила сопротивления.*

### Определение 4

*Инерция материи – многофакторная; в общем случае она характеризуется столькими факторами, сколько в природе видов физических полей и соответствующих полевых взаимодействий с веществом.*

### Определение 5

*Инерция и ее изменения имеют абсолютный смысл; инерция возрастает или убывает с увеличением или уменьшением абсолютной скорости вещественного объекта в результате приложенной силы, а после снятия силы сохраняется в своем измененном состоянии вместе с неускоренным абсолютным движением объекта.*

### Определение 6

*Исходная инерция вещественного объекта – это его инерция в состоянии абсолютного покоя, которая может быть измерена при переходе объекта в состояние абсолютного движения; ее измерение будет тем точнее, чем при меньшем стартовом ускорении она измеряется.*

### Определение 7

*Поле инерции вещественного объекта – это поле определенной физической величины «инерция», изменяющейся с изменением абсолютной скорости объекта через изменение величины динамической части силового поля (полей) системы «объект – физическое пространство» и в своем изменении образующей набор всевозможных величин инерции системы (поле).*

### **Определение 8**

*Потенциал поля инерции вещественного объекта – это характеристика инерции динамической части силового поля (полей) системы «объект – физическое пространство», поставленная в зависимость от абсолютной скорости объекта.*

### **Определение 9**

*Сила инерции – это мера внешнего проявления взаимодействия вещественного объекта и физического пространства, определяемая абсолютными изменениями количеств движения объекта и поля (полей) объекта, вызванными приложенной к объекту внешней силой.*

И, наконец, нельзя не привести нового определения массы, обоснованного в теме 3, чтобы завершить представление всех тех определений, которые претерпели изменения. Новое определение массы таково:

### **Определение 10**

*Масса тела – это мера его инерции, состоящей из инерции собственно тела (исходной инерции) и инерции динамической части гравитационного поля тела, вместе воспринимающихся как инерция тела; первая является постоянной, а вторая – переменной величиной, меняющейся с изменением абсолютной скорости тела; исходная инерция тела равна его тяжелой массе.*

### ГЛАВА 3

## ИНТЕРФЕРЕНЦИОННЫЕ ОПЫТЫ ПЕРВОГО И ВТОРОГО ПОРЯДКА

В истории физики, наверное, нет других таких опытов, результаты которых по значимости радикальных последствий в науке могли бы сравниться с результатом интерференционного опыта Майкельсона. Не смотря на то, что он является опытом второго порядка и что имеются интерференционные опыты первого порядка, с бóльшим правом претендующие на роль опыта для установления характера относительной скорости света, тем не менее, считается, по сложившейся уже традиции, что именно опыт Майкельсона дает правильный ответ на вопрос, какой есть на самом деле относительная скорость света. Учитывая эту сложившуюся традицию, здесь будет сначала изложен и проанализирован опыт Майкельсона, а затем уже опыты первого порядка – Саньяка и Майкельсона–Гэйла. Цель рассмотрения всех этих опытов – познакомить Читателя с *физическим* содержанием и *истинной сутью* каждого из них; с тем, в чем физический смысл и резон того или другого из названных опытов, чтобы позднее изложить *их совокупный результат*. Именно совокупный результат опытов Майкельсона, Саньяка и Майкельсона–Гэйла явится в данной книге первым *прямым опытным результатом*, показывающим, что постулат о постоянстве скорости света неверен и, следовательно, что СТО уже в исходном пункте не соответствует реальным фактам.

Но предварительно попробуем представить себе ситуацию в физике, какой она была на кануне релятивистских нововведений, берущих свое начало с использования в научных целях нулевого результата опыта Майкельсона. Интересно проследить за развитием физической картины мира в этот период, чтобы предварительно прояснить, как в ней появился новый *объект-состояние*, названный полем, и почему он привел к релятивистским нововведениям, исключившим из картины мира физическое пространство (эфир). Это имеет смысл сделать потому, что важнейшие результаты полевой физики, так или иначе связываемые с СТО, были получены именно в дорелятивистский период при допущении, что существует материальный эфир, возмущение в котором и стало называться полем. Движением относительно эфира объяснялись все динамические эффекты, по крайней мере, в случае, когда двигалась электрически заряженная частица, например



электрон, и важно было знать, как ведет себя эфир, когда электрон начинает смещаться в эфире: эфир увлекается движущимся объектом или неизменно остается на своем месте? Это был один из самых главных вопросов тогдашней физики, на который требовалось иметь адекватный ответ. Именно этот вопрос и привел к релятивистским нововведениям, когда ответ на него стали согласовывать с нулевым результатом опыта Майкельсона. Согласование закончилось тем, что был исключен из физики сам этот вопрос и пересмотрено представление об относительности движения.

### *Тема 11* **О ФИЗИЧЕСКОЙ КАРТИНЕ МИРА НА КАНУНЕ СТО**

К концу XIX века (за два-три десятилетия до СТО) уже имелись в физике все результаты, которые позднее станут называться важнейшими результатами СТО: сокращение длины, зависимость инерции от скорости (работы Д. Томсона, 1881 г.), связь инерции и энергии, предельность скорости света. Они были получены из дорелятивистских посылок на основе электромагнитной картины мира, представлявшей-ся следующей: «Мир – это эфир, в котором плавают заряженные частицы. Законы мира: законы электродинамики Максвелла и механики Ньютона» [20, с.202]. Такой виделась картина мира на рубеже двух столетий – XIX и XX, которую называют *классической* в отличие от *релятивистской*, построенной позднее.

Конечно, если учесть изложенное в двух предыдущих главах данной книги, имеющее отношение к той же классической физике и своей сутью содержавшееся в ней уже на этот дорелятивистский момент, лишь эта суть не была тогда *системно* осмыслена, то представление о классической картине мира необходимо уточнить и дополнить следующими данными:

*Объективный мир – это физическое пространство (в смысле определения 1) и находящиеся в нем материальные объекты, которые взаимодействуют друг с другом и с физическим пространством; результатом взаимодействия объекта и физического пространства между собою является поле объекта в этом пространстве, проявляющееся, кроме прочего прямого проявления, еще и тем, что инерция объекта меняется с изменением его скорости в физическом про-*

*странстве; законы объективного мира – это законы ньютоновой механики, максвелловой электродинамики и физики их соединения, которую еще нужно построить.*

Однако вернемся к периоду, предшествовавшему СТО. К середине 80-х годов XIX столетия работы Максвелла по теории электромагнитного поля были уже полностью завершены. С их завершением в физике появилось вполне определенное понятие поля, сохранившееся в основном и по настоящее время. Еще в 1865 году Максвелл опубликовал работу «Динамическая теория поля», в которой понятие «электромагнитное поле» получает уже точное определение. «Теория, которую я предлагаю, – писал он в этой работе, – может быть названа теорией электромагнитного поля, потому что она имеет дело с пространством, окружающим электрические и магнитные тела, и она может быть названа также динамической теорией, поскольку допускает, что в этом пространстве имеется материя, находящаяся в движении, посредством которой и производятся наблюдаемые электромагнитные явления».

«Электромагнитное поле – это та часть пространства, которая содержит в себе и окружает тела, находящиеся в электрическом или магнитном состоянии» [20, с.179].

Так поле, неявно присутствовавшее уже в идеях Ньютона в виде различных проявлений центростремительных сил, а в Фарадея – в виде физических силовых линий, но и там и там не имевшее ни точного определения, ни математического выражения, в учении Максвелла получило и определение, и математическое выражение, и, что не менее важно, физический образ своей реальности. По Максвеллу, поле – это состояние в физическом пространстве, если говорить понятиями предлагаемой книги, а на языке тогдашних представлений – состояние в эфире, который является носителем электромагнитных процессов и ответственным за все электромагнитные явления. Вполне понятно, что с эфиром встал следующий вопрос: при движении объектов, погруженных в эфир, последний увлекается объектами или остается неподвижным?

Г. Герц, известный как активный сторонник максвелловых идей, который не только много полезного сделал для привлечения внимания к учению о поле, а и практически доказал, что существуют электромагнитные волны, описываемые уравнениями Максвелла, руководствовался в своих исследованиях гипотезой полного увлечения эфира движущимися телами. В статье «Об основных уравнениях электродинамики для движущихся тел», напечатанной в 1890 г., он принял ос-

новополагающее для этой статьи предположение: *эфир, находящийся внутри движущегося вещества и примыкающий к нему, движется вместе с веществом*. Гипотеза полного увлечения эфира естественным образом объясняла отрицательный результат опыта Майкельсона, к тому времени уже проведенного повторно в улучшенном варианте и не вызывавшего больше сомнений в достаточности для выводов расчетной величины ожидавшегося эффекта. Однако эта гипотеза решительно противоречила другим фактам, среди которых абберация света и результат опыта Физо.

Начиная с 1892 г., Г. Лоренц выступил с серией работ, в которой стал развивать идею неподвижного эфира при движении вещества в эфире. В первой работе из этой серии «*Электромагнитная теория Максвелла и ее приложение к движущимся телам*», вышедшей в указанном году, уже четко просматриваются основные контуры электронной теории. «Все весомые тела, – утверждает Лоренц, – состоят из множества положительно и отрицательно заряженных частиц, и электрические явления порождаются смещением этих частиц». Лоренц делает фундаментальное предположение: *эфир в движении вещества участия не принимает, а находится в неизменном покое*. Правда, при этом он указывал, что речь не идет об абсолютном покое, ибо такое утверждение было бы бессмысленным; речь только о том, что части эфира покоятся друг по отношению к другу и что все небесные тела движутся относительно эфира, не увлекая его за собой. Из предположения о неподвижном эфире Лоренц выводит важную для этого предположения формулу:

$$c = c_0 \pm \left(1 - \frac{1}{n^2}\right)u, \quad (T11.1)$$

где  $c_0$  и  $c$  – скорости света соответственно в покоящемся и движущемся в эфире теле,  $n$  – показатель преломления тела,  $u$  – скорость тела в эфире. Полученная таким образом формула содержала уже известный на этот момент «коэффициент увлечения» (выражение в скобках), введенный в свое время Френелем; эта формула находилась в полном согласии с опытами Физо по определению скорости света в движущейся воде, которыми упомянутый коэффициент уже был раньше подтвержден. Так что коэффициент увлечения и подтверждение его опытами Физо объясняются электронной теорией Лоренца как

результат движения заряженных частиц вещества через полностью неподвижный эфир.

Следует заметить, что предположение неподвижного эфира при движении в нем вещества естественным образом вытекает из Аксиомы природы 1. И в самом деле, эфир – это, весьма вероятно, то, что в данной книге называется физическим пространством, в чем движущиеся объекты (тела, электроны и т. д.) не испытывают сопротивления своему движению, ибо, иначе, неускоренное движение не сохранялось бы в физическом пространстве. Такой эфир не может увлекаться движущимся веществом. Следовательно, утверждение Лоренца, что эфир неподвижен при движении в нем вещества – это скорее не предположение, а естественное требование Аксиомы природы 1, хотя Лоренц так не говорил. А вот исходная идея Герца о полном увлечении эфира движущимися телами, означающая, что эфир механически взаимодействует с веществом, есть ни что иное, как противоречащая указанной аксиоме гипотеза. Показательно то, что такая гипотеза могла тогда приниматься. Это говорит уже о том, что в физике в этот период вольно пользовались гипотезами без всякой оглядки на аксиомы; что гипотезы принимались и тогда, когда аксиомы ставили их под сомнение.

В последующих работах, таких, как «Опыт теории электрических и оптических явлений в движущихся телах» (1895 г.), «Электромагнитные явления в системе, движущейся со скоростью, меньшей скорости света» (1904 г.), Лоренц развил электронную теорию, показал, что движение Земли не оказывает влияния первого порядка на результаты земных оптических опытов, выдвинул гипотезу о сокращении размеров материальных объектов в направлении движения, пришел к заключению, что электрон обладает электромагнитной инерцией. «В процессах, при которых возникает ускорение в направлении движения, – пишет Лоренц, – электрон ведет себя так, как будто он имеет массу  $m_1$ , а при ускорении в направлении, перпендикулярном к движению, так, как будто он обладает массой  $m_2$ . Величинам  $m_1$  и  $m_2$  поэтому удобно дать название «продольной» и «поперечной» электромагнитной масс. Я полагаю, что кроме этой, нет никакой «действительной» или «материальной» массы». (Ни больше и не меньше! В примечании «<sup>12</sup>» уже отмечалось, почему так тогда думали; об этом будет дополнительно сказано еще и ниже, в конце данной темы).

Необходимо подчеркнуть, что электронная теория Лоренца, в которой синтезированы в единое целое идеи поля и электрически заряженных частиц вещества, явилась выдающимся научным творением, сродни учению Ньютона о движении тела. Именно взаимодействие вещества и поля есть наиболее общим и всеохватывающим взаимодействием в реальной природе. Отсюда и возникает восходящее к Ньютону требование рассматривать абсолютное количество движения как такое, которое состоит из импульса вещественного объекта и импульса поля, имеющего своим источником этот объект и взаимодействующего с ним. В механике Ньютона таким источником является тело, а его полем – гравитационное поле тела; в электронной теории Лоренца аналогичными агентами выступают соответственно электрон и поле электрона. Движение электрона по отношению к неподвижному эфиру (физическому пространству) – это абсолютное движение, характеризующееся абсолютным количеством движения. И если бы не было к Лоренцу со стороны общественного мнения весьма настойчивых требований строить и развивать электронную теорию с учетом принципа относительности, Лоренц, наверное, пришел бы к разумению неустранимой связи электрона и поля электрона на основе уравнения

$$\vec{f}_a = I_0 \frac{d\vec{v}}{dt} + \vec{c} \frac{di_1}{dt} + \vec{s} \frac{di_2}{dt} = -\vec{f}_i; \quad (\text{T11.2})$$

к разумению того, что связь электрона и поля электрона проявляется в виде зависимости инерции движения от абсолютной скорости движения, поэтому уравнение движения для электрона должно строиться с учетом этой связи и этой зависимости, наподобие истинно ньютонового уравнения движения для тела. Это давало бы и правильное понимание электромагнитных масс (точнее, электромагнитной инерции) электрона, о которой речь шла в приведенном выше высказывании Лоренца. Правильное понимание приводило бы к такому понятию инерции, которое было бы самодостаточным в классической (дорелятивистской) физике и не требовало бы релятивистских революций, чтобы получить истолкование зависимости инерции от скорости, к тому же еще и неверное.

Однако, под воздействием зарождающегося в физике релятивизма, представление об инерции у классиков оказалось сложным, весьма запутанным. Вместо того, чтобы в случае свободного электрона, руководствуясь Аксиомой природы 2, исходить из уравнения движения

вида (Т11.2) и поискать выражение для зависимости  $i_1$  от  $\vec{v}$  (третьим слагаемыми в силу его ничтожной относительной малости можно в электронной теории и не заниматься, но явлением, им представляемым, нельзя пренебрегать в физике), они – классики – не этим руководствовались и не так поступали. Поэтому и понятие электромагнитной инерции (массы) ими создавалось не в дополнение к обычной механической массе, как этого требует уравнение движения (Т11.2), а взамен ее. Вместо комплексного явления инерции, каким оно есть на самом деле, предлагалось свести всю инерцию к электромагнитному виду, то есть по-прежнему к усеченному представлению, но теперь как бы уже с другого конца усеченному. Это делалось, наверное, потому, что с появлением электронной теории вещества все эффекты движения последнего очень хотелось рассматривать как результат одной только электромагнитной связи вещества с эфиром. Так или иначе, а в принятых попытках полностью игнорировалась гравитационная инерция материи, что не могло не показаться критикам весьма странной затеей в физике, как странным теперь (в современной физике) является то, что совсем не рассматривается электромагнитная инерция.

Однако пора перейти к рассмотрению и анализу интерференционного опыта Майкельсона второго порядка, результат которого считается прямым опытным доказательством того, что *относительная* скорость света является постоянной величиной (мировой константой). Как будет показано, такое понимание этого опыта не базируется на фактах, а имеет в своей основе фактор своеобразной целесообразности.

## Тема 12 ОПЫТ МАЙКЕЛЬСОНА

Идею опыта впервые высказал Максвелл в письме к астроному Годду, которое появилось в печати в 1880 г. Уже через год после опубликования письма молодой физик-экспериментатор А. Майкельсон осуществил первый вариант опыта, правда, еще не дававший возможности сделать окончательный вывод из-за недостаточной чувствительности интерферометра. Но об этом со всей определенностью стало известно спустя пять лет, когда Лоренц, исправивший ошибку в расчетах опыта, показал, что ожидаемое смещение составляет только

одну двадцатую часть ширины полосы, то есть находится ниже предела достоверных наблюдений. Свой анализ опыта он опубликовал в 1886 г. в статье под названием «О влиянии движения Земли на световые явления». И снова через год (как и в случае с реакцией на письмо Максвелла), в 1887 г., когда в ответ на задержавшиеся замечания Лоренца интерферометр был существенно усовершенствован – световой путь в нем увеличен почти в 10 раз по сравнению с тем, что имелось в первом интерферометре – Майкельсон повторил свой эксперимент. Вывод из результатов наблюдений был таков: движение земли относительно эфира себя не проявляет.

Интерференционный опыт Майкельсона *второго порядка* явился первым и, к сожалению, единственным в своем роде реальным опытом, ставившимся с целью обнаружить «эфирный ветер» Земли от движения ее в эфире. А «к сожалению» потому, что имелись и другие опыты, такие как Саньяка (1913 г.) и особенно Майкельсона-Гэйла (1925 г.), которые являются опытами *первого порядка* и, в силу данного обстоятельства, больше годятся для выявления абсолютного движения материальных тел, однако в этом качестве они никогда не рассматривались. В ситуации, создавшейся в физике после СТО, подобное рассмотрение было уже невозможным, мешала иллюзия всеобщей относительности.

Раньше, чем перейти к рассмотрению непосредственно опыта Майкельсона, сделаю некоторые предварительные замечания и уточнения общего характера, касающиеся физической сути явления.

С самого начала замечу, что не смотря на нулевой результат опыта Майкельсона, Лоренц все же исходил из покоящегося эфира при построении своей электронной теории и достиг при этом лучших результатов, чем имелись у других на иных моделях. Как уже отмечалось выше, идея покоящегося эфира естественным образом вытекает из Аксиомы природы 1, благодаря чему является достаточно обоснованной. В данной теме вместо термина «покоящийся эфир» будет нередко применяться и название «физическое пространство», заведомо *всегда покоящееся*, в том числе и в ньютоновом математическом пространстве.

Для обозначения наиболее существенного в рассматриваемом опыте и во избежание рассеивания внимания на несущественном при изложении предмета опыта, введу понятия «световой путь» и «световая относительность».

*Световой путь* – это путь в физическом пространстве, по которому распространяется световая волна (свет). Скорость световой волны на этом пути всегда равна  $c$  независимо от параметров волны (длины и частоты). По световому пути (вдоль него) может двигаться и объект из вещества. Тогда об этом следует говорить так: «объект движется по световому пути».

*Световая относительность* – понятие, характеризующее движение света по отношению к объекту, который движется в физическом пространстве (по световому пути). Например, когда объект движется по световому пути со скоростью  $\pm v$ , световая относительность с позиции движущегося объекта характеризуется величиной  $c \mp v$  в нерелятивистском случае и величиной  $\pm c$  в релятивистском; эти различные световые относительности назову соответственно нерелятивистской и релятивистской световой относительностью.

Используя введенные понятия, можно изложить физическую суть опыта Майкельсона значительно яснее, чем она обычно излагается, особенно в сочетании с физическим содержанием других интерференционных опытов – Саньяка и Майкельсона–Гэйла. Желание этого достичь является особой заботой данного изложения, продиктованной тем, что традиционное изложение дает искаженное представление о совокупном образе явления. А изложить более ясно, пользуясь введенными понятиями, можно вот как.

Предположим, что указана на Земле определенная точка, которая движется (вместе с Землей) по световому пути в физическом пространстве со скоростью  $v$ , и решается задача, подобная той, которая решалась с помощью опыта Майкельсона. Все, что требуется конкретно решить в такой задаче, – это определить, какая световая относительность с позиции движущейся точки реализуется: та, которая характеризуется величиной  $c - v$ , то есть нерелятивистская, или та, которая характеризуется постоянной величиной  $c$ , то есть релятивистская. Во времена Майкельсона это был вопрос не о кинематике света, а о том, покоится или движется эфир при движении в нем тел. Теперь же, когда достоверно известно, что физическое пространство – реальность, это уже вопрос о кинематике света в физическом пространстве, иначе говоря, о достоверности СТО.

Конечно же, из движения по световому пути одной точки реального наблюдения за световой относительностью не осуществить. Нужно больше, чем одна световая волна и одна точка, движущаяся по свето-



вому пути, чтобы наблюдение стало возможным и имело действительный физический смысл. В качестве *вспомогательного* нужен хотя бы еще один световой путь, чем-то *кинематически* отличающийся от первого, чтобы, пустив и по нему световую волну, вышедшую вместе с первой из одной общей точки пространства, сравнить эти волны в конце этих различных путей, заканчивающихся также общей точкой; словом, нужно все то, что имелось в реальном опыте Майкельсона.

Опыт Майкельсона выполнен на интерферометре, схема которого представлена на рис. 1.

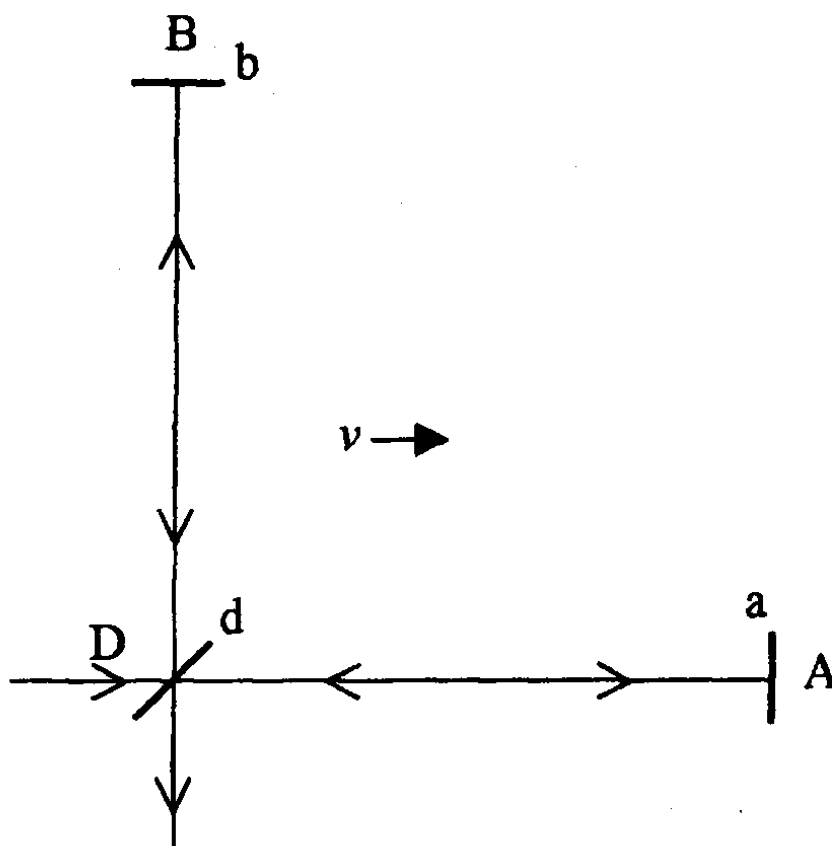


Рис. 1. Схема опыта Майкельсона

Из точки D полупрозрачного зеркала d в направлениях DA и DB движутся когерентные световые волны, возникшие от разделения света в D. В точках A и B волны отражаются от зеркал a и b в обратный путь, идут к полупрозрачному зеркалу d, а от него по одному пути в зрительную трубу, где дают изображение интерференционной картины.

Введу следующие обозначения для изложения расчета опыта Майкельсона:  $v$  и  $c$  – скорости движения соответственно интерферометра и света в физическом пространстве;  $t_1$  и  $t_2$  – времена прохо-

ждения светом расстояний в физическом пространстве соответственно от точки D к точке A и обратно от точки A к D;  $t_3$  – время прохождения светом расстояния в физическом пространстве как от точки D к B, так и обратно, от точки B к D;  $L$  – длина продольного и поперечного к движению плеч DA и DB (плечи равны между собой).

Расчет времен движения света во всех известных изложениях опыта Майкельсона основывается на нерелятивистской кинематике, не будет он иным и в данном изложении.

Итак, пока свет движется от точки D к A, затрачивая время  $t_1$ , сама точка A за это время перемещается в физическом пространстве на расстояние  $vt_1$ , так что световой волне приходится пройти в этом пространстве путь  $L + vt_1$ , если его выразить через длину плеча и смещение прибора, или, иначе, путь  $ct_1$ , если его выразить через скорость света в физическом пространстве. Из равенства  $L + vt_1 = ct_1$  следует:

$$t_1 = \frac{L}{c - v}. \quad (\text{T12.1})$$

Точно также определяется и время  $t_2$ . Из равенства  $L - vt_2 = ct_2$ , получаемого в результате подобного рассуждения, в свою очередь следует, что

$$t_2 = \frac{L}{c + v}. \quad (\text{T12.2})$$

Сразу же отмечу, что формулы (T12.1) и (T12.2) имеют ясный и достаточно наглядный физический смысл. Они выражают то обстоятельство, что свет движется относительно плеча DA «туда» со скоростью  $c - v$ , а «обратно» со скоростью  $c + v$  в соответствии с нерелятивистской кинематикой, которая, как уже говорилось, положена в основу расчета. Эта кинематика базируется на преобразованиях Галилея:

$$x' = x - vt, \quad y' = y, \quad z' = z, \quad t' = t, \quad (\text{T12.3})$$

устанавливающих для относительной скорости света (вдоль  $x$ ,  $x'$ ) формулу

$$c_K = c \mp v. \quad (\text{T12.4})$$

С использованием введенных выше понятий можно сказать так: световая относительность на плече DA, движущегося по световому

пути со скоростью  $\pm v$ , определяется сложением скоростей света и плеча по формуле (Т12.4), вытекающей из преобразований Галилея.

Времена, затрачиваемые светом на поперечные движения «туда» и «обратно», определяются при помощи следующих рассуждений, подобных к тем, которые уже известны из определений времен продольных движений.

За время  $t_3$ , необходимое свету, чтобы пройти путь вдоль плеча DB, само плечо сместится боком в физическом пространстве на расстояние  $vt_3$ , так что свету придется пройти в этом пространстве путь  $ct_3$ , равный гипотенузе прямоугольного треугольника, катетами которого есть  $L$  и  $vt_3$ . Следовательно, можно написать

$$(ct_3)^2 = L^2 + (vt_3)^2$$

или

$$L^2 = c^2 t_3^2 - v^2 t_3^2 = (c^2 - v^2) t_3^2,$$

откуда

$$t_3 = \frac{L}{\sqrt{c^2 - v^2}} = \frac{L}{c} \frac{1}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}. \quad (\text{T12.5})$$

Время, затрачиваемое светом на путь в обратном направлении в точности равно  $t_3$ , что следует из симметрии путей и условий движения.

Таким образом, полные времена движения световых волн вдоль плеч DA и DB «туда» и «обратно» определяются в виде следующих сумм:

$$\tau_1 = t_1 + t_2 = \frac{2L}{c} \frac{1}{1 - v^2/c^2} \approx \frac{2L}{c} \left( 1 + \frac{v^2}{c^2} \right), \quad (\text{T12.6})$$

$$\tau_2 = 2t_3 = \frac{2L}{c} \frac{1}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} \approx \frac{2L}{c} \left( 1 + \frac{1}{2} \frac{v^2}{c^2} \right). \quad (\text{T12.7})$$

Разность

$$\Delta\tau = \tau_1 - \tau_2 = \frac{L v^2}{c c^2} \quad (\text{T12.8})$$

есть временем запаздывания одной световой волны по отношению к другой; запаздывание возникает в результате движения интерферометра в физическом пространстве.

Если повернуть интерферометр на  $90^\circ$ , расположив DB по движению прибора, а DA – поперек, то эта разность изменит знак и интерференционные полосы должны сместиться в соответствии с удвоенным значением  $\Delta\tau$ . Такой поворот прибора приводит и к тому, что различие в длинах плеч, которое практически всегда имеет место, перестает играть какую-либо роль в опыте. Деля  $2\Delta\tau$  на период световых колебаний  $T = \lambda/c$ , получают ожидаемую величину сдвига интерференционной картины:

$$\Delta = \frac{2\Delta\tau}{T} = \frac{2L v^2}{\lambda c^2}. \quad (T12.9)$$

Итак, смещение является величиной второго порядка, пропорциональной отношению  $v^2/c^2$ . Максимальное значение этого отношения  $\sim 10^{-8}$ . При той длине светового пути в приборе, которая имела в повторенном эксперименте (1887 г.), чувствительность интерферометра признается достаточной, чтобы выявить движение Земли в эфире. Однако, как и в первом эксперименте, никакого смещения интерференционных полос не наблюдалось. Вывод остается прежним: движение Земли относительно эфира (физического пространства) себя не проявляет.

### Тема 13

## ПОПЫТКИ НЕРЕЛЯТИВИСТСКОГО ОБЪЯСНЕНИЯ НУЛЕВОГО РЕЗУЛЬТАТА ОПЫТА МАЙКЕЛЬСОНА

В. Ритц высказал предположение, что скорость света в эфире зависит от движения там источника (наподобие того, как скорость пушечного ядра зависит от движения пушки), поэтому должна геометрически складываться со скоростью источника (*баллистическая гипотеза*). Источником в опыте Майкельсона для проверки предположения Ритца нужно рассматривать полупрозрачную пластинку  $d$  для лучей, направляющихся к отражающим зеркалам  $a$  и  $b$  (рис. 1), а также сами зеркала для лучей, отраженных от них и идущих к  $d$ .

Ясно, что если бы скорость света в эфире (физическом пространстве) зависела от движения в нем источника – в направлении от  $d$  к  $a$  увеличивалась бы на величину скорости зеркала  $d$ , то есть на  $v$ , а в направлении от  $a$  к  $d$  уменьшалась бы на  $v$ , и т. д. – то результат опыта Майкельсона был бы нулевым.

Однако имеются факты, которые решительно свидетельствуют против баллистической гипотезы. Этими фактами являются результаты астрономических наблюдений за двойными звездами.

К более поздним подобного рода фактам можно отнести результаты наблюдений за скоростями двух световых лучей, идущих от двух противоположных краев Солнца, то есть от источников, один из которых приближается, а другой удаляется от земного наблюдателя со скоростью 2,3 км/с. Все проведенные наблюдения с достаточной степенью точности показали, что скорость света в эфире от движущегося источника такая же, как и от покоящегося, то есть предполагаемого по баллистической гипотезе различия в скоростях не имеется. Поэтому гипотеза Ритца себя не оправдала и была отброшена.

Другой весьма оригинальной гипотезой явилось допущение, сделанное одновременно и независимо друг от друга Лоренцем и Фицджеральдом, которое заключалось в следующем: линейные размеры всех тел, движущихся в эфире со скоростью  $v$ , сокращаются в направлении движения в отношении  $\sqrt{1 - v^2/c^2}$  (контракционная гипотеза). Поэтому  $L$ , входящее в выражение (Т12.6), должно быть умножено на  $\sqrt{1 - v^2/c^2}$ . Ясно, что при этом условии  $\tau_1 = \tau_2$  и, следовательно,  $\Delta\tau = 0$  – результат опыта Майкельсона становится нулевым.

Однако и в эту гипотезу верилось с трудом. Слишком уж искусственной она была. Не видно было в ней ничего другого, кроме технического приема, предпринятого с целью объяснения нулевого результата опыта Майкельсона.

С точки зрения аксиоматической физики контракционная гипотеза Лоренца–Фицджеральда противоречит Аксиоме природы I и поэтому не должна была предлагаться.

И в самом деле, сокращение тел в направлении их движения в эфире (физическом пространстве), вызываемое этим движением, означало бы ни что иное, как механическое взаимодействие тел с физическим пространством, на что тратилась бы энергия движения. Тело испытывало бы обычное трение и при равномерном прямолинейном

движении, поэтому для поддержания такого движения понадобилась бы сила. А это прямо противоречит Аксиоме природы 1.

И, наконец, следует упомянуть о точке зрения самого Майкельсона в проблеме истолкования нулевого результата его опыта. Майкельсон считал, что пограничные области эфира полностью увлекаются прибором, поэтому все происходит так, как если бы прибор покоился в мировом пространстве. Конечно, сразу же вставал вопрос, как далеко простирается такая область, то есть каким по размерам является переходной слой. Но до выяснения дело не доходило, ибо имелись результаты других опытов, убедительно свидетельствовавшие против гипотезы полного увлечения эфира (опыт Физо со светом в движущейся воде, 1851 г.; опыт Эри с абберацией света в материальной среде, 1871 г.).

Нельзя не отметить, что гипотеза полного увлечения эфира движущимися телами так же противоречит Аксиоме природы 1, как и контракционная гипотеза.

#### *Тема 14*

### РЕЛЯТИВИСТСКОЕ ИСТОЛКОВАНИЕ ОПЫТА МАЙКЕЛЬСОНА

С позиции специальной теории относительности нулевой результат опыта Майкельсона объясняется по-своему весьма просто. В основе объяснения лежит второй постулат СТО, гласящий, что скорость света относительно различных по состоянию движения инерциальных систем координат остается неизменной. Неизменность скорости света и обеспечивает неизменность интерференционной картины в опыте Майкельсона – таково объяснение с позиции СТО.

В формальном плане объяснение нулевого результата опыта Майкельсона сводится к следующему нововведению в расчетном методе, который применялся в теме 12.

Истинными считаются не преобразования Галилея (Т12.3) с вытекающим из них правилом сложения скоростей (Т12.4), а преобразования Лоренца

$$x' = \frac{x - vt}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}, \quad y' = y, \quad z' = z, \quad t' = \frac{t - vx/c^2}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} \quad (\text{T14.1})$$

с правилом сложения скоростей движущегося объекта и системы отсчета, которое устанавливается ими. В случае, когда этим движущимся объектом является сам свет, то упомянутое правило дает такую формулу сложения скоростей света и системы отсчета (вдоль  $x$ ,  $x'$ ):

$$c_R = \frac{c \mp v}{1 \mp v/c} = c. \quad (\text{T14.2})$$

Итак, на основании релятивистского правила сложения скоростей (T14.2) свет в системе координат, связанной с интерферометром Майкельсона, распространяется со скоростью  $c$  как вдоль продольного плеча DA (рис. 1), так и вдоль поперечного плеча DB, независимо от того, покоится или движется в мировом пространстве интерферометр Майкельсона. Поэтому все времена, определяемые отношением длины плеча к скорости света вдоль плеча, которая в теме 12 рассчитывалась по правилу сложения скоростей (T12.4), а здесь должна рассчитываться по правилу сложения скоростей (T14.2), есть

$$\frac{L}{c} = t_1 = t_2 = t_3$$

и, следовательно,

$$\Delta\tau = \tau_1 - \tau_2 = t_1 + t_2 - 2t_3 = 0.$$

Это и является формальным релятивистским объяснением того, почему результат опыта Майкельсона нулевой.

Казалось бы, здесь имеется вопрос, касающийся движения света вдоль поперечного плеча DB. Вопрос возникает только тогда, когда характер движения рассматривать лишь как формальный результат преобразования координат с помощью преобразований Лоренца. Так, если преобразовывать DA и DB от покоящейся системы координат, в которой свет имеет одинаковую скорость в различных направлениях (пусть это будет система  $K_0$ ), к движущейся системе координат, в которой покоится интерферометр Майкельсона (а это пусть будет система  $K$ ), то при размещении DA по оси  $x$  в направлении движения системы, а DB – поперек движению, продольное плечо DA «укоротится», а поперечное DB останется неизменным, но время на нем «замедлится» (наравне с «замедлением» времени всей движущейся системы). А это означало бы, что в движущейся системе  $K$  запаздывание иное, чем в покоящейся  $K_0$ , чего в релятивистском истолковании не должно быть. Чтобы подобного недоразумения избежать необходимо пом-

нить: подлежат преобразованию световые пути системы  $K_0$ , которые свет там прошел реально, а не оси координат  $K_0$  к тем координатам, на которых лежат плечи DA и DB; в случае пути вдоль DB – это не ось, совмещенная с DB, а боковые стороны равностороннего треугольника, на который указал Лоренц, исправляя ошибку в расчете первого эксперимента Майкельсона.

Может возникнуть вопрос: откуда взят свет для такого пути, если он направлялся по плечу DB?

Дело в том, что исходящий из D свет – это не строго одна линия его в пространстве, а коническая область с вершиной в точке испускания D. Вследствие бокового движения плеча DB в точку B попадет не тот свет, который движется по оси конуса, а тот, который от нее чуть-чуть отклонен (движется под небольшим углом к оси).

В заключение поясню, почему слова «укорочение» длины и «замедление» времени взяты в кавычки. Потому, что о реальном такого рода изменении этих величин говорить не приходится, поскольку в релятивистской кинематике ни пространство само по себе, ни время само по себе не имеет физического смысла; физический смысл имеет только органическое соединение их обоих, получаемое на основе преобразований Лоренца, о чем с исчерпывающей ясностью говорил еще Минковский. Самой распространенной ошибкой в трактовке релятивистской кинематики является придание выражениям

$$x'_2 - x'_1 = (x_2 - x_1) / \sqrt{1 - v^2 / c^2} \quad \text{и} \quad t'_2 - t'_1 = (t_2 - t_1) / \sqrt{1 - v^2 / c^2}$$

(отдельно каждому из них) физического смысла. Но об этом разговор еще впереди, когда будет анализироваться СТО.

### Тема 15

## ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СВЕТОВЫХ ВОЛН И ОПЫТ МАЙКЕЛЬСОНА

Как известно из экспериментов, целью которых являлось совершенствование оптических гироскопов, встречные световые волны в материальной среде взаимодействуют между собой, обмениваясь энергиями. Явление с особой наглядностью проявляется тогда, когда частоты встречных волн мало отличаются друг от друга. В этом случае встретившиеся волны полностью усредняют свои частоты до од-



ной общей частоты, которой после встречи характеризуется каждая из волн. Нет сомнения, что имеет место эффект, который можно назвать *явлением взаимной компенсации встречных волн*. Для иллюстрации этого явления привожу из литературы [21, с.415] конечное выражение теоретической зависимости разности частот ( $\Delta\omega$ ) встречных волн от угловой скорости ( $\Omega$ ) вращения кольцевого лазера, то есть формулу

$$\Delta\omega = \frac{8\pi S\Omega}{\lambda L} \quad (T15.1)$$

[по цитируемой книге – это формула (8.23)], а также графики теоретической [в соответствии с формулой (T15.1)] и экспериментальной зависимостей  $\Delta\omega$  от  $\Omega$  (здесь это будет рис. 2):

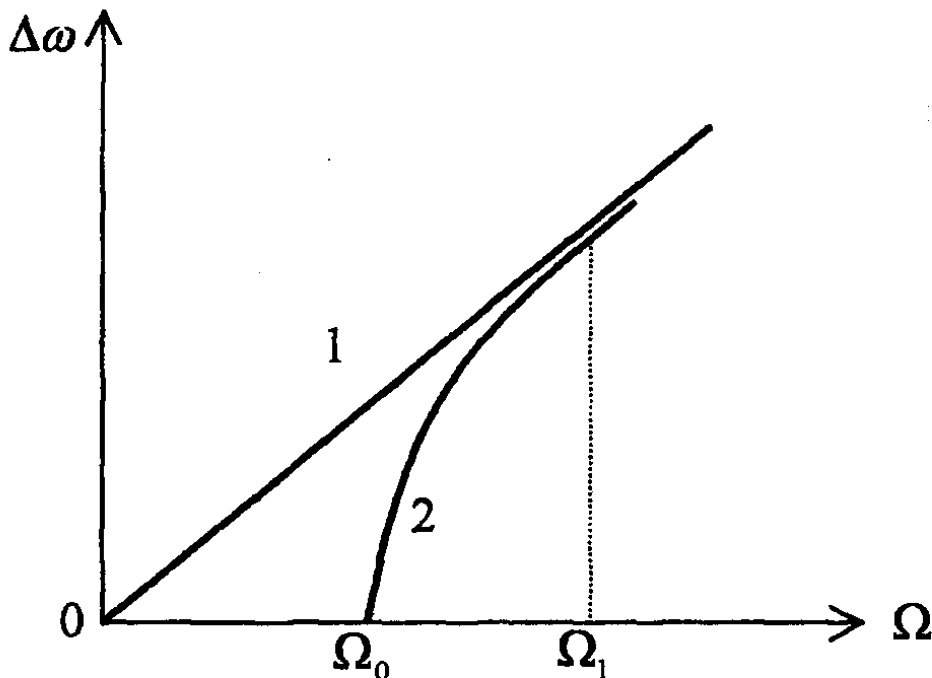


Рис. 2. Зависимость разности частот встречных волн от угловой скорости: 1 – теоретическая линейная зависимость по (T15.1); 2 – экспериментальная кривая

Из рис. 2 видно, что при изменении угловой скорости  $\Omega$  от нуля до  $\Omega_0$  разность частот  $\Delta\omega$  устойчиво равна нулю – имеет место эффект полной взаимной компенсации частот. И только лишь при достижении величины  $\Omega_0$  зависимость  $\Delta\omega$  от  $\Omega$  начинает проявляться, причем не линейно: кривая 2 резко стремится к теоретической линейной зависимости – кривой 1, рассчитанной по формуле (T15.1). При этом эффект взаимной компенсации частот как бы постепенно ослабляется и начиная примерно с момента, когда угловая скорость враще-

ния прибора достигает величины  $\Omega_1$ , перестает проявляться: зависимость  $\Delta\omega$  от  $\Omega$  с указанного момента становится линейной и почти такой же по величине, какой она дается формулой (Т15.1). Это означает, что только очень малые разности частот перераспределяются средой между волнами (усредняются); на больших разностях эффект становится незаметным.

А теперь посмотрим на опыт Майкельсона с учетом эффекта, названного здесь явлением взаимной компенсации встречных волн. Сначала следует разобраться, где в этом опыте встречные волны сходятся, точнее, в какой материальной среде они встречаются, идя друг другу навстречу, а потом необходимо уточнить, в чем суть явления взаимной компенсации встречных волн конкретно в опыте Майкельсона.

В опыте Майкельсона волны встречаются в полупрозрачном зеркале  $d$ , в компенсационной пластинке (на рис. 1 не показана), которая вводится в конструкцию для компенсации дисперсионной разности хода, и в отражающих зеркалах  $a$  и  $b$ . Однако достаточно ограничиться рассмотрением ситуации, возникающей после встречи волн в полупрозрачном зеркале  $d$ , поскольку именно в нем происходят окончательные взаимодействия.

В общем смысле ситуация в опыте Майкельсона с возможностью для взаимной компенсации встречных волн аналогична той, которая имеется в экспериментах с оптическими гироскопами. Чтобы увидеть это, достаточно проследить за световыми волнами от их разделения в точке  $D$  до возврата в точку разделения.

Итак, от полупрозрачного зеркала  $d$  (рис. 1) когерентные световые волны, которые образовались в точке  $D$  из одной общей волны и, благодаря этому, имеют на старте разность фаз, равную нулю, уходят к зеркалам  $a$  и  $b$ . Отразившись от последних, волны возвращаются в точку  $D$ , имея уже отличную от нуля разность фаз вследствие разности хода. С поворотом интерферометра эта разность фаз должна незначительно измениться. В пересчете на число полос, которые реально наблюдаются, изменение равно величине  $\alpha(v/c)^2$ , где  $\alpha$  – константа прибора. Для упрощения картины буду считать, что волны, возвращаясь в точку  $D$ , приносят туда полную разность фаз, хотя реально так может и не быть: разности фаз могут усредняться уже в отражающих зеркалах  $a$  и  $b$  и в компенсационной пластинке.

В рассмотренном выше примере с оптическими лазерами, взятого из реальной практики, показано, что разные частоты встречных волн в

определенном диапазоне своих разностей сводятся средой к одной частоте ( $\Delta\omega = 0$ ), то есть взаимно компенсируются. Но если это случается с динамически меняющимися разностями, то почему подобное не может происходить с колебаниями, смещенными во времени на постоянную величину, какими они есть в опыте Майкельсона? Нет аргументов, которые свидетельствовали бы против наличия аналогии между такого рода явлениями в оптических гироскопах и в опыте Майкельсона.

Таким образом, суть явления взаимной компенсации встречных волн, которое в оптических гироскопах ответственно за нулевую чувствительность при начальных скоростях (вплоть до  $\Omega_0$ , рис. 2), а в опыте Майкельсона – за весь нулевой эффект, заключается в следующем.

Пусть в материальной среде в одной определенной точке D колеблются физические величины  $E_1$  и  $E_2$ , например, электрические напряженности электромагнитного поля. Указанные величины связаны с двумя волнами, движущимися друг другу навстречу: величина  $E_1$  – с одной волной, а  $E_2$  – с другой. При осуществлении двух колебаний в точке D возможны такие случаи: колебания совершаются там с одинаковой частотой – первый случай; частоты колебаний различны – второй случай. Пусть в первом случае разность фаз колебаний, которая сводится к постоянной разности между  $E_1$  и  $E_2$ , составляет величину  $\Delta E$ ; разность фаз в виде характеристики  $\Delta E$  имеет уже и физический, и математический смысл, а не только один математический. Пусть также и во втором случае величина  $\Delta E$  будет максимально возможной величиной разности двух колебаний в точке D. В этом втором случае указанная максимальная величина разности не постоянна, она периодически меняется от нуля до  $\Delta E$ . С помощью только что изложенного, явление взаимной компенсации встречных волн можно весьма наглядно представить следующим образом: встречные волны в материальной среде, которые приходят в точку встречи с разностью, характеризующейся величиной  $\Delta E$  (первый случай), или которые меняют в точке встречи разность своих колебаний в пределах от нуля до  $\Delta E$  (второй случай), будут частично компенсировать друг друга (взаимно уменьшать эту разность).

Первый случай, как это ясно, относится к опыту Майкельсона, а второй – к проблеме, связанной с оптическими гироскопами.

Предположим, что разность  $\Delta E$  полностью тратится на взаимную компенсацию встречных волн, являясь максимальной для этого величиной: в рамках  $\Delta E$  среда в одной волне «подтягивает» ее фазу, а в другой «опускает» и делает это в такой мере, что в сумме изменения усредняют фазы волн до нулевой разности. Для опыта Майкельсона это означает, что максимальная разность фаз, образующаяся в результате поворота интерферометра на  $90^\circ$ , лежит в пределах величины  $\Delta E$ , поэтому поворот не приводит к смещению интерференционной картины. Имеется ли у среды полупрозрачного зеркала  $d$  еще какой-то запас возможности компенсировать больше, чем то, что скомпенсировано в реальном опыте, или не имеется, нам неизвестно. Иначе говоря, неизвестно, какова максимальная возможность среды компенсировать разности фаз. Ясно только, что  $\Delta E$  намного меньше той разности фаз, которой обеспечивается эффект первого порядка, поскольку последний проявляется в полную меру (опыты Саньяка и Майкельсона–Гэйла). Экспериментальные исследования, в основе которых было бы сравнение компенсации из оптических гироскопов с компенсацией из опыта Майкельсона, возможно, дали бы ответ на этот вопрос.

Интересным является и такой вопрос, связанный с явлением взаимной компенсации световых колебаний: компенсация возможна только в случае встречных волн или она имеет место и тогда, когда волны в материальной среде движутся в одном направлении по общему для них пути? Данный вопрос допускает экспериментальный поиск ответа на него [22]. Он интересен тем, что бросает вызов монополии опыта Майкельсона на релятивистское истолкование отрицательного результата, ставит под сомнение постоянство *относительной* скорости света.

## Тема 16 ОПЫТ САНЬЯКА

В отличие от ранее изложенного опыта Майкельсона, рассматриваемый в данной теме опыт Саньяка является опытом первого порядка относительно  $v/c$ . Во всем остальном, что составляет физическую суть явления, свершающегося в каждом из только что названных опытов, эти опыты идентичны: оба они в одинаковой мере имеют отношение к проблеме определения характера *световой относительности*. Не удивительно, поэтому, что идею опыта Саньяка впервые высказал Майкельсон, а Саньяк только реализовал ее (это состоялось в 1913 году). Не удивительно также и то, что С. И. Вавилов высказался об опыте Саньяка следующим образом:

«Если бы явление Саньяка было открыто раньше, чем выяснились нулевые результаты опытов второго порядка, оно, конечно, рассматривалось бы как блестящее экспериментальное доказательство наличия эфира. Но в ситуации, создавшейся в теоретической физике после опыта Майкельсона, опыт Саньяка разъяснял немногое» [23, с.57].

А что, собственно, создалось в теоретической физике после опыта Майкельсона? Разумеется то, что появилось релятивистское представление о движении, потребовавшее постоянства *относительной* скорости света. Но какие бы старания не предпринимались придать опыту Саньяка несколько иной физический смысл, чем у опытов второго порядка, чтобы его положительный результат не угрожал постулату о постоянстве скорости света (скажем прямо – не отменял его), эти старания при более внимательном их рассмотрении оказываются несостоятельными. Более детально об этом с необходимыми доказательствами – в заключительной теме данной главы, а окончательно – в следующей главе.

И еще об одной преемственности между двумя опытами следует сказать раньше, чем будут изложены схема и расчет опыта Саньяка. Речь идет о следующем.

Рассмотренный ранее опыт Майкельсона является опытом второго порядка потому, что *световой путь* в нем состоит из двух накладывающихся друг на друга участков с направлениями движения света в противоположные стороны; иначе говоря, потому, что свет в приборе проходит отведенный ему путь «туда» и «обратно». Предназначенная для наблюдения весьма малая величина  $\alpha(v/c)^2$ , обеспечивается та-

кой частью разности фаз, которая, возможно, разрушается взаимной компенсацией встречных волн, то есть сводится ею к нулю. Поэтому для определения *световой относительности* с позиции движущегося в физическом пространстве объекта (системы координат, связанной с движущимся объектом) очень важно осуществить опыт первого порядка относительно  $v/c$ , который давал бы для наблюдения величину  $\alpha(v/c)$ . Нетрудно сообразить, глядя на схему опыта Майкельсона (рис. 1), что если полупрозрачное зеркало и отражающие зеркала расставить по замкнутому контуру, например, по вершинам квадрата (добавив зеркало М), и сделать это так, чтобы свет, проходя в контур через полупрозрачное зеркало d (точку D), отражался от зеркала к зеркалу и обходил замкнутый путь с возвратом для сравнения в исходную точку (рис. 3), то устремляя зеркала в движение по световому пути способом вращения квадрата DBMA относительно его центра симметрии, мы получим возможность осуществить опыт первого порядка. Это и будет опытом Саньяка. Система координат, связанная с d (или с любым иным зеркалом), будет той системой, по отношению к которой определяется скорость света отдельно для волны, идущей по движению зеркал и против движения для установления относительного запаздывания. В опыте Майкельсона решается абсолютно подобная задача. А теперь перехожу к изложению схемы и расчета опыта Саньяка.

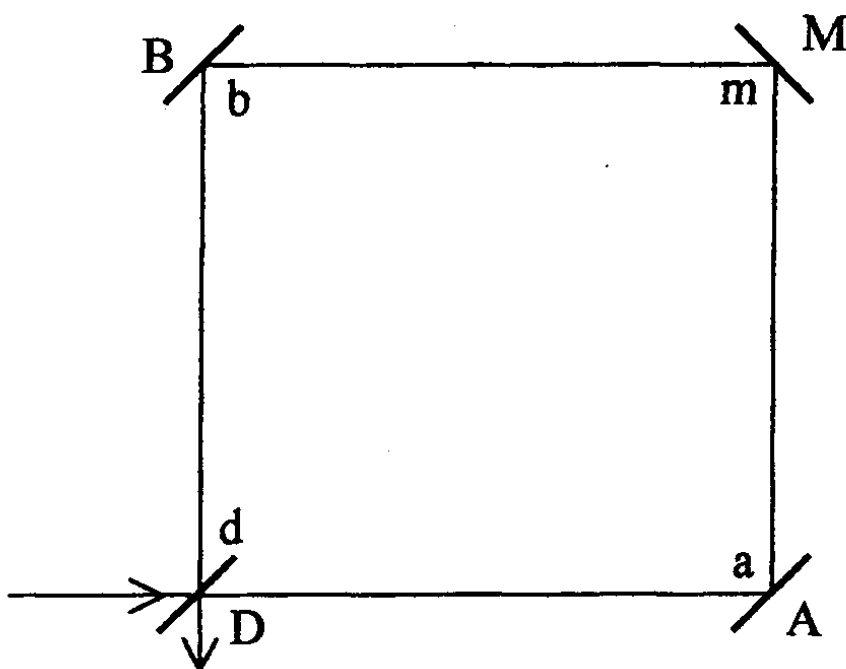


Рис. 3. Схема опыта Саньяка

По углам квадрата DBMA расставлены полупрозрачное зеркало  $d$  и зеркала  $b$ ,  $m$ ,  $a$  как изображено на рис. 3. Первое из указанных зеркал способно часть света пропускать и такую же часть отражать, а остальные – только отражать. Световая волна от внешнего источника расщепляется в точке  $D$  на две когерентные волны, одна из которых движется по часовой стрелке, а вторая – против нее. Обойдя контур, каждая в своем направлении, волны встречаются в точке  $D$ , откуда и вышли, и интерферируют, отбрасывая интерференционную картину на фотопластинку. Если платформу DBMA вращать относительно ее центра симметрии, то тем самым будет создано движение зеркал по световому пути в направлении распространения одной волны и против распространения другой.

Для простоты вычисления (которое будет проведено на основе нерелятивистской кинематики) представим себе, что свет движется по круговому контуру  $l$ , по которому движутся зеркала с линейной скоростью  $v$ . За время  $t_1$ , пока световая волна, покинув точку  $D$ , обойдет весь контур  $l$  в направлении движения зеркал и достигнет точки  $D$  с противоположной стороны полупрозрачного зеркала  $d$ , точка  $D$  сместится по световому пути на расстояние  $vt_1$ . Таким образом, свету придется пройти в физическом пространстве расстояние  $ct_1$  или  $l + vt_1$ , если его выразить через длину контура и смещение полупрозрачного зеркала. Из равенства  $ct_1 = l + vt_1$  находится время  $t_1$ :

$$t_1 = \frac{l}{c-v} = \frac{l}{c} \frac{1}{1-v/c} \approx \frac{l}{c} \left(1 + \frac{v}{c}\right). \quad (\text{T16.1})$$

Аналогично находится и время  $t_2$  обхода контура  $l$  светом, идущим в обратном направлении навстречу движущимся зеркалам. В этом случае искомое время  $t_2$  получается из равенства  $ct_2 = l - vt_2$ :

$$t_2 = \frac{l}{c+v} = \frac{l}{c} \frac{1}{1+v/c} \approx \frac{l}{c} \left(1 - \frac{v}{c}\right). \quad (\text{T16.2})$$

Разность времен

$$\Delta t = t_1 - t_2 = \frac{2l}{c} \frac{v}{c} \quad (\text{T16.3})$$

есть относительным запаздыванием встречных волн в точке D, которое возникает из-за движения в физическом пространстве по световому пути полупрозрачного зеркала d (вместе с другими зеркалами).

Если разделить запаздывание (Т16.3) на период световых колебаний  $T = \lambda/c$ , то получится число полос (долей полос), на которое сместится интерференционная картина вследствие указанного движения зеркал:

$$\Delta = \frac{2l v}{\lambda c}. \quad (\text{T16.4})$$

В опыте Саньяка сравнивались запаздывания, возникавшие при движениях зеркал в одну и в другую стороны. Поэтому ставилась под наблюдение удвоенная величина (Т16.4):

$$2\Delta = \frac{4l v}{\lambda c}. \quad (\text{T16.5})$$

Делалось это так: сначала получали снимок интерференционных полос при вращении платформы, например, по часовой стрелке, затем на ту же фотопластинку, рядом с первым (в боковой стык полученным полосам), делали снимок при вращении платформы против часовой стрелки. Сравнивая снимки, можно было видеть относительное смещение полос.

Расчет по формуле (Т16.5) относительного смещения полос в реальном опыте Саньяка давал величину  $2\Delta = 0,079$ , а эксперимент показал 0,077 [23]. Небольшая разница, возможно, связана с явлением взаимной компенсации волн.

Итак, опыт Саньяка показывает, что световая относительность определяется в полном соответствии с нерелятивистской кинематикой. Выражения

$$t_1 = \frac{l}{c-v} \text{ и } t_2 = \frac{l}{c+v}, \quad (\text{T16.6})$$

которым соответствует результат опыта, обладают наибольшей наглядностью указания на нерелятивистский характер световой относительности: формой своих знаменателей они иллюстрируют то обстоятельство, что относительная скорость света не константа, а определяется по нерелятивистскому правилу сложения скоростей (Т12.4). Если бы реализовалась релятивистская световая относительность, то результат опыта был бы нулевым, а расчет результата сводился бы к тому, что вместо галилеевых преобразований координат и времени по-



требовалось бы применять преобразования Лоренца. Тогда в знаменателях формул (Т16.6) вместо  $c \mp v$  стояла бы одна только скорость света  $c$  в соответствии с релятивистской теоремой сложения скоростей (Т14.2).

В завершение темы замечу, что в литературе, где рассматривается опыт Саньяка, его физическая суть истолковывается неверно. В уже цитированной книге [21] можно прочесть (с. 413): «В полном соответствии с принципом относительности все опыты, в которых делаются попытки обнаружить влияние *равномерного* движения лаборатории на оптические явления, дают отрицательный результат. Но *ускоренное* движение, в частности *вращение* относительно инерциальной системы отсчета, сказывается на характере протекающих явлений и может быть обнаружено как механическими, так и оптическими опытами».

Подобное отождествление указанных эффектов, проявляющихся в механике и оптике, есть существенным искажением сути явления, как того, которое свершается в механике, так и того, которое проявляется в оптике, в частности в опыте Саньяка.

Механические эффекты, наблюдаемые на вращающейся Земле (смещения маятника Фуко, возникающие силы Кориолиса), имеют своей причиной явление, которое составляет предмет Аксиомы природы 1 (Первого закона Ньютона). Аксиома повествует: любое тело, как только перестает на него действовать сила, начинает сохранять достигнутое состояние движения. Тела в ускоренных системах, которые имеют не жесткие связи с системой, будут в меру ослабления связей проявлять соответствующую тенденцию к сохранению достигнутого состояния движения. В результате, например, берег речки, который вместе со всей земной поверхностью движется благодаря суточному вращению Земли, станет наткаться на более «вольную» воду, не так жестко связанную с поверхностью Земли, как берег, и, в силу этого, имеющую частично свое собственное состояние движения в *физическом пространстве*; такой берег будет больше разрушаться, чем противоположный (известное явление). Частичной «вольностью» характеризуется также и маятник Фуко, в результате чего его плоскость качания меняется.

А на что подобное можно указать, когда движется по световому пути система отсчета (то или иное зеркало) в случае опыта Саньяка? Какой аксиоме обязан своим результатом опыт Саньяка и чем он от-

личается (с позиции этой неизвестной аксиомы) от опыта Майкельсона?

Ясно, что опыт Саньяка является кинематическим опытом в такой мере, в какой является опыт Майкельсона (если, разумеется, не брать в расчет те области в материальной среде, в которых имеет место взаимодействие встречных волн). Несостоятельность утверждения, содержащегося в приведенной выше цитате, можно показать на таком мысленном примере.

Представим себе платформу таких размеров для проведения опыта Саньяка, какую имеет орбита Земли при вращении ее вокруг Солнца. Зеркала расставлены по орбите так часто, что расстояние между каждыми двумя ближайшими равно световому пути в интерферометре Майкельсона. Я ставлю вопрос: будет ли в этом случае результат опыта Саньяка положительным? Вряд ли кто-нибудь сможет найти какой-либо аргумент, чтобы ответить: в этом случае результат опыта Саньяка будет нулевым, как и в опыте Майкельсона. А ведь в таком опыте Саньяка система отсчета по инерциальности не отличалась бы от системы отсчета из опыта Майкельсона. Отсюда ясно, что различие в результатах опыта Саньяка и Майкельсона нельзя сводить к вращению системы отсчета в первом опыте, как это принято в современной физике. Уж если оценивать насколько инерциальна та или иная система отсчета, то следует оценить степень криволинейности путей, по которым движутся зеркала в опытах. Это будет сделано во главе 4.

### Тема 17

## ОПЫТ МАЙКЕЛЬСОНА-ГЭЙЛА

Опыт проведен в 1925 г. Он представляет собой полную аналогию опыта Саньяка. С тем лишь различием, что система отсчета, по отношению к которой определялась *световая относительность*, находилась несравненно ближе к инерциальной системы, использовавшейся в опыте Майкельсона, чем система отсчета из опыта Саньяка. Оценка степени инерциальности систем в каждом из рассматриваемых здесь опытов будет сделана в главе 4, а сейчас перехожу к изложению схемы и расчета опыта Майкельсона-Гэйла.

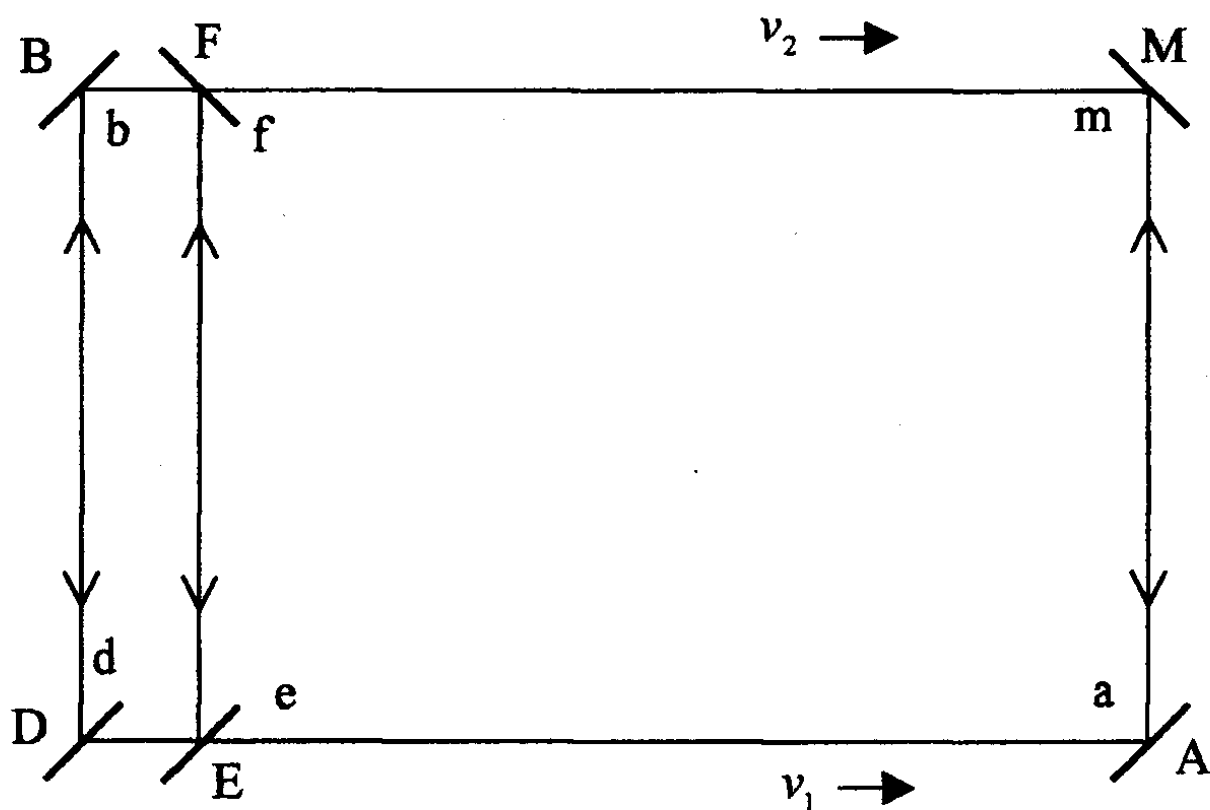


Рис. 4. Схема опыта Майкельсона-Гэйла.

В северном полушарии на земле были выложены трубы в виде прямоугольника  $DBMA$  (рис.4). Стороны  $DA$  и  $BM$  имели длину 613 м каждая и направление строго с запада на восток, а  $DB$  и  $AM$  – каждая длину 339,5 м и направление с юга на север. На небольшом расстоянии от угла ввода в контур света (от точки  $D$ ) установлена перемычка  $EF$ , чтобы получить малый световой контур  $DBFE$ , назначение которого выяснится из дальнейшего. Зеркала  $d$ ,  $e$  и  $f$  обладали свойством часть света пропускать и примерно такую же часть отражать, а  $b$ ,  $m$  и  $a$  – только отражать. Световая волна от внешнего источника волн разделялась в точке  $D$  на две когерентные волны, одна из которых обходила контур  $DBMA$  по часовой стрелке, а вторая – против нее. Обойдя контур, волны встречались в точке  $D$  и интерферировали. Теория опыта в предположении *нерелятивистской* световой относительности заключается в следующем.

Стороны прямоугольника  $DA$  и  $BM$  находятся хотя и на мало отличающихся, но все же различных широтах (расстояние между ними 339,5 м). Поэтому плечи  $DA$  и  $BM$  перемещаются в физическом пространстве вследствие вращения Земли с различными скоростями, соответственно  $v_1$  и  $v_2$ . Если направления от  $D$  на  $A$  и от  $B$  на  $M$  есть

направлениями с запада на восток, а прямоугольник DBMA находится в северном полушарии (DA ближе к экватору, чем BM), то  $v_1 > v_2$  и, таким образом, можно написать:  $v_1 - v_2 = \Delta v$ .

Интерес представляют только движения света вдоль продольных плеч DA и BM, относительное запаздывание волн на которых следует определить, а на поперечных плечах запаздывания будут скомпенсированы друг другом.

Пусть  $DA=BM=L$ . Вышедшая из точки D волна, которая движется по трубе к точке A, за время  $t'_1$  достигнет этой точки, однако за это время точка сместится в физическом пространстве в направлении движения света на расстояние  $v_1 t'_1$ . Из равенства  $L + v_1 t'_1 = ct'_1$  имеем:

$$t'_1 = \frac{L}{c - v_1} = \frac{L}{c} \frac{1}{1 - v_1/c} \approx \frac{L}{c} \left( 1 + \frac{v_1}{c} \right). \quad (\text{T17.1})$$

Точно такие же рассуждения применительно к движению световой волны от точки M к точке B приводят к равенству  $L - v_2 t'_2 = ct'_2$  и к формуле для времени  $t'_2$  этого движения:

$$t'_2 = \frac{L}{c + v_2} = \frac{L}{c} \frac{1}{1 + v_2/c} \approx \frac{L}{c} \left( 1 - \frac{v_2}{c} \right). \quad (\text{T17.2})$$

Для световой волны, движущейся от точки B к точке M и от точки A к точке D, можно соответственно написать:  $L + v_2 t''_1 = ct''_1$ ,  $L - v_1 t''_2 = ct''_2$  и, следовательно:

$$t''_1 = \frac{L}{c - v_2} = \frac{L}{c} \frac{1}{1 - v_2/c} \approx \frac{L}{c} \left( 1 + \frac{v_2}{c} \right), \quad (\text{T17.3})$$

$$t''_2 = \frac{L}{c + v_1} = \frac{L}{c} \frac{1}{1 + v_1/c} \approx \frac{L}{c} \left( 1 - \frac{v_1}{c} \right). \quad (\text{T17.4})$$

Полные времена для этих встречных волн соответственно есть:

$$\tau' = t'_1 + t'_2 = \frac{2L}{c} \frac{v_1 - v_2}{c} = \frac{2L}{c} \frac{\Delta v}{c}, \quad (\text{T17.5})$$

$$\tau'' = t''_1 + t''_2 = \frac{2L}{c} \frac{v_2 - v_1}{c} = \frac{2L}{c} \frac{(-\Delta v)}{c}. \quad (\text{T17.6})$$

Разность найденных времен (Т17.5) и (Т17.6) составляет то относительное запаздывание встречных волн, с которым они вернутся в точку D:

$$\Delta\tau = \tau' - \tau'' = \frac{4L}{c} \frac{\Delta v}{c}. \quad (\text{T17.7})$$

Если (Т17.7) разделить на период световых колебаний  $T = \lambda/c$ , то получится число долей полос, на которое смещается интерференционная картина вследствие различия скоростей плеч DA и BM:

$$\Delta = \frac{4L}{\lambda} \frac{\Delta v}{c}. \quad (\text{T17.8})$$

Для обнаружения  $\Delta$  авторы эксперимента сравнивали в поле зрительной трубы интерференционные полосы, получаемые при обходе светом большого контура DBMA и малого DBFE; в последнем стороны DE и BF настолько малы по сравнению с DA и BM, что относительным запаздыванием вследствие их различных скоростей можно пренебречь. Чтобы найти то смещение  $\Delta$ , которое связано именно с разностью скоростей плеч DA и BM, необходимо было при каждом измерении добиться полного совмещения изображения источника света, получаемого от большого и малого контуров или внести соответствующие поправки.

Расчет по формуле (Т17.8) смещения полос в опыте Майкельсона–Гэйла давал величину  $\Delta = 0,236$ , а эксперимент показал в среднем 0,230 [23]. И снова, как и в опыте Саньяка, теоретическая величина чуть-чуть больше практической, что, возможно, связано с уже известным нам явлением взаимной компенсации встречных волн.

Итак, результат опыта Майкельсона–Гэйла, как, собственно, и опыта Саньяка, показывает, что световая относительность нерелятивистская. Скорость света по отношению к движущейся системе отсчета определяется в полном соответствии с нерелятивистской теоремой сложения скоростей (Т12.4). Но и в данном опыте, в котором система отсчета по характеру движения является в высокой степени инерциальной (по этой характеристике она находится несравненно ближе к системе отсчета из опыта Майкельсона, нежели из опыта Саньяка), говорят, что результат опыта, тем что он положителен, обязан вращению Земли. Так, в уже цитировавшейся выше книге мы читаем: «Опыт Майкельсона–Гэйла можно рассматривать как оптический аналог механического опыта Фуко с маятником...» [18, с.414]; то есть, по дан-

ному заявлению он является динамическим, а не кинематическим опытом! Такая трактовка опыта подобна тому, как если бы, говоря о кинематике, заключали: кинематика – это аналог динамики. И действительно, та и другая изучают движение, так что чем не аналог динамики кинематика или, наоборот, кинематике динамика.

Уму, который такого рода аналогией исчерпывает в своем сознании всю суть кинематики и динамики, не следует стремиться сообщить больше об этих разделах физики, чем ему известно, – занятие будет бесполезным. Но когда авторы учебников по физике, прекрасно знающие в чем различие между кинематикой и динамикой, твердят об аналогии двух явлений, одно из которых – кинематическое, а второе – динамическое, то это уже занятие, граничащее с непозволительной вольностью в физике.

Еще раз повторяюсь, парируя подобное занятие в физической науке. Из Аксиомы природы 1 известно, что все объекты имеют тенденцию к сохранению достигнутого состояния. Как только снимается воздействие силы, объект тут же начинает сохранять свое состояние движения, сообщенное ему до этого действовавшей силой, напрямую или через связи. В случае, когда связи недостаточно жесткие, чтобы полностью передать ускорение, объект будет в меньшей степени ускоряться, чем тот, от которого это ускорение передается, что и происходит с маятником Фуко.

А что наподобие данного явления имеется в опыте Майкельсона–Гэйла? Где те динамические факторы, на которые можно было бы возложить ответственность за невыполнение в опыте постулата СТО о постоянстве относительной скорости света? И можно ли такие факторы изыскать природе? Это лишь небольшая часть вопросов, возникающих в связи с современной трактовкой опытов Саньяка и Майкельсона–Гэйла.

### *Тема 18*

## **АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОЙ ТРАКТОВКИ ОПЫТОВ САНЬЯКА И МАЙКЕЛЬСОНА–ГЭЙЛА**

Во многих достаточно полных учебниках по оптике, предназначенных для физических специальностей университетов (я просмотрел все такие учебники в библиотеке Черновицкого университета), нет и

намека на опыты Саньяка и Майкельсона–Гэйла. Из всех пятнадцати мною просмотренных пособий опыты рассматриваются только в трех [21,24,25], причем в двух первых из них – один только опыт Саньяка, а об опыте Майкельсона–Гэйла лишь упоминается. Но больше всего удивило то, что не рассмотрены опыты Саньяка и Майкельсона–Гэйла в 928-ми страничной «Оптике» Г. С. Ландсберга, в которой есть все, кроме этих опытов. Почему к ним такое отношение? Мне представляется, что единственной причиной массового обхода опытов Саньяка и Майкельсона–Гэйла в учебной литературе (мой просмотр выявил 80%) есть несовместимость результатов опытов со вторым постулатом СТО. Не всем так просто понятно, почему нужно считать, что световая относительность в опыте Майкельсона иная, чем в опытах Саньяка и Майкельсона–Гэйла. А тем, кому представляется это понятным, объясняющимся различием в ускоренных системах отсчета, должны иметь ответ на следующий вопрос: почему тогда световая относительность в опытах Саньяка и Майкельсона–Гэйла одинаковая? Ведь ускорения систем отсчета в этих только что упомянутых опытах резко различны. Получается нечто весьма странное: различие в ускорениях между системами отсчета в опытах Майкельсона и Майкельсона–Гэйла меньше, чем между системами в опытах Саньяка и Майкельсона–Гэйла, но этому меньшему различию ставится в соответствие изменение характера световой относительности, а большему не ставится. Разве не странно все это выглядит?! Однако обо всем – по порядку, причем с необходимыми пояснениями и доказательствами, что в данном случае очень важно.

Сначала о том, как конкретно истолкованы опыты Саньяка и Майкельсона–Гэйла в физической литературе, разумеется, в которой им уделено хоть какое-то внимание.

В «Волновой оптике» Н. И. Калитеевского можно прочитать следующее: «...скорость [света] одинакова во всех инерциальных системах и не зависит от длины волны, интенсивности и относительной скорости движения источника и приемника. Тем самым отвергается теорема сложения скоростей в классической механике и различные построения, которые выдвигались в свое время для истолкования отрицательного результата опыта Майкельсона» [24, с.309].

Словом, это обычное релятивистское толкование причины отрицательного результата опыта Майкельсона, которое рассмотрено выше (тема 14). А далее Н. И. Калитеевский подводит к мысли:

«Вращение Земли... не является инерциальным движением, и его можно обнаружить как механическим опытом (маятник Фуко), так и тонкими оптическими измерениями; последние ни в коем случае не следует путать с изложенными ранее опытами Майкельсона и др., где делалась попытка обнаружить абсолютное движение инерциальной системы, которой может считаться Земля при ее орбитальном движении» (с. 310).

Затем дается изложение схемы опыта Саньяка с весьма туманным высказыванием такого порядка:

«Следует отметить, что весь расчет (в приближении  $v \ll c$ , где  $v$  – скорость точек на окружности вращающегося диска), проводится в рамках классической (нерелятивистской) физики, но его результаты хорошо согласуются с данными опыта» (там же).

Значительно более прозрачно на этот счет высказался Е. И. Бутиков в своей «Оптике» [21] в разделе «Эффект Саньяка». Утверждая (как и Н. И. Калитеевский), что «ускоренное движение, в частности вращение относительно инерциальной системы отсчета, сказывается на характере протекающих явлений и может быть обнаружено как механическими, так и оптическими опытами», он заявляет буквально следующее:

«Так как рассматриваемый эффект проявляет себя уже в первом порядке по  $v/c$ , то можно не принимать во внимание релятивистские эффекты сокращения длины и замедления времени, ибо они квадратичны по  $v/c$ » [21, с.413].

Теперь уже ясно о чем речь, но совершенно пока не ясно к чему это высказывание. Или господин Бутиков сам считает и нам хочет сказать, что релятивистская кинематика света отличается от нерелятивистской только поправками второго порядка, что абсолютно неверно, или он так не считает и не это имеет ввиду, а просто, без всякого смысла применительно к излагаемому опыту высказался о релятивистских сокращениях длины и времени?

Однако не следует гадать, что этим высказыванием хотели всем сказать, а обратимся к А. Зоммерфельду – автору третьего за моим просмотром учебника по оптике, в котором есть информация об опытах Саньяка и Майкельсона–Гэйла. Тем более, что А. Зоммерфельд является признанным авторитетом в истолковании этих опытов, о чем свидетельствуют такие факты: на публикации Зоммерфельда ссылались все, кто писал об опытах Саньяка и Майкельсона–Гэйла; по его



работам написана соответствующая статья в физическом энциклопедическом словаре.

Зоммерфельд пишет [25, с.111]: «Отрицательный результат опыта Майкельсона ничего не говорит, конечно, о распространении света во вращающихся средах. В этом случае нужно было бы привлечь не частную, а общую теорию относительности с ее добавочными членами, соответствующими механическим центробежным силам. Если, однако, принять во внимание, что в последующих опытах (Саньяка, Майкельсона–Гэйла и Гарреса. – Р. Ф.) речь идет только о скоростях  $v \ll c$  и только об эффектах первого порядка относительно  $v/c$ , то можно будет вообще обойтись без теории относительности и вести расчеты просто классически.

Короче всего может быть описан опыт Саньяка» [25, с.111] (и далее дается описание этого опыта). Затем ниже делается краткое описание опыта Майкельсона – Гэйла со следующим выводом:

«Этот опыт является прекрасной аналогией опыта Фуко с маятником. В то время как поступательное движение Земли не может быть доказано ни механически, ни оптически, вращение Земли может быть измерено как механически по Фуко, так и оптически по Майкельсону–Гэйлу» (там же).

Ну, вот, теперь уже достаточно понятно, о чем говорится в приведенных выше цитатах по поводу эффектов первого порядка, которые наблюдаются в опытах Саньяка и Майкельсона–Гэйла. Речь в них о том, что поскольку  $v \ll c$  и опыты дают эффекты первого порядка, то можно обойтись без теории относительности и вести расчеты просто классически (Зоммерфельд). А Е. И. Бутикову даже показалось, что об этом допустимо сказать и так: «можно не принимать во внимание релятивистские эффекты' сокращения длины и замедления времени, ибо они квадратичны по  $v/c$ ».

Трудно удержаться, чтобы в связи с подобными высказываниями не воскликнуть: да, полноте, господа! Вы создали беспрецедентную путаницу в представлении того, что на самом деле устанавливают опыты Саньяка и Майкельсона–Гэйла, наверное, самую большую, какую только можно найти в физике двадцатого столетия.

Однако восклицаниями делу не поможешь, давайте разбираться, почему эти высказывания неприемлемы, а точнее, ошибочны. Можно было бы их парировать всего лишь одной фразой, принадлежащей С. И. Вавилову: «... в теории Эйнштейна принцип относительности пер-

вого порядка есть только частный случай относительности какого угодно порядка» [23, с.26]. Но поскольку эти ошибочные высказывания проникли уже и в учебную литературу, то анализ их необходим.

Проанализируем сначала ту часть высказывания Зоммерфельда (и других), где речь идет о необязательности прибегать к релятивистским методам при описании опытов первого порядка.

Правильно замечая, что результат опыта Майкельсона, добытый в инерциальной системе отсчета, ничего не говорит о распространении света в неинерциальной (ускоренной) системе отсчета, какой она есть в опыте Саньяка или Майкельсона–Гэйла (хотя система отсчета в опыте Майкельсона также ускорена, все дело лишь в степени ускорения), Зоммерфельд в этой части своего высказывания сделал фактически два различных утверждения. Он заявил, что *«можно будет вообще обойтись без теории относительности»*, если речь идет:

о малых скоростях  $v \ll c$ ; (Т18.1)

об эффектах первого порядка относительно  $v/c$ . (Т18.2)

Подчеркну: указанные утверждения сделаны Зоммерфельдом по поводу опытов Саньяка и Майкельсона–Гэйла, в которых *исследуемым объектом является сам свет*, движущийся, разумеется, со своей скоростью (со скоростью света). Поэтому сразу возникает недоумение: почему в утверждении (Т18.1) внимание концентрируется на скорости системы отсчета, а не объекта исследований, которым является свет? Правильно было бы вместо (Т18.1) выразить ситуацию так:  $c = \text{const}$ , тогда не было бы этого утверждения, а вместе с ним и утверждения (Т18.2).

Стремление не замечать объект исследований хотя и настораживает, но еще мало о чем говорит. К доказательству неверности утверждения (Т18.1) необходимо прийти, так сказать, во всеоружии, то есть со всеми нужными фактами и аргументами. Точно так же следует изложить и доказательство неверности утверждения (Т18.2), которое почти идентично утверждению (Т18.1), но все же имеет свои оттенки.

Путь прихода к этим доказательствам будет таков: посмотрим в сравнении на то, что имелось в кинематике до СТО, и что появилось в ней с принятием СТО; затем сравним утверждения Зоммерфельда (Т18.1) и (Т18.2) с теми утверждениями, которые точно вытекают из СТО. В таких сравнениях и будет показано, что (Т18.1) и (Т18.2) неверны.

Итак, до СТО господствовала классическая (нерелятивистская) кинематика, основанная на преобразованиях Галилея (с целью простоты рассматриваются только оси  $x, x'$ )

$$x' = x - vt, \quad t' = t, \quad (\text{T18.3})$$

где  $v$  – скорость движения оси  $x'$  относительно  $x$ . Пусть какой-нибудь объект движется в нештрихованной системе координат со скоростью

$$u = \frac{dx}{dt}.$$

В штрихованной системе его скорость может быть определена при помощи преобразований (T18.3). Так, из (T18.3) имеем:

$$dx' = dx - vdt, \quad dt' = dt.$$

Тогда искомая скорость есть

$$U_K = \frac{dx'}{dt'} = \frac{dx}{dt} - v = u - v.$$

С учетом обоих возможных направлений движения объекта вдоль  $x'$  формула этой скорости имеет вид:

$$U_K = u \mp v. \quad (\text{T18.4})$$

Соотношение (T18.4) выражает нерелятивистский закон сложения скоростей объекта и системы отсчета.

СТО изменила классическое представление о пространстве и времени, сделав это посредством превращения скорости света в мировую константу. Для осуществления этой программы понадобились преобразования Лоренца – математическое средство, которое, возможно, впервые в истории физической науки вместо своей услуги физике потребовало, чтобы физика служила ему. Поэтому верно будет, если сказать так: для физического объяснения преобразований Лоренца понадобились эти изменения представлений о пространстве и времени. Так или иначе, а преобразования Лоренца – это самое главное, что появилось в результате СТО. Вот они, эти преобразования (для осей  $x, x'$  и времени  $t, t'$ ):

$$x' = \frac{x - vt}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}, \quad t' = \frac{t - (v/c^2)x}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}, \quad (\text{T18.5})$$

где  $v$  – скорость движения системы  $(x', t')$  относительно  $(x, t)$ .

Точно также, как из преобразований Галилея вытекает нерелятивистская теорема сложения скоростей, так из преобразований Лоренца

следует релятивистская. И в самом деле, пусть по-прежнему скорость объекта в нештрихованной системе координат есть

$$u = \frac{dx}{dt}.$$

Тогда, имея из преобразований Лоренца

$$dx' = \frac{dx - vdt}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}, \quad dt' = \frac{dt - (v/c^2)dx}{\sqrt{1 - v^2/c^2}},$$

находим, что релятивистской скоростью объекта в штрихованной системе координат будет

$$U_R = \frac{dx'}{dt'} = \frac{dx - vdt}{dt - (v/c^2)dx} = \frac{dx/dt - v}{1 - (v/c^2)(dx/dt)} = \frac{u - v}{1 - vu/c^2}.$$

С учетом обоих возможных направлений движения вдоль  $x'$  формула этой скорости получает следующий вид:

$$U_R = \frac{u \mp v}{1 \mp vu/c^2}. \quad (\text{T18.6})$$

Соотношение (Т18.6) выражает релятивистский закон сложения скоростей объекта и системы отсчета.

Сравнивая друг с другом преобразования (Т18.3) и (Т18.5), легко заметить и понять следующее: при  $v \ll c$ , когда можно считать, что отношение  $v^2/c^2$  (а тем более  $v/c^2$ ) практически равно нулю, формулы (Т18.5) переходят в формулы (Т18.3). Так определяется граница между двумя кинематиками – нерелятивистской и релятивистской. Возможно ее и имел ввиду Зоммерфельд, когда рассуждал, что при  $v \ll c$  теория относительности не нужна, то есть когда он делал свое утверждение (Т18.1). Только к чему такое утверждение в том случае, когда объектом движения является свет? Даже если бы движущимся объектом вместо света было какое-нибудь тело, имеющее в нештрихованной системе координат скорость  $u$ , то и в этом случае оценка должна была бы проводиться не по условию  $v \ll c$ , а по тому, насколько  $u$  отличается от  $c$ . В случае же, когда движущимся объектом является именно свет, вообще никакой подобной оценки (с точки зрения СТО) проводить не требуется для определения, какая кинематика практически реализуется. Ясно, что релятивистская, в которой скорость света должна быть одинаковой одновременно в двух системах

координат – в штрихованной и нештрихованной, в соответствии с формулой ее преобразования

$$c_R = \frac{c \mp v}{1 \mp v/c} = c, \quad (\text{T18.7})$$

получаемой из (T18.6) заменой  $u$  на  $c$ .

Таким образом, утверждение Зоммерфельда (T18.1), что в опытах Саньяка и Майкельсона–Гэйла якобы имеет место тот случай, когда скорость исследуемого объекта намного меньше скорости света и поэтому можно в расчетах обойтись без теории относительности – не соответствует действительности. Это утверждение просто-напросто неверно ровно в такой мере, в какой неверно с позиции СТО сложение скоростей света и системы отсчета по формуле

$$c_K = c \mp v, \quad (\text{T18.8})$$

получаемой из (T18.4), если  $u$  заменить на  $c$ . А Зоммерфельд своим утверждением (T18.1) фактически настаивает на применении к свету формулы (T18.8).

Чтобы показать, почему неверно с позиции СТО и утверждение Зоммерфельда (T18.2), обращусь к опыту Майкельсона и покажу релятивистскую несостоятельность этого утверждения на примере этого опыта. Физическая суть опыта Майкельсона заключена в следующем вопросе, который фактически и решался этим опытом.

Если свет и плечо DA (рис.1) движутся в мировом пространстве по общему пути и в одном направлении соответственно со скоростью  $v$  и  $c$ , то какая скорость света определится по отношению к плечу DA?

Нерелятивистская кинематика на данный вопрос отвечает так:  $c - v$  [формула (T18.8)], а релятивистская дает следующий ответ:  $c$  [формула (T18.7)].

Если исходить из нерелятивистской кинематики, то в опыте Майкельсона, при том, что время прохода светом продольного плеча равно

$$t_1 = \frac{L}{c - v} \frac{1}{1 - v/c} \approx \frac{L}{c} \left( 1 + \frac{v}{c} \right),$$

а поперечного –

$$t_3 \approx \frac{L}{c},$$

относительное запаздывание световых волн на этом этапе определится так:

$$t_1 - t_3 \approx \frac{L v}{c c}. \quad (\text{T18.9})$$

Однако осуществить наблюдение запаздывания на данном этапе невозможно, необходимо световые волны вернуть для сравнения в исходную точку D. Относительное запаздывание волн в точке D будет уже таким:

$$t_1 + t_2 - 2t_3 = \frac{L}{c} \frac{1}{1-v/c} + \frac{L}{c} \frac{1}{1+v/c} - \frac{2L}{c} \approx \frac{2L}{c} \frac{v^2}{c^2}. \quad (\text{T18.10})$$

Замечу для сравнения, что опыты Саньяка и Майкельсона–Гэйла в отличие от опыта Майкельсона, являются такими по конструкции опытами, в которых наблюдение возможно (и проводится) уже на этапе, аналогичном тому, на котором в опыте Майкельсона получается выражение запаздывания (T18.9).

А теперь уместно напомнить: именно по выражению (T18.10) считается, что опыт Майкельсона есть опытом второго порядка относительно  $v/c$ . Только так считается исключительно лишь в *нерелятивистской кинематике*, то есть тогда, когда получают расчеты, исходя из этой кинематики. Ибо если исходить в расчетах из релятивистской кинематики, в рамках которой вместо (T18.10) имеем

$$t_1 = t_2 = t_3 \text{ и, поэтому, } t_1 + t_2 - 2t_3 = 0 \quad (\text{T18.11})$$

(тема 14), то, как видно из (T18.11), релятивистская кинематика не приводит ни к первому, ни ко второму, ни к какому угодно иному порядку отношения  $v/c$ .

Следовательно, с позиции релятивистской кинематики (с точки зрения СТО) вести какие-либо разговоры о каком-нибудь порядке отношения  $v/c$ , которым якобы устанавливается предел этой кинематики, не имеет смысла, когда речь идет о том или ином *интерференционном результате*, полученном, разумеется, при посредстве той или иной относительной скорости *света*. В случае света таких пределов не существует! Поэтому утверждение Зоммерфельда (T18.2), как и (T18.1), с точки зрения СТО неверно в применении к свету.

Почему Зоммерфельд вопреки СТО считал, что кинематика света может рассматриваться в классическом приближении, что она представляет собой результат  $c \mp v$  с добавкой члена второго порядка малости, теперь остается только гадать. Возможно, все это у Зоммерфельда как-то ассоциировалось с принципом относительности Лоренца? Как известно, до СТО имелась точка зрения, развиваемая Лорен-

цем, согласно которой «...движение Земли не оказывает никакого влияния первого порядка на опыты с земными источниками света» [26]. Это положение называлось принципом относительности первого порядка. Согласно ему, только эффекты второго порядка относительно  $v/c$  должны проявляться в опытах. И хотя СТО радикально изменила это положение, тем не менее, многие тогда почему-то считали, что СТО – это по сути расширение принципа относительности Лоренца на явления, связанные с  $v^2/c^2$ . Помните фразу Вавилова? Он, напомним, сказал: «...принцип относительности первого порядка есть только частный случай относительности какого угодно порядка». На самом же деле принцип относительности Лоренца не входит частным случаем в принцип, который базируется на преобразованиях (Т18.5).

Относительно высказывания Бутикова, где говорится, что поскольку в опыте Саньяка и Майкельсона–Гэйла наблюдаются эффекты первого порядка по  $v/c$ , «то можно не принимать во внимание релятивистские эффекты сокращения длины и замедления времени, ибо они квадратичны по  $v/c$ », замечу следующее.

Это высказывание идентично высказыванию Зоммерфельда, с той лишь разницей, что добавляет к последнему своеобразное откровение, обнажающее ложное понимание различия между релятивистской и нерелятивистской кинематиками, на сей раз уже связанное с известным корнем  $\sqrt{1 - v^2/c^2}$ . Е. И. Бутиков считает, что релятивистская кинематика отличается от нерелятивистской только учетом квадратичных по  $v/c$  эффектов сокращения длины и замедления времени, обеспечивающегося наличием в преобразованиях Лоренца указанного корня. А разве релятивистская кинематика не отличается от нерелятивистской еще и тем, не менее существенным, что в преобразованиях Лоренца – в выражение преобразуемого времени – входит слагаемое  $(v/c^2)x/\sqrt{1 - v^2/c^2}$ , которого нет в преобразованиях Галилея? Именно присутствие в (Т18.5) этого слагаемого делает скорость света не меняющейся величиной при преобразовании ее от одной системы координат к другой. А в силу невозможности изменить скорость света путем преобразования ее к движущейся системе координат, невозможно иметь классическое приближение в кинематике света, так как нельзя получить результат  $c \mp v$ . Почему этот простой факт не был виден обоим авторам приведенных цитат, когда они писали свои книги, – удивляет больше всего; даже вызывает сожаление по причине

того, что это не просто книги, а учебники по физике для высшей школы.

Можно было бы развивать мысль и о том, что, благодаря слагаемому  $(v/c^2)x/\sqrt{1-v^2/c^2}$ , процедура преобразования временной величины становится подобной процедуре преобразования пространственной величины из-за смешивания в обоих уравнения (Т18.5) величин  $x$  и  $t$ , что в релятивистской физике понимается как очень важное указание на органическую связь между пространством и временем. Однако не буду углубляться в данную тему здесь и сейчас, сделаю это позднее.

В завершение темы необходимо с пониманием отметить следующее. Убежденные релятивисты (или верующие в СТО) при изложении рассмотренных выше опытов не могли, разумеется, говорить, что постулат о постоянстве скорости света противоречит результатам опытов Саньяка и Майкельсона–Гэйла, как это на самом деле и есть. Им нужно было и постулат сохранить, и объяснить, почему скорость света в двух опытах определяется по нерелятивистскому закону. Но вряд ли это вообще выполнимо, о чем свидетельствует проанализированный в данной главе совокупный материал из научной литературы, содержащий утверждения, которые не соответствуют фактам. Единственное, что является бесспорным фактом, – это лишь то, что степень ускоренности систем отсчета в трех рассмотренных выше опытах *различная* и эти различия допускают количественную оценку. Однако о количественной оценке различной ускоренности систем отсчета и о том, можно ли имеющимися различиями спасти постулат о постоянстве скорости света, речь пойдет в главе 4.

#### *Рассуждение 4* **ОБ ОПЫТЕ МАЙКЕЛЬСОНА И О ТОМ, ЧТО С НИМ СВЯЗАНО**

С опытом Майкельсона связано радикальное переустройство физики, заключающееся в отрицании абсолютных пространства, времени и движения, в переведении их в разряд только относительных истин. К отрицанию указанных абсолютов пришли в результате того, что в этом опыте не проявляется весьма тонкое ожидавшееся изменение интерференционной картины, отнесенное к чисто кинематическому эф-



фекту. Подчеркну: именно из-за убеждения, что дело имеют с чисто кинематическим эффектом, все эти отрицания и стали возможными. А окажись тогда известным, что в опыте Майкельсона осуществляется не кинематический, а динамический эффект, и этих отрицаний не было бы, так как не было бы оснований приходить к постоянству относительной скорости света.

После подобного заявления на счет природы эффекта не может не возникнуть следующий весьма важный вопрос: каковы доказательства того, что в опыте Майкельсона имеет место именно динамический эффект?

Ответ на данный вопрос, напомню, вытекает из опыта и является таким (Т15): если встречные световые волны в материальной среде в одном опыте взаимодействуют друг с другом, обмениваясь энергиями, то трудно чем-либо аргументировать, что в другом аналогичном опыте (опыте Майкельсона), в котором также имеются встречные движения световых волн в материальной среде, этого взаимодействия нет.

Следовательно, есть все основания считать, что эффект, который не проявился в опыте Майкельсона и в связи с чем состоялась абсолютизация скорости света, имеет именно динамическую природу. А динамический эффект не может быть основанием для утверждения, что скорость света одинакова в двух различных по состоянию движения инерциальных системах отсчета.

Нельзя не обратить внимание на то, что важная информация об истинном характере того или иного явления, *несовместимого с СТО*, почему-то всегда безнадежно своеобразным образом запаздывает. Речь идет не об обычном временном запаздывании, а, так сказать, о субъективированной невозможности *после СТО* создать в общественном физическом мнении истинный образ *такого явления*. Сперва запоздал с возможностью быть правильно истолкованным опыт Саньяка, который если бы был проведен раньше, до появления СТО, то представлял бы собой (по выражению Вавилова) «... блестящее экспериментальное доказательство наличия эфира»; но эта возможность утрачена, так как опыт проведен после принятия СТО. Потом появились экспериментальные факты, указывающие на динамическую природу нулевого результата опыта Майкельсона, но которые сразу же, с момента своего появления, как бы навсегда опоздали для физики. И хотя эти факты вместе с проявившейся в опытах Саньяка и Майкельсона-Гэйла кинематикой света ставят *своей естественной сутью* неотвратимый вопрос об истинности второго постулата СТО, однако в

общественном физическом мнении они не являются фактами этого характера.

Почему имеет место полное невосприятие тех фактов, которые несовместимы с СТО? Почему в таких фактах всегда ищут какие-то другие содержания, лишь бы отвести их (факты) от СТО?

Ответ на данные вопросы содержится в эволюции физических представлений. Его можно получить, если проанализировать развитие этих представлений хотя бы в таком периоде: от механики Ньютона до электродинамики Максвелла–Лоренца. Данный период наиболее показателен в этом смысле. В нем четко прослеживается тенденция снижения образности в физических представлениях и усиление в них математической формализованности. А к каким последствиям это способно приводить, покажет анализ обозначенного периода эволюции. Перехожу непосредственно к самому анализу.

Тот, кому по каким-нибудь причинам приходилось знакомиться с эволюцией развития физического знания, не мог не заметить следующего: механика Ньютона отличается тем, что впервые в истории физической науки в ней появились *аксиоматические* образы реальности, допускающие *математический анализ*, а через него – анализ физических представлений. Взять хотя бы понятие силы. Сила, по Ньютону, пропорциональна изменению количества *свободного* движения, являющегося одним из основных аксиоматических образов реальности. Изменение количества движения способно исчерпывающе изображать изменение в реальном объективном мире, в котором взаимодействуют друг с другом его элементы, меняя свои количества движения. Поэтому математический анализ изменения величины, названной «количеством движения», является анализом физического состояния движения в реальном объективном мире. Конечно, Ньютон вводил свои величины в первую очередь для выражения первоявлений<sup>7</sup>, и в этом фундаментальная значимость введенных им величин. Например, сила, по Ньютону, есть действие, производимое над объектом, чтобы изменить его состояние покоя или равномерного прямолинейного движения; то есть речь идет о реальности, которая составляет предмет Первой Аксиомы природы. Величиной для выражения аксиоматической реальности является также и масса, и инерция – «врожденная сила материи», которая «пропорциональна массе, и если отличается от массы, то разве только воззрением на нее», и, разумеется, скорость *абсолютного* движения. Ньютон ясно представлял себе, что физика в своей фундаментальной основе должна быть аксиоматической физикой, со-

стоящей из аксиом природы (и науки. – Р. Ф.). Имея аксиоматическую физику для поля *центральной силы*, можно ее распространять и на явления, происходящие на Земле, учитывая взаимодействия последней с исследуемыми объектами. Центральная сила у Ньютона характеризуется тремя видами проявления, выводящими на различные определения этой силы. Во-первых, она определяется мощностью силового центра, которую Ньютон назвал *абсолютной величиной центростремительной силы*, а по-теперешнему это есть величина заряда (электрического, магнитного, гравитационного и т. д.). Во-вторых, она определяется ускорением, получаемым объектом в результате ее действия. Эту величину Ньютон назвал *ускорительной величиной центростремительной силы*, а в современной физике ее называют напряженностью силового поля. В-третьих, она определяется изменением количества движения в единицу времени и, естественно, в ньютоновом названии именуется *движущей величиной центростремительной силы*. Теперь такого рода силу называют пондеромоторной силой. Указанные три образа действия, определяющие действие центральной силы, которые Ньютон четко отличал друг от друга, и поныне являются определяющими характеристиками силового поля.

Приведенного достаточно для иллюстрации того, что механика Ньютона дает ясные физические образы в количественных выражениях, пригодные для анализа и измерения. Создание фундаментальных физических образов под математический анализ явилось крупнейшим шагом в направлении освобождения физики от схоластики (бесплодного непроверяемого умствования), превращения физического представления в истинно научное представление. Аксиоматическая механика Ньютона – первое системное творение человека, предполагающее анализ на основе фундаментальных физических образов. Именно фундаментальные физические образы должны давать пищу для анализа, а не математические решения приводить к физическим представлениям – такова важная подсказка, как теперь можно устанавливать, содержится в механике Ньютона. А тогда ощущалось лишь то, что творчеством Ньютона заметно упорядочивается физика движения, из нее устраняется перипатетическая концепция «скрытых качеств» и вообще схоластическая крайность.

Однако со временем в моду войдет другая крайность, как бы противоположная прежней словесной схоластике, так сказать, *формализованная схоластика*, когда из чисто математических конструкций станут выводиться «физические» представления, лишённые всякого

физического содержания и привносящие в физику лишь одни формы. Продуктом этого нового крайнего подхода являются, например, преобразования Лоренца. Их анализ (с иллюстрацией отсутствия в них физического смысла) еще впереди. А здесь важно выяснить, почему физика снова оказалась в крайнем положении своих воззрений на реальность, но в первую очередь на саму себя?

Чтобы яснее было о чем данный вопрос, необходимо как-то конкретнее охарактеризовать доньютоновыи и посленьютоновыи периоды в физике, называемые здесь крайними; а также следует дать характеристику подобного же рода и на ньютонovyи период развития физики, в сравнении с которым эти крайности и видны.

Итак, доньютоновыи и посленьютоновыи крайние периоды в физике можно охарактеризовать следующим образом: в первом *измышлялись* физические содержания без форм; во втором (в крайнем варианте) *измышляются* формы явлений без содержания. А ньютонovo учение о движении навсегда доказало, что должны *устанавливаться* в комплексе и содержания, и формы явлений (путем синтеза эмпирических знаний), причем содержания играют главенствующую роль в физике, ибо из них выводятся формы, которые ответственны лишь за возможность анализа комплексов. Физика не может быть в виде либо только первых, либо только вторых частей комплекса «содержание – форма»; физика, как наука, – это всегда целостный комплекс.

Возвращаясь к вопросу, почему физика после Ньютона снова оказалась в крайнем положении, теперь уже в таком, в котором нередко используются формализованные образы, не имеющие физического смысла, я предлагаю следующий ответ на него: потому, что туда ее завела критика, имевшая место в очень важный период развития физики, когда в ней разрабатывались новые идеи электромагнетизма. Критики всегда выступают со старых позиций (новыми начинаниями они просто не владеют) и в тех случаях, когда объектом их внимания становятся новые идеи, это не на пользу новым идеям. Носители новых идей или углубленных фундаментальных представлений, пусть уже частично известных, но доподлинно понятных только им, очень одиноки в своем творчестве и, в отличие от всегда напористых критиков, ведут себя излишне робко. Они часто пасуют перед критиками таким оригинальным способом, как утаивание собственных мыслей и результатов, чтобы не сталкиваться с критиками. Известно, что Ньютон весьма неохотно публиковал свои работы из-за опасений быть втянутым в неприятную для него полемику. А Лоренц, который, ско-

рее всего, так никогда и не разделял релятивистских воззрений<sup>22</sup>, делал вид, что поддерживает СТО, лишь бы избегать споров.

Коль скоро речь зашла о критиках, критике и ее последствиях, то об этом явлении следует сказать больше; необходимо показать, почему критика способствовала неадекватной формализации физики.

Г. Гельмгольц, один из самых видных физиков второй половине XIX столетия, характеризуя состояние электродинамики на момент, когда прошло уже больше пяти лет со времени выхода в свет главного труда Максвелла «Трактат по электричеству и магнетизму», писал: «Область электродинамики превратилась... в бездорожную пустыню. Факты, основанные на наблюдениях и следствиях из весьма сомнительных теорий, – все это было вперемежку соединено между собой» [21, с.183]. А вот как высказался о том же самом Энгельс, который не был физиком, но его высказывание интересно тем, что в нем отражалось общественное мнение более широкой части общества по отношению к физической науке: «В учении об электричестве мы имеем перед собой хаотическую груду старых, ненадежных экспериментов, не получивших ни окончательного подтверждения, ни окончательного опровержения, какое-то неуверенное блуждание во мраке, не связанные друг с другом исследования и опыты многих отдельных ученых, атакующих неизвестную область вразброд, подобно орде кочевых наездников» (там же). Далее было противостояние двух крупных теорий, базировавшихся на учении Максвелла, но имевших различные воззрения на механические свойства эфира – носителя электромагнитных (световых) волн; речь идет об электродинамике Герца и электронной теории Лоренца. Первая, как уже отмечалось выше, исходила из полного увлечения эфира движущимися телами, а вторая – из абсолютной его неподвижности. И та, и другая не в состоянии были объяснить все результаты опытов из единой своей позиции, причем первая находилась в несогласии с бóльшим числом опытов, чем вторая, которая не совмещалась только с результатом опыта Майкельсона. Зато эта вторая не то чтобы требовала, но допускала такие изменения в понятиях массы и времени («электромагнитная масса», «местное время»), что ясно было, она не ладит с устоявшимися фундаментальными понятиями ньютоновой механики. Правда, новшество относительно времени почти никого особо не тревожило, поэтому оно не анализировалось и не обсуждалось. А вот новое понятие «электромагнитная масса», сводившееся к тому, что якобы реальная механическая масса равна нулю, тщательно анализировалось и активно обсуждалось; оно вы-

зывало резкую критику со стороны философов-материалистов и некоторой части физиков, вводило в смятение всех. Словом, состояние в физике из-за всего этого было таким, что, казалось, физика существует только для того, чтобы создавать различные мнения по поводу явлений природы. Позиция каждого физика, творчески работавшего в области теории электромагнетизма, становилась шаткой при каждом его инициативном шаге: в отсутствие единой мировоззренческой линии в этой области, которая объединяла бы всех, любой новый чей-либо шаг вызывал сомнение и критику, создавая дискомфортную ситуацию для всех. Дискомфорт усиливался еще и тем, что присутствовало чувство моральной ответственности за отставание в освоении этой новой научной сферы: практически электричество входило тогда в жизнь, можно сказать, невиданными темпами, а теоретически осмысливалось медленно в немалых муках и сомнениях. Не имея единой мировоззренческой основы, наподобие ньютоновых аксиом для механического движения, и находясь в постоянном дискомфортном состоянии, физики готовы были принять даже мистифицированную гипотезу, лишь бы она объединяла всех (была достаточно общей для их творчества).

У Читателя, наверное, возникает вопрос: с каких это источников следует, что именно так вели себя физики, то есть готовы были принять и мистифицированную гипотезу?

Источник один. Им является тот факт, что для развития представления об электромагнитных явлениях был принят релятивистский сценарий этого развития с мистифицированной одинаковостью скорости света (электромагнитных взаимодействий) во все инерциальных системах координат, и релятивистскому сценарию содействовали все, активно или пассивно.

Итак, критика состояния теоретических знаний в сфере электромагнитных явлений не могла не вызвать вполне понятное желание физиков-теоретиков изменить это состояние на лучшее (менее критикуемое). Для этого нужно было осуществить более углубленный, чем имелся, анализ знаний, полученных в предшествующий период развития физики, в основном, теоретической механики, с целью поиска полезных аналогий и начал. Что в результате подобного анализа могло дополнительно проясниться в теоретической механике? Наверное, только то (если к тому моменту еще не было ясным), что уравнение движения для тела инвариантно в инерциальных системах координат и, главное, что это является проявлением определенного принципа,

якобы реализующегося в реальной природе, – принципа относительности (как отмечалось выше, впервые о нем заявил А. Пуанкаре в 1895 г.). Правда, тот факт, что инвариантно не полное, а усеченное (без полевой части) уравнение движения, которое в этот период уже безраздельно господствовало в теоретической механике, для физиков-теоретиков как бы и не был фактом, ибо его они просто не видели. Возникает в связи с данным обстоятельством вопрос: а почему они его не видели? На подобный вопрос ответ уже давался раньше (рассуждение 3). Здесь я добавлю к сказанному ранее следующее соображение: не видели потому, что (отступая от традиции Ньютона) все больше сводили физику (теоретическую) к математическим трактовкам, образам и решениям, пренебрегая сущностями явлений. При таком подходе достигается как бы двойной выигрыш: проще с построением научных образов (математическая модель всегда проще, чем физическая) и меньше ответственности за построенное. Тенденция на подобное упрощение берет свое начало в теоретических разработках механики, начавшихся сразу после Ньютона. Она особенно четко проявилась в «Аналитической механике» Лагранжа (1788 г.), который с гордостью заявлял, что в его изложении механики нет ни одного чертежа. Различие между подходами Ньютона к науке о механическом движении тела и тех, кто эту науку после Ньютона развивал в формализованном направлении и к кому напрашивается характеристический термин *«математики от физики»*, образно можно передать так. Ньютон утверждал, что существует абсолютное движение, ибо существует абсолютный мир и имеется движение по отношению к нему. Математики же от физики желали видеть в физике только относительное движение, ибо такое движение значительно проще в математических моделях движения, а главное, оно приводит к чисто математическому феномену в физике – *инвариантности*. Что означает инвариантность уравнения движения с точки зрения физического представления о движении, никто никогда толком не ответит, ибо инвариантность не имеет физического смысла. Зато она наделяет математику исключительным правом в физике: дает ей приоритетную возможность трактовать движение на свой чисто математический манер, устраняет возможность физической трактовки движения сведением его к сугубо относительному; иначе говоря, лишает движение физического содержания, оставляя только математическую форму, что особенно ясно видно в случае релятивистского описания движения света. Но, как оказывается, вся эта затея с инвариантностью ошибочна, ибо при опи-

сании механического движения объекта требование инвариантности уравнения движения есть автоматическим требованием не учитывать при этом описании реально существующую в природе полевую часть движения, неразрывно связанную с механическим движением объекта. И если такой недоучет еще допустим в механике тела в силу исчезающе малых полевых эффектов для проявления их в обычной практике, но, разумеется, и здесь недопустим при трактовке сути явления, то в механике свободного электрона (электрически заряженной микрочастицы) он совершенно недопустим со всех точек зрения, поскольку в этом случае полевой эффект движения относительно очень велик.

Тенденция подмены физических трактовок математическими получила дальнейшее развитие в электронной теории Лоренца. Свидетельством тому служат предложения этой теории ввести в физику необычные для физики понятия, такие как «местное время», «принцип относительности первого порядка», «негалилеевы преобразования координат и времени» и др. Все эти понятия суть названия не физических явлений, а математических результатов, которым невозможно придать физический смысл. Правда, Лоренц и не пытался придавать им физический смысл, как правда и то, что идя таким своим путем, на котором вводил упомянутые понятия, он не стремился к релятивистскому переустройству физики. Об этом свидетельствует его следующее высказывание, из которого становится также ясно, что представляет собой «местное время» в его электронной теории: «Основная причина, по которой я не смог предложить теорию относительности (не ставил себе целью. — *Р. Ф.*), заключается в том, что я придерживался представления, будто лишь переменная  $t$  может считаться истинным временем, а предложенное мной местное время  $t'$  должно рассматриваться только в качестве вспомогательной математической величины» (данное высказывание Лоренца взято из книги А. Пайса [27, с.161]).

Вообще говоря, невозможность придания математическому результату в физике физического смысла означает, по-видимому, единственно следующее: такой математический результат не совместим ни с чем реальным, иначе говоря, в реальной природе ему ничто не соответствует. Он выражает самого себя, а не физическое явление. Понятно, что физика, в которой имелись бы утверждения, вытекающие из подобного рода математических результатов, была бы неадекватной наукой, по крайней мере той своей частью, в которой такие утвержде-



ния наличествовали бы. Отсюда нельзя не прийти к следующему осерегающему заключению.

Математические результаты в физике, которые не имеют *явного* физического смысла, должны находиться под пристальным вниманием, пока их физическое содержание окончательно не прояснится и не станет явным. На математическом результате, не имеющем явного физического смысла, может основываться только находящаяся под проверкой физическая гипотеза и не более. Закон или принцип в физике не может иметь своим выражением математическое средство, лишенное всякого физического смысла.

В современной физике дело, однако, обстоит иначе. Такое математическое средство, как преобразования Лоренца, которые «*явно не имеют физического смысла*» [1, с.101], используется в физике для обоснования принципа относительности, наделенного правом быть основным исходным положением для теоретических разработок в любой области физики. Инвариантность уравнения движения по отношению к преобразованиям Лоренца является, как известно, непререкаемым требованием современной физической теории. И это при том, что инвариантность – есть всего лишь математический прием, не имеющий под собой физического обоснования; более того, этот прием с очевидностью противоречит полевой реальности, которая различна в случаях покоящегося и движущегося в физическом пространстве источника поля.

Почему при *всем этом* СТО представляется многим физикам чем-то вроде священного писания, о котором даже думать не позволено с сомнениями в мыслях на счет справедливости его?

Ну, во-первых, «*все это*» пока еще никому не известно, так как впервые системно излагается только в данной книге, и говорить, что *оно* и СТО уже сосуществуют, было бы неправдой.

Во-вторых, СТО состоит из утверждений, выводимых из преобразований Лоренца, которые не имеют физического смысла. Будучи лишенными физического смысла и в то же время дающими начало новой релятивистской физике, преобразования Лоренца оказались по-настоящему феноменальными формулами: в физическом отношении в них ничего нет, чтобы можно было анализировать, а в формальном плане они – все, так как устанавливают новую форму пространства, времени и движения.

Ясно, что такой феномен невозможно понять, в него можно только поверить. Так и случилось: преобразования Лоренца никто не понима-

ет, но все в них верят. А поверив, приобретается состояние, которому не угрожают факты, ибо вера невосприимчива к фактам. Веру можно изменить только верой.

Этим и объясняется то обстоятельство, что СТО невосприимчива к физическим фактам, которые несовместимы с ней. Понятнее будет, если сказать так: в рамках СТО физики не в состоянии прийти к полной ясности, в чем может заключаться та или иная несовместимость СТО с фактами, как это уже показано на примере рассмотренных выше опытов. Чтобы достичь всей ясности, необходим выход за рамки СТО и более системный анализ аксиоматической физики движения, что и делается в данной книге.

### РЕЗЮМЕ ГЛАВЫ 3

Нулевой результат опыта Майкельсона имеет своей причиной взаимодействие встречных волн в материальной среде. Об этом говорят опыты с оптическими гироскопами, в которых такое взаимодействие выявлено. Суть выявленного взаимодействия заключается в следующем.

Материальная среда, в которой движутся световые волны друг другу навстречу, оказывается, не в состоянии держать разности величин полей волн в точке их встречи, если эти величины *слабо различны*. Чуть-чуть отличающиеся величины полей встречных волн усредняются, иначе говоря, сводятся средой к одной общей величине, которой после встречи характеризуется каждая из волн. Это явление в данной книге названо явлением взаимной компенсации встречных волн в материальной среде.

Утверждение, что явление взаимной компенсации встречных волн имеет место и в опыте Майкельсона, основано на аналогии, так как в этом опыте также имеются встречные движения световых волн в материальной среде (в полупрозрачном зеркале, в компенсационной пластинке и в отражающих зеркалах; не следует исключать также и воздушную среду между зеркалами).

Из аналогии, разумеется, нельзя установить, насколько «чуть-чуть отличающиеся величины полей» могут максимально отличаться друг от друга, чтобы быть еще сводимыми средой к одной общей величине. Для выяснения, какой является максимально сводящаяся разность, понадобились бы специальные опыты. Ясно только, что это весьма

малая разность, неспособная сказываться на результатах опытов первого порядка, таких как Саньяка и Майкельсона–Гэйла. Возможно даже, что в случае, когда разность полей волн является большей, чем максимально сводящаяся, то такая разность не уменьшается на сводящуюся величину, а остается неизменной; то есть, не исключено, что явление взаимной компенсации встречных волн имеет место только в случае, когда разность полей не превышает некоторую определенную величину разности, названную максимально сводящейся разностью, а в других случаях оно не реализуется. Для прояснения всего этого нужны соответствующие опыты.

Имеющееся в научной литературе мнение (именно мнение, а не доказательство), что опыты Саньяка и Майкельсона–Гэйла по физической сути явления отличаются от опыта Майкельсона и, поэтому, из них нельзя вывести правильного представления о характере световой относительности, является ошибочным. Оба они в одинаковой мере пригодны для этого, не смотря на то, что системы отсчета опытов различно ускорены; и, наоборот, не пригоден опыт Майкельсона для установления по нему световой относительности, поскольку в нем осуществляется не кинематический, а динамический эффект, искажающий световую относительность.

## ГЛАВА 4

### СОВОКУПНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ОПЫТОВ

Что такое совокупный результат опытов, о котором уже не раз упоминалось выше в связи с различными разговорами о принципе относительности в области электромагнитных явлений?

Совокупным здесь называется общий результат, синтезированный из единичных результатов *всех* относящихся к *определенному* явлению опытов, способный это явление обобщенно представлять с некоторой *единой позиции*. Причем, совокупный результат не обязательно должен выражаться такой по природе физической величиной, какой выражается результат отдельного опыта. В качестве совокупного результата может выступать любая другая по природе физическая величина, так или иначе связанная с опытами, важно лишь, чтобы она либо была в основе всех опытов, либо являлась главным условием для каждого из них.

Взять, к примеру, интерференционные опыты Майкельсона, Саньяка и Майкельсона–Гэйла. Своим результатом каждый из них имеет смещение интерференционных полос (ожидавшееся или свершающееся). А главным условием того реального смещения, которое наблюдается в том или другом из названных опытов, *считается* степень инерциальности системы отсчета. Следовательно, инерциальность систем отсчета в общепринятом истолковании является тем *общим условием*, которое обуславливает характер наблюдаемого результата в указанных опытах и по которому можно проверить само общепринятое истолкование на его совместимость с реальностью. Для установления характера результата в каждом отдельном опыте необходимо рассмотреть это общее условие применительно к каждому из них. Вывод, к которому приведет такое рассмотрение, и будет называться *совокупным результатом* трех опытов – Майкельсона, Саньяка и Майкельсона–Гэйла. По совокупному результату не сложно определить, является ли на самом деле общее условие опытов (то есть степень инерциальности системы отсчета) ответственным за характер наблюдаемого результата или не является и, тем самым, установить, верно ли общепринятое истолкование результатов этих опытов или неверно. Если же неверно, то постулат о постоянстве относительной скорости света не соответствует реальным фактам и, таким образом, СТО ошибочна.

В данной главе рассматриваются: совокупный результат кинематических опытов Майкельсона, Саньяка и Майкельсона–Гэйла (хотя нулевой результат опыта Майкельсона скорее всего связан с динамической причиной и его следовало бы, поэтому, относить к динамическим опытам) и совокупный результат динамических опытов Лебедева и Комптона. Оба эти совокупные результаты покажут, что общепринятые истолкования, как упомянутых кинематических опытов, так и динамического опыта Комптона в трактовке в нем выражения вида  $mc^2$  в физическом отношении неверны.

Кроме перечисленных частных опытов, относящихся к СТО или квантовой механике, в данной главе рассматриваются также системные подходы к представлению о движении в физической науке, что можно назвать определением совокупного результата знаний о движении – синтезом накопленного в этой области. Показано, что ньютоново движение вещества и максвеллово движение поля – это не разрозненные учения о движении, а части единой *системной* физики движения.

### Тема 19

## СОВОКУПНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ОПЫТОВ

С самого начала, как бы не обращая внимания на аргументы, изложенные в темах 15 и 18, а исходя из общепринятого в истолковании рассматриваемых опытов, напомним о следующем.

Нулевой результат опыта Майкельсона в общепринятом истолковании *считается* главным аргументом, якобы свидетельствующим в пользу релятивистской кинематики. Результаты же опытов Саньяка и Майкельсона–Гэйла, которые полностью подтверждают нерелятивистскую кинематику, *считаются* в этом общепринятом истолковании результатами таких опытов, которые не имеют отношения к СТО в силу того, что они выполнены в неинерциальных системах отсчета.

Итак, различия в показаниях опытов Майкельсона, Саньяка и Майкельсона–Гэйла объясняются в общепринятом истолковании различиями в степени инерциальности систем отсчета, использовавшихся в опытах. Правда, это общепринятое объяснение есть чисто декларативным, так как количественных оценок, насколько та или иная из

этих систем является инерциальной (или неинерциальной), никто никогда не проводил. Впервые такая оценка указанных систем была проведена в 1998 г. в работе, напечатанной в «Научном вестнике Черновицкого университета» [28]. Из работы, а точнее из совокупного результата опытов, рассмотренного в работе, с однозначностью следует вывод, что общепринятое декларативное объяснение различия в результатах опытов различием в степенях инерциальности систем отсчета не имеет опытного подтверждения; более того, оно противоречит опытам. И хотя этот вывод является нашим обязательством перед опытами, – последние не оставляют нам другого выбора, – тем не менее, никакой реакции со стороны физиков на данное обстоятельство и вывод, обнародованные более семи лет тому назад, не последовало. Возможно потому, что никто из физиков Черновицкого университета этой проблемой не занимается, а другим читателям за пределами университета «Вестник», скорее всего, неизвестен. Перехожу к изложению сути установленного упомянутой работой факта (почти что к повторению работы в данной книге).

Начну из того, что напомним: система отсчета в виде определенного зеркала (например, полупрозрачного) в каждом из рассматриваемых опытов двигалась по замкнутому пути, то есть была в той или иной мере ускоренной. В опыте Майкельсона движение осуществлялось по окружности вокруг Солнца (для простоты расчета буду считать, что путь движения системы отсчета везде был окружностью); в опыте Майкельсона–Гэйла – по окружности, которую описывает точка поверхности Земли при суточном вращении последней; в опыте Саньяка – по окружности, которую описывает зеркало, закрепленное в углу квадрата (рис. 3), вращающегося относительно своего центра симметрии.

Радиусы указанных круговых путей имели размеры:  $R_1 = 1,49 \cdot 10^{11}$  м – в опыте Майкельсона (радиус орбиты Земли);  $R_2 = 6,37 \cdot 10^6$  м – в опыте Майкельсона–Гэйла (считается, что опыт проведен вблизи экватора, чтобы не усложнять определение радиуса. Это не повлияет на место результата среди результатов двух других опытов);  $R_3 = 0,25$  м – в опыте Саньяка [23].

С целью упрощения расчета также примем, что движение систем отсчета по оговоренным выше окружностям проходило с постоянной линейной скоростью:  $v_1 = 3 \cdot 10^4$  м/с – в опыте Майкельсона;

$v_2 = 4,65 \cdot 10^2$  м/с – в опыте Майкельсона–Гэйла;  $v_3 = 3,69$  м/с – в опыте Саньяка (для расчета взято линейную скорость при числе оборотов  $n = 2,35$  в секунду, что было преимущественным в опыте [23]).

Центростремительные ускорения систем отсчета определяются в соответствии с известной формулой:

$$w = v^2 / R.$$

В результате найдутся следующие центростремительные ускорения, которыми характеризуются системы отсчета в рассматриваемых опытах:

$$w_1 = v_1^2 / R_1 = 0,006 \text{ м/с}^2 \quad (\text{T19.1})$$

– в опыте Майкельсона;

$$w_2 = v_2^2 / R_2 = 0,034 \text{ м/с}^2 \quad (\text{T19.2})$$

– в опыте Майкельсона–Гэйла;

$$w_3 = v_3^2 / R_3 = 54,5 \text{ м/с}^2 \quad (\text{T19.3})$$

– в опыте Саньяка.

Далее необходимо поступить таким образом: установить, что система отсчета в опыте Майкельсона является стопроцентно инерциальной (характеризуется показателем 100%), поскольку в этом опыте стопроцентно реализуется релятивистская световая относительность, то есть скорость света относительно системы отсчета полностью соответствует лоренцевой теореме сложения скоростей [формуле (T18.7)]; в опыте же Саньяка, наоборот, следует принять, что система отсчета стопроцентно неинерциальная (ее инерциальность оценивается показателем 0%), поскольку здесь стопроцентно реализуется нерелятивистская световая относительность, то есть скорость света относительно системы отсчета полностью соответствует галилеевой теореме сложения скоростей [формуле (T18.8)]. Задачей совокупного опыта является: найти на шкале «0% – 100%» место для системы отсчета из опыта Майкельсона–Гэйла, чтобы убедиться, соответствует ли это место (иначе говоря, реальная степень инерциальности системы отсчета) нерелятивистскому результату опыта, или не соответствует. Речь идет, напомню, о следующем. В общепринятом истолковании рассматриваемых опытов нерелятивистский результат опыта Майкельсона–Гэйла объясняется неинерциальностью системы отсчета. Это объяснение будет адекватным, если показатель инерциальности системы

отсчета окажется близким к 0%. Если же он окажется близким к 100%, то общепринятое истолкование неверно.

Вычисление этого показателя удобно провести графически. Для этого необходимо построить график зависимости % от  $w$  (рис. 5), на котором искомый показатель обозначу буквой  $x$ .

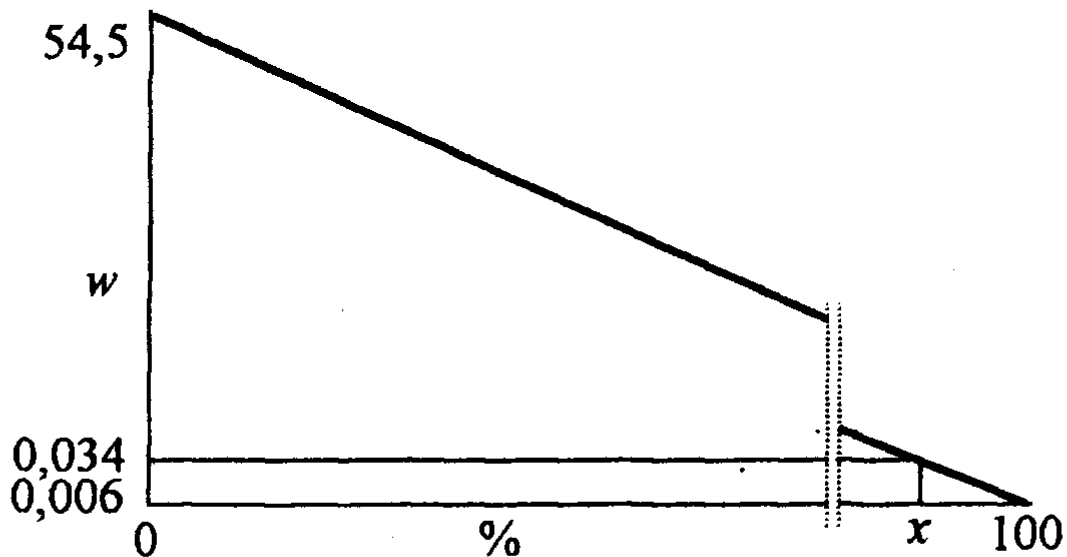


Рис. 5. Графическое изображение соответствия между  $w$  и %, что характеризует степени инерциальности систем отсчета в опытах Майкельсона, Саньяка и Майкельсона–Гэйла

Пользуясь рис. 5, запишу выражения двух котангенсов, из которых можно будет вычислить величину  $x$ :

$$\operatorname{ctg} \alpha_1 = \frac{100}{54,5 - 0,006}, \quad \operatorname{ctg} \alpha_2 = \frac{x}{54,5 - 0,034}.$$

Ясно, что  $\alpha_1 = \alpha_2$  и, в силу данного равенства,

$$\frac{100}{54,5 - 0,006} = \frac{x}{54,5 - 0,034},$$

откуда

$$x = \frac{54,5 - 0,034}{54,5 - 0,006} 100 = \frac{54,466}{54,494} 100 = 99,95\%. \quad (\text{T19.4})$$

Замечу, что (T19.4) является опытным решением в силу опытного характера данных (T19.1) – (T19.3), оно представляет собой совокупный результат трех рассматриваемых опытов.



Итак, по шкале инерциальности, на которой инерциальность системы отсчета из опыта Майкельсона занимает показатель 100%, инерциальность системы отсчета из опыта Майкельсона–Гэйла имеет показатель 99,95%. Если было бы верным общепринятое истолкование, которое ставит результаты опытов в зависимость от степени инерциальности систем отсчета, то в опыте Майкельсона–Гэйла с такой высокой степенью инерциальности системы отсчета результат должен был бы быть нулевым, как и в опыте Майкельсона. Однако он отличается от нулевого, являясь стопроцентно нерелятивистским, что означает единственно следующее: общепринятое истолкование опытов Майкельсона и Майкельсона–Гэйла, объясняющее различие их результатов различием степени инерциальности систем отсчета, *неверно*. Результаты опытов Майкельсона–Гэйла и Саньяка есть фактами, которые опровергают постулат о постоянстве скорости света, а опыт Майкельсона ничем постулату помочь не может, ибо результат опыта имеет динамическую причину; *постоянство относительной скорости света не свойственно природе* – таков непререкаемый вывод из всего этого.

Следовательно, принцип относительности в электродинамике, который требует постоянства относительной скорости света и без него невыполним, *не выполняется в действительности*. СТО, поэтому, неверна.

С момента данного заключения, являющегося констатацией *прямого опытного факта*, неверность принципа относительности считается окончательно доказанной в данной книге. Долг перед истиной, таким образом, выполнен, и уже дело времени, как к этому будут относиться, – враждебно или мирно. Человек всегда неохотно расстается с иллюзией, а тем более, когда иллюзия носит образ формализованной науки.

## Тема 20

## СОВОКУПНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ДИНАМИЧЕСКИХ ОПЫТОВ

В данной теме будут рассмотрены опыты Лебедева и Комптона с позиции единого, точнее сказать, общего для них подхода. Системный подход покажет, что те свойства фотонов, которыми эти объекты наделены в опыте Комптона, с точки зрения опыта Лебедева не могут им приписываться. Взаимодействие поля и вещества, являющееся предметом исследований в обоих опытах, может быть полнее представлено, если его рассматривать с системной позиции всех опытов, а не с фрагментарной точки зрения, навеянной отдельным опытом или фактом без связи с остальными. Однако обо всем этом – по порядку. Сначала необходимо познакомиться с общепринятыми истолкованиями опытов Лебедева и Комптона, чтобы потом, анализируя их содержание и результаты, прийти к системному истолкованию.

**Опыт Лебедева.** Из электромагнитной теории Максвелла следует, что свет, падая на полностью поглощающую поверхность объекта, производит на объект давление, величина которого выражается формулой

$$p = \varepsilon / c, \quad (T20.1)$$

где  $\varepsilon$  – количество энергии падающей нормально на единицу поверхности за единицу времени,  $c$  – скорость света. Эта простая формула выводится, однако, не так-то просто, но приводить здесь ее вывод нет необходимости, во многих учебниках он подробно излагается. Достаточно сообщить, каковы соображения лежат в его основе. А соображения эти таковы.

Поскольку свет есть поперечная электромагнитная волна, то, падая на поверхность объекта, она производит следующие действия: электрический вектор, лежащий в плоскости освещенной поверхности, вызывает в своем направлении электрический ток; магнитное поле световой волны, действуя на возникший ток по закону Ампера, порождает силу, которая совпадает с направлением распространения света. Так пондеромоторное взаимодействие между светом и поглощающим или отражающим его объектом приводит к возникновению давления на объект.

Итак, световое давление на объект, при полном поглощении света объектом, дается формулой (T20.1). Если же объект не полностью по-

глощает падающий на него свет, а какую-то часть отражает, то в этом случае световое давление выражается более общей формулой

$$P = \frac{\varepsilon}{c}(1 + R), \quad (\text{T20.2})$$

где  $R$  – энергетический коэффициент отражения. Он принимает следующие значения в зависимости от отражательной способности объекта:  $R = 1$ , если отражение полное; если же оно не полное, а частичное, то  $R < 1$  в соответствии с этой неполнотой; при полном поглощении,  $R = 0$  и в этом предельном случае давление света определяется по формуле (T20.1).

Выдающийся русский физик-экспериментатор П. Н. Лебедев был первым, кто весьма остроумным и тонким экспериментом проиллюстрировал миру наличие у света указанных механических свойств взаимодействия с веществом. С этого момента (1900 г.) предсказание Максвелла о способности света производить давление на материальные объекты, до этого оспаривавшееся некоторыми физиками, в том числе и видными (например, В. Томсоном), получило убедительное опытное подтверждение. В экспериментальной установке Лебедева противовесные крылышки чувствительного подвеса имели различные по окраске поверхности: одно было зеркальным (почти полностью отражающим), а второе – максимально зачерненным (почти полностью поглощающим свет). Падающий на них свет приводил к закручиванию подвеса в направлении большего ухода от излучения зеркального крылышка, что объяснялось световой отдачей при отражении света. Величина светового давления, найденная Лебедевым в опыте, оказалась в пределах точности наблюдения, совпадающей с вычисляемой по формуле (T20.2).

Формулу (T20.2) можно также получить, рассматривая свет как поток фотонов, каждый из которых обладает количеством движения  $\hbar\omega/c$ , где  $\hbar$  – постоянная Планка,  $\omega$  – круговая (циклическая) частота света.

И в самом деле, пусть поток монохроматического света частоты  $\omega$  падает нормально на единицу поверхности объекта и за единицу времени передает объекту энергию  $\varepsilon$ . Пусть в передаче указанного количества энергии принимало участие  $n$  фотонов и, таким образом,

$$\varepsilon = n\hbar\omega, \quad (\text{T20.3})$$

где

$$n = \varepsilon / \hbar\omega. \quad (\text{T20.4})$$

Поскольку фотон характеризуется количеством движения  $\hbar\omega/c$ , то поглощающему объекту он сообщает импульс величины  $\hbar\omega/c$ , а отражающему – импульс  $2\hbar\omega/c$ , ибо при отражении импульс фотона меняется от  $+\hbar\omega/c$  до  $-\hbar\omega/c$ , то есть на величину  $2\hbar\omega/c$ . Итак, импульс, сообщаемый  $n$  фотонами за единицу времени единице идеально поглощающей поверхности, равен

$$n\hbar\omega/c = \varepsilon/c, \quad (\text{T20.5})$$

а это и есть выражение давления света на указанную поверхность. Таким образом, давление, оказываемое светом на полностью поглощающую поверхность, выражается отношением  $\varepsilon/c$ , а на полностью отражающую поверхность оно равно  $2\varepsilon/c$ . В общем случае из всего числа  $n$  фотонов, поглощается  $(1-R)n$  и отражается  $Rn$ . Оказываемое фотонами на единицу поверхности давление в самом общем случае будет равно

$$P = (1-R)n\frac{\hbar\omega}{c} + Rn2\frac{\hbar\omega}{c} = n\frac{\hbar\omega}{c}(1+R). \quad (\text{T20.6})$$

Подставляя в (T20.6) вместо  $n$  его значение по (T20.4), имеем формулу давления света (T20.2).

**Опыт Комптона.** Как известно, исследованиями Комптона было установлено, что при рассеивании рентгеновского излучения веществом, которое характеризуется слабой связью электронов с атомами (необходимо чтобы электроны были почти свободными), в рассеянном излучении появляются волны, имеющие смещенную длину волны в сторону ее увеличения. Величина смещения  $\Delta\lambda$  зависит от угла рассеивания волн  $\varphi$  по закону

$$\Delta\lambda = 2\Lambda \sin^2 \frac{\varphi}{2}, \quad (\text{T20.7})$$

где  $\Lambda = 2\pi\hbar/\mu_0c$  ( $\mu_0$  – исходная инерция электрона). Формула (T20.7) очень хорошо совмещается с опытными данными, а явление, ею описываемое, получило название эффекта Комптона.

Комптон пришел к формуле (T20.7), руководствуясь следующими исходными соображениями: излучение имеет *корпускулярную* природу и подчиняется вместе с электронами релятивистским законам движения. Именно от него (Комптона) берет свое начало практическое употребление понятия «фотон» для обозначения элементарной порции

электромагнитного излучения, уподобленной микрочастице. По образному выражению Комптона рассеяние фотонов электронами в его опыте представляет собой нечто наподобие игры микрочастицами на билиарде, когда фотон обменивается с электроном энергией и импульсом при соударениях. Энергии и импульсы этих микрочастиц в расчетах Комптона записаны в релятивистских выражениях. Эти выражения суть

$$\Sigma = \mu_0 c^2 / \sqrt{1 - v^2 / c^2} = \mu c^2, \quad \vec{p} = \mu_0 \vec{v} / \sqrt{1 - v^2 / c^2} = \mu \vec{v}; \quad (\text{T20.8})$$

здесь  $\mu_0$  и  $\mu$  – масса электрона соответственно до и после соударения с фотоном (принимается, что электрон до соударения покоился),  $v$  – скорость электрона, приобретенная им в результате взаимодействия с фотоном.

Чтобы получить исходные уравнения для расчета эффекта, Комpton исходил из уравнений, выражающих закон сохранения энергии и импульса в акте соударения фотона с электроном. Величины, с помощью которых здесь будут изображаться состояния этих микрочастиц до соударения, получают обозначения с индексом « $_0$ », а с помощью которых будут представляться их состояния после соударения, станут писаться без всякого индекса.

Итак, уравнением сохранения энергии считается равенство

$$\hbar\omega_0 + \mu_0 c^2 = \hbar\omega + \mu c^2, \quad (\text{T29.9})$$

в котором  $\hbar\omega_0$  и  $\hbar\omega$  – это энергия фотона соответственно до и после столкновения с покоящимся электроном,  $\mu_0 c^2$  и  $\mu c^2$  – это релятивистская энергия электрона до и после того, как на него налетел фотон. Уравнением же сохранения импульса есть равенство

$$\hbar\vec{k}_0 = \hbar\vec{k} + \mu\vec{v}, \quad (\text{T20.10})$$

в котором  $\hbar\vec{k}_0$  – это импульс фотона до столкновения с покоящимся электроном,  $\hbar\vec{k}$  – импульс фотона после столкновения с покоящимся электроном,  $\mu\vec{v}$  – импульс электрона после того, как электрон получил удар фотона.

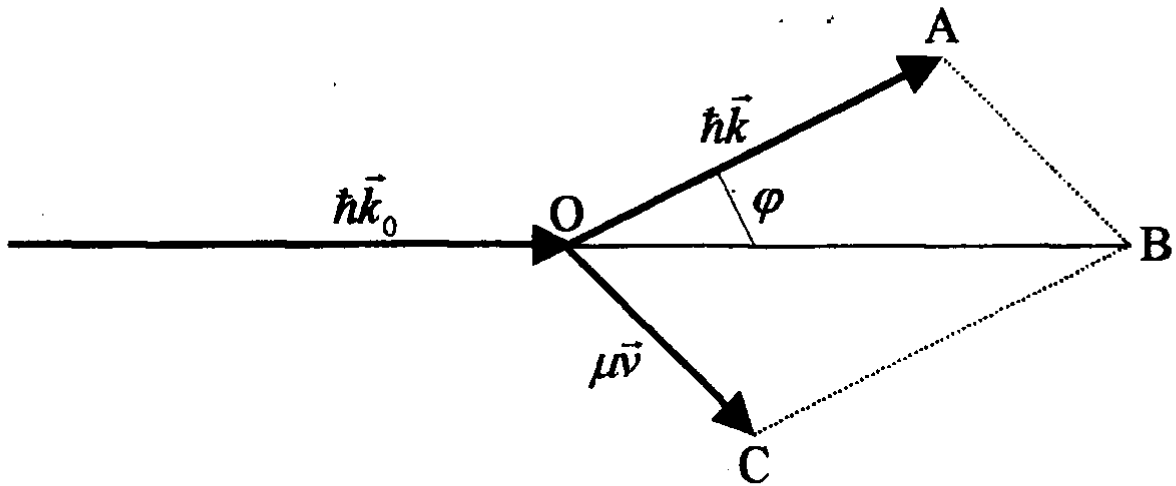


Рис. 6. К переходу от векторного уравнения (Т20.10) к алгебраическому соотношению

Для перехода от векторного соотношения (Т20.10) к алгебраическому, можно воспользоваться параллелограммом  $OABC$  (рис. 6), изображающим сумму векторов  $\hbar \vec{k}$  и  $\mu \vec{v}$ . Из треугольника  $OAB$  (по теореме косинусов) следует:

$$(\mu v)^2 = (\hbar k_0)^2 + (\hbar k)^2 - 2\hbar k_0 \cdot \hbar k \cos \varphi.$$

Записывая  $\hbar k_0$  и  $\hbar k$  иначе, а именно через  $\hbar \omega_0/c$  и  $\hbar \omega/c$ , и умножая обе части только что полученного равенства на  $c^2$ , найдем:

$$\mu^2 v^2 c^2 = \hbar^2 \omega_0^2 + \hbar^2 \omega^2 - 2\hbar^2 \omega_0 \omega \cos \varphi. \quad (\text{T20.11})$$

Далее из (Т20.9) имеем

$$\mu c^2 = \hbar \omega_0 - \hbar \omega + \mu_0 c^2.$$

Возводя правую и левую части данного уравнения в квадрат –

$$\mu^2 c^4 = \hbar^2 \omega_0^2 + \hbar^2 \omega^2 - 2\hbar^2 \omega_0 \omega + 2\hbar(\omega_0 - \omega)\mu_0 c^2 + \mu_0^2 c^4 \quad (\text{T20.12})$$

и вычитая из равенства (Т20.12) почленно равенство (Т20.11), получим:

$$\mu^2 c^4 \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right) = -2\hbar^2 \omega_0 \omega (1 - \cos \varphi) + 2\hbar(\omega_0 - \omega)\mu_0 c^2 + \mu_0^2 c^4. \quad (\text{T20.13})$$

Теперь необходимо обратиться к релятивистским соотношениям (Т20.8), чтобы на их основании записать:

$$\mu = \mu_0 / \sqrt{1 - v^2 / c^2},$$

откуда

$$\mu_0 = \mu \sqrt{1 - v^2 / c^2}. \quad (\text{T20.14})$$

Меняя в равенстве (T20.13), в последнем слагаемом в правой части, величину  $\mu_0$  на ее выражение по (T20.14), перепису это равенство в таком виде:

$$2\hbar(\omega_0 - \omega)\mu_0 c^2 = 2\hbar^2 \omega_0 \omega (1 - \cos \varphi). \quad (\text{T20.15})$$

А деля левую и правую части (T20.15) на  $2\hbar\mu_0 c^2 \omega_0 \omega$ , будем иметь:

$$\frac{\omega_0 - \omega}{\omega_0 \omega} = \frac{\hbar}{\mu_0 c^2} (1 - \cos \varphi). \quad (\text{T20.16})$$

Замечая, что

$$(\omega_0 - \omega) / \omega_0 \omega = 1/\omega - 1/\omega_0,$$

а также, что  $1 - \cos \varphi = 2 \sin^2 \varphi / 2$  и умножая равенство (T20.16) на  $c$ , предварительно сделав в нем только что указанные замены, получим с учетом  $c/\omega = \lambda/2\pi$  и  $c/\omega_0 = \lambda_0/2\pi$  следующее окончательное выражение для величины смещения волн:

$$\lambda - \lambda_0 = \Delta\lambda = 4\pi \frac{\hbar}{\mu_0 c} \sin^2 \frac{\varphi}{2} \equiv 2 \frac{h}{\mu_0 c} \sin^2 \frac{\varphi}{2}. \quad (\text{T20.17})$$

Отношение

$$2\pi \frac{\hbar}{\mu_0 c} \equiv \frac{h}{\mu_0 c} \equiv \Lambda,$$

представляющее собой комбинацию трех констант и имеющее размерность длины, называют *комптоновской длиной волны* электрона. С ее помощью выражение (T20.17) переписывается в том виде, в котором оно записано выше [формула (T20.7)].

Необходимо отметить, что изложенный релятивистский расчет эффекта Комптона во многих публикациях подается как единственно возможный; проводится мысль, что без релятивистского подхода якобы вообще нельзя этот эффект истолковать. Тем самым создается мнение, что опыт Комптона является опытом прямого подтверждения СТО. Однако, как будет показано, подобное представление эффекта Комптона не соответствует фактам.

**Анализ опытов Лебедева и Комптона; системное истолкование их результатов.** Впервые попытка системного истолкования этих опытов была предпринята в работе [28]. Здесь эта работа будет повторена с уточнениями в некоторых деталях.

Изложенный выше расчет эффекта Комптона является релятивистским потому, что в исходном уравнении (Т20.9) содержатся члены  $\mu_0 c^2$  и  $\mu c^2$ , рассматриваемые в качестве выражений энергетических эквивалентов массы электрона, находящегося соответственно в состоянии покоя и в движении. В то же время уравнение (Т20.9) не имеет слагаемого, которое бы выражало энергию излучения, непременно возникающего в результате ускорения электрона.

И в самом деле, одним из наиболее основательных результатов многочисленных опытов и наблюдений является следующий факт: если свободный электрон, например, покоящийся в физическом пространстве (размеченном системой координат  $K_0$ ), начать ускорять, то в физическом пространстве возникнет электромагнитное возмущение, называемое излучением. Выражением энергии движения этого возникшего излучения, как было показано ранее (Т6), есть произведение

$$mc^2 \equiv \varepsilon, \quad (\text{T20.18})$$

где  $m$  – инерция излучения, а полная энергия движения в этом случае выразится соотношением

$$\Sigma = (1/2)\mu_0 v^2 + mc^2. \quad (\text{T20.19})$$

А теперь рассмотрим этот электрон и его состояния с точки зрения специальной теории относительности, нашедшей свое применение в построении уравнения (Т20.9).

СТО утверждает: электрон в состоянии покоя в  $K_0$  обладает энергией покоя  $\mu_0 c^2$ ; в состоянии движения в  $K_0$  со скоростью  $\vec{v}$  его полная энергия выразится уравнением

$$\mu c^2 = \mu_0 c^2 / \sqrt{1 - v^2/c^2} \approx \mu_0 c^2 + (1/2)\mu_0 v^2, \quad (\text{T20.20})$$

где  $(1/2)\mu_0 v^2$  – кинетическая энергия электрона. Причем, (Т20.20) – это все из энергий, связанных с приложенной силой, которая преодолела полную инерцию физической системы «электрон – его поле», проявившуюся при ускорении электрона из состояния покоя до скорости  $\vec{v}$ .



Встает неприятный для СТО вопрос: где в (Т20.20) энергия движения электромагнитного возмущения (динамического поля), возникшего в результате ускорения электрона до указанной скорости?

СТО не имеет ответа на данный вопрос, так как не видит поля, связанного с электроном. Трактую явление ускорения электрона на основе уравнения (Т20.20), СТО тем самым трактует его неверно. Вместо того, чтобы произведение вида  $\mu_0 c^2$ , входящее слагаемым в правую часть этого уравнения, рассматривать (заменяв  $\mu_0$  на  $m$ ) в качестве выражения энергии движения поля, как это есть в реальности, СТО придумала для него иную трактовку: «энергия покоя электрона». Под этой трактовкой и скрывается в общепринятом расчете эффекта Комптона энергия движения поля электрона.

Имеется еще один факт, который указывает на неадекватность релятивистского истолкования эффекта Комптона. Он заключается в следующем.

Общепринятое истолкование рассматриваемого эффекта уподобляет фотон частице, наподобие электрону. Но если электромагнитное излучение действительно состоит из микрочастиц, названных фотонами, которыми в опыте Комптона явление «играет» как на бильярде шарами, то с этим образом необходимо идти и к опыту Лебедева. А там мы найдем, что фотон, налетающий по нормали на свободный электрон, в результате нанесения упругого удара получает импульс в обратном направлении, по величине равный импульсу в прямом направлении. Какую для этого инерцию должен иметь свободный электрон? Разумеется, бесконечно большую, что абсурдно. Значит, нельзя принимать фотон за микрочастицу, по отношению к которой электрон должен характеризоваться бесконечно большой инерцией. Объяснение необходимо искать в направлении, что фотон – это волновое порождение в физическом пространстве, возникающее в противовес себе подобному в паре по законам центральной симметрии (детальнее об этом – позднее, при построении соответствующих выражений).

Необходимо отметить, что в вопросе отражения электромагнитного излучения без потери количества движения довольствуются *гипотезой*, согласно которой полное отражение фотона обусловлено взаимодействием его не с электроном, а с атомом, имеющим значительно большую инерцию, чем электрон, и якобы потому передачи энергии от фотона к атому не происходит. На первый взгляд может показаться, что такая гипотеза приемлема. Однако это не так, и вот почему. Если

бы поток фотонов не передавал своей энергии атомам вещества, то не было бы сдвига вещества с его места и, следовательно, не было бы закручивания подвеса в опыте Лебедева. Опыт не регистрировал бы наличие давления света. А поскольку закручивание подвеса от воздействия света имеет место, то это означает, что импульс и энергия движения фотонов все же передается веществу, становясь импульсом и энергией движения вещества. Причем, в случае зеркальной поверхности вещества фотон при отражении полностью передает свой импульс веществу.

Передача фотоном при отражении от вещества всего своего импульса веществу и в то же время полное сохранение за фотоном величины его импульса в обратном направлении – есть явление, которое не имеет механического аналога<sup>23</sup>. Поэтому от механической схемы взаимодействия излучения с веществом необходимо отказаться в пользу волнового представления об излучении. С позиции чисто волновой природы электромагнитного излучения и будет дано системное (совместимое с опытом Лебедева) истолкование эффекта Комптона, которое окажется нерелятивистским. Но раньше, чем приступить к его изложению, необходимо напомнить о некоторых названиях, употребляемых в данной книге, которые понадобятся для изложения.

Итак, пусть имеется свободный электрон, то есть такой, который не связан с каким-нибудь конкретным атомом, или связь его с атомом настолько слаба, что ее можно не учитывать (как в структурах, использовавшихся в опыте Комптона). В случае свободного электрона в физике имеют дело<sup>24</sup> с системой «электрон – физическое пространство». Под этой системой понимается электрон и его поле в физическом пространстве, как отклик последнего на то, что электрон в него помещен и что состояние движения электрона «контролируется» физическим пространством (например, путем изменения инерции системы). Невозможно прийти к адекватным изложениям явлений движения, если в расчет брать энергию, количество движения и инерцию не всей системы, а только электрона. Свободный электрон – это отнюдь не полностью свободный объект, он взаимодействует с физическим пространством. Такой электрон является свободным лишь в том смысле, что во взаимодействии с ним находится только его собственное поле, как состояние в физическом пространстве. Поэтому в некоторых случаях можно говорить о системе «электрон – его поле», подчеркивая тем самым, что речь идет о взаимодействии электрона только со сво-

им собственным полем или о взаимодействии поля только со своим собственным источником.

Наряду со взаимодействием со своим собственным источником, поле может взаимодействовать и с любым другим объектом, не являющимся источником этого поля. Например, идущее от какого-нибудь источника рентгеновское излучение может взаимодействовать с покоящимся в физическом пространстве свободным электроном, приводя его в состояние ускоренного движения. Такое излучение будет называться *приложенным* к электрону внешним, чаще – *первичным* излучением, в отличие от того, как динамическая добавка к собственному полю электрона, возникающая в результате ускорения последнего, будет называться *вторичным* излучением (вызванным первичным), иногда просто излучением.

Данных уточнений в названиях достаточно, чтобы в рамках чисто волновых представлений о свете дать системное объяснение эффекту Комптона. Перехожу к изложению этого системного объяснения.

С самого начала замечу, что в волновом истолковании термин «фотон» можно сохранить, предав ему несколько иной смысл, а именно: это не частица, а волновой структуры порция света, *определяемая через какой-нибудь результат действия* (подробнее об этом с необходимыми обоснованиями – в главе 5). Из опыта Лебедева (в расчете на один фотон) следует: если излучается или поглощается фотон с энергией  $\hbar\omega_0$  и количеством движения  $\hbar k_0$ , то излучатель (отражатель) непременно получит эквивалентную этим величинам отдачу

$$p_0 = \varepsilon_0 / c = m_0 c^2 / c = m_0 c, \quad (\text{T20.21})$$

причем имеют место равенства

$$m_0 c^2 = \hbar\omega_0 \quad \text{и} \quad m_0 c = \hbar k, \quad (\text{T20.22})$$

где

$$m_0 = \hbar\omega_0 / c^2 = \hbar k_0 / c \quad (\text{T20.23})$$

– инерция первичного излучения. Наличие симметрии по энергии и количеству движения в акте «излучение – отдача», выраженной равенствами (T20.22), означает следующее: фотон всегда рождается в физическом пространстве в паре с точно таким же по динамическим свойствам, но противоположно направленным фотоном, хотя последний, как механический противовес первому, не всегда есть, собственно, фотоном, а может быть только энергией отдачи, которая досталась какому-нибудь механическому объекту отдачи. Если в точке рожде-

ния противовесных фотонов (пусть это будет точка  $x_0$ ) нет какого-нибудь механического объекта, то вдоль направлений  $x$  и  $-x$  будут осуществляться волновые процессы, взявшие начало в  $x_0$ , которые можно представить так:

$$(\hbar\omega_0)_x = (m_0c^2)_{-x} \text{ и } (\hbar\vec{k}_0)_x = (m_0\vec{c})_{-x} \quad (\text{T20.24a})$$

или

$$(m_0c^2)_x = (\hbar\omega_0)_{-x} \text{ и } (m_0\vec{c})_x = (\hbar\vec{k}_0)_{-x} \quad (\text{T20.24б})$$

в зависимости от того, что считать, собственно, фотоном с энергией  $\hbar\omega_0$  и количеством движения (импульсом)  $\hbar\vec{k}_0$ , а что объектом отдачи, получившим энергию отдачи  $m_0c^2$  и импульс  $m_0\vec{c}$ .

Пусть в точке  $x_0$  покоится электрон, имеющий исходную инерцию  $\mu_0$ . В эту точку посылается фотон (первичное излучение) с энергией  $\hbar\omega_0$  и импульсом  $\hbar\vec{k}_0$ . В результате взаимодействия фотона с электроном, а точнее – с системой «электрон – его поле», энергия и импульс фотона уменьшатся до величин  $\hbar\omega$  и  $\hbar\vec{k}$  (в дальнейшем буду называть их *остаточными*), а электрон получит ускорение и станет двигаться со скоростью  $\vec{v}$ . Ускорение электрона сопровождается вторичным излучением, энергию которого обозначу символом  $\varepsilon_1$ . Акт взаимодействия первичного излучения с электроном (с системой «электрон – его поле») есть тем явлением, рассматривая которое, можно составить исходные уравнения для расчета эффекта Комптона.

Запишу приходящуюся на указанный акт полную энергию движения, пользуясь двумя вариантами представления выражений энергий излучения, как это изображено соотношениями (T20.24):

$$\Sigma = \hbar\omega_0 + mc^2 + \mu_0v^2/2 + \varepsilon_1 \quad (\text{T20.25a})$$

– первый вариант;

$$\Sigma = m_0c^2 + \hbar\omega + \mu_0v^2/2 + \varepsilon_1 \quad (\text{T20.25б})$$

– второй вариант. Из (T20.25) легко составляется следующее равенство:

$$\hbar\omega_0 + mc^2 = \hbar\omega + m_0c^2. \quad (\text{T20.26})$$

(Напомним, что  $\omega_0$  и  $m_0$  – это частота и инерция первичного излучения, а  $\omega$  и  $m$  – остаточного, уменьшенного в связи с передачей части энергии электрону, поэтому  $\omega_0 > \omega$  и  $m_0 > m$ ).

Теперь можно предположить, что явление, которое наблюдалось в опыте Комптона, сопровождалось двумя равенствами: равенством между инерциями первичного излучения ( $m_0$ ) и системы «электрон – его поле» ( $\mu$ ), а также равенством между инерцией остаточного излучения ( $m$ ) и исходной инерцией электрона ( $\mu_0$ ), то есть протекало при условии:

$$m_0 = \mu \text{ и } m = \mu_0 \quad (\text{T20.27})$$

С учетом обоих этих равенств уравнение (T20.26) принимает следующий вид:

$$\hbar\omega_0 + \mu_0 c^2 = \hbar\omega + \mu c^2 \quad (\text{T20.28})$$

в полном соответствии с (T20.9). Ясно, что  $\mu_0 c^2$  и  $\mu c^2$  не имеют физического смысла, это – всего только количественные эквиваленты энергий  $mc^2$  и  $m_0 c^2$ , вводимые для расчета.

Раньше чем записать в дополнение к (T20.28) также и векторное уравнение для импульсов, идентичное (T20.10), необходимо дать еще одно пояснение, последнее из числа требовавшихся.

В теме 6 было показано, что инерция электрона зависит от его абсолютной скорости по формуле (T6.10) –

$$\mu = \frac{\mu_0}{\sqrt{1 + \frac{m_v}{\mu_0} - \frac{v^2}{c^2}}},$$

которая заключает в себе и проблему определения исходной инерции электрона. Поэтому величину  $m_v$ , входящую в данную формулу, можно рассматривать как некую изначальную инерцию электромагнитного возмущения – результат стартового ускорения электрона, предпринятого сугубо с целью определения его исходной инерции  $\mu_0$  (глава 2, определение 6). Это определение сводится к правилу: чем к меньшей величине  $m_v$  приводит стартовое ускорение, тем точнее бу-

дет определено  $\mu_0$ . Отсюда извлекаются два очевидных факта: наиболее точной формулой для  $\mu$  есть та, в которой наиболее точно определено  $\mu_0$ ; идеально точным определением  $\mu_0$  есть определение его при  $m_v = 0$ . Таким образом, приведенная выше формула зависимости инерции электрона от его абсолютной скорости в наиболее точном представлении имеет следующий вид:

$$\mu = \frac{\mu_0}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}. \quad (\text{T20.29})$$

Конечно, при всем этом нельзя забывать, что формула (Т6.10), из которой следует (Т20.29), получена для случая очень малых скоростей, когда  $v \ll c$ . За пределами такого неравенства она не работает, и тогда необходимо пользоваться формулой (Т6.9), пригодной для любых скоростей. Однако в ней также имеется проблема точного определения  $\mu_0$  путем предварительного приема, равноценного устремлению  $m_v$  к нулю и отбрасыванию слагаемого  $m_v/\mu_0$ .

Разобравшись с видами этой формулы, можно приступить к написанию исходного уравнения для импульсов. При его написании нельзя не указать на следующее обстоятельство.

Исходное уравнение для энергий (Т20.28) не содержит ни кинетической энергии электрона, ни энергии движения его излучения (сокращены при составлении уравнения), не говоря уже об *изначальном неучете в нем потенциальной энергии системы*, поэтому оно не является уравнением, выражающим закон сохранения полной энергии. В отличие от него, исходное уравнение для импульсов, которое сейчас будет написано, в полной мере выражает закон сохранения импульса (количества движения).

И в самом деле, обозначая импульс первичного и остаточного излучения соответственно через  $\hbar\vec{k}_0$  и  $\hbar\vec{k}$ , а импульс системы «электрон – его поле» (электрона плюс его излучения) через  $\mu\vec{v}$ , получаем уравнение

$$\hbar\vec{k}_0 = \hbar\vec{k} + \mu\vec{v}, \quad (\text{T20.30})$$

которым учитывается полное количество движения до акта взаимодействия и после него, то есть выражается закон сохранения импульса;  $\mu$  определяется по формуле (Т20.29).

Итак, получены уравнения (Т20.28) и (Т20.30), которые полностью совпадают с (Т20.9) и (Т20.10), лежащими в основе общепринятого расчета эффекта Комптона. Полученные вытекают из системного нерелятивистского подхода к взаимодействию поля и вещества, а старые представляют собой (своей общепринятой интерпретацией) релятивистский вариант истолкования акта взаимодействия без учета энергии излучения. Этот неучет указывает на то, что релятивистское истолкование не имеет совместимости с реальностью.

**Нерелятивистский системный расчет эффекта Комптона.** Существование нерелятивистской возможности создания уравнений, по форме таких же, как и общепринятые релятивистские, снимает имеющуюся точку зрения, что эффект Комптона может быть истолкован только на основе СТО и что последняя, таким образом, находит в опыте Комптона свое прямое подтверждение.

Конечно, путь прихода к уравнению (Т20.28) лежит через предположение (Т20.27) и поэтому должен быть еще проверен опытом, как всякое предположение. И хотя условия (Т20.27) допускают опытную проверку, однако нет необходимости ждать результата какого-нибудь подходящего опыта, чтобы принять нерелятивистское истолкование. Приведенное выше – не единственное из возможных. Сейчас будет представлено другое нерелятивистское истолкование эффекта Комптона, достаточно безупречное и не требующее никаких гипотез типа (Т20.27) или других. Оно, как и вышеизложенное релятивистское, также взято с учебной литературы, правда, более позднего периода, излагающей многие вопросы по-новому, без излишней предубежденности.

Среди таких учебников – «Оптика» Е. И. Бутикова. В ней эффект Комптона изложен весьма оригинальным способом [21, с.469]. Оригинальным это изложение можно назвать хотя бы потому, что расчет эффекта в нем полностью нерелятивистский: в исходных уравнениях нет выражений  $\mu c^2$  ( $\mu_0 c^2$ ), а в расчетах нет использования известного корня (хотя, как теперь уже ясно из всего вышеизложенного, этот корень не может больше считаться символом релятивистской физики).

Автор упомянутого учебника в изложении эффекта Комптона исходит из следующих уравнений (обозначения физических величин заменены на те, которые уже применялись в данной теме раньше):

$$\hbar\omega_0 = \hbar\omega + p^2/2\mu_0, \quad (\text{T20.31})$$

$$\hbar \vec{k}_0 = \hbar \vec{k} + \vec{p}; \quad (\text{T20.32})$$

первое является выражением закона сохранения энергии движения, а второе – количества движения (импульса). Записывая (Т20.32) с помощью теоремы косинусов (рис. 6) и заменяя  $\hbar k_0$  и  $\hbar k$  соответственно на  $\hbar \omega_0/c$  и  $\hbar \omega/c$  с определением  $p$ , имеем после подстановки найденного  $p$  в (Т20.31):

$$2\mu_0 \hbar (\omega_0 - \omega) = (\omega_0^2 + \omega^2 - 2\omega_0 \omega \cos \varphi) \hbar^2 / c^2.$$

Отсюда определяется выражение для разности частот:

$$\omega_0 - \omega = \frac{\hbar \omega_0}{2\mu_0 c^2} \left( \omega_0 + \frac{\omega^2}{\omega_0} - 2\omega \cos \varphi \right). \quad (\text{T20.33})$$

Необходимо обратить внимание на то, что произведение  $\mu_0 c^2$ , стоящее в знаменателе правой части (Т20.33), образовано чисто алгебраическим путем, поэтому оно не имеет здесь того физического смысла, который ему обычно приписывает СТО и с учетом которого строилось уравнение (Т20.9) в релятивистском расчете.

Далее автор излагаемого нерелятивистского расчета замечает, что поскольку  $\hbar \omega_0 / \mu_0 c^2 \ll 1$ , то изменение частоты  $\Delta \omega = \omega - \omega_0$  мало по сравнению с самой частотой, в силу чего в правой части (Т20.33) можно  $\omega$  заменить на  $\omega_0$ . «Тогда для относительного сдвига частоты  $\Delta \omega / \omega_0$  при рассеянии получаем

$$\frac{\Delta \omega}{\omega_0} = -\frac{\hbar \omega_0}{\mu_0 c^2} (1 - \cos \varphi) = -\frac{2\hbar \omega_0}{\mu_0 c^2} \sin^2 \frac{\varphi}{2}.$$

Знак минус показывает, что частота излучения при рассеянии уменьшается». (Этот знак, с учетом упомянутого рассеяния, специально выбран рассмотрением  $\Delta \omega$  в виде разности  $\omega - \omega_0$ , а не  $\omega_0 - \omega$ ). Чтобы в последнем равенстве перейти от частот к длинам волн, достаточно учесть, что  $\lambda_0 = 2\pi c / \omega_0$ ,  $\lambda = 2\pi c / \omega$  и  $\Delta \lambda / \lambda_0 = -\Delta \omega / \omega_0$ . Тогда в окончательном виде будет получено:

$$\Delta \lambda = 4\pi \frac{\hbar}{\mu_0 c} \sin^2 \frac{\varphi}{2} \equiv 2 \frac{h}{\mu_0 c} \sin^2 \frac{\varphi}{2} \equiv 2\Lambda \sin^2 \frac{\varphi}{2}$$

в полном соответствии с (Т20.17) или (Т20.7).



Итак, изложенный расчет является нерелятивистским и системным. Нерелятивистским потому, что таковым замышлялся с самого начала, а о системности можно говорить в связи со следующей его особенностью: в нем нет каких-либо утверждений, которые бы не учитывали фактов из других опытов или наблюдений, относящихся к сфере взаимодействия поля и вещества; например, нельзя сказать, что в нем не учитывается излучение ускоренного электрона, наподобие того, как оно не учитывается в релятивистском расчете. Необходимо еще обратить внимание на то, что релятивистский расчет (Т20.9) – (Т20.17) и нерелятивистский, по Бутикову, приводят к одному и тому же результату (Т20.7) и, следовательно, одинаково подтверждаются опытами. Отсюда ясно, какое исключительно важное значение имеет системный подход для установления истинной формы явления. *Одного только математического расчета, каков бы количественный анализ в нем не содержался, еще недостаточно, чтобы построить адекватный физический образ того или иного явления, нужно системное представление о его сущности* – таков общий вывод для всей физики, вытекающий из этих элементарных расчетов вместе взятых.

### Тема 21

## О СИСТЕМНОМ И ФРАГМЕНТАРНОМ В ФИЗИКЕ

Суждение, которое сейчас будет высказано, вряд ли может иметь противников. Вот оно: если бы физика развивалась *системно*, то путь ее развития был бы более однозначным и определенным. А главное, не было бы на этом пути субъективированных противостояний, как, например, в свое время имевшееся между Эйнштейном и Бором по поводу отношения к взаимодействию поля с веществом (о чем конкретно – немного позднее), носившее характер непримиримого конфликта.<sup>25</sup> Однако физика развивается не системно, а фрагментарно, часто ставя тот или иной фрагмент своего развития в основу всего. О системном развитии как постоянном условии говорить не приходится, поскольку системное можно увидеть только в накопленном из частного, синтезируя это накопленное. В периоды накопления приходится довольствоваться не связанными между собой частями знания, строя на них представления о целостной картине физического мира. В такие периоды и существует опасность принятия неполного знания за полное.

В современной физике Ньютон был первым, кто путем синтеза накопленного построил научную систему механического движения, адекватную реальности. Успех ньютоновой механики, проистекающий из ее системности, оказался столь впечатляющим, что многим хотелось видеть механику в основе всей физики. Тот факт, что ньютоново учение, хотя и системно, но – это системность только одного фрагмента в физике под названием «механика», и ее недостаточно, чтобы построить системную физику для всех явлений, вначале как-то не осознавался с необходимой ясностью, да и по сей день здесь нет всей ясности.

С появлением полевой физики, уже на поле стали смотреть как на нечто такое, что можно принять за основу для всей физики. Появилась идея единой теории поля, которая не только жила надеждой объединить в представлениях гравитационное и электромагнитное поля в единое, но и ставила себе цель «объяснить элементарные частицы материи посредством непрерывного поля» [29, с. 200], а после явной неудачи данного замысла согласна была хотя бы истолковывать их в качестве «особых точек или сингулярных мировых линий» в полевой картине физического мира. Все это, разумеется, не могло закончиться успехом в силу фрагментарной сущности поля в составе физики, на которое делалась попытка возложить ответственность быть в основе всей физики движения. Хотя поле – это системный фрагмент физики движения, как и механика, но все же только фрагмент. Системные фрагменты должны составлять свою систему, а она – быть фрагментом еще более общей системы, и т. д., без исчерпания системности для все более общего; в этом суть структурной целостности физического мира, единства его законов.

Параллельно с физикой поля развивалась, как известно, и физика квантов, которая также претендует на основополагающую роль. Ее отличие от других фрагментов общей физики, только что названных выше, можно обозначить так: она имеет дело с *несвободными микро-частицами*, проявляющимися из-за несвободы непривычные квантовые свойства; наблюдаемым явлением в квантовой физике есть *результат* взаимодействия поля с несвободной микрочастицей; этот результат может быть выраженным только статистически из-за непротслеживаемости *элементов микроявлений*. Не касаясь других специфических особенностей квантовой физики, например дуализма *результата взаимодействия*, (о нем в следующей главе), подчеркну, что, как и физика механического движения или физика поля, так и физика квантовых

переходов в развиваемом здесь представлении о физической действительности, является только фрагментом общей физики (общей картины объективной реальности), хотя и системным. Ни один из названных системных фрагментов (в кратком обозначении – «механика», «поле» и «кванты») не может стать достаточной основой для всей физики в силу его неполноты для этого. Только вместе они могут образовать более общую научную систему, что следует из целостности физического мира.

**Системная физика для свободного объекта.** Сначала поставлю вопрос о системе, включающей в себя механику и поле. Вопрос таков: что последние, взятые вместе, способны дать для более полного описания физического мира и как соединить механику и поле в единое целое? Ответ на данный вопрос уже в какой-то мере дан, он содержится в вышеизложенном, в основном, в темах 3, 5 и 6. Здесь повторю этот ответ как бы в концентрированном виде, более полно используя понятия данной книги.

Итак, поскольку наука о движении в физическом пространстве вещества, уподобленного материальной точке, это – механика, а полем называется состояние в физическом пространстве, созданное либо одним только присутствием, либо еще и движением там того же самого вещества – источника поля, то механика и полевая физика должны быть тесно связанными друг с другом. Так оно в действительности и есть, но по-настоящему это можно понять, если отбросить искусственные построения релятивистского толка, уводящие от действительности, и встать на путь естественной трактовки явлений. Тогда можно будет увидеть следующее.

Системные фрагменты «механика» и «поле» образуют (пока только в данной работе) *общую системную физику*, движение объекта в которой, например свободного электрона, выражается уравнением

$$\vec{f}^{(EG)} = I_0 \frac{d\vec{v}}{dt} + \vec{c} \frac{di_1}{dt} + \vec{s} \frac{di_2}{dt}, \quad (T21.1)$$

получаемым при учете полного количества движения вещества и поля, то есть величины  $I_0 \vec{v} + i_1 \vec{c} + i_2 \vec{s}$  (Т6). Правда, третье слагаемое в правой части уравнения (Т21.1) для практических целей в случае электрона никакой роли не играет из-за относительной малости этого слагаемого, поэтому им можно пренебречь, оставив в уравнении только член, связанный с электромагнитным полем. Сделав такое упрощение

и поменяв обозначения  $I_0$  и  $i_1$  на более привычные  $\mu_0$  и  $m$ , получаю:

$$\vec{f} = \mu_0 \frac{d\vec{v}}{dt} + \vec{c} \frac{dm}{dt}. \quad (\text{T21.2})$$

Это и есть основное уравнение движения для свободного электрона, объединяющее для него ранее разрозненные фрагменты механического и полевого движений в системную физику целостного движения; проще говоря, уравнение (T21.2) – это основное уравнение движения более общей системной физики, включающей в себя механику и электромагнитное поле. Физический смысл этого уравнения таков. Любая приложенная к электрону сила  $f$ , пусть действующая в направлении оси  $x$ , в котором она ускорила электрон из состояния покоя до скорости  $v$ , породит количество движения, непременно состоящее из количества движения электрона  $\mu_0 v$  и количества движения поля электрона  $mc$  (считается, что все возникшее поле распространяется в направлении  $x$  и  $-x$ ). Так что порожденное силой  $f$  полное количество движения в направлении  $x$  есть сумма  $\mu_0 v + mc$ , выражающая количество движения целостной физической системы «электрон – его поле», являющейся иначе представленной системой «электрон – физическое пространство», а уравнением движения есть выражение (T21.2). В результате действия указанной силы  $f$  на свободный электрон, энергия движения системы «электрон – физическое пространство» изменится от нуля до определенной величины  $\Sigma$  (T6). Это изменение энергии равно работе, выполненной над указанной системой. Элементарные работа и энергия есть

$$dA = d\Sigma = f dx, \quad (\text{T21.3})$$

откуда

$$\Sigma = \int_0^N f dx = \frac{1}{2} \mu_0 v^2 + mc^2. \quad (\text{T21.4})$$

Постньютонова механика содержится в первом слагаемом правой части данного уравнения, а максвеллова полевая физика – во втором в том смысле, что этими слагаемыми выражаются энергии движения соответственно вещества и его поля, составляющих целостную физическую систему, естественно неразделимую на независимые части. Если такое разделение и имеет место в современной физике, то оно от

недопонимания естественной связи между веществом и его полем. Широко распространенное мнение, коренящееся в философии, что механика и полевая физика – это две конкурирующие в физической науке парадигмы, является просто-напросто глубоко ошибочным.

Важнейшей особенностью системной физики, основывающейся на уравнении движения (Т21.2), есть зависимость инерции движения от скорости объекта, вытекающая из этого уравнения в виде формулы (Т6.9), а при определенных условиях – и в виде широко известной формулы (Т20.29). Когда вначале двадцатого столетия эту зависимость было обнаружено в опытах, то многим показалось, что обнаружено крушение ньютоновой механики в воззрении на инерцию (РЗ). На самом же деле претерпела крушение не ньютонова, а постньютонова усеченная механика, содержащая в правой части уравнения движения только один первый член. Вместо того, чтобы вернуться к истинно ньютоновому учению и получить уравнение (Т21.2), рассматривая под дифференциалом не скорость, а *полное количество движения*, как того требует Второй закон Ньютона, поступили иначе, а именно следующим образом.

Инвариантность усеченного одночленного уравнения движения, обусловленную *неполнотой* уравнения, объявили главным требованием для уравнений любых движений, в том числе и в первую очередь для движения электромагнитного поля, рассматривая тем самым существование этого поля отдельно от вещества (его источника) и закладывая в рассмотрение невозможность объединения фрагментов «механика» и «поле» в единую системную физику. Для обеспечения пресловутой инвариантности уравнения полевого движения пришлось радикально изменить представление о пространстве и времени, домогаясь неизменности *относительной* скорости распространения электромагнитного поля, как того требует эта инвариантность. В результате этого был достигнут лишь существенный уход от реальности. Чтобы показать масштабы ухода, достаточно указать на следующие несоответствия.

Инерция материи в инвариантном описании движения связывается с одной только массой, тогда как реально она связана, по крайней мере, еще и с электрическим зарядом, разумеется, в случае электрически заряженного объекта, например, электрона. Зависимость инерции движения от скорости электрона в этом описании (в СТО) выводят из искусственного неадекватного соотношения

$$\mu_0 \frac{d\vec{v}}{dt} = \varepsilon \vec{E} \quad (\text{T21.5})$$

(Т8), тогда как эта зависимость естественным образом следует из адекватного уравнения движения (Т21.2). [Напомню: соотношение (Т21.5) неадекватно потому, что в своем предназначении для описания движения свободного электрона в нем недостает динамического полевого члена и все движение сводится к одному только механическому движению объекта, тогда как полное движение включает в себя и движение поля (см. тему 8)]. И, наконец (а вообще-то в первую очередь), главным условием инвариантности уравнения движения электромагнитного поля является *постоянство относительной скорости света*, тогда как это постоянство опровергается опытными фактами (Т15, Т19).

Таковы основные несоответствия фактам, имеющие место в инвариантном описании движения.

Завершая разговор о естественном комплексе «вещество – поле» и соответствующей системной физике «механика – поле», основывающейся на уравнении движения вида (Т21.2), отмечу в итоге следующее. Нельзя рассматривать движение материальной точки и полевое движение как два различных уровня научного знания о движении, поскольку вещество не существует без поля. А если нет вещества без поля, то нет механического движения без полевого; оба эти движения обречены существовать всегда вместе, единым комплексом, так распорядилась сама природа. Поэтому нельзя не прийти к следующему заключению: *полное уравнение свободного движения должно содержать оба члена – механический и полевой (полевые), составляющие вместе взятые выражение единого комплексного движения; полевое движение должно рассматриваться в дополнение к механическому, а не взамен ему, как это делается в современной физике.*

Если физики пока что это не осознали, то тому есть пояснение: входя с головой в свои научные проблемы, большей частью частного характера, они редко оглядываются на общее. Но почему философы не заметили общей проблемы представления *полного движения*, обусловленного комплексом «вещество – поле», и не пришли к системному пониманию движения, к которому нельзя не прийти, делая хотя бы небольшое обобщение явлений движения? Ведь философы всегда готовы все обобщать, чтобы видеть дальше и шире. Почему они, имея эти устремления, не обобщили знания о движении, полученные в

классической физике, и не установили простую истину, что существование естественного комплекса «вещество – поле» означает и существование комплексного движения «механическое – полевое»? Если бы они это установили, то полевое движение рассматривали бы в дополнение к механическому, а не взамен ему.

А то, что в философии полевое движение рассматривается именно взамен механическому, свидетельствует хотя бы следующее высказывание, взятое из учебника по философским проблемам естествознания (заметьте – из учебника, а не из рядовой статьи):

«Ньютонова классическая физика просуществовала почти два столетия и только в конце XIX ст. начала разрушаться под давлением новых фактов, которые не удалось логично и корректно “вписать” в механическую картину природы. Но еще в 60-х годах XIX ст. теория электромагнитного поля Максвелла нанесла ощутимый удар по физике Ньютона. Дальнейшее развитие электродинамики значительно углубило ее противоречие с классической механикой и закономерно привело к революционным сдвигам в физике» [30, с.32] (перевод с украинского мой. – Р. Ф.).

Как следует из приведенного рассуждения, в философии далеки от того, чтобы задуматься над сущностью комплекса «вещество – поле», дающего существование комплексному движению «механическое – полевое», и понять, что механика и полевая электродинамика – это составные системные части еще более общей системной физики, в основе которой должно находиться уравнение движения вида (Т21.2).

**Системная физика для несвободного микрообъекта.** Начну из вопроса: какой результат можно иметь от приложения внешней силы к *несвободному* электрону, то есть к такому, который в дополнение к тому, что находится в своем собственном поле и взаимодействует с ним, находится еще и в каком-нибудь «чужом» поле (например, в поле своего атома) и взаимодействует с ним? Сформулирую данный вопрос более конкретно.

Пусть электрон является связанным с собственным атомом и находится на орбите, с которой может переходить (в результате воздействия извне) на другую орбиту, характеризующуюся иной энергией движения. К электрону прикладывается внешняя сила в виде стороннего излучения, которое может быть каким угодно по величине, но берется достаточным для перевода электрона на новую орбиту. К какому уравнению движения, а точнее, способу представления последнего приводит этот случай?

Самый общий уже известный ответ на данный вопрос таков: в этом случае движение представляется научной системой, называемой квантовой механикой.

Поэтому возникает перспектива: имея для естественного комплекса «вещество – поле» две системные науки – классическую физику для *свободного* комплексного движения «механическое – полевое» и квантовую механику для *несвободного* комплексного движения «механическое – полевое», можно, исходя из единства физического мира, ставить вопрос о еще более общей системе, объединяющей в единую две названные. При этом нельзя не учитывать, что системная физика для свободного комплексного движения содержится в системной физике для несвободного комплексного движения и, таким образом, последняя казалось бы больше годится для того, чтобы быть в основе всей физики.

Подобный вопрос, как известно, ставили и пытались разрешить классики современной теоретической физики Эйнштейн и Бор; Эйнштейн – с последовательностью и упорством, достойными его авторитета, а Бор – по мере необходимости защищать квантовую механику от критики Эйнштейна (многолетняя дискуссия между ними). Только исходили они не из изложенного выше комплекса, который приводит к уравнению (Т21.2), указывающему на существование движений материальной точки и полевого состояния как дополняющих друг друга в комплексном движении. Исходили они из того, что материальная точка и полевое состояние, имея каждое в физике свое отдельное выражение движения, образуют тем самым дуализм в представлении физической реальности. В их понимании ньютоново и максвеллово учения о природе были разрозненными представлениями о ней, не складывающимися в единую систему. Естественной *целостности* в физическом комплексе «вещество – поле» и соответственно в комплексном движении «механическое – полевое» они не видели, не знали вытекающего отсюда уравнения (Т21.2), поэтому искали свои решения.

В подтверждение того, что изложенная точка зрения на ньютоново и максвеллово учения в то время считалась приемлемой в теоретической физике (она не изменилась и по сей день), приведу высказывания А. Пайса, которое он заканчивает цитированием Эйнштейна. Пайс пишет [27, с.281]:

«Эйнштейн считал, что введение Максвеллом понятия поля было революционным достижением, идущим все же *недостаточно далеко*. Он [Эйнштейн] хотел, кроме того, искоренить любые упоминания о



ньютоновой механической картине мира и при описании источников электромагнитного поля, а также других полей. В 1931 г. он так изложил свои представления: «Непрерывное поле в одной особой области теоретической физики [в электродинамике] встало наряду с материальной точкой как представитель физической реальности. Этот дуализм не преодолен до сих пор, что должно внушать беспокойство каждому последовательно мыслящему человеку... После Максвелла физическая реальность мыслилась в виде непрерывных, не поддающихся механическому объяснению полей, описываемых дифференциальными уравнениями в частных производных... Нужно также добавить, что полная реализация этой программной идеи еще не удалась. Удачные физические построения, которые с тех пор выдвигались, скорее представляли собой компромисс между двумя программами [Ньютона и Максвелла]. Именно благодаря своему компромиссному характеру они носили печать временности и логической неполноты, хотя в отдельных задачах и приводили к большим успехам» (курсив мой. – Р. Ф.).

Далее Пайс замечает: «Насколько я знаю, именно здесь Эйнштейн наиболее четко изложил свою глубокую веру в возможность описания мира при помощи только непрерывных полей» (там же).

Нет сомнения, что в это верили и другие физики, коль скоро тема единого поля ими тогда активно обсуждалась.

Итак, не заметив системности в комплексе «вещество – поле», на которую указывает учение Ньютона, физики двадцатого столетия стали *верить* фактически в следующую идею: природа состоит из вещества и поля, а наука о природе (физика) должна состоять с одного только поля. При том, что поле – это результат взаимодействия вещества с более тонким веществом, называемым в данной книге физическим пространством. Этот результат взаимодействия реально проявляется через инерцию системы «вещество – физическое пространство», состоящую из инерции поля и вещества. Если инерция поля такова, что ее можно считать практически равной нулю, имеют классическую (постньютонову) механику, в которой в практическом смысле выполняется принцип относительности. Если же инерция поля существенна, то имеют (еще неостребованную) системную физику, базирующуюся на уравнении движения с полевыми членами; в случае свободного электрона – на уравнении (Т21.2). В этом случае максвеллова полевая динамика вся содержится во втором слагаемом правой части уравнения (Т21.2) в том смысле, что это слагаемое приводит к

выражению энергии движения  $mc^2$  (Т6), то есть к тому выражению, которое вытекает из уравнений Максвелла и подтверждается опытами Лебедева.

Таковы главные черты системной физики для свободного объекта (электрона); той физики, которая развивалась разрозненными частями в виде независимых одна от другой механики и полевой динамики, поэтому требуются усилия, чтобы системность увидеть. Аналогичный же анализ физики для *несвободного микрообъекта*, называющейся *квантовой механикой*, которая, в силу *специфики проявления микроявлений*, с самого начала строилась системно с применением статистических методов и поэтому представляет собой статистический результат взаимодействия поля и вещества, станет предметом уже следующей главы.

### *Рассуждение 5* **ФИЛОСОФИЯ ФИЗИКИ**

1. Философию физики пишут не философы, а сами же физики. Они, конечно, не ставят себе целью создавать философию физики, но их исследования, а особенно *теоретические* трактовки результатов исследований, приводят к тем или иным философским представлениям. Нет сомнения, что термин «физика» как для физиков, так и для философов, ассоциируется с термином «наука». Физика в наиболее общем представлении – это наука о законах и явлениях природы (P2), важно лишь, чтобы представление было адекватным *объективной реальности*. И тем не менее, в широком смысле понятие «физика» связывается также с *гипотезами*, которые не являются частью науки, ибо могут быть и неверными (неадекватными объективной реальности), их, в лучшем случае, можно рассматривать как элементы творческого процесса в физике (P3). Поэтому, чтобы с самого начала было ясно, что речь в данном рассуждении будет идти о философии именно науки «физика», а не о философии гипотез, которая, без сомнения, также интересна, особенно в плане взаимоотношения субъекта и объекта, но не о ней здесь речь, необходимо сделать следующее уточнение: физика, о философии которой в предлагаемом рассуждении пойдет речь, – это наука, состоящая из *аксиом природы и науки и научных результатов на их основе*.

А теперь я поставлю следующий вопрос, вытекающий из темы 10: как быть с объективной реальностью в философском представлении физики? В упомянутой теме было показано, что философские толкования объективной реальности неоднозначны, ибо являются продуктом чистого ума, часто отвлеченного от действительности в ее совокупном (естественно-системном) проявлении. В таком случае, что можно в философии говорить о физике как о науке, если самый важный критерий определения этой науки – объективная реальность – трактуется философией неоднозначно?

Ответом на данный вопрос является потребность внесения определенной корректировки в толкование возможностей философии. Суть этой «потребности в корректировке» сводится к следующему.

Категория объективной реальности должна быть не философской, а естественнонаучной, основывающейся не на умозрительном заключении (выводе), имеющем природу отвлеченного суждения, а на системном знании явлений, синтезированном из эмпирических фактов и наблюдений. Использование даже самой безукоризненной логики, то есть построения вывода на рассуждении, не гарантирует адекватности в суждении. Поэтому философия с ее методами и возможностями, являющаяся продуктом лишь умозрительных заключений чисто логического характера, не способна обеспечить приход к *Главной Аксиоме природы* и принятие этой аксиомы в качестве системного научного факта (Т10). Это под силу только физике; одна только физика способна дать исходное начало самой себе, как науке, в виде этой главной аксиомы, так как физика в этом фундаментальном вопросе пользуется не умозрительной логикой, а суммой фактов – совокупным результатом *всех* накопленных данных относительно того или иного явления [во всяком случае обязана пользоваться суммой (синтезом) всех известных ей фактов].

Мысль о том, что философия действительно не способна с *однозначностью* привести к указанной аксиоме, проиллюстрирую рассуждениями М. Вартофского, известного американского философа – признанного специалиста по философским проблемам современной науки, редактора периодического сборника статей под заглавием «Бостонские исследования по философии науки». Вартофский ставит вопрос: «...как понять тезис о том, что «реальность фундаментально едина»? Действительно ли он [тезис] представляет собой, как это часто считают, *космологическое* утверждение, что существует некоторая единая субстанция, из которой состоят все вещи? ...Я склонен утвер-

ждать – продолжает рассуждать Вартофский, – что космологический тезис служит выражением более глубокого принципа, лежащего в основе концептуальной революции ионийских философов, а именно идеи, гласящей, что существует один *принцип*, на основе которого возможно любое объяснение и любая рациональная интерпретация, а это означает, что существует одна объективная истина, один логос, относительно которого наши объяснения и теории являются адекватными или неадекватными, истинными или ложными.

Таким образом, этот принцип формулирует условие объективности в науке, если хотите, в форме «убеждения», или в виде эвристического принципа, критическая проверка и уточнение которого является традиционным делом метафизики» [42, с.98].

Приведенные высказывания, конкретно такие как: «Я склонен утверждать, ... что существует один *принцип*»; «этот принцип формирует условие объективности... в форме убеждения» говорят сами за себя. Их аргументация («я склонен утверждать», «условие... в форме убеждения») – это продукт воображений, а не наблюдений. А утверждение, что объективность в науке выступает «в виде эвристического принципа, критическая проверка и уточнение которого является традиционным делом метафизики» есть постоянной попыткой приписывать философии то, что ей на самом деле не под силу. Во взглядах на объективную реальность философия никогда не достигала единства при формулировании или при «критических проверках» выражений этой реальности и, следовательно, никогда не знала успеха при ее «уточнениях» в своих интерпретациях (Т10), а считается, что всегда соответственно достигала и знала.

Далее М. Вартофский пишет: «Исторически этот принцип имел различные формы выражения: например, в теологии – в виде тезиса, что бог – один и истина – тоже одна (хотя она известна только богу); в метафизике – в понятии об одной субстанции, об одной сущности или одной форме, с которой «тождественно» истинное знание... Можно, конечно, подробно описать необычную историю этого принципа, но что мы сможем извлечь из множества его причудливых и фантастических формулировок, понятных лишь посвященным? Что они являются своего рода мистическими прозрениями? Или что они говорят нам о некоторых невыразимых «основах бытия», о которых мы имеем лишь смутное представление и которые скрытно ... входят в наше знание в виде, так сказать, «намек»? (там же, с.99).

Данные вопросы вызваны, разумеется, *квантовой механикой*. Нет сомнения, что квантовая механика мистифицировала описываемую ею реальность. В череде своих «причудливых и фантастических формулировок, понятных лишь посвященным» (так говорит Вартофский, а на самом деле совершенно непонятных и им самим), она до такой степени исказила образ физической реальности, что называть эту реальность объективной невозможно. В. Гейзенберг – один из наиболее авторитетных создателей квантовой механики, наверное, был первым, кто открыто, публикациями [43, 44] обратил всех внимание на эту невозможность. Он первым осознал, что после СТО и квантовой механики невозможно больше представлять себе объективную реальность как нечто такое, что существует независимо от наблюдателя, поэтому активно настаивал на исключении из физической науки понятия объективной реальности. «Отрицая объективную реальность, Гейзенберг пытается успокоить читателя ссылкой на то, что это отрицание не является потерей для науки, а представляет собой открытие новых «мыслительных возможностей» [43, с.IX]. Суть этих новых возможностей – в полном раскрытии разработанной Н. Бором концепции дополнительности (или принципа дополнительности). По Бору и Гейзенбергу, принцип дополнительности «состоит в утверждении, что объект и субъект будто бы неразрывно связаны друг с другом и что они якобы не могут существовать один без другого» (там же). Справедливости ради нужно сказать следующее: квантовая механика действительно построена, точнее, *интерпретирована* так, что взаимодействие прибора (наблюдателя) с микрообъектом в какой-то мере «принципиально неконтролируемо» в квантовомеханической картине явления, и уже по данной причине характер взаимодействия или его результат своеобразно субъективируются в этой картине. А приводит к принципу дополнительности и в конечном счете – к субъективированному толкованию явлений *дуализм волны-частицы*, но о нем и его последствиях разговор впереди. Детально о сути квантовомеханической субъективированности с необходимыми анализами и выводами речь будет вестись в рассуждении 6 после того, как в темах главы 5 будет дана принципиально иная интерпретация формализма квантовой механики, коренным образом отличающаяся от общепринятой. Здесь же замечу лишь то, что общепринятое толкование квантовой механики, известное под названием «копенгагенская интерпретация» этой механики, обернулось глубоким кризисом не только для новейшей философии, но и для физики, и в первую очередь по причине

своеобразной потери объективной ориентированности в толковании физических явлений. Физика в изложении «копенгагенской школой физиков» лишилась самого важного эмпирического наследия – констатации существования объективной реальности вне всякой связи с наблюдателем (субъектом), которая лишь изучается субъектом, а не достраивается им в процессе изучения.

Но если даже физика не устояла перед соблазном субъективировать явления, то что же тогда говорить о философии с ее широким спектром плюралистических свобод? Поэтому весьма примечательно и очень похвально то, что «бостонская школа философов», не смотря на отрицание квантовой механикой объективной реальности, по своему защищает последнюю. В аргументации Вартофского защита звучит так: «рассматриваемый метафизический тезис [объективной реальности] является не чем иным, как систематической и общей формулировкой нашего глубочайшего убеждения в том, что существует реальность, которая может быть познана, и что эта реальность не зависит от места, времени или личности, то есть что она является *одной и той же* – «одной» для каждого человека в любое время и в любом месте. Логика этого убеждения глубока и в то же время крайне проста; только отталкиваясь от этого исходного пункта (единства реальности и истины), имеет смысл говорить об относительности, неполноте, *критикуемости* наших концепций, наших теорий и наших моделей» [42, с.99].

Чтобы завершить этот небольшой экскурс в очень интересные философские рассуждения идеолога «бостонской школы философов» М. Вартофского, напомним с подчеркиванием о следующем. Аргументация в виде одного только «глубочайшего убеждения» для физической науки, конечно, не может считаться достаточной. Нужны факты, чтобы построить то или иное научное утверждение, которое будет научным в силу адекватности. Но что представляют собой факты, из которых строятся научные физические утверждения? Это – синтезированные результаты многовековых эмпирических наблюдений или, по крайней мере, совокупные результаты определенных групп опытов, дающие целостный образ того или иного явления. Все остальное – *гипотезы, предположения, суждения* – есть элементами творческого процесса в физике, которым, чтобы стать частью физической науки, надлежит еще быть проверенными на истинность путем совмещения их с уже известными аксиомами природы и науки, данными совокуп-

ных результатов опытов или, если последних недостаточно, должны пройти собственную опытную проверку на истинность.

Итак, как уже сказано выше, понятие объективной реальности должно быть причислено к естественнонаучной, а не к философской категории, чтобы с ним не поступали на философский рассуд — не приспособляли к различным мыслительным вкусам (склонностям). Именно в плане естественнонаучного познания существование объективной реальности доказано с однозначностью. На протяжении всего периода познания, от древних до современности, объективная реальность была предметом исследований, основанных на *проявлении* таковой. Создавая образ реальности, физика всегда пользовалась исключительно проявлениями ее, которые либо в чистом виде, либо измененные прибором, идут от самой природы, являясь ее объективной функцией. Таким путем и устанавливается, что исследуемая реальность как в своем исходном виде, так и в измененном прибором выражении, существует независимо от исследователя (субъекта), то есть представляет собой объективную реальность. И только квантовая механика, вторя примеру СТО, поставила исследуемую реальность в зависимость от субъекта (наблюдателя). Получилось это у нее как бы само собой, без какого-нибудь предварительно намеченного плана поступать так радикально. Просто она воспользовалась наиболее упрощенной возможностью формального толкования и применила эту возможность в первую очередь к волне, чтобы толковать ее и как частицу, коль скоро волна характеризуется импульсом. А формальное толкование можно считать наиболее простым потому, что описываемый предмет значительно проще толковать по форме выражения, чем по содержанию; чтобы истолковать его по содержанию, для этого потребовалось бы толкование согласовывать со всеми аксиомами природы и науки, а также с совокупным результатом всех известных в соответствующей области опытов. Квантовая механика выбрала чисто формальный путь толкования исследуемой реальности, она замкнулась в своем собственном формализме, не заботясь особо о содержательной стороне реальности. Это, однако, не мешает ей требовать, чтобы ее методы толкования, особенно энергии и импульса, а в целом — движения, признавались всей физикой, то есть были принятыми и в других областях физической науки. Квантовомеханическая зависимость реальности от наблюдателя начинается с объявления того, что нет, якобы, частицы в полном смысле этого слова, как нет, якобы, и волны в смысле волнового возмущения в мире взаимодействующих частиц. Есть только ли-

бо волновое, либо корпускулярное проявление наблюдаемого микрообъекта, причем наблюдается либо то, либо другое его проявление в зависимости от условий наблюдения, создаваемых субъектом. Чтобы решиться так трактовать исследуемую реальность у квантовой механики уже был наглядный пример подобных трактовок в СТО. Согласно СТО, нет, например, объективно существующей в пространстве и во времени определенной последовательности событий, есть только такая последовательность, которая целиком зависит от наблюдателя, ибо выстраивается наблюдателем из условия постоянства для него скорости света – средства пространственно-временного упорядочения событий. Выше уже доказано (Т19), что постоянство скорости света не реализуется в природе, иначе говоря, что второй постулат СТО просто-напросто ошибочен. Предстоит еще показать и то, что дуализм волны-частицы является не свойством якобы двойственного по образу микрообъекта, а способом описания взаимодействия между микрочастицей вещества и волной взаимодействующего с ней поля. Результат такого взаимодействия, если его полно представить, обязательно будет иметь черты и волны, и микрочастицы, поскольку он общий для двух взаимодействующих сторон; так, дуализм волны-частицы, например в случае электрона, – это не свойство проявления электрона как бы в двух ипостасях, а форма выражения взаимодействия электрона-корпускулы с волной электромагнитного поля. Детально об этом речь пойдет в главе 5. Здесь, в завершение разговора о дуализме, приведу один опытный факт, наглядно иллюстрирующий то обстоятельство, что электрон действительно не может быть представлен в виде волны.

Как известно, при пропускании электронов очень малыми количествами (почти по одному) через тонкую фольгу с кристаллической структурой, на экране за фольгой наблюдаются точечные следы от ударов электронов. И только со временем, при проходе большого числа частиц, следы сольются в кольца, похожие на интерференционные. *Никогда один отдельный электрон не давал в опыте интерференционной картины.* Только группа электронов выстраивает на экране картину, подобную интерференционной, что легко объяснить и селективностью. Всевозможные другие опыты с отдельным электроном, в которых он так или иначе себя проявляет, также с однозначностью подтверждают, что электрон есть частица в полном смысле этого слова. Следовательно, трактовать электрон и в виде волны означает представлять его не в соответствии с фактами. Квантовая механика именно



так его трактует, поэтому она, во всяком случае этой трактовкой, находится в противоречии с опытными фактами.

2. Имеется еще одна проблема в философии физики, касающаяся вопроса объективности. Речь теперь пойдет уже об иной по характеру проблеме, чем та, которая рассмотрена выше, и классифицируется как порождение квантовой механики или СТО. Новая проблема заключается в том, чтобы с однозначностью установить, как надлежит относиться к физике *вообще*, – как к науке истинно объективной или такой, в которой содержится и субъективный элемент, инкриминируемый физике на основании того, что она есть творением человека.

О науке в общем смысле говорят еще и так: это – сфера человеческой деятельности высокого мастерства (умения), что иначе называется *искусством*. Связывая понятие «наука» с понятием «искусство», тем самым как бы дается установка на то, что науку и в самом деле следует рассматривать в качестве продукта, имеющего в своем составе и субъективированный элемент решения. Не случайно Э. Шредингер замечает: «По известному выражению Эмиля Золя, искусство – это природа, увиденная через призму темперамента» [45, с.22]. И сразу же ставит вопрос: «Относится ли сказанное здесь об искусстве и к естествознанию?».

Ответ на данный вопрос Шредингер выстраивает, проводя аналогию между естествознанием и гуманитарными науками. Для гуманитарных наук, считает он, высказанное Э. Золя соображение подходит без всякого сомнения. Так, «...от историка, например, требуется, чтобы он придерживался истины. При установлении того, что действительно произошло, он должен выключить свой «темперамент». Тем не менее, он не сможет ограничиваться хронологией и выйдет далеко за пределы фактов, особенности его личности будут сказываться на собранном материале. *Только с этого начинается научное описание истории*» – утверждает Шредингер (там же; курсив мой. – Р. Ф.).

Нельзя не заметить, что та часть приведенного высказывания Шредингера, которую я выделил курсивом, требует существенного уточнения. Вместо фразы «научное описание» верно будет говорить «*научно-художественное описание*», ибо все то, что вместо отсутствующих фактов вводится историком-исследователем, есть ни что иное, как гипотезы (предположения) по отношению к историческим фактам. Гипотезы нужны для художественного оформления работы. Они – не более, чем элементы творческого процесса, участвующие

вместе с фактами в создании образа исторического события, и уж никак их нельзя считать частью науки; нельзя считать хотя бы потому, что когда-нибудь за проблему возьмется другой историк-исследователь, который соберет больше фактов и тем самым уменьшит гипотетическую часть предшественника, или совсем ее исключит.

Шредингер продолжает: «Несмотря на все стремление [гуманитарной] науки к истине, в ней всегда находим существенный уклон в сторону искусства, а значит, личного отношения. А как обстоит дело с естествознанием? О нем, особенно о так называемых «точных» науках, обычно принято думать иначе. Представляется идеальным, что все личное, субъективное нужно устранить, а целью является исключительно нахождение чистой объективной истины, которую каждый может проверить, совершенно независимо от своего темперамента. Часто даже слышится: нужно выключить не только отдельного человека, как субъект, а даже род человеческий, как субъект познания. Надо покончить с любым видом «антропоморфизма» так, чтобы хотя бы здесь человек уже не являлся мерой всех вещей, как того хотели софисты» [45, с.23].

И далее самое главное: «Это притязание на абсолютное, эта тоска по нему частично оправданы, но частично, как мне представляется, они идут слишком далеко» (там же). Затем, обращая внимание читателей на то, что «Число выполненных экспериментов, на которые опираются, хоть и огромно, но все-таки, строго говоря, бесконечно мало по сравнению с числом возможных, но не проведенных» (там же), а также на то, что эксперименты подбираются исследователями (субъектами) по их разумению, поэтому имеют субъективную направленность, Шредингер приходит к следующему окончательному заключению.

«Таким образом, нельзя отрицать, что *направленность нашего интереса в данный момент времени и влияние этого фактора на ход дальнейшей работы* всегда открывают широкую и принципиально неустранимую лазейку для субъективизма» [45, с.24].

Что можно сказать обо всем этом? В первую очередь, безусловно, то, что имеются все основания отнести к *ошибочным* заключение Шредингера о якобы всегда присутствующих в науке лазейках для субъективизма. Заключение Шредингера построено на материале, в котором *перемешались* факты с гипотезами, предположениями или другими непроверенными на истинность мыслями исследователя (кратко – гипотезами), поэтому оно скорее всего ошибочно, во всяком

случае не гарантирует истинности. И в естествознании, и в гуманитарных знаниях – в каждом из знаний всегда одинаково имеются и научные знания, и гипотезы, содержащиеся и подаваемые вперемешку. Первые представляют собой факты и законы, составляющие объективную реальность и предмет истинного знания, а вторые – усилия субъектов науки в их стремлении развивать науку. Гипотезы – это далеко еще не истинные знания о природе вещей и, следовательно, далеко еще не наука о них, которая, по определению, является сферой человеческой деятельности с функцией получения истинных знаний о действительности [18]. До тех пор, пока в любой творческой деятельности, имеющей своей целью творение науки («получение истинных знаний о действительности»), не будет *разделено*, где есть, собственно, истинное знание вещей, то есть объективная реальность, а где гипотезы человека, до этих-то пор и будет существовать *субъективированное* представление о предмете науки; именно до этих пор человек будет «мерой всех вещей, как этого хотели софисты» и нельзя будет сказать, где *состоявшаяся* наука, а где лишь умение человека выдавать гипотезы за науку. Поэтому любые разговоры о философии науки (физики и т. д.) должны начинаться из установления, что есть предметом уже *точно состоявшейся* науки, чтобы «философствование» велось в рамках состоявшегося знания. Например, предметом состоявшейся науки в естествознании (скажем, в физике) могут быть только аксиомы природы и науки, синтезированные из эмпирических фактов, а также совокупные результаты опытов, совместимые с аксиомами, о чем уже говорилось выше – вначале данного рассуждения.

В этом смысле должно быть пересмотрено и отношение к физической теории, к тому, что она, собственно, представляет собой. Не составляет особого труда привести множество примеров, что теории в большинстве случаев являются субъективированными творениями, переполненными гипотезами, предположениями и другого рода мыслительными соображениями авторов. Поэтому необходимо понимать, что физические теории – всегда временные, что с уточнением их на основе эмпирических фактов или совокупных результатов опытов они либо произрастут новыми аксиомами (или расширением старых), либо будут отброшены, полностью или частично. Но никогда не будет отброшено хотя бы частично ньютоново учение о движении, поскольку оно – не теория, а свод аксиом (три природы и две науки). Это учение – исторический пример того, что есть предметом чистой науки и результатом деятельности человека, который «гипотез не измышляет», а

синтезирует эмпирические факты в аксиомы, поэтому ему не нужно свое творение называть теорией.

3. В завершение назову еще одну проблему этого же рода. Речь теперь пойдет о том, что должно быть, так сказать, в предмете физики. Р. Фейнман, например, считал так (вместе с многими другими физиками): «С тех пор как родилась квантовая механика, стали подчеркивать... положение: не надо говорить о вещах, которые невозможно измерить. (Кстати, и теория относительности говорила об этом же). Пока не определено, как измерять величину, ей нет места в теории. А поскольку точное значение импульса локализованной (находящейся в каком-то месте) частицы не может быть определено при помощи измерения, значит, импульсу нечего делать в теории» [37, с.232–233].

Если подразумевать именно теорию как таковую, то с этим еще можно согласиться. Но если имеется ввиду физика вообще, то это заявление более, чем спорно. Возьмем, к примеру, Аксиому природы 1 (Первый закон Ньютона), гласящую, что для естественного движения с какой-нибудь скоростью  $\vec{v}$  какого-нибудь объекта массы  $M$ , и скорость  $\vec{v}$ , и импульс  $M\vec{v}$  будут как угодно долго сохраняться (станут константами), пока объект не испытает воздействия извне. Скажите, пожалуйста, можно ли точно измерить то, что они есть константами? Безусловно, нет, ибо нет возможности создать условия для естественного движения, то есть такого, на которое не воздействуют другие объекты. И тем не менее, эта аксиома – одно из важнейших положений физики, одно из величайших открытий человека.

Словом, если физика – это наука, а наука, как уже упоминалось выше, – это сфера человеческой деятельности, функция которой – выработка объективных знаний о действительности, то в целях построения науки об объективной действительности приходится заниматься и теми величинами, которые невозможно непосредственно или точно измерить. Например, невозможно измерить и измерением доказать, что масса (точнее, инерция) покоящегося фотона действительно равна нулю, тем не менее, равенство нулю инерции покоящегося фотона есть положением науки, ибо к нему приводят синтезированные результаты. Один из них таков: фотон – это определенная часть монохроматической электромагнитной волны, обладающая соответствующей инерцией, которая в покоящемся фотоне равна нулю потому, что покоящийся фотон – это отсутствие всякой электромагнитной волны (электромагнитного возмущения).

Приведу еще одно высказывание Фейнмана, фиксирующее важные факты. Говоря «...о недетерминированности квантовой механики, то есть о том, что она неспособна предсказывать, что произойдет в данных физических условиях, как бы аккуратно они ни были на опыте осуществлены», Фейнман далее замечает: «Если атом находится в возбужденном состоянии, собираясь излучить фотон, мы не можем сказать, *когда* это случится; существует конечная амплитуда вероятности испустить фотон в любой момент, и только эту вероятность мы можем предвидеть. Мы не можем точно предсказывать будущее» (с.234).

Фактами есть то, что квантовая механика недетерминированна и что она не может предсказывать будущее. Почему тогда ее ставят в положение, более высокое, чем занимает детерминированная классическая физика в учениях о движении? По тем особенностям квантовой механики, на которые указывает Фейнман в вышеприведенных высказываниях (а эти особенности суть все то основное, чем она характеризуется), о квантовой механике можно говорить лишь как о науке *измерения* величин статистического проявления микромира, то есть как о *метрологической* системе. Откуда тогда квантовой механике взять способность предсказывать будущее, если функция метрологии – измерять величины (пусть даже с их предвидением), а не предсказывать процессы; предсказывание процесса – это привилегия дифференциального способа изображения его. Скачек в изображении процесса есть ни что иное, как невладение информацией о *всех* составляющих процесса, потеря детерминированности в *представлении* такового. В природе нет бессодержательных скачков, которые не имели бы внутренней структуры и сами бы не были процессами, есть только *различные по характеру* процессы, *состыкованные* между собой и так протекающие, что если наблюдать за одним из них, то в рамках этого наблюдения второй будет поэлементно невидимым и проявится скачком в первом. Отсутствие бессодержательных скачков – следствие неисчерпаемости материального мира.

Итак, квантовая механика, хотят этого или не хотят, тянет только на науку измерения, ясно, не интересующуюся всем тем, что не может измерить. В этой своей естественной ипостаси она, разумеется, не должна заниматься не только теми величинами, которые не может измерить, а и предсказаниями того, какой является истинная реальность; не должна потому, что, во-первых, не в состоянии это делать, а во-вторых, это не ее функция.

Но даже при том, что квантовая механика – это наука измерения, требующая специфического математического формализма и создавшая такой формализм, она может быть иначе интерпретирована, с бóльшим прояснением физических образов в измерениях. Это будет показано в главе 5.

**Резюме.** Философия физики в части самого важного начала физики – в отношении последней к *объективной реальности* должна быть существенно уточнена применением нового подхода к философии вообще для трактовки в ее рамках объективной реальности. Главное в уточненной философии должно заключаться не в том, чтобы наряду с физическим суждением об объективной реальности иметь еще и *общее* философское, рассматривая первое как суженное, а в том, чтобы имелось *только физическое* и для физики, и для философии; а также в том, чтобы суждение опиралось *только на чистую науку*, то есть исключало бы всякую ориентацию на гипотезы, предположения и т. д. Данных двух требований достаточно, чтобы положив их в основу этого нового подхода, получить такую *философию объективной реальности*, которая в одинаковой мере годилась бы для всех сфер знания.

Очень важным в философском смысле является вопрос, что представляет собой квантовая механика: это наука о мироустройстве, которая дает представление о физическом образе микромира, или это наука объяснения (измерения) величин статистического проявления последнего? Физический образ микромира она, как известно, не в состоянии выстроить, так как не имеет для этого всех поэлементных данных. Тогда остается рассматривать ее как науку *объяснения измеряемого*, исключаящую из своей сферы все то, что не измеряется квантовомеханическими методами; иначе говоря, она несет в себе все признаки метрологической системы, конечно, для очень сложных измерений (установлений) величин статистического проявления микромира. В дальнейшем мысль о том, что квантовая механика есть именно метрологическая система, будет иллюстрироваться конкретными материалами.

## РЕЗЮМЕ ГЛАВЫ 4

Совокупный результат опытов – это общее заключение, сделанное на основе всех известных на данный момент опытов, имеющих отношение к определенному явлению. Например, заключение, что изменение количества движения пропорционально приложенной силе, составляющее предмет Аксиомы природы 2 (Второго закона Ньютона), есть совокупным результатом всех опытов в сфере взаимодействия свободных объектов, то есть таких двух (или больше) объектов, каждый из которых испытывает приложенную к себе силу, идущую *только* от взаимодействующего с ним объекта (объектов), и никаких других направленных на него не скомпенсированных действий больше не существует. А аксиомой приведенный в пример совокупный результат опытов называется потому, что он есть результатом синтеза огромного числа эмпирических фактов, и по характеру своему является одним из общих правил существования и проявления материального мира.

Совокупные результаты кинематических опытов Майкельсона, Саньяка и Майкельсона–Гэйла и динамических опытов Лебедева и Комптона являются основаниями, как минимум, для таких соответственно заключений:

постоянство относительной скорости света *не реализуется* в природе и, следовательно, принцип относительности в электродинамике, который немислим без этого постоянства, *не выполняется* в действительности, что есть свидетельством ошибочности СТО;

произведение массы вещества на квадрат скорости света, трактуемое в СТО как энергетический эквивалент этой массы, в действительности есть скрытым выражением энергии движения электромагнитного возмущения, и чтобы раскрыть эту «скрытость», достаточно под массой вещества подразумевать равную ей инерцию электромагнитного возмущения;

нельзя говорить, что взаимодействие света с веществом есть взаимодействием двух *механических* объектов, можно говорить о нем лишь как о явлении, в котором четко проявляется *волновое* действие света на вещество.

Ньютоново учение о механическом движении и максвеллово учение о полевом движении не образуют сообща, как это принято считать, *дуалистическое* представление о движении, они есть частями единого комплексного учения о движении, способного в своем комплексе образовать *системную* физику. Чтобы построить эту систем-

ную физику, необходимо в случае свободного движения, например электрона, вместо уравнения движения

$$f = \mu_0 \frac{dv}{dt}$$

положить в основу уравнение

$$f = \mu_0 \frac{dv}{dt} + c \frac{dm}{dt},$$

в котором учитывалось бы и механическое движение самого электрона, и движение его собственного электромагнитного поля. При таком полном учете энергия движения будет состоять из кинетической энергии электрона и энергии движения поля последнего, то есть будет определяться соответственно следующим отвечающим фактам выражением:

$$\Sigma = (1/2)\mu_0 v^2 + mc^2.$$



## ГЛАВА 5

# КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА С ПОЗИЦИИ СОВОКУПНОГО РЕЗУЛЬТАТА ОПЫТОВ

Во введении к предыдущей главе уже говорилось, что *совокупный* результат опытов – это результат, синтезированный из *единичных* результатов *всех* опытов, имеющих отношение к явлению, о котором идет речь. Такой результат способен рассматриваемое явление представлять обобщенно, характеризуя (разъясняя) его с некоторой единой позиции. Чтобы объяснить смысл терминов «единичный» и «совокупный» результат опытов уже в контексте тех явлений, которые будут рассмотрены в данной главе, я воспользуюсь следующими фактами для этого объяснения.

В опыте Комптона – в его известной теории – берет свое начало практическое применение понятия фотонов – частиц электромагнитного поля. Обоснование этого приема таково: глазами теоретического расчета все увидели в проявлениях поля «явную» прерывистость. В то же время из чисто практических проявлений электромагнитного поля следует, что последнее имеет непрерывную структуру: широко всем известный способ получения этого поля путем колебания свободных электронов в радиотехнических колебательных системах есть тому повсеместным доказательством в дополнение к доказательству свойствами интерференции. Поэтому, если пользоваться в *теоретических* целях лишь одним из перечисленных фактов, не вмещающая его с другими, то это означает пользоваться *единичным* результатом, без согласования с иными.

Совокупным результатом двух упомянутых опытов – Комптона и получения полей с непрерывными свойствами – был бы, очевидно, такой результат истолкования явлений, который удовлетворял бы требованиям обоих названных опытов и сводил бы истолкования явлений к единому истолкованию.

По-видимому, первым шагом к получению совокупного результата этих опытов есть осознание того, что *не может быть двух сущностей у одного явления*, называющегося электромагнитным полем. Если поле где-то *надежно* проявилось как непрерывное по своей природе, то таковой его природа будет везде, в том числе и там, где оно приводит к дискретным результатам действия на вещество. Дуализм поля и вещества – это может быть всего лишь дуализмом результата взаимодействия, а не взаимодействующих сторон.

И в самом деле, что реально наблюдают в случае взаимодействия поля с веществом, когда в последнем осуществляются микроскачки? Наблюдают лишь голый конечный результат скачкообразного перехода микрочастицы из одного состояния в другое, и этот результат есть всем тем проявлением явления, о котором единственно можно говорить как об опытном факте. Процессов, протекающих в структуре поля, когда оно производит скачек, а тем более в структуре вещества, когда его микроэлемент совершает этот скачек, мы никак не просматриваем и не знаем. Наши знания не расшифровывают микроскачек, который, безусловно, является микропроцессом, а не каким-то актом без внутреннего содержания. Тогда откуда уверенность, что дуализмом наделены взаимодействующие стороны, а не результат их взаимодействия? Ведь может быть именно так: дуализм сторон – это иллюзорное впечатление от того, что во взаимодействии участвует волновое поле и корпускулярное вещество и выражение результата взаимодействия носит черты и волны, и частицы. Если это так, то квантовая механика нуждается в ином истолковании без изменения своего формализма. Перехожу к детальной проработке данной идеи.

## *Тема 22* **ВОЛНОВОЙ ПАКЕТ: ИСПРАВЛЕНИЕ ОШИБКИ**

Волновой пакет – это понятие, играющее важную роль в квантовой механике. Из волнового пакета получают строительный материал для построения соотношений, которые истолковываются в этой механике как соотношения неопределенности. Что это за материал, будет показано в конце данной темы.

При общепринятом представлении волнового пакета [31–33] исходят из выражения гармонической волны

$$u = a \cos(\omega t - kx), \quad (\text{T22.1})$$

которое интегрируют в большинстве случаев по формуле вида

$$A = \int_{k_0 - \Delta k_0}^{k_0 + \Delta k_0} a \cos(\omega t - kx) dk, \quad (\text{T22.2})$$

где  $k_0$  – величина, занимающая среднее положение в интервале

$$2\Delta k_0 = \Delta k = k_2 - k_1.$$

Для вычисления интеграла (Т22.2) представляют связь между  $\omega$  и  $k$  в пределах малого интервала волновых чисел в виде степенного ряда

$$\omega(k) = \omega(k_0) + (k - k_0) \left( \frac{d\omega}{dk} \right)_0 + \frac{1}{2} (k - k_0)^2 \left( \frac{d^2\omega}{dk^2} \right)_0 + \dots \quad (\text{Т22.3})$$

и в силу малости  $k - k_0$  берут два первых члена разложения. Подставляя их вместо  $\omega$  в (Т22.2) и считая, что амплитуда  $a$  постоянна и такая во всех волнах, как у волны с волновым числом  $k_0$ , получают следующий результат интегрирования [31, с. 415]:

$$A = 2a\Delta k_0 \frac{\sin \Delta k_0 \left[ \left( \frac{d\omega}{dk} \right)_0 t - x \right]}{\Delta k_0 \left[ \left( \frac{d\omega}{dk} \right)_0 t - x \right]} \cos(\omega_0 t - k_0 x). \quad (\text{Т22.4})$$

(Результат интегрирования умножен и разделен на  $\Delta k_0$ , чтобы в центральном множителе знаменатель сделать одинаковым с выражением под синусом).

Необходимо обратить внимание на следующее настораживающее обстоятельство. Складывается бесконечно большое число амплитуд  $a$ , а в результате получается всего лишь величина  $2a$ , да еще умноженная на очень малый интервал  $\Delta k_0$ , который, что самое главное, меняет размерность амплитуды. Размерности у  $A$  и  $u$  почему-то оказываются различными, чего ни в коем случае не должно быть. Они были различными еще до операции умножения и деления результата интегрирования на  $\Delta k_0$  с названной выше целью и остаются неизменно различными после этой операции. Значит, какая-то ошибка имеется в представлении пакета, и она переходит из учебника в учебник (все учебники, какие удалось просмотреть, ее содержат; ссылаюсь лишь на три наиболее авторитетные [31–33], выше уже упоминавшиеся). Для раскрытия этой ошибки и установления пути ее устранения имеет смысл максимально упростить способ представления волнового импульса, чтобы осуществить необходимый анализ. К максимально упрощенному варианту можно отнести рассмотрение пакета не по пространственным, а по временным свойствам последнего с определени-

ем его длительности в характеристической точке  $x = 0$ . Такой упрощенный вариант уже рассмотрен в литературе [34], здесь он будет процитирован с некоторыми изменениями в обозначениях, чтобы обозначения не отличались от ранее принятых в данной книге.

Итак, пусть рассматривается суперпозиция  $N$  гармонических колебаний, имеющих одинаковые амплитуды  $a$ , равные нулю начальные фазы и различные частоты, которые равномерно распределены между самой низкой частотой  $\omega_1$  и самой высокой  $\omega_2$  с интервалом  $\delta\omega$ :

$$A(t) = a \cos \omega_1 t + a \cos(\omega_1 + \delta\omega)t + \\ + a \cos(\omega_1 + 2\delta\omega)t + \dots + a \cos \omega_2 t. \quad (\text{T22.5})$$

Ясно, что

$$\delta\omega = \frac{\omega_2 - \omega_1}{N-1} = \frac{\Delta\omega}{N-1}. \quad (\text{T22.6})$$

Вычисление (T22.5) удобно провести в комплексной форме, в которой эта сумма представляет собой произведение константы  $a$  на вещественную часть комплексной функции  $f(t)$ :

$$f(t) = e^{i\omega_1 t} + e^{i(\omega_1 + \delta\omega)t} + e^{i(\omega_1 + 2\delta\omega)t} + \dots + e^{i(\omega_1 + \Delta\omega)t} = e^{i\omega_1 t} B; \quad (\text{T22.7})$$

здесь  $B$  – сумма геометрической прогрессии:

$$B = 1 + \alpha + \alpha^2 + \dots + \alpha^{N-1}, \quad (\text{T22.8})$$

в которой использовано обозначение  $e^{i\delta\omega t} = \alpha$  и  $\Delta\omega = (N-1)\delta\omega$ .

Если умножить (T22.8) на  $\alpha$ , то можно получить:

$$\alpha B = \alpha + \alpha^2 + \dots + \alpha^{N-1} + \alpha^N, \quad (\alpha - 1)B = \alpha^N - 1,$$

$$B = \frac{\alpha^N - 1}{\alpha - 1} = \frac{e^{iN\delta\omega t} - 1}{e^{i\delta\omega t} - 1} = \frac{e^{1/2 iN\delta\omega t}}{e^{1/2 i\delta\omega t}} \cdot \left[ \frac{e^{1/2 iN\delta\omega t} - e^{-1/2 iN\delta\omega t}}{e^{1/2 i\delta\omega t} - e^{-1/2 i\delta\omega t}} \right] = \\ = e^{1/2 i(N-1)\delta\omega t} \cdot \frac{\sin 1/2 N\delta\omega t}{\sin 1/2 \delta\omega t} = e^{1/2 i\Delta\omega t} \cdot \frac{\sin 1/2 N\delta\omega t}{\sin 1/2 \delta\omega t}.$$

С учетом этого

$$f(t) = e^{i\omega_1 t} B = e^{i[\omega_1 + 1/2 \Delta\omega]t} \cdot \frac{\sin 1/2 N\delta\omega t}{\sin \delta\omega t} = e^{i\omega_{cp} t} \cdot \frac{\sin 1/2 N\delta\omega t}{\sin 1/2 \delta\omega t}.$$

А так как  $A(t)$  есть произведение константы  $a$  на вещественную часть  $f(t)$ , то

$$A(t) = a \cos \omega_{cp} t \cdot \frac{\sin \frac{1}{2} N \delta \omega t}{\sin \frac{1}{2} \delta \omega t} = a(t) \cos \omega_{cp} t, \quad (\text{T22.9})$$

где

$$a(t) = a \frac{\sin \frac{1}{2} N \delta \omega t}{\sin \frac{1}{2} \delta \omega t}. \quad (\text{T22.10})$$

Уравнение (T22.10) можно представить в виде, в котором постоянная  $a$  выражена через  $a(t)$  в момент  $t = 0$ , то есть через  $a(0)$ . Для нахождения значения  $a(0)$ , требуется найти, к чему стремится предел выражения  $\sin N\Theta / \sin \Theta$  при  $\Theta$ , стремящимся к нулю ( $\Theta = \frac{1}{2} \delta \omega t$ ). Разлагая это отношение в ряд Тейлора в точке  $t = 0$ , имеем

$$\frac{\sin N\Theta}{\sin \Theta} = \frac{N\Theta - \frac{1}{6}(N\Theta)^3 + \dots}{\Theta - \frac{1}{6}\Theta^3 + \dots}$$

Если  $\Theta$  достаточно мало, то можно пренебречь всеми членами в разложении, кроме первого. Тогда получим

$$\lim_{\Theta \rightarrow 0} \left\{ \frac{\sin N\Theta}{\sin \Theta} \right\} = N.$$

С учетом данного результата,  $a(t)$  в момент  $t = 0$  примет следующий вид:

$$a(0) = Na, \quad (\text{T22.11})$$

откуда

$$a = \frac{a(0)}{N}. \quad (\text{T22.12})$$

Таким образом, (T22.10) переходит в уравнение

$$a(t) = \frac{a(0)}{N} \cdot \frac{\sin \frac{1}{2} N \delta \omega t}{\sin \frac{1}{2} \delta \omega t}. \quad (\text{T22.13})$$

Теперь пусть  $N$  будет очень велико. В этом случае зазор  $\delta\omega$  между двумя соседними частотами настолько мал, что можно считать распределение гармонических компонент по частоте непрерывным. Такое  $N$  можно принять за бесконечно большое и пренебречь разницей между  $N$  и  $N - 1$ , считая что

$$N\delta\omega \approx (N - 1)\delta\omega = \Delta\omega, \quad (\text{T22.14})$$

откуда

$$N = \frac{\Delta\omega}{\delta\omega}. \quad (\text{T22.15})$$

При устремлении  $N$  к бесконечности,  $\delta\omega$  стремится к нулю, но произведение  $N\delta\omega$  остается неизменным и равным ширине полосы  $\Delta\omega$ .

А теперь можно вернуться к выражению (T22.5) и представить его с учетом того, что  $N$  стремится к бесконечности, а  $\delta\omega$  к нулю. Из выражений (T22.12) и (T22.15) следует, что

$$a = \frac{a(0)}{N} = \frac{a(0)}{\Delta\omega} \delta\omega. \quad (\text{T22.16})$$

Тогда (T22.5) можно записать в виде

$$A(t) = \frac{a(0)}{\Delta\omega} [\delta\omega \cos \omega_1 t + \delta\omega \cos(\omega_1 + \delta\omega)t + \dots + \delta\omega \cos \omega_2 t]. \quad (\text{T22.17})$$

При  $\delta\omega \rightarrow 0$  выражение в квадратных скобках есть ни что иное, как интеграл от  $\cos \omega t d\omega$ , взятый в пределах от  $\omega_1$  до  $\omega_2$ . Поэтому уравнение (T22.17) примет следующий вид:

$$A(t) = \frac{a(0)}{\Delta\omega} \int_{\omega_1}^{\omega_2} \cos \omega t d\omega = \frac{Na}{\Delta\omega} \int_{\omega_1}^{\omega_2} \cos \omega t d\omega. \quad (\text{T22.18})$$

В подынтегральное выражение (T22.18) можно ввести еще и пространственную характеристику и решить интеграл по аналогии с (T22.2) – (T22.4). В этом случае получился бы результат, подобный (T22.4), но на месте амплитуды  $a$  стояла бы величина  $Na$  ( $N \rightarrow \infty$ ).

Итак, интеграл (T22.2) действительно построен неверно. Его правильное выражение таково:

$$A = \frac{Na}{\Delta k} \int_{k_1}^{k_2} \cos(\omega t - kx) dk, \quad (\text{T22.19})$$

где  $k_2 - k_1 = \Delta k$ . Так что вместо (Т22.4) должен получиться следующий результат в характеристический момент  $t = 0$ :

$$A = Na \frac{\sin \Delta k \cdot x}{\Delta k \cdot x} \quad (\text{Т22.20})$$

В случае интегрирования по частоте аналогичный результат будет таков в характеристической точке  $x = 0$  [34]:

$$A = Na \frac{\sin \Delta \omega \cdot t}{\Delta \omega \cdot t}. \quad (\text{Т22.21})$$

В обоих случаях размерность величин равенства одинакова справа и слева, что означает следующее: ошибка, о которой речь шла в начале данной темы, исправлена. При исправлении этой ошибки выяснилось: амплитуда пакета не  $2a$ , а  $Na$ , где  $N \sim \infty$ .

Если выбрать начало отсчета, соответствующее главному максимуму (то есть в точке и в момент, когда  $\Delta k \cdot x = \Delta \omega \cdot t = 0$ ), то первые минимумы по обеим сторонам от этого максимума будут соответственно  $\pm \Delta x/2$  и  $\pm \Delta t/2$ . Для этих протяженности и длительности пакета имеется условие

$$\Delta k \cdot \frac{\Delta x}{2} = \Delta \omega \cdot \frac{\Delta t}{2} = \pi,$$

откуда

$$\Delta x \Delta k = 2\pi, \quad \Delta t \Delta \omega = 2\pi \quad (\text{Т22.22})$$

– пространственная и временная характеристики этого пакета. В более общем случае, с учетом других меньших максимумов, равенства (Т22.22) переходят в неравенства:

$$\Delta x \Delta k \geq 2\pi, \quad \Delta t \Delta \omega \geq 2\pi. \quad (\text{Т22.23})$$

Из неравенств (Т22.23), умножая их на  $\hbar$ , получают известные из квантовой механики соотношения «неопределенности»:

$$\Delta x \Delta p \geq (2\pi\hbar = h), \quad \Delta t \Delta E \geq (2\pi\hbar = h). \quad (\text{Т22.24})$$

С введением понятия волнового пакета появилась потребность различать фазовую и групповую скорости волнового процесса. Первую можно определить из условия

$$\omega_0 t - k_0 x = \text{const}$$

[третий сомножитель в выражении (Т22.4)]. Найдя из него производную координаты  $x$  по времени  $t$ , получают

$$\omega_0 - k_0 \frac{dx}{dt} = 0,$$

откуда  $dx/dt = \omega_0/k_0$ . В общем случае

$$\frac{dx}{dt} = \frac{\omega}{k} \quad (\text{T22.25})$$

есть ничто иное, как фазовая скорость волны, иначе говоря – скорость плоскости равной амплитуды *единичной* волны. Групповую же скорость находят из того же выражения (T22.4) – из среднего сомножителя, который можно представить как  $\sin \sigma / \sigma$ , где

$$\sigma = \Delta k_0 \left[ \left( \frac{d\omega}{dk} \right)_0 t - x \right].$$

Модулирующий амплитуду множитель  $\sin \sigma / \sigma$  при  $\sigma = 0$ , когда он достигает максимального значения, равного 1, становится нулем при условии, что

$$\left( \frac{d\omega}{dk} \right)_0 t - x = 0.$$

Дифференцируя данное выражения по  $t$ , получают  $dx/dt = (d\omega/dk)_0$ , а в общем случае

$$\frac{dx}{dt} = \frac{d\omega}{dk}, \quad (\text{T22.26})$$

что и представляет собой групповую скорость волн, то есть скорость плоскости равной амплитуды *групповой* волны.

Вместе с фазовой и групповой скоростями необходимо различать единичную микроволну и групповую макроволну соответственно. Первая всегда является микроволной, а вторая будет макроволной лишь в случае, когда единичных волн в группе очень много и существуют условия для образования волнового пакета или построения лазерного потока. В случае двух-трех единичных волн групповая волна будет по-прежнему микроволной. При взаимодействии микроволны с веществом явление будет микроскопическим, а при взаимодействии групповой макроволны с ним – макроскопическим. Возможные результаты этих взаимодействий таковы: переход электрона в атоме от воздействия микроволны и разрушение вещества от воздействия лазерного потока. Поэтому и нужны в физике понятия единичной мик-



роволны и групповой макроволны для различия таких волновых процессов.

**Определение 11.** *Единичная – это естественная микроволна в физическом пространстве с амплитудой, частотой и длиной волны (волновым числом), созданными самой природой, а не интерференционным приемом; амплитуда, частота и волновое число единичной микроволны являются изначальными тесно связанными между собой характеристиками колебательного процесса в физическом пространстве: насколько изменяется одна из них, настолько изменяются остальные в пропорциональном отношении с изменением энергии, импульса или инерции микроволны; (понятия «единичная волна» и «микроволна» – это синонимы по данному определению).*

**Определение 12.** *Групповая – это суперпозиционная макроволна, являющаяся интерференционным результатом возможности действия на вещество единичных волн, которые в физическом пространстве существуют независимо друг от друга; амплитуда, частота и волновое число в групповой макроволне связаны между собой иначе, чем в единичной микроволне; (понятия «групповая волна» и «макроволна» – это синонимы по данному определению).*

Еще раз вернусь к разговору о фазовой и групповой скорости чтобы указать на такое обстоятельство. В высшей степени самоочевидно, что если в группе все единичные волны имеют одинаковые скорости, то фазовая и групповая скорости будут одинаковыми и в последней почти нет надобности. Если же скорости единичных волн различны, то групповая скорость определится соотношением скоростей единичных волн, обеспечивающим определенный изменяющийся интерференционный эффект (например получение максимальной амплитуды, величина которой будет изменяться в силу расплывания пакета).

Из рассмотренного можно сделать следующие выводы, существенно уточняющие сложившиеся воззрения на волновые процессы и их истолкования в физике взаимодействия поля и вещества.

1. Волновой пакет – это метод изображения коллективизации микроволн в макроцелях их действия. Пакет можно условно называть макроволной. Силовая возможность («амплитуда») пакета – величина  $Na$  – всегда очень большая. Противоестественно поэтому отбрасывать заключенную в пакете возможность *макродействия*, чтобы на основе «обессиленных» характеристик (Т22.23) строить *микродействие* и потом, по виду этой основы, истолковывать уже *всякое* действие

как связанное с неопределенностями. А именно так и поступают в квантовой механике и приходят к известным соотношениям неопределенности (подробнее об этом – в теме 24). Из всего этого видно, что соотношения неопределенности имеют очень запутанные истоки чисто математической природы. Они суть приемы, лишенные всякого физического смысла, более того, противоречащие таковому хотя бы в силу только что указанного способа их получения. Поэтому разговоры о том, что место и импульс, время и энергия задаются природой с неопределенностями, есть по сути своей формализованной схоластикой (математическим умствованием в физике без физических на то оснований).

2. Анализ волнового импульса при помощи интеграла Фурье – это математическая идеализация, допустимая лишь в одном направлении, но не имеющая соответствия реальности в обратном. Так, если у группы независимых друг от друга гармонических микроволн форма (но не величина) их коллективного действия соответствует этому интегралу, то такой же формы импульс поля, созданный самой природой, не состоит из гармонических волн и анализ его при помощи интеграла Фурье не имеет физического смысла.

3. Общепринято считать, «что фазовая скорость... совершенно не связана, например, со скоростью движения... энергии» [31, с.421]. Лишение этой скорости смысла физической величины понадобилось для того, чтобы получить возможность заявить следующее: «...возникновение фазовой скорости, большей скорости света в пустоте, ни в какой степени не противоречит утверждению теории относительности о том, что скорость света в пустоте есть предельная скорость» (там же). Но для тех, кто больше доверяет анализу, чем заявлениям, сделанным в угоду модным теориям, этот не совсем простой в физике вопрос становится следующим проблемным вопросом мировоззренческого характера: почему, когда имеется на одном пути два или более разночастотных независимых друг от друга колебания, то они передают энергию в пространстве, а когда имеется единственное одночастотное колебание, то передачи энергии нет? И вообще, разве фазовая скорость – это не скорость перемещения в пространстве определенной величины напряженности, электрической или магнитной, безусловно, характеризующейся энергией? Нет сомнения, что и фазовая, и групповая скорости – это в одинаковой мере скорости движения энергии. Различие между этими физическими величинами лишь в их

выражении: отношением  $\omega/k$  выражается перемещение фазы колебания при явно неизменных  $\omega$  и  $k$ , а отношением  $d\omega/dk$  – перемещение той же фазы колебания, когда  $\omega$  и  $k$  сами могут изменяться, изменяя интерференционный эффект, и возникает необходимость брать отношение бесконечно малых величин; или в случае, когда речь идет о трансляционном перемещении интерференционной возможности действия волн, скорости которых различны.

### *Тема 23*

## СОВОКУПНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ДИСКРЕТНЫХ ПЕРЕХОДОВ

Известно полное драматизма высказывание Э. Шредингера, запечатлевшее его отношение к дискретности в физике. Он так высказался о ней: «Если мы собираемся сохранить эти проклятые квантовые скачки, то я вообще жалею, что имел дело с атомной теорией!» [35, с. 302]. Однако вернусь к периоду 1924-го года, когда у Шредингера еще не было подобных мыслей, а до разработки им волновой механики с квантовыми скачками, основывающейся на знаменитом уравнении Шредингера, было около двух лет. Этот период характеризуется появлением в физической литературе очень важной точки зрения Н. Бора, Г. Крамерса и Дж. Слэтера, дававшей шанс физикам пойти не по кризисному пути. Но что это за точка зрения и о каком пути идет речь?

В начале 1924 г. Н. Бор, Г. Крамерс и Дж. Слэтер выступили с фундаментальной работой под названием «Квантовая теория излучения», в которой изложили свой подход к рассмотрению взаимодействия излучения с несвободными микрообъектами. В начальной части этой работы говорится [36, с.526]:

«При попытке дать теоретическую интерпретацию механизма взаимодействия между излучением и веществом были вскрыты два, очевидно, противоречивых аспекта этого механизма. С одной стороны, явление интерференции, на котором основано действие по существу всех оптических приборов, с необходимостью приводит к концепции непрерывности такого же характера, как и в волновой теории света, построенной на основе классической электродинамики. С другой стороны, обмен энергией и импульсом между веществом и излучением, от которого в конечном счете зависит наблюдение оптических

явлений, требует привлечения свойств прерывности. Последнее привело даже к появлению *теории световых квантов, которая в своей крайней форме отрицает волновую природу света*» (курсив мой. – Р. Ф.).

Важно иметь в виду, что данная точка зрения ведущих специалистов в области квантовых представлений была высказана после того, как стал известен результат опыта Комптона (1923 г.), *якобы* указывающий на корпускулярную природу электромагнитного излучения. Тем и ценна точка зрения Бора, исповедовавшая волновую непрерывность электромагнитного поля, что она была высказана после опыта Комптона. Ибо Бор, возможно, глубже и тоньше других понимал квантовый феномен материи и не менял о нем своего представления даже после обнаружения эффекта Комптона, объяснявшегося с привлечением понятия квантов излучения. В теме 20 уже говорилось, почему невозможно при системном изложении эффекта Комптона трактовать излучение в виде частиц. Здесь аргументация этой невозможности будет максимально конкретизирована.

Приведу еще одно высказывание Бора, Крамерса и Слэтера (БКС), центральное по важности, содержащее суть программной идеи на перспективу, на которую их статья была нацелена. Вот оно [36, с.538]:

«Здесь... мы ограничимся тем, что еще раз подчеркнем *непрерывный характер оптических явлений*, который, по-видимому, не позволяет дать интерпретацию, основанную на простой причинной связи с процессами перехода, происходящими в той среде, где распространяется излучение» (как и выше, курсив мой. – Р. Ф.).

Далее, в последующем анализе работы БКС и в рассмотрении отношений к ней других физиков (в первую очередь Эйнштейна), буду ссылаться, в основном, на комментарий Пайса, выражающий общепринятую точку зрения. Пайс предлагает [27, с.401]:

«Обсудим два основных парадокса, о которых идет речь в статье БКС. **Первый парадокс.** Рассмотрим атом, который испускает излучение при переходе из более высокого в более низкое энергетическое состояние. Бор, Крамерс и Слэтер предположили, что в этом процессе «проявляются два вида энергий: непрерывно изменяющаяся энергия поля и дискретно изменяющаяся энергия атома». Но как может сохраняться энергия – ставит вопрос Пайс, – если одна ее часть изменяется непрерывно, а другая дискретно? Бор, Крамерс и Слэтер – говорит он – дали следующий ответ: «При рассмотрении переходов, которые являются существенной чертой квантовой теории, мы отказываемся...

от непосредственного применения закона сохранения энергии и импульса».

Как видим, центральная мысль работы, состоящая в том, что оптические явления имеют непрерывный характер, когда вызывают дискретные переходы (или когда вызываются ими), почему-то Пайсом с однозначностью представлена как такая, в которой авторы указывают на нарушение причинности, якобы свойственное *самой природе*. Но Бор, Крамерс и Слэтер могли иметь ввиду и другое, а именно: нарушение причинности – это своеобразный эффект, который создается описанием процесса перехода, из-за *неполноты описания скачка*, а реальному процессу оно не свойственно; то есть описание скачка, будучи неполным в *поэлементном* изображении, приводит к иллюзии нарушения причинности, а в природе причинность не нарушается. И в самом деле, *почему не может быть именно так?* Мысль о том, что нарушение причинности при взаимодействии поля с несвободным микрообъектом – это недостаток описания, а не свойство природы, я попробую максимально прояснить и аргументировать независимо от того, что на самом деле имели ввиду авторы рассматриваемой статьи.

Для этого приведу простой мысленный пример *дискретного перехода макрообъекта* из одного энергетического состояния в другое (он может рассматриваться и как реальный пример). Для его описания требуется введение, с одной стороны, непрерывного, а с другой – скачкообразного изменения энергии и импульса процесса перехода и соединение этих изменений в одном каком-нибудь подходящем уравнении. Словом, явление, рассматриваемое в этом примере, очень напоминает переход в атоме по тому подходу, который необходимо предпринять, чтобы его описать.

Итак, представим себе сосуд с жидкостью, на поверхности которой находится небольшой диск, подвешенный за центр на очень эластичной пружине. Противоположный конец пружины может плавно перемещаться по вертикали вверх. Диск хорошо смачивается жидкостью, поэтому для отрыва его от поверхности последней посредством натяжения пружины необходимо произвести некоторое усилие. Действие, которое равно этому усилию, обозначу символом  $\xi$ , а весь комплекс взаимодействий между диском и жидкостью, проявляющийся в виде противодействия разрушению сцепления, назову  $\xi$  – фактором. Пусть подвижный конец пружины очень медленно перемещается по вертикали вверх. Диск в процессе этого перемещения будет неко-

торое время неизменно находиться на поверхности жидкости, удерживаясь силами сцепления. Он оторвется от жидкости лишь в случае, когда натяжение пружины пересилит силы сцепления. А оторвавшись от нее, остановится на расстоянии  $\Delta r = r_2 - r_1 > 0$  от поверхности и там — в точке  $r_2$  — останется после некоторого колебания, если с момента отрыва противоположный конец пружины не поднимать больше вверх. Пространство  $\Delta r$  является своеобразной запрещенной зоной, в которую диск никак нельзя поместить изложенным способом.

А теперь давайте посмотрим, каким может быть описательное представление этого процесса перехода. В описании, очевидно, необходимо учитывать, с одной стороны, *непрерывное изменение* потенциальной энергии пружины, а с другой — *дискретное изменение* потенциальной энергии диска и соединить данные учета в подходящем для описания уравнении. Пусть величина  $\xi$ , имеющая размерность действия, будет нам известна из какого-нибудь наблюдения, оцениваемого статистически, в котором эта величина проявляется *целиком* (одним скачком), то есть совокупно всеми элементами вместе взятыми, составляющими  $\xi$ -фактор. Составные же элементы  $\xi$ -фактора, которые могли бы его раскрыть и представить как  $\xi$ -процесс, пусть будут нам неизвестны по причине того, что поодиночке ни один из элементов не наблюдаем (любой элемент  $\xi$ -фактора, какой бы не пытались взять отдельно, находится за пределами порога наблюдений). Поэтому имеем следующую ситуацию: *описание содержит величину  $\xi$ , но не может ее объяснить (расшифровать)*.

Усложним рассматриваемый комплекс взаимодействий, чтобы он еще больше стал похожим на состав процессов взаимодействия при переходе электрона в атоме. Пусть скачкообразное перемещение диска проводится не пружиной, а волновым электромагнитным полем путем непрерывного очень медленного увеличения последнего. Пусть о том, что непрерывное увеличение поля способно вызывать равномерное ускорение диска, мы убедились из предварительных наблюдений за движением диска вне зоны  $\Delta r$ . С использованием электромагнитного поля скачкообразный переход диска становится результатом взаимодействия его с этим полем, наподобие того, как переход электрона в атоме есть результатом взаимодействия микрообъекта с таким же по природе полем. Поэтому мы можем сказать, что и переход диска в рассматриваемой макросистеме, и переход электрона в сравни-

ваемой микросистеме (атоме) дают нам одну и ту же по физической сути ситуацию: энергия электромагнитного поля изменяется непрерывно, а энергия взаимодействующего с полем объекта – скачкообразно.

Но можно ли при этом считать, что закон сохранения энергии не выполняется при таком взаимодействии в системе?

Рассмотренный макроаналог микропроцесса явно говорит нам о том, что так считать нельзя, ибо не раскрыты в описании скачкообразного перехода диска элементы процесса перехода, составляющие  $\xi$ -фактор. Если бы  $\xi$ -фактор был раскрыт поэлементно, то было бы найдено, что каждому бесконечно малому изменению приложенного поля отвечает бесконечно малое изменение в структуре сцепления диска с жидкостью, то есть было бы видно, что закон сохранения энергии выполняется поэлементно и причинность не нарушается. Расшифрованный  $\xi$ -фактор стал бы  $\xi$ -процессом, которым заполнился бы скачек в описании и все бы сошлось: с обеих сторон имелись бы непрерывные процессы.

А чем отличается процесс дискретного перехода в атоме от данного макроперехода? Микропроцесс также включает в себя аналогичный  $\xi$ -фактору *нерасшифрованный*  $h$ -фактор ( $h$  – действие Планка). Если  $\xi$ -фактор мы условно считаем нерасшифрованным, то  $h$ -фактор на самом деле не расшифрован – в этом все отличие. Но он также состоит из элементов и представляет собой  $h$ -процесс, что следует из неисчерпаемости реального мира. Проблему нерасшифрованности  $h$ -фактора нельзя закрыть, считая, что действие  $h$  якобы предельно мало, что меньшего уже не бывает в природе и поэтому  $h$ -фактор не является  $h$ -процессом, требующим дифференциального описания. Точка зрения, в которой отрицался бы  $h$ -процесс, являлась бы отрицанием неисчерпаемости реального мира, выводимой из эмпирического опыта. Следовательно, нерасшифрованность  $h$ -фактора и связанная с ней неопределенность процесса перехода в атоме – это *неопределенность в описании процесса, а не в его реальной сущности; описание с этой неопределенностью, истолкованное как приводимое к нарушению причинности, является неадекватным истолкованием.*

Необходимо отметить, что данная неопределенность – это не та, которая лежит в основе принципа неопределенности. К «той» она имеет лишь такое отношение: как бы подготавливает субъекта в физике к введению и принятию принципа неопределенности (о нем в сле-

дующей теме). Например, перемещая диск описываемым выше способом, субъект убеждается в принципиальной невозможности помещения этого объекта в любую точку между  $r_1$  и  $r_2$ . Область  $\Delta r = r_2 - r_1$ , которую диск, безусловно, проходит, является для диска какой-то неопределенной в смысле его фиксированного местоположения там. Закрадывается в подсознании ощущение, что неопределенность при указании места объекта – это вполне нормальная вещь в физике, идущая от самой природы. При этом, конечно, упускается из виду очень важный факт следующего характера: процесс перемещения диска в области  $\Delta r$  не такой, как за пределами ее, поэтому запредельным хорошо известным нам процессом первый не объяснить, но это не означает, что необъяснимый перестает быть вполне определенным в природе процессом.

Нет необходимости и далее заниматься аналогией между микро- и макроявлениями перехода, поскольку все, что требовалось прояснить, уже прояснено: показано отсутствие монополии у микромира на дискретность и проиллюстрировано сравнением, что скачек – это скрытый непрерывный процесс как в макромире, так и в микромире. Поэтому в дальнейшем будет анализироваться в описании явлений только применение  $\hbar$ -действия.

А теперь я снова перехожу к рассмотрению работы БКС и комментария Пайса этой работы. Пайс далее замечает: «...помимо отказа от законов сохранения энергии и импульса работа БКС содержала и другие неординарные предложения». Он имеет ввиду толкование Бором, Крамерсом и Слэтером спонтанного перехода, в свое время рассматривавшегося Эйнштейном (1917 г.). Толкование в работе БКС этого перехода Пайс подает как второй парадокс. Он так его представляет [27, с.402]:

«Второй парадокс. Был еще один вопрос, который... тревожил Эйнштейна с 1917 г.: откуда электрон «знает», когда испускать излучение при спонтанном переходе? Из работы БКС, вообще говоря, следовало, что истинно спонтанных переходов нет. Авторы приписывали каждому данному состоянию атома «виртуальное поле излучения», содержавшее все возможные частоты, излучаемые при переходе в другие стационарные состояния, а также предполагали следующее: «...переходы, которые [в теории Эйнштейна 1917 г.] считаются спонтанными, по нашему мнению, являются индуцированными виртуальным полем».



И в самом деле, кто может гарантировать, что нет наподобие  $h$ -фактора других не просматриваемых элементов микроизменений, в результате которых атом теряет равновесие в приобретенном состоянии и электрон «сваливается» в свое прежнее состояние? Утверждать, что таких микроизменений нет вообще было бы куда более вольной позицией, чем согласиться, признавая неисчерпаемость свойств материи, что указанные микроизменения, по-видимому, все же имеются в возбужденном атоме (а точнее в системе «атом – его физическое окружение»). А это и есть возможное (иначе говоря, виртуальное) поле излучения. В природе нет нарушений причинности, они есть только в нашем статистическом способе описания природы. И вообще, к квантовой механике необходимо относиться, по-видимому, не как к достаточной научной системе, на основе которой *могли бы делаться заявления о мироустройстве*, а как к набору практических результатов, добытых экспериментально и еще не складывающихся в последовательную научную систему хотя бы из-за нерасшифрованности  $h$ -фактора. Как уже говорилось выше (Р5, п.3), квантовую механику по всему тому, что составляет ее содержание, скорее всего следует рассматривать как науку измерения величин статистического проявления микромира, и только, а не как науку, которая способна давать целостный образ микромира; сие она как раз совершенно не способна делать. Именно нечто напоминающее данную точку зрения и высказывали Бор, Крамерс и Слэтер в своей, обсуждавшейся в начале данной темы, работе, в которой они для обозначения нерасшифрованных микропроцессов использовали понятие виртуального поля и говорили о невозможности «дать интерпретацию, основанную на прострой причинной связи», интерпретируя процессы переходов. Однако эти их идеи не были восприняты с пониманием, и шанс пойти не по кризисному пути был упущен.

#### *Тема 24*

### **ПРИНЦИП НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ С ПОЗИЦИИ СОВОКУПНОГО РЕЗУЛЬТАТА ОПЫТОВ**

Специалисты, пишущие о квантовой механике, подают принцип неопределенности как такой, истоки которого находятся в классических представлениях о волнах. Фейнман, который в своих широко известных лекциях немало уделил внимания неопределенности в физи-

ческом изображении, так пишет о квантовомеханической неопределенности [37, с.224]: «Мы все время старались подчеркнуть, что это свойство самих волн, что все это хорошо известно, например в теории звука. А квантовомеханические применения этих свойств опираются на толкование волнового числа как меры импульса частицы по правилу  $p = \hbar k \dots$ »

Итак, квантовомеханические применения свойств обычных волн опираются на толкования частоты и волнового числа как мер энергии и импульса микрочастицы по правилам

$$E = \hbar\omega, \quad (\text{T24.1})$$

$$\vec{p} = \hbar\vec{k}. \quad (\text{T24.2})$$

В этих толкованиях нет ничего необычного в том смысле, что физику микромира можно создавать единственно из взаимодействий поля с несвободными микрочастицами – из результата взаимодействий, наделенного чертами и волны, и частицы, ибо он вбирает в себя и выражает свойства обеих сторон. Такой результат, поэтому, вполне может говорить о частицах как бы от имени волн, или о волна как бы от имени частиц (дуализм волны-частицы). Но реализованы указанные применения с использованием не единичной, а групповой волны и в этом существенное несоответствие реальным явлениям. Групповая или, иначе, макроволна *несовместима* с микроявлениями – процессами, протекающими на уровне атомных структур, однако используется для их описания. В использовании ее для этих целей – корень, собственно, самой неопределенности в представлениях, получившей название *принципа неопределенности* [математическими выражениями этого принципа есть соотношения (T22.24), образованные на основе характеристик не единичной, а именно групповой волны]. Приведу высказывания Фейнмана, насколько важен принцип неопределенности для квантовой механики. Фейнман так высказался об этом принципе, рассматривая его как бы с разных сторон [37]:

«Полная теория квантовой механики, которой мы в настоящее время пользуемся для описания атомов, а значит, *и всего вещества* (даже так! – Р. Ф.), зависит от принципа неопределенности. ...Но если когда-нибудь удастся «разгромить» принцип неопределенности, то квантовая механика начнет давать *несогласованные результаты* и ее придется исключить из рядов правильных теорий явлений природы» (с.212; курсив мой. – Р. Ф.);

«Принцип неопределенности «спасает» квантовую механику. ...Никому не удалось представить себе способ, как измерять положение и импульс чего угодно – экрана, электрона, бильярдного шара, любого предмета – с большей точностью, [чем позволяет соотношение  $\Delta x \Delta p = h$ ]. И квантовая механика продолжает вести свой рискованный, впрочем, вполне четко очерченный образ жизни» (с.217).

Необходимо, очевидно, как-то более ясно показать, в чем заключается «спасание» принципом неопределенности квантовой механики от того, чтобы она не начала «давать несогласованные результаты». Это «спасание» проиллюстрирую примером, взятом из материалов известной многолетней дискуссии Эйнштейна с Бором по вопросам квантовой механики. То, что сейчас будет кратко описано, происходило в кулуарах шестого Сольвеевского конгресса (1930 г.) в основном с участием Эйнштейна и Бора. Тогда Эйнштейну представлялось, что он имеет неопровержимую аргументацию против принципа неопределенности. Суть этой аргументации и реакцию на нее Бора изложу по книге Пайса [27]. Пайс пишет:

«Представим себе ящик, в одной из стенок которого сделано отверстие; это отверстие может закрываться заслонкой по команде, подаваемой от находящихся в ящике часов. Ящик заполнен излучением. Взвешиваем ящик, после чего часы открывают заслонку на короткое время, достаточное для того, чтобы ящик мог покинуть один фотон. Через некоторое время взвесим ящик вновь. Тогда в принципе можно с произвольной точностью определить одновременно как энергию фотона, так и время его прохождения через отверстие, что противоречит принципу неопределенности» (с.428).

Пайс, со ссылкой на соответствующие публикации, так передает реакцию Бора на эту аргументацию Эйнштейна:

«Для Бора это было настоящим ударом..., он не мог сразу дать объяснение. Весь вечер он сильно страдал, ходил от одного к другому и старался всех убедить, что это не так, что если Эйнштейн прав, то [квантовой] физике пришел конец; но найти опровержения не мог... На следующее утро пробил час триумфа Бора» (там же).

В чем заключался этот триумф, Пайс изложил по публикации самого Бора, которая была выполнена лишь в 1949 г. (почти через двадцать лет с момента спора). Объяснение Бора, как выполняется принцип неопределенности в мысленном эксперименте Эйнштейна, я процитирую почти полностью:

«... Первоначальное взвешивание производится путем регистрации положения прикрепленной к ящику стрелки относительно шкалы, находящейся на неподвижной раме. Изменение веса, вызываемое вылетом из ящика фотона, компенсируется подвешиванием под ящиком грузика, в результате чего стрелка возвращается к первоначальному положению с точностью до смещения  $\Delta q$ . Измерение веса производится соответственно с неопределенностью  $\Delta m$ . Грузик сообщает ящику импульс, который можно измерить с точностью  $\Delta p$ , определяемой соотношением  $\Delta p \Delta q \approx h$ . Очевидно,  $\Delta p < gt \Delta m$ , где  $t$  – время, требуемое для возвращения стрелки в исходное положение,  $g$  – ускорение свободного падения. Таким образом,  $gt \Delta m \Delta q > h$ . Далее Бор применил формулу для красного смещения: из неопределенности  $\Delta q$  положения стрелки часов в гравитационном поле следует неопределенность измерения времени  $t$ :  $\Delta t = c^{-2} gt \Delta q$ . Следовательно,  $c^2 \Delta m \Delta t = \Delta E \Delta t > h$ . Итак, точность, с которой измеряется энергия фотона, ограничивает точность, с которой может быть измерен импульс вылетающего фотона, что соответствует соотношению неопределенностей, связывающему энергию и время» (там же).

Обращает на себя внимание следующее обстоятельство: мысленный эксперимент проводится с фотоном – именно по фотону устанавливается соотношение неопределенности (неточность в определении энергии вылета, умноженная на неточность в определении времени вылета), – а в расчете фигурирует ящик. Причем,  $\Delta p$  и  $\Delta q$  – неточности в определении соответственно импульса ящика и его смещения – это не те величины, которые могут иметь прямое отношение к рассматриваемому акту вылета фотона из ящика; то есть, эти величины не связаны ни с отдачей фотона на ящик, ни со смещением последнего в результате отдачи, чтобы быть использованными для описания непосредственно вылета и его неопределенности. И, тем не менее, использованы. Особенно искусственным выглядит притягивание к представлению принципа неопределенности в рассматриваемом случае формулы для красного смещения. Причем здесь эта формула?! А в более точном смысле данный вопрос звучит так: какое отношение гравитационное поле имеет к осуществлению принципа неопределенности? Притягивание гравитации к объяснению принципа неопределенности при вылете фотона из ящика сразу наводит на такой вопрос:

если ящик поместить в абсолютную невесомость, то как в этом случае доказать справедливость этого принципа? Ведь тогда формулу для красного смещения, правда, равно как и грузик для компенсации убыли веса, уже точно, в явном смысле, нельзя будет применять. Но энергию фотона можно определять по оказанию давления последним на какую-нибудь перегородку за пределами ящика или по частоте излучения, так что эксперимент возможен в невесомости. Итак, та или иная теоретическая игра, наподобие рассмотренной, может в конечном счете и приводить к желаемому набору нужных количественных выражений и комбинаций из них, чтобы изобразить выполнение принципа неопределенности, но никогда не может дать непротиворечивого и внятного образа явления, адекватного реальности.

В итоге подчеркну: оказывается, «спасание» квантовой механики принципом неопределенности состоит в автоматическом представлении всех измеряемых величин с неточностью  $\Delta x$  ( $x$  – не координата, а любая из представляемых величин) и в поиске математических комбинаций из этих величин, чтобы таким искусственным способом получить выражение этого принципа.

Я так подробно остановился на вопросе обоснования квантовомеханических представлений принципом неопределенности потому, что в этом «обосновании» – все доказательство «непогрешимости» и «монолитности» квантовой механики. Однако пора вернуться к упоминавшейся выше несовместимости макроволны – материала, из которого строится выражение принципа неопределенности, с явлениями в микромире – процессами, которые в первую очередь, с точки зрения квантовой механики, должны рассматриваться с неопределенностью. Эта несовместимость суть факт (естественный результат из природы волн), ярко свидетельствующий о невозможности принятия принципа неопределенности. Анализ ее следует начать из выяснения физического смысла умножения характеристик пакета (Т22.23) на  $\hbar$ , дающего в результате неравенства (Т22.24), которые истолковываются как соотношения неопределенности в определении координаты и импульса или времени и энергии квантовомеханического объекта. Чтобы понять смысл указанного умножения, необходимо сначала внимательно разобраться в том, что заключено в выражении пакета, например в формуле (Т22.20), а затем посмотреть, правомерно ли это умножение в физическом отношении. (Достаточно проанализировать умножение на  $\hbar$  пространственной характеристики пакета, а выводы, которые будут

сделаны, автоматически перенесутся и на результат умножения на  $\hbar$  временной характеристики этого пакета).

Итак, формула (Т22.20), которую я запишу в виде

$$A = \{Na\} \left\{ \frac{\sin \Delta k \cdot x}{\Delta k \cdot x} \right\}, \quad (\text{T24.3})$$

состоит из двух сомножителей (фигурные скобки), имеющих следующие предназначения в изображении волнового процесса (есть еще и третий, фазовый, множитель, но в данном анализе он неинтересен, поэтому не рассматривается): первый множитель, то есть величина  $Na$ , – это силовая характеристика процесса; второй множитель (вторая фигурная скобка) – это безразмерная функциональная величина, отвечающая только за модулирование амплитуды  $Na$ . В точке  $x = 0$  она принимает значение 1, поэтому в этой точке амплитуда максимальна, равна  $Na$ ; в точках же  $\pm \pi$  эта величина равна нулю, делая равной нулю в них и амплитуду интерференционного процесса. Но не менее важным является и то, что из второго множителя следует очень простая и понятная характеристика пакета – его главного максимума, содержащего амплитуду  $Na$ ; вот эта характеристика:

$$\Delta x \Delta k = 2\pi. \quad (\text{T24.4})$$

Она говорит о следующем.

Протяженность  $\Delta x$  главного максимума зависит от интервала волновых чисел  $\Delta k$  по формуле

$$\Delta x = 2\pi / \Delta k. \quad (\text{T24.5})$$

Чем меньший интервал  $\Delta k$  спектра волн взять, тем длиннее будет волновой пакет, то есть та зона, в которой волны заключают в себе возможность путем интерференции волн оказывать отличное от нуля коллективное действие на вещество. При сведении интервала  $\Delta k$  к нулю, когда имеется только одна единичная волна с одинаковыми возможностями прямого (не интерференционного) действия на все ее протяжении, зона «пакета» распространяется на всю волну, то есть как бы на бесконечность. Но вовсе необязательно, чтобы эта протяженность одинаковой возможности действия была физической бесконечностью<sup>26</sup>.

А сейчас я поставлю следующий вопрос: для чего характеристику зоны действия волнового пакета (Т24.4), или более общую –

$$\Delta x \Delta k \geq 2\pi, \quad (\text{T24.6})$$

умножают на  $\hbar$ ? Единственно возможный ответ таков: для того, чтобы связать действие волн  $h$  со скачкообразным переходом электрона на более высокую энергетическую орбиту и получить формулу этой связи в виде соотношения

$$\Delta x \Delta p \geq h. \quad (\text{T24.7})$$

Но этим связыванием игнорируется силовая характеристика  $N$  реального поля макроволны! Это поле просто-напросто отбрасывается! От реального пакета берется только форма, а силовое наполнение ему дается совсем другое, весьма произвольное! Чего можно ожидать от физической теории, созданной таким способом?! Разве что провоцирования подобного рода восклицаний.

А может быть умножением на  $\hbar$  полезно нормируется волновой процесс в том смысле, что таким образом как бы задается достаточность поля для осуществления действия величиной  $h$ ?

При внимательном рассмотрении данной мысли несложно увидеть, что и она не несет в себе ничего разумного. Дело в том, что можно взять одну и ту же разность  $\Delta k$  для волн в длинноволновой и коротковолновой областях и построить одинаковые для обеих групп характеристики вида (T24.6). А имея одинаковые характеристики, пришлось бы, в силу этой нормировки, приписывать указанным группам одинаковые способности к действию. Это было бы весьма произвольным приписыванием, не связанным с реальной действительностью, поскольку по реальной способности действия коротковолновой пакет превосходил бы длинноволновой (первый, так сказать, более энергетичен, чем второй).

Все это сводится к одному: имея выражения энергии и импульса плоской гармонической волны в виде соотношений (T24.1) и (T24.2), связывающих энергию и импульс соответственно с частотой и волновым вектором через микродействие  $\hbar$  (такая волна выше названа микроволной), возникает соблазн связывать с микродействием и пакет волн (то есть макроволну). В формальном плане это делается умножением на  $\hbar$  характеристики пакета (T24.6). Однако нельзя забывать, что  $\omega$  и  $\vec{k}$  в реальной микроволне связаны с амплитудой волны по естественному закону: насколько изменяется, например частота, входящая в выражение энергии, настолько (в пропорциональном отношении) изменяется и амплитуда, чтобы со своей стороны эквивалентно выражать эту же энергию. Данный закон не может быть другим для

макроволны (пакета) и амплитуда пакета не является такой, какой ее обычно представляют (Т22); то есть макроволна – это искусственное построение ибо из  $\Delta\omega$  и  $\Delta k$  не образовать выражений, наподобие (Т24.1) и (Т24.2). Квантовую механику построили, забыв об этом естественном законе и не увидев истинной величины амплитуды пакета. Из-за этих упущений и создалось убеждение, что от волнового пакета можно брать лишь форму и вовсе не обращать внимание на его силовую характеристику (амплитуду). Взяв форму пакета как своеобразный фантом реального поля и приписав этому призраку действие  $\hbar$ , разумно было затем и от фантомного поля отказаться<sup>27</sup> (ведь это все же призрак!). Помог в отбрасывании призрачного силового образа принцип неопределенности. С его помощью удалось все рассмотрение сводить к вероятности что-то находить в той зоне пространства, на которую приходится область  $\Delta x$  волнового пакета и не говорить о силовом образе последнего. А там всегда будет что-то находиться, поскольку это есть энергетическая зона группы волн и к ней заведомо привязывается реальное действие  $\hbar$ . Этим также (в дополнение к вышеизложенному) принцип неопределенности «спасает» квантовую механику, переводя рассмотрение явлений из сферы физической в чисто формализованную сферу, оперирующую вместо материализованного образа понятием вероятности события.

Итак, принцип неопределенности – это искусственное построение. Чтобы к нему прийти, необходимо было допустить, по меньшей мере, три существенных отступления от реальности.

Во-первых, необходимо было отбросить в выражении волнового пакета реальную амплитуду группового комплекса волн (лишить пакет его силового образа) и взять в рассмотрение только форму пакета в виде безразмерной характеристики (Т24.6).

Во-вторых, нужно было затем характеристику (Т24.6) умножить на  $\hbar$ , чтобы таким способом как бы вернуть пакету силовой образ, правда, не тот, которым он реально характеризуется, а какой-то совсем другой. Но истинная цель в умножении (Т24.6) на  $\hbar$  не в том, чтобы вернуть пакету силовой образ, а в том, чтобы стать на путь квантовомеханического подхода к свойствам волн, опирающегося «на толкование волнового числа как меры импульса частицы по правилу  $p = \hbar k$ » [37, с.224]. При этом как бы забыли, что в  $k$  и в  $\Delta k$  – разные физические смыслы.



В-третьих, искусственное построение (Т24.7), созданное на основе адекватного соотношения (Т24.6), которым связывается в реальной картине интервал волн с протяженностью пакета, потребовалось истолковывать уже как неопределенность в определении координаты и импульса объекта. Эта метаморфоза в истолковании не имеет логического объяснения, она не вытекает из фактов, приводимых к соотношению (Т24.6), то есть не является свойством природы.

Словом, все эти приемы никакого отношения к изображению реальности не имеют. Они предприняты с целью создания теоретической системы, как *оказывается*, искусственной по своему содержанию, предназначенной для *разыгрывания* не до конца понятых опытных ситуаций, в том числе из известных опытов Дэвисона, Джермера, Тартаковского и других. Рекомендую Читателю ознакомиться с применением принципа неопределенности к объяснению результатов этих опытов по знаменитым Фейнмановым лекциям [37], в которых выстраиваются, правда, без указания на связь с названными опытами, ситуации с движущимися микрообъектами, перегородкой со щелями и местами попадания этих объектов за перегородкой в детектор или на фотопластинку (в приемник). Фейнман непревзойденный мастер образного толкования явлений, его рассуждения, безусловно, полезны для желающих ознакомиться с сутью той или иной физической теории. Но с посыланием на Фейнмана сразу замечу в данном случае, что те идеальные образно-теоретические построения, с помощью которых он (Фейнман) и другие иллюстрируют якобы наличие у микрочастиц способности интерферировать и тем самым подтверждать принцип неопределенности, никакого отношения к реалиям упомянутых опытов не имеют.

Что это за реалии? Но лучше спросить так: что не учтено в упомянутых опытах при истолковании их по общепринятому (по Фейнману)?

В этих опытах исследовались практические варианты рассеивания электронов на кристаллических структурах. Нет сомнения, что рассеивание микрочастиц кристаллическими веществами – весьма сложный многофакторный процесс. Попадая в упорядоченную структуру, электроны изменяют свои скорости и направления движений, в результате чего возникают электромагнитные возмущения, которые, объединяясь с полем структуры, влияют вместе со структурой на направления движений или отражений микрочастиц. Траектории частиц

становятся *селективными*, что и наблюдается во всех опытах. Однако, где здесь интерференция электронов?

Чтобы яснее было, почему возникает данный вопрос, рассмотрим понятие интерференции в применении для волн и частиц и сравним в этих случаях требования к ней.

Суть интерференции обычных волн в наиболее простом случае состоит, как известно, в следующем.

Пусть рассматривается одна определенная точка, в которой имеется интерференционный результат. В эту точку в приемник (на фотопластинку) должны прийти по меньшей мере две когерентные волны, чтобы интерференция состоялась. Если волны придут в фазе, имея при этом еще и одинаковые амплитуды, то действие, которое они произведут в приемнике в указанной точке, будет соответствовать удвоенной амплитуде; если же придут в противофазе, то их действие будет нулевым – они погасят (скомпенсируют) друг друга в *коллективном действии*.

В случае электронов явление должно быть в точности таким же, чтобы называться интерференцией. Это в конечном счете означает следующее: темные кольца электронограмм нужно рассматривать как такие места, куда приходят электроны в противофазе и гасят друг друга в их коллективном действии. Данный вывод, неизбежно вытекающий из представления об интерференции, не может не настораживать своим необычным образом взаимодействия между электронами: что такое «электроны в противофазе», совершающие в этом состоянии взаимно компенсирующие действия на общий объект? Необходимо тщательный анализ фактов, послуживших поводом для введения понятия интерференции электронов, чтобы разобраться, имеет ли на самом деле место интерференция частиц или это что-то другое.

Для наглядной иллюстрации экспериментально полученных в свое время электронограмм, ставших этими же фактами, и с целью последующего анализа общепринятого истолкования их, приведу необходимые данные из литературы, например, из учебника «Атомная физика» Э. В. Шпольского. (В цитируемом ниже материале изменены номера рисунков – вместо 216 и 217 по учебнику им присваивается 7 и 8, чтобы счет рисункам вести уже по данной книге).

Э. В. Шпольский, говоря о рассеивании рентгеновского излучения микрокристаллическими структурами и получении в рассеянных лучах ряда чередующихся светлых и темных колец, отмечает [31, с.444]: «Совершенно такая же картина получается, если через тонкую метал-

лическую пленку пропустить пучок электронов: рассеянные электроны дают на фотографической пластинке систему интерференционных колец.

Опыты с получением электронограмм ... были впервые удачно поставлены Г. П. Томсоном с быстрыми электронами (17500 – 56500 эв) и П. С. Тартаковским – с относительно медленными электронами (до 1700 эв).

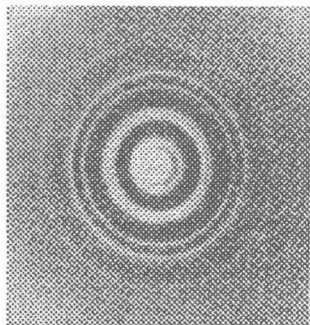


Рис. 7. Электронограмма тонких листков золота

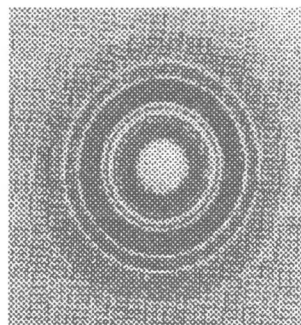


Рис. 8. Электронограмма тонких листков меди

На рис. 7 – 8 приведены два снимка, полученных с листочками золота и меди. Как видно, в том и другом случаях получаются типичные интерференционные кольца».

Однако каковы доказательства того, что темные кольца есть результатом взаимного гашения электронов, пришедших к поверхности фотопластинки в противофазе? Почему нельзя рассматривать эти темные кольца набором тех мест, куда электроны вовсе не попадают из-за селективности направлений?

Словом, имеются определенные основания для двух следующих утверждений, из которых адекватно, разумеется, только одно.

Первое (общепринятое) утверждение: *темные кольца электронограмм (рис. 7 и 8) – это места, куда каждый электрон приходит в противофазе своих интерференционных частей.*

Второе (новое) утверждение, вытекающее из требований, развиваемых здесь представлений: *темные кольца указанных электронограмм – это места, куда электроны не направляются в силу селективности направлений.*

Какой самый сильный аргумент можно привести в пользу первого утверждения? Очевидно, лишь тот, что электронограммы очень *похожи* на картины интерференционных колец. А что можно сказать в поддержку второго утверждения?

В связи с данным вопросом выскажу соображения против первого утверждения, они автоматически станут аргументами в поддержку второго утверждения. Вот эти соображения.

Нет ни одного практического подтверждения *прямым* опытом, чтобы движущиеся в одном направлении электроны, кроме *обычных* импульсов, направленных по пути движения, имели еще и какие-то иначе направленные импульсы своих частей, с помощью которых они уничтожали бы сами себя в точке их действия; то есть, нет таких практических примеров, в которых электроны, при их действии в одном направлении, требовали бы вычитания частей своих импульсов друг с друга. Вычитаются один с другого импульсы двух совместно действующих электронов лишь в случае, когда движения частиц противоположно направлены, а при одинаковом направлении их движений – только складываются целыми импульсами, чего нельзя сказать о волнах. И еще одна деталь, делающая принципиально различными электроны и волны: электроны, находясь во всевозможных перекрестных или противонаправленных движениях в общем пространстве, непременно сталкиваются и рассеиваются, указывая тем самым на наличие у них этих *обычных* импульсов и на *неспособность интерферировать*; волны же проходят одна другую беспрепятственно и могут взаимно уничтожать друг друга при совместном действии в одном направлении. Данные факты есть *прямым* опытным доказательством невозможности применения к электрону (как и к любой другой микрочастице) понятия волны.

Прямым доказательством того, что электрон – не волна, а частица, есть опытный факт отсутствия интерференции у поодиноких электронов. Об этом уже говорилось выше (Р5, п. 1). Так, если электроны пропускать очень малыми порциями (почти по одному) через тонкую кристаллическую фольгу, то на экране за фольгой наблюдаются точечные следы от ударов одиноких электронов. Следы сольются в кольца, напоминающие интерференционные, только при проходе (по одному) большого числа электронов. *Никогда один отдельный электрон ни в каком опыте не давал интерференционной картины.* Однако принцип дуализма предъявляет волновые свойства именно каждому отдельному электрону, а не ансамблям частиц. Следовательно,

принцип дуализма не совместим с реальностью, он, собственно, не может быть принципом – исходным положением в трактовке свойств микрообъектов.

Итак, в силу изложенного, первое утверждение неверно, верным оказывается второе утверждение. Можно попытаться экспериментально проверить данный вывод путем наблюдения за электронограммами в процессе *плавного* изменения расстояния от рассеивающего вещества до фотопластинки. В случае справедливости второго утверждения кольца электронограмм будут только меняться в диаметре, не переходя друг в друга, тогда как при интерференции они бы плавно переходили одно в другое. Но процесс изменения колец в диаметре может оказаться на практике столь слабо отличающимся от эффекта перехода их друг в друга, что эксперимент может и не дать убедительного различия.

Подводя итог всего вышеизложенного, касающегося принципа неопределенности, нельзя не прийти к следующему весьма важному заключению (обозначу его номером 1):

**Заключение 1.** *Принцип неопределенности – это искусственное толкование неадекватных выражений  $\Delta x \Delta p \geq \hbar$  и  $\Delta t \Delta E \geq \hbar$ , неадекватность которых доказывается такими простыми фактами: для построения приведенных выражений, из волнового пакета выбрасывается амплитуда и берется в рассмотрение только характеристика протяженности или длительности пакета, которая затем умножается на  $\hbar$ , чтобы связать пакет с микродействием  $\hbar$ , задающим, с одной стороны, действующую групповую волну, а с другой – микрочастицу вещества, изменение состояния которой есть результатом этого действия; ареной действия (и адресом вероятностного результата действия) выступают пространственная и временная зоны пакета, определяющиеся выражениями, соответственно  $\Delta x = \hbar / \Delta p$  и  $\Delta t = \hbar / \Delta E$ , правые части у которых – явно искусственные построения; но не менее искусственны и левые части этих выражений, ибо реальные зоны суть зоны не макро-, а микроволны, действие которой составляет одну из сторон  $\hbar$ -процесса, который не расшифрован и поэтому неизвестен, как и сами реальные зоны.*

## Тема 25

## ФИЗИЧЕСКИЙ СМЫСЛ ВОЛНЫ ДЕ БРОЙЛЯ, ВЫТЕКАЮЩИЙ ИЗ СОВОКУПНОГО РЕЗУЛЬТАТА ОПЫТОВ

Еще в девятнадцатом столетии (1834 г.) ирландский математик У. Гамильтон обратил внимание на то, что имеется *изобразительная аналогия* между геометрической оптикой и классической механикой, в результате чего основные законы этих двух различных областей можно представить в математически тождественной форме. Например, вместо того, чтобы рассматривать движение светового луча в оптически неоднородной среде с показателем преломления  $n(x, y, z)$ , можно рассматривать движение материальной точки (точечного вещества) в поле с потенциалом  $\varphi(x, y, z)$  и наоборот. Позднее было установлено, что дуализм «волна-частица» действительно проявляется во многих оптических явлениях, в частности при взаимодействии света с веществом, приводимого к фотоэффекту. Французский физик Л. де Бройль, занимаясь проблемой дуализма, выдвинул смелую гипотезу (1923 г.), что двойственную природу имеет не только свет, а и вещество, что частицы (корпускулы) вещества наряду со своими обычными корпускулярными свойствами обладают еще и волновыми свойствами и могут быть представлены с помощью волновых выражений. Так появилось понятие *волны де Бройля* (или *волны материи*, по терминологии самого де Бройля) для обозначения состояний микрочастиц. Дальнейшее развитие гипотезы де Бройля придало этой волне смысл *волновой функции*, являющейся основным атрибутом современной квантовой механики, ее своеобразным образом реальности.

По изложенной мотивации прихода к понятию волны де Бройля необходимо высказать одно общее замечание: *аналогия в изобразительности явлений еще не означает аналогии в самих явлениях*. Так, аналогия между пространственными изменениями величин показателя преломления и силового потенциала, на которую указывал Гамильтон, — это аналогия между математическими изображениями, а не физическими сущностями; иначе говоря, — между формами явлений, а не содержаниями последних. В контексте проблем дуализма, например конкретной проблемы представления фотона и электрона, высказанное замечание означает: нельзя с однозначностью говорить, что имеется аналогия между *фотоном* и *электроном* на том основании, что и

тот, и другой могут быть представлены как в корпускулярном, так и в волновом видах; а нельзя так говорить именно потому, что представление объектов делается *единственно* по результату взаимодействия между ними, то есть по характеризующих результат взаимодействия энергии вида (Т24.1) и импульса вида (Т24.2), которые есть совместными характеристиками обеих сторон, вобравшими в себя изобразительные черты и той, и другой стороны. Другими словами, речь идет о следующем: если волновой процесс движения, энергия и импульс которого выражаются через волновые характеристики, вступает во взаимодействие с корпускулярным процессом движения, энергия и импульс которого в свою очередь выражаются через корпускулярные характеристики, то совместный результат их взаимодействия, представленный результирующими энергией и импульсом, будет, очевидно, давать возможность, идя от него, приходить (по выбору) либо к волновому, либо к корпускулярному образу процессов взаимодействия. Проще говоря, та двойственность, которая приписывается объектам взаимодействия, есть двойственностью не самих объектов, а результата их взаимодействия в том смысле, что этот результат может быть выражен с помощью представления либо о волнах, либо о частицах. Не в этом ли истинная суть того, что принято называть в современной физике дуализмом волны-частицы?

Ответ на данный вопрос содержится в совокупном результате опытов, с учетом которого и будет истолкован физический смысл волны де Бройля.

Важной частью совокупного результата опытов, имеющего отношение к рассматриваемой проблеме, есть опыт Лебедева. Результат этого опыта, по формальному (математическому) представлению, может быть истолкован как в волновом, так и в корпускулярном аспекте (Т20), а по физической сути – только в волновом (Т20). На основании последнего мы вынуждены заключить: свет – это *только* волновой процесс. Тем не менее, термин «фотон» для обозначения волн света в акте взаимодействия их с веществом можно сохранить, о чем уже отмечалось в теме 20. Целесообразность сохранения – как в устоявшемся названии, так и в том, что содержание понятия «фотон», в смысле динамических характеристик этого объекта, эквивалентно тому, что о нем можно сказать здесь, с позиции волнового представления. Но обо всем этом – по порядку, к нему необходимо идти через анализ уже известного, и следует исходить из такого хорошо проверенного на опыте факта.

Формулы (Т24.1) и (Т24.2), с помощью которых выражается результат взаимодействия фотона с *несвободным* электроном, содержат постоянную  $\hbar$ . Эта постоянная играет роль переводного множителя для перевода математической формы выражения от одной картины к другой (от корпускулярной к волновой и наоборот). В физическом же смысле эта постоянная (с коэффициентом  $2\pi$ ) есть величиной действия, необходимого для осуществления *скачкообразного* перевода электрона из одной стационарной орбиты на ближайшую другую. Скачек измеряется действием  $h = 2\pi\hbar$ , поэтому, представляя электромагнитную волну в виде монохроматической волны с отпечатком этого скачка,

$$\psi = ae^{i(\vec{k}\vec{r}-\omega t)} = ae^{i(xk_x + yk_y + zk_z - \omega t)} = ae^{\frac{i}{\hbar}(xp_x + yp_y + zp_z - Et)} \quad (\text{T25.1})$$

[в крайней правой части равенства (Т25.1), в показателе функции (в фазе волны) уже содержится величина названного скачка], тем самым достигается возможность построения следующей описательной схемы.

Волна, нормированная величиной указанного действия, есть волной, с помощью которой показывается переход электрона в атоме и с помощью которой потом этот электрон представляется. Об электроне ничего не известно, чтобы можно было непосредственно проследить за его переходом: не ясно, какова скорость электрона на орбите, каковы координаты в момент начала перехода и в любой другой момент времени и как определять нужные для описания временные моменты. А излучением<sup>28</sup>, связанным с переходом (имеется ввиду либо то излучение, которым переход вызывается, либо то, которое возникает в результате перехода) можно переход в главном изобразить. Это очень важно, так как излучение, в отличие от ненаблюдаемого электрона, вполне наблюдаемо. Измеряя, например, его частоту, можно определить энергии и импульсы взаимодействующих сторон до взаимодействия и после него.

Итак, волной, выражающейся формулой (Т25.1), описывается переход электрона в атоме с орбиты на орбиту. Точнее говоря, этой формулой представляется в описании определенная часть волнового поля, составляющая всю потребность в полевых затратах на осуществление перевода электрона с одной стационарной орбиты на другую при взаимодействии поля с веществом. Но волна, выражающаяся формулой (Т25.1), есть волной де Бройля. Таким образом, мы прихо-



дим к следующему окончательному заключению относительно того, что представляет собой волна де Бройля в физическом смысле.

**Заключение 2.** *Волна де Бройля в том или ином своем практическом проявлении – это всегда часть электромагнитной монохроматической волны, потраченная на производство скачка в состоянии несвободного электрона, или полученная в результате этого скачка.*

Такую часть монохроматической волны (ЧМВ) буду в дальнейшем именовать ЧМВ-объектом. Ясно, что ЧМВ-объект, волна де Бройля и фотон (в смысле развиваемых здесь представлений) – это синонимы в названии определенного явления.

То, что часть монохроматической электромагнитной волны (наш новоявленный ЧМВ-объект) может рассматриваться как отдельный объект, следует из опытов по изучению в практических целях индуцированных переходов (лазерных излучений). Как доказано этими опытами, взаимодействие волн электромагнитного поля с микроэлементами вещества всегда происходит исключительно частями монохроматических волн. Об этом свидетельствуют излученные поля, имеющие такую же природу, как и поглощенные. Обычно возбужденные атомы вещества переходят на более низкие энергетические уровни спонтанно, независимо друг от друга, поэтому излученный такой группой атомов свет некогерентен и в этом случае нет возможности увидеть, что он состоит из отдельных монохроматических частей излучения. Но если сфазировать переходы (что имеет место в лазерах), то из отдельных частей излучения выстраивается строго монохроматическая микроволна какой угодно протяженности. Следовательно, объекты, имеющие характеристики  $\hbar\omega$  и  $\hbar\vec{k}$ , есть ни что иное, как части монохроматической микроволны. Ясно, что такой объект нельзя рассматривать в качестве частицы даже и в силу того, что он занимает ограниченное место в пространстве и способен передавать свой импульс веществу. Это не частица, а явно выраженная часть волны (состояние в физическом пространстве, которое, если прекращается, то полностью исчезает, тогда как частица никогда не исчезает).

Только что изложенное, касающееся лазерных излучений, есть наряду с результатом опыта Лебедева еще одной важной частью совокупного результата опытов, на котором должно основываться представление о волне де Бройля (истолкование ее физического смысла).

Исходя из всего в целом, что изложено в данной теме, нельзя не прийти еще к следующим двум радикальным заключениям, касающимся положений квантовой механики.

**Заключение 3.** Дуализм «волна-частица» не свойственен ни волне самой по себе, ни микрочастице самой по себе, это есть двойственной природы результат взаимодействия между ними, проявляющийся в виде квантового перехода, в котором с одной стороны принимала участие микрочастица, потребовавшая для своего перехода волнового действия не меньшего  $\hbar = E/\omega = p/k$ , а с другой стороны – часть монохроматической микроволны поля с волновым числом  $k = p/\hbar$  и частотой  $\omega = E/\hbar$ , потраченная на этот переход; словом, природа не знает свойств дуализма и не наделяет ими ни волну, ни микрочастицу, она только «разрешает» изображать взаимодействие между ними либо через волновой, либо через корпускулярный результат действия.

**Заключение 4.** Электромагнитное излучение – это всегда волны, а не частицы; о фотонах можно говорить лишь в смысле оценки затрат излучения на результат взаимодействия волн с веществом, когда волновым воздействием электроны вещества либо вырываются из него (фотоэффект), либо переводятся в нем на более высокие уровни (квантовые переходы), оставляя в обоих случаях впечатление действия эквивалентной электрону частицы.

В завершение темы нельзя не упомянуть еще об одном несоответствии реальным фактам, имеющемся в общепринятом толковании волны де Бройля и тех явлений, которые с ней связаны.

Общепринято считать, что (Т25.1) есть выражением плоской волны, описывающей состояние свободной микрочастицы, иначе говоря, выражением волны де Бройля для свободного электрона [38, с.431]. В связи с данным общепринятым мнением возникает следующий важный вопрос: а разве свободный электрон когда-нибудь совершает скачки ( $\hbar$  или  $\hbar$ ), чтобы ему могло быть поставлено в соответствие выражение волны де Бройля с отпечатком скачка, то есть уравнение

$$\psi = ae^{\frac{i}{\hbar}(xp_x + yp_y + zp_z - Et)} \quad ? \quad (\text{T25.2})$$

Конечно же свободный электрон скачкообразных переходов не совершает, он может менять свое состояние движения только непрерывно при непрерывном наращивании на него воздействия – таков единственно верный ответ, основанный на всех в совокупности из-

вестных фактах. Скачкообразный переход из состояния в состояние — это удел лишь несвободного электрона.

## Тема 26 ФИЗИЧЕСКИЙ СМЫСЛ ПОСТОЯННОЙ ДЕЙСТВИЯ ПЛАНКА

Физический смысл *постоянной действия*  $h$  нигде никем не рассматривался. В чем он состоит? Сначала можно упростить вопрос, поставив его так: в чем физический смысл величины, имеющей размерность «количество движения», умноженное на «путь»? Ответить на этот упрощенный вопрос лучше при помощи следующего наглядного примера, иллюстрирующего суть ответа.

Пусть в физическом пространстве *свободно* движется электрон со скоростью  $v$  и в этом движении характеризуется инерцией  $\mu$ . На пути движения имеется зона протяженностью  $l$ , такая, что если электрон в нее войдет, то движение начнет тормозиться и в конце зоны полностью затормозится. Однако с порога входа в эту зону и до выхода из нее на электрон действует внешнее поле, обеспечивающее неизменность его скорости. Действие поля на электрон будет характеризоваться величиной  $S = \chi(\mu v l)$ , физический смысл которой состоит в том, что это есть характеристика и величина реального действия в объективной природе;  $\chi$  — коэффициент пропорциональности, приводящий к единичным размерностям величин в скобках. Таким образом, введение в научный обиход действия  $S$  есть ничем иным, как созданием *способа изображения* результата взаимодействия в материальном мире.

Но способом изображения результата взаимодействия является также и выражение изменения количества движения от действия приложенной силы, известное как ньютонов закон движения. В чем различие между указанными способами с точки зрения их научной необходимости? Ответ на данный вопрос снова проиллюстрирую примером из свободного движения электрона. Хотя ниже излагаемый пример нельзя в прямом смысле причислить к реальным, однако он способен правильно передать суть реальной прерывности в описании процессов. Вот этот пример.

Пусть *свободное* движение электрона в физическом пространстве будет возможным лишь при скоростях  $v_1, v_2, \dots, v_n, \dots$  и в этом свободном движении его состояния *наблюдаемы*, а при всех прочих скоростях они *ненаблюдаемы*; а ненаблюдаемы потому, что по принятому условию ни прочие скорости, ни в целом состояния при них не являются такими, которые можно изобразить теми же методами, что и скорости  $v_1, v_2, \dots$  или соответствующие состояния. Если бы движение электрона было свободным при любых скоростях, то для описания изменения состояния достаточно было бы одного дифференциального закона Ньютона, согласно которому изменение количества движения пропорционально приложенной силе. Но так как электрон (по принятому условию) не при всех скоростях движется свободно (стационарно) и поэтому не все бесконечно малые приращения в количестве движения есть наблюдаемыми состояниями электрона, то одного только дифференциального закона Ньютона недостаточно, чтобы адекватно изображать все изменения в системе. И в самом деле, приложенная сила может меняться непрерывно, а количество движения электрона в пределах *ненаблюдаемого* изменения его состояния как будто бы остается неизменным. Но если ввести понятие действия  $S$ , переводящего электрон из одного стационарного состояния в другое, например из состояния движения со скоростью  $v_1$  в состояние движения со скоростью  $v_2$ , совершенно *не беспокоясь* о поэлементной расшифровке процесса изменения ненаблюдаемой скорости, то при соответствующем включении этого действия  $S$  в ньютонову дифференциальную зависимость количества движения от приложенной силы скачкообразное состояние будет уже в определенной мере учтено в таком описании. Скачек выразится величиной  $S_{12} = \mu \bar{v}_{12} l_{12}$ , где  $\bar{v}_{12} = (v_1 + v_2)/2$  – средняя скорость электрона в нестационарном состоянии,  $l_{12}$  – пробег, на протяжении которого электрон в результате действия  $S_{12}$  меняет свое стационарное состояние.

Итак, имеется два способа изображать результаты взаимодействия в материальном мире. Первый – *непрерывным* изменением количества движения за единицу времени, второй – *скачкообразным* изменением количества движения на единичном пути. Первый годится для полностью свободного движения, происходящего в соответствии с Аксиомой природы 1, а второй – для случая, когда кроме процесса свобод-

ного движения учитывается зависимость движущегося объекта еще и от каких-нибудь других факторов. Поскольку всевозможные другие факторы в реальном движении всегда присутствуют, то второй способ, казалось бы, образует более общую научную систему описания процессов в материальном мире. Однако это не так и вот почему: скачкообразный результат действия не расшифрован, поэтому он не дает полного представления об имевшем место процессе. В научном смысле скачкообразное изменение результата взаимодействия не может считаться достаточным для полного представления о явлении – отсутствуют сведения о поэлементных изменениях; в прикладном же отношении его достаточно для решения большинства практических задач. А поскольку и в рассматриваемом скачке, и в других сведениях о микроявлениях нет достаточно данных, чтобы из квантовой механики можно было вывести, какой образ в микромире имеет объективная реальность, то квантовую механику следует рассматривать лишь как науку измерения величин статистического проявления микромира, из которых целостного образа реальности не построить, но которые могут быть весьма ценными в практическом смысле.

А теперь о том, каков физический смысл *постоянства* действия  $h$ . Как известно, стационарные орбиты электронов в атоме – основная и соответствующие состояниям возбужденного атома – отличаются друг от друга неодинаковыми разностями их энергетических характеристик. Это означает, что действия, которые необходимо осуществить для перевода электрона, например из основной стационарной орбиты, в одном случае на ближайшую возбужденную, а в другом – на еще более отдаленную от основной и т. д., неодинаковы по величине. Казалось бы нужна не одна величина действия  $h$ , а ряд их –  $h_1$ ,  $h_2$  и т. д., чтобы описать все эти переходы. Однако имеется множество экспериментальных данных (результаты исследований равновесных состояний черного тела, фотоэффект и др.), указывающих на то, что всякое *результативное* действие по отношению к атому есть кратным величине  $h \equiv 2\pi\hbar = 6,62612 \cdot 10^{-27}$  эрг·с. Особенно четко это видно из так называемого *комбинационного принципа*, являющегося выражением квантовых законов, управляющих внутриатомным движением. Из комбинационного принципа следует, что атомы могут находиться только в определенных состояниях, энергии которых образуют дискретный ряд. Каждый *спектральный терм* – число, определяющееся из получаемых на практике спектральных серий (Бальмера, Лаймана,

Пашена и др.) – соответствует определенному стационарному состоянию атома, а каждая испускающаяся атомом частота, входящая в ту или иную спектральную серию, связывается с двумя стационарными состояниями, на переход между которыми требуется действие, кратное  $h$ . Так что  $h$  есть наименьшее *проявляющееся* в экспериментах результативное действие, постоянное для всех переходов электрона, и нет оснований для ввода  $h_1$ ,  $h_2$  и т. д., по крайней мере в рамках имеющегося в настоящее время опытного материала. Причина постоянства  $h$  – внутрисистемная, она в органической связи электрона с атомом и физическим пространством, в том, что электрон, атом и физическое пространство каким-то непростым образом взаимодействуют друг с другом.

Исходя из наиболее общих представлений о взаимодействиях в материальном мире, можно указать на два типа физических систем, в состав которых входит электрон. Вот они, эти системы: «электрон – физическое пространство» и «электрон – атом – физическое пространство». Отличительные особенности названных систем таковы.

В случае первой системы проявляющееся изменение состояния движения электрона является непрерывным: любому бесконечно малому действию на электрон отвечает бесконечно малое изменение его состояния движения. С прекращением действия, скорость движения, измененная действием, сразу начинает сохраняться, становясь стационарной, и в этом смысле можно сказать, что для электрона существует бесчисленное множество стационарных состояний. Изменение такого стационарного состояния удобно представлять при помощи электромагнитного возмущения (поля), возникающего в физическом пространстве в связи с ускорением электрона; а свойство непрерывности в изменениях самого поля можно выражать, например, непрерывным изменением частоты полевого колебания. Взаимодействия, рассматриваемые классической физикой в рамках данной физической системы, вполне реальны: результаты взаимодействий есть непрерывными изменениям в состояниях взаимодействующих сторон не потому, что якобы представлены классической физикой неточно, а в силу того, что таковыми являются на самом деле, в реальной природе. Классическая физика – адекватная наука с абсолютно точными выражениями изменений в процессах взаимодействия.

В случае второй системы, проявляющееся изменение состояния движения электрона является дискретным: электрон, как структурная

часть атома, «прилипает» к атому (с помощью физического пространства) и нужно усилие, чтобы его (электрон) оторвать. Это усилие до разрыва электрона с атомом (или со стационарной орбитой при переходе на другую) тратится целиком на этот разрыв, а с момента разрыва – целиком на ускорение электрона, поэтому оторвавшийся электрон и совершает стремительный скачек в своей скорости (в своем состоянии). Происходит нечто наподобие того, что уже рассматривалось выше, в примере с отрывом диска от поверхности смачивающей его жидкости (Т23), только в данном случае происходящее имеет гораздо более сложную природу, совершенно неизведанную. Но одно можно сказать с определенностью: если приложенного к атому усилия недостаточно, чтобы действие завершилось переводом электрона на новую стационарную орбиту с большей энергией движения, и это усилие сохраняется, то электрон, оставаясь на прежней орбите, все же в чем то изменит свое состояние. Например, ослабнет его связь с атомом и относительно усилится с физическим пространством. Со снятием этого недостаточного усилия снимется и соответствующее изменение связи. Однако все такого рода факты, относящиеся к межстационарному процессу взаимодействия, не имеют отражения в квантовом описании. Разрешающая способность квантовых описаний – стационарные состояния. Квантовая механика, таким образом, не дает полной картины процессов в системе «электрон – атом – физическое пространство». Из рассмотрения в рамках этой системы квантовых микровзаимодействий, которые, как и в классическом случае, также можно выражать изменением частоты<sup>29</sup> взаимодействующего с электроном электромагнитного поля, исключается все, что имеет отношение к межстационарным процессам. Поэтому квантовую механику с ее недовложениями в знания о процессах в микромире можно охарактеризовать следующим образом.

Если квантовая механика причисляется к научной системе, якобы рассматривающей законы прерывности, то это – наука с прерывностями, а не о прерывностях. Последних, вообще-то, и нет в реальной природе, они есть только в наших знаниях о ней. Поскольку знаний с прерывностями мало для построения научной системы о мироустройстве, но их может быть вполне достаточно для каких-нибудь прикладных целей, то квантовую механику, как уже говорилось выше (Р5, п.3; Т23), следует рассматривать как прикладную систему (систему измерения величин статистического проявления микромира).

Подводя итог рассмотрения физического смысла *постоянства* величины  $h$ , необходимо подчеркнуть следующее: это постоянство обеспечивается структурной особенностью системы «электрон – атом – физическое пространство», органической связью между ее элементами. В системе «электрон – физическое пространство» движение электрона может меняться непрерывно, а впереди названной системы – дискретно, причем кратно к величине  $h$ . Роль физического пространства немалая в этой кратности, хотя и совершенно непонятная. Наподобие того, как физическое пространство обеспечивает в своей среде одинаковость скоростей для электромагнитных микроволн, имеющих различные частоты (длины волн), так оно обеспечивает, по всей видимости, и своеобразную кратность в действиях, способных вести электрон по стационарным состояниям; иначе говоря, обе константы,  $c$  и  $h$ , возможно, имеют сходные причины своего постоянства, коренящиеся в глубинах физического пространства, тем более, что эти константы можно выразить отношениями одних и тех же физических величин<sup>30</sup>. В этой одинаковости средств выражения проявляется аналогия каких-то механизмов, органическая связь между ними, и когда-нибудь, при других более совершенных средствах наблюдения, эти механизмы будут исследованы.

### Тема 27

## ТРЕБУЕТ ЛИ КЛАССИЧЕСКАЯ ФИЗИКА, ЧТОБЫ ЭЛЕКТРОН В АТОМЕ ИЗЛУЧАЛ, ОБРАЩАЯСЬ ВОКРУГ ЯДРА?

Из опытов известно, что ускорение электрона приводит к электромагнитному возмущению, называемому излучением. В полевой физике Максвелла это явление получило достаточно полное объяснение.

В классической физике для описания излучения введено понятие *линейного осциллятора*, которое применяется также и для планетарной модели атома. Это применение здесь будет проанализировано на соответствие сути явления. Но раньше, чем приступить к самому анализу, необходимо высказать одно общее замечание относительно излучающего осциллятора, вытекающее из развиваемого в данной книге



представления о механизме электромагнитного излучения. Замечание состоит в следующем.

Под линейным гармоническим осциллятором, как известно, подразумевается колебательная система, в которой материальная точка, вследствие действия на нее приложенной силы, колеблется вдоль прямой относительно *центра равновесия*. Таково общепринятое определение осциллятора, но оно не является общим. Ибо центр равновесия – это точка в пространстве, откуда исходит центральная сила, тогда как излучающий осциллятор может существовать и без силового центра. Возьмем, к примеру, не имеющий силового центра свободный электрон. Пусть этот электрон попадает в переменное электрическое поле и колеблется вместе с ним. Такая колебательная система также будет излучающим осциллятором: силу из центра в нем заменяет сила инерции, направленная против всякого изменения состояния движения электрона. А именно только ускорение объекта, то есть работа против сил инерции, единственно приводит к излучениям, точнее – к возникновению в физическом пространстве динамических возмущений (электромагнитного, гравитационного). Поэтому под излучающим осциллятором следует подразумевать колебательную систему, в которой материальная точка в качестве источника поля принужденно колеблется в поле сил инерции и в результате этого в физическом пространстве возникает возмущение как динамическая добавка к прежнему полю материальной точки. Это возмущение и есть то, что в современной физике называется излучением.

После данного уточнения понятия «излучающий осциллятор», вернусь к классической общепринятой трактовке обращения электрона вокруг атомного ядра. Суть этой трактовки видна хотя бы из следующих высказываний:

«Представим себе... электрон, равномерно обращающийся около ядра по круговой орбите. Такое обращение будет движением ускоренным; поэтому оно должно сопровождаться излучением электромагнитных волн» [31, с. 241].

«Нетрудно убедиться в том, что электромагнитные свойства такой модели не содержат ничего существенно нового по сравнению с уже найденным для излучения линейного осциллятора» (там же).

«Если на такую орбиту взглянуть сбоку, станет ясно, что электрон колеблется; согласно электродинамике Максвелла, колеблющийся электрический заряд излучает в окружающее пространство электромагнитные волны (свет)» [39, с. 120].

Итак, если посмотреть на орбиту электрона «сбоку» (разумеется, находясь в плоскости орбиты), то обращающийся вокруг ядра электрон *выглядит* колеблющимся вдоль прямой и потому, что он кажется колеблющимся по прямой линии, должен излучать – об этом речь во всех трех высказываниях, в последнем – в явном смысле. В простейшем случае кругового обращения с равномерной скоростью это обращение уподобляется двум осцилляторам, совершающим колебания с одинаковыми частотой и амплитудой по взаимно перпендикулярным направлениям  $x$  и  $y$  в соответствии с формулами

$$x = a \cos \omega t \text{ и } y = a \sin \omega t \quad (\text{T27.1})$$

[31, с.241]. Оказывается, необходимо смотреть на орбиту одновременно с двух сторон во взаимно перпендикулярных направлениях, чтобы получить формулы (T27.1). Это уже само по себе является существенным дополнением к модели колебания по одной прямой линии. Потребность в таком дополнении должна бы наводить на размышление о возможно имеющей место различной сути математического и физического образов осциллятора (в дальнейшем математического и физического осцилляторов). Однако не наводит и эти два образа отождествляются, приводя – как скоро станет ясно – к неверным выводам.

В заключение экскурса в литературу приведу из нее еще конечные выражения для интенсивностей излучений осцилляторов [31, с.241]; тех самых осцилляторов, которые предстают перед взором наблюдателя, смотрящего на орбиту со стороны, то по одному, то по другому из двух взаимно перпендикулярных направлений наблюдения:

$$I_x = \frac{2e^2 a^2 \omega^4}{3c^3} \cos^2 \omega t, \quad I_y = \frac{2e^2 a^2 \omega^4}{3c^3} \sin^2 \omega t \quad (\text{T27.2})$$

( $e$  – заряд электрона). Полное (суммарное) излучение этих двух кажущихся осцилляторов есть

$$I = I_x + I_y = \frac{2e^2 a^2 \omega^4}{3c^3}. \quad (\text{T27.3})$$

Как к данным выражениям приходят, отсылаю Читателя к только что указанному литературному источнику. Чтобы рассказать о пути прихода, необходимо изложить по этому источнику где-то примерно с полдесятка параграфов, которые нет никакой необходимости здесь излагать или комментировать.

Итак, вывод о неизбежности излучения электрона в атоме кажется многим столь убедительно следующим из классической физики, что

он широко используется в качестве наглядного примера для иллюстрации якобы несостоятельности этой физики в применении к движениям в микромире. Уже стало традицией начинать любой ознакомительный разговор о квантовой механике сообщением об устранении ею неладов в доквантовой физике: мол, классическая физика требует, чтобы обращающийся вокруг атомного ядра электрон вопреки реальным фактам излучал, теряя свою энергию движения и падая на ядро, а квантовая механика исправила эту не имеющую подтверждения в реальности позицию классической физики. Однако это совершенно не так, то есть классическая физика не приводит к выводу об излучении электрона в атоме, когда электрон занимает стационарную орбиту. Из классической физики со всей определенностью следует как раз противоположный вывод, а именно: *электрон при стационарном движении вокруг ядра не может излучать*. Чтобы это показать, следует начать разговор из более простого аналога безизлучательного движения – движения в соответствии с Аксиомой природы 1.

Аксиома природы 1 (обобщенная) гласит: свободный электрон, движущийся в физическом пространстве со скоростью  $\vec{v}$ , будет находиться в этом состоянии как угодно долго, пока какое-нибудь действие из вне не изменит это состояние. Математические выражения данного факта таковы:

$$\vec{p} = \mu\vec{v} = const, \quad \frac{d\vec{p}}{dt} = 0. \quad (T27.4)$$

Если первое из соотношений (T27.4) умножить на (скалярную) единицу пути, по которому движется электрон, обозначая результат умножения символом  $\vec{S}_L$ , то вместо выражения для постоянства импульса будем иметь выражение для постоянства действия:

$$\vec{S}_L = const, \quad \frac{d\vec{S}_L}{dt} = 0. \quad (T27.5)$$

Физический смысл формул (T27.5) таков: равномерное и прямолинейное движение электрона несет в себе возможность действия  $\vec{S}_L$  на что-нибудь подходящее для взаимодействия с электроном. Эта возможность действия не изменяется, что указывает на неизменность динамического состояния электрона. Если бы динамическое состояние электрона изменялось, то оно сопровождалось бы полевым возмущением, иначе говоря, излучением. Неизменность динамического со-

стояния электрона, выражаемая формулами (Т27.5), означает, что движение происходит без излучений.

Итак, движение, которое не приводит ни к каким излучениям, а точнее, закон о таком движении, можно представить формулами (Т27.5), выражая этот закон при помощи величины действия.

Физическая величина «действие» в качестве средства описания динамического состояния электрона способна полнее представлять ситуации безизлучательного движения, чем физическая величина «ускорение», особенно в случае движения объекта в поле центральной силы. И в самом деле, при центральном движении электрона его динамическое состояние казалось бы постоянно изменяется, поскольку изменяется ускорение. Однако это не так, что доказывается следующим образом.

Пусть имеется уравнение

$$\mu \vec{v} = \vec{f}, \quad (\text{T27.6})$$

в соответствии с которым электрон движется в физическом пространстве (величина  $\mu$  в уравнении такова, что ею уже учтена инерция поля, возникшего от ускорения электрона до скорости  $\vec{v}$ , поэтому полевой член в уравнении отсутствует). Если умножить (Т27.6) векторно слева на радиус-вектор  $\vec{r}$ , изображая векторное умножение взятием в квадратные скобки перемножающиеся друг на друга вектора, то (Т27.6) перестроится в такое:

$$[\vec{r} \mu \vec{v}] = [\vec{r} \vec{f}]. \quad (\text{T27.7})$$

Ясно, что это уже есть уравнение для центрального движения. В силу того, что

$$\frac{d}{dt} [\vec{r} \mu \vec{v}] = \mu [\dot{\vec{r}} \vec{v}] + \mu [\vec{r} \dot{\vec{v}}] = \mu [\vec{v} \vec{v}] + [\vec{r} \mu \dot{\vec{v}}] = [\vec{r} \mu \dot{\vec{v}}]$$

( $[\vec{v} \vec{v}] = 0$  как произведение коллинеарных векторов), уравнение (Т27.7) можно представить в виде

$$\frac{d}{dt} [\vec{r} \mu \vec{v}] = [\vec{r} \vec{f}], \quad (\text{T27.8})$$

а введя обозначение

$$[\vec{r} \mu \vec{v}] = \vec{S}_c, \quad (\text{T27.9})$$

можно записать его еще и в таком виде, уже окончательно:

$$\frac{d\vec{S}_c}{dt} = [\vec{r}\vec{f}]. \quad (\text{T27.10})$$

Вектор (T27.9), как известно, называется моментом импульса материальной точки (в рассматриваемом случае – электрона) относительно центра обращения; здесь он называется действием (в соответствии с его физической сутью).

А теперь следует воспользоваться тем, что движение электрона – центральное. В случае центрального движения  $\vec{r}$  и  $\vec{f}$  имеют одинаковые или прямо противоположные направления, поэтому  $[\vec{r}\vec{f}] = 0$ . С учетом данного факта и на его основании получаются формулы, подобные (T27.5):

$$\frac{d\vec{S}_c}{dt} = 0, \quad \vec{S}_c = const. \quad (\text{T27.11})$$

Как и упомянутые формулы (T27.5) для равномерного и прямолинейного движения, данные означают следующее: обращающийся в атоме электрон несет в себе сохраняющуюся постоянной величиной возможность действия; сохранением (постоянством) возможности действия выражается факт отсутствия излучений при движении с этим постоянством действия. Ясно, что речь идет о строго *уравненном* движении, при котором центростремительная сила в точности равна центробежной.

В обоих случаях – при прямолинейном с постоянной скоростью и центральном уравненном движении – выполняется закон сохранения такого движения. Этот закон – Аксиома природы 1, обобщенная на случай самого общего естественного (то есть бессилового) движения. Сформулирую ее так:

*Аксиома природы 1 (обобщенная вторично). Всякий объект продолжает удерживаться в своем состоянии покоя или равномерного прямолинейного движения, или, наконец, уравненного движения в поле центральной силы, пока и поскольку он не понуждается приложенными силами изменить это состояние.*

Подтверждение данной аксиомы – в существовании макро- и микромира в виде устойчивых систем с центральным движением, являющихся элементами конструкций обоих миров. Из аксиомы вытекает следующий вывод, дающий наглядный образ явления.

Идеальный волчок, запущенный где-то в невесомости, где нет и атмосферы, будет вращаться как угодно долго, пока и поскольку сохраняются эти условия: отсутствие атмосферного трения (атмосферы нет) и внешних воздействий, таких как нескомпенсированное полевое действие со стороны.

В сложных атомных системах с наличием многочисленных электронных оболочек, вектор  $\vec{S}_C$  для некоторых отдельных оболочек возможно и не сохраняется, но непременно сохраняется в целом для атома, о чем свидетельствует существование многоэлектронных атомов как устойчивых систем. Сохранение общего вектора в такой системе может мыслиться как наличие обменных процессов между отдельными оболочками.

Итак, на вопрос, вынесенный в заглавие данной темы, «Требует ли классическая физика, чтобы электрона в атоме излучал, обращаясь вокруг ядра?», ответ с однозначностью таков: *нет не требует!* Иллюзия того, что классическая физика якобы требует этого излучения, имеет своей причиной пренебрежение физическим смыслом понятия «осциллятор», сведение этого понятия сугубо к математическому представлению. В результате подобного подхода утверждается то, чего на самом деле нет. Ведь нет же никакого физического осциллятора в системе обращения электрона в атоме, который соответствовал бы выражениям (Т27.1), есть только математический осциллятор в виде этих же выражений (того или другого выражения), когда смотреть на атом сбоку. Соответствие математического осциллятора физическому с последствиями (Т27.2) – (Т27.3) будет единственно тогда, когда электрон на самом деле, то есть в физическом смысле, а не в математическом выражении, колеблется по прямой линии (или близкой к прямой). Тенденция, которая зародилась в физике в начале двадцатого столетия под воздействием непривычных опытных сведений о микромире, часто не вкладывавшихся в обычные представления и приводивших к быстрым поражениям в гипотетическом мышлении, состояла в том, чтобы как можно меньше заниматься физической образностью в микромире и оставаться в рамках лишь математической формы представления микроявлений. Эта тенденция не могла не привести к кризисным последствиям, рассматриваемым в данной книге, и не может не оставаться и далее кризисной.

Поэтому имеется потребность в строгом объективированном правиле, которым надлежит руководствоваться при построении физики

как науки для любых явлений объективной природы, наблюдаемых непосредственно в макромире, или выводимых из статистических многообразий микромира. Этим правилом есть следующее объективированное утверждение, которое назову Главной Аксиомой науки и сформулирую его так:

*Главная Аксиома науки. Невозможно построить физику, строя физические представления без формализованных анализов и выражений, но невозможно построить ее и при помощи одних только формализованных представлений; должно быть и то, и другое и в такой пропорции, которая требуется объективной реальностью, достаточно полно выражающейся только с раскрытием ее качественных и количественных сторон; признаком неполноты знания об объективной реальности есть представление таковой либо только в качественном, либо только в количественном аспекте, либо даже отрицание ее (что является скрытой сутью КМ и СТО).*

### Тема 28

## КВАНТОВАЯ ФИЗИКА БЕЗ ПРИНЦИПА НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

Одним из важнейших итогов уже изложенного в данной главе материала является вывод о неадекватности изображения с помощью *волнового пакета* реальной величины действия волн при взаимодействии их с микрочастицей и, следовательно, реальной зоны действия волн, лежащей в основе принципа неопределенности (Т24). Волновой пакет – это макрообъект с бесконечно большой амплитудой и полагать, что его действие соизмеримо с величиной микроскачка не приходится.

В предыдущем материале говорилось также и о том, что определенная фаза как *групповой*, так и *единичной* волны есть в одинаковой мере характеристикой напряженности волнового процесса, связанной с его энергией, поскольку фазой изображается то или иное значение этой напряженности в пространстве (Т22). Следовательно, фаза групповой волны отличается от единичной не по сути, а лишь величиной той полевой напряженности, которая ею фиксируется: в первом случае напряженность носит суперпозиционный характер, поэтому может иметь величину, равную сумме всех амплитуд единичных волн в группе, а во втором – величину только одной амплитуды единичной

волны. Но как раз именно не групповая, а единичная волна, к которой неприменимо понятие групповой скорости, имеет амплитуду, соизмеримую с величиной квантового скачка, что следует также из лазерных процессов. В единичной волне амплитуда тесно связана с частотой и волновым числом в том смысле, что образует с ними взаимоувязанные величины: насколько изменяется одна из них, настолько изменяются (в пропорциональных отношениях) и другие, чтобы эквивалентно выражать энергию и импульс волны.

Только что упомянутые замечания есть очень важными фактами, подлежащими неременному учету при любой попытке построить уравнение движения для микрообъектов, однако они не были учтены в квантовой механике. Если были бы учтены, то последнюю пришлось бы называть как-то иначе, например квантовой физикой (КФ), а не квантовой механикой (КМ), поскольку механического в ней было бы меньше; во всяком случае не было бы там дуалистической «микрочастицы», искусственно созданной из электромагнитной волны путем приписывания последней свойств частицы.

Имея дальнейшей целью представление и анализ уравнений Шредингера (следующая тема), я проведу сравнительный анализ КМ и КФ – этих двух точек зрения на микроявления (устоявшейся и возможной, развиваемой в данной книге), для описания которых и были созданы уравнения Шредингера, без сомнения адекватные микроявлениям. Если первая точка зрения характеризуется принципами неопределенности и дуализма, то вторая отличается тем, что не нуждается в них (эта вторая есть своеобразным развитием идей упоминавшейся выше работы БКС «Квантовая теория излучения»).

Начну из того, что замечу: в КМ, как известно, очень актуальной является проблема локализации волны, коль скоро волной там изображается и микрочастица; иначе говоря, в КМ остро стоит проблема ограничения пространства волны, пригодной для описания микроявлений. Фейнман на сей счет выразился так [37, с.224]: «... оно и должно быть как-то подвергнуто ограничению, если мы собираемся изображать частицы как волны». Поэтому и возникла потребность в пользовании волновым пакетом, дающим возможность сводить волновой процесс к рассмотрению в ограниченном пространстве. Подвергая ограничению волну построением волнового пакета и беря от последнего пространственно-спектральную характеристику

$$\Delta x \Delta k = 2\pi, \quad (T28.1)$$



чтобы умножением ее на  $\hbar$  и получением соотношения

$$\Delta x \Delta p = \hbar, \quad (\text{T28.2})$$

представить пакет как микропроцесс, делают тем самым весьма серьезные отступления от реальности. Об этом достаточно подробно говорилось выше (Т24), поэтому нет необходимости здесь снова все повторять. Повторюсь только в вопросе наиболее удивительного превращения точно определенных длины и состава пакета в неопределенность для координаты и импульса микрочастицы.

Итак, нет сомнения, что (Т28.1) – это равенство определенных величин: величина  $\Delta x$  точно определена как протяженность пакета, а  $\Delta k$  – как интервал между крайними волнами в группе волн. На каком тогда основании считается, что  $\Delta x$  в (Т28.2), построенном путем умножения (Т28.1) на  $\hbar$ , – это уже неопределенность в координате микрочастицы, а  $\Delta p$  – неопределенность в величине ее импульса? Даже если представить себе, отвлекаясь от макроразмеров пакета и невозможности им действовать в микромире, что микрочастица «сброшена» с ее исходного места (состояния) все же пакетом, но не ясно лишь какой точкой  $x$  из  $\Delta x$  это сделано, то и в этом случае нет в природе неопределенности, она есть только в способе описания природы. Однако общепринято считать, что КМ превращением (Т28.1) в (Т28.2) получила выражение неопределенности, свойственной именно природе, а не способу описания природы. Если определять положение микрочастицы, то определение, по принятой в КМ трактовке (Т28.2), будет не точнее, чем обеспечивается этой формулой, согласно которой точное измерение, например координаты ( $\Delta x = 0$ ), ведет к совершенно неопределенному значению импульса ( $\Delta p \sim \infty$ ). Фейнман на счет формулы (Т28.2) заявил следующее [37, с.217]: неважно, положение чего измеряется – «экрана, электрона, бильярдного шара [или] любого [другого] предмета», во всех случаях оно будет измерено не точнее, чем позволяет эта формула.

Конечно же нет никаких прямых экспериментальных подтверждений справедливости (Т28.2) для макрообъектов (как, впрочем, и для микрообъектов) в том смысле, что это есть выражение неопределенности в определении координаты и импульса объекта. Все, чем пользуются в КМ в оправдание (Т28.2), избирательно представлю с помощью следующего высказывания, взятого из весьма авторитетного источника.

«Оказывается, что используемое в классической физике определение импульса как величины

$$\vec{p} = \mu \frac{d\vec{r}}{dt}$$

неприменимо к атомным и ядерным объектам. Понятие импульса в квантовой механике относится в целом ко всему состоянию движения частицы. С помощью квантовой механики мы можем вычислить среднее значение импульса в любом состоянии движения или вероятность некоторого значения импульса в данном состоянии движения. Измеряется импульс в квантовых системах путем измерения кинетической энергии движения частицы или путем исследования дифракционной картины, образуемой при прохождении потока частиц через периодические структуры» [32, с.54].

Сперва следует заметить, что частицы (электроны) при прохождении через кристаллические структуры (или при отражении от них) испытывают селективные, а не интерференционные распределения (Т24), поэтому исследования дифракции вряд ли являются уместными. А то, что в КМ понятие импульса относится в целом ко всему состоянию движения микрочастицы, – не удивительно, иначе и быть не могло. И в самом деле, что в КМ есть предметом представлений при рассмотрении движения, например, электрона в атоме? Конечно же его переход – единственное, что наблюдаемо и что может быть как-то описано при помощи понятия волны де Бройля. В таком случае, когда акту перехода ставится в соответствие волна де Бройля – ЧМВ-объект (Т25) – с теми значениями энергии и импульса ( $\hbar\omega$  и  $\hbar\vec{k}$ ), которыми обеспечивается этот переход, то о каком изменении импульса, наподобие приведенного в цитате, может идти речь? Ведь процесс скачка не расшифрован, чтобы дифференциальное представление импульса стало возможным; возможным является представление импульса в целом для всего перехода.

Вместо приведенного выше высказывания (или в уточнение его) можно было бы порассуждать о квантовой механике в таком ключе: одним из важнейших достижений ее является выражение действия  $\hbar$  – главного атрибута КМ, – которое дается формулой (Т24.7). В силу того, что все движение, изучаемое в КМ, вмещается в скачке, на осуществление которого требуется это действие, то импульс, входящий в выражение действия  $\hbar$ , «относится в целом ко всему состоянию движения». И далее непременно следует продолжить рассужде-

ние так: однако выражение (Т24.7) неадекватно явлениям – таков основной вывод, вытекающий из сравнения интерференционной макроволны с микроявлениями. Этот вывод ставит тревожный вопрос: можно ли столь фундаментальное в КМ действие  $\hbar$  выразить как-то иначе, чтобы выражение было адекватным явлениям? Ответ на подобный вопрос таков: можно и суть этой возможности заключается в том, чтобы вместо КМ пользоваться КФ в смысле, обозначенном выше, когда вводилось понятие КФ.

Пусть имеется электромагнитная монохроматическая микроволна в соответствии с выражением

$$\psi = a \cos(kx - \omega t). \quad (\text{T28.3})$$

Есть смысл рассмотреть «моментальную фотографию» представленного выражением (Т28.3) волнового процесса в момент времени  $t = 0$ , чтобы найти пространственную характеристику процесса, подобную той, которая дается выражением (Т28.1) для волнового пакета. Если стать в точку, где функция

$$\psi = a \cos kx \quad (\text{T28.4})$$

равна нулю, то вычисление  $\psi$  от точки к точке справа и слева от выбранного начала в пределах  $\pm \pi$  даст полный образ определенного ЧМВ-объекта, а дальнейшее продолжение функции за указанные пределы станет лишь повторением этого образа. Разница между  $kx_1 = -\pi$  и  $kx_2 = \pi$ , равная

$$k(x_2 - x_1) = 2\pi \quad (\text{T28.5})$$

и будет искомой пространственной характеристикой ЧМВ-объекта. С учетом того, что  $x_2 - x_1 = \lambda$  есть длина волны, из (Т28.5) получается равенство

$$\lambda k = 2\pi \quad (\text{T28.6})$$

в полном соответствии с известной характеристикой для всякой микроволны.

Если микроволна, которая может быть выражена формулой (Т28.3), подействовала на электрон в атоме и перевела его на новую орбиту, то это можно представить себе следующим образом.

Микроволна и электрон (со своим атомом и остальным веществом) находятся в физическом пространстве, размеченном координатами  $x, y, z$  и временным ритмом  $t$  (это – ньютоновы абсолютные пространство и время). Физическое пространство посредством взаимо-

действия с каждым из названных объектов связывает их друг с другом и со своим возмущением, являясь для всех и ареной взаимодействия, и его причиной, приводящей к определенным следствиям. Микроволна или, иначе, волнообразное возмущение в физическом пространстве, являясь возмущением, имеющим с электроном связь, способно оказывать действие на электрон, если он находится в том месте, где возмущение свершается. Пусть действие возмущения на электрон имело место и он в результате этого действия стартовал в новое состояние. Старт электрона происходил, безусловно, из какой-то конкретной точки  $A(x, y, z)$ , в которой он и получил от микроволны достаточный для скачка импульс. В момент передачи импульса микроволна находилась в указанной точке, разумеется, не всей своей протяженностью и даже не всей своей длиной волны  $\lambda$ , а только одной какой-то точкой  $B(x, y, z)$  из протяженности  $\lambda$ , с которой реально и связан акт передачи этого импульса. Однако координаты точки  $B \equiv A$  нельзя указать точно (нет таких средств наблюдения), о ней можно говорить лишь как о такой, которая находится где-то в пределах протяженности  $\lambda$ . А это означает, что описание взаимодействия микроволны с электроном не может быть точным с определением истинных координат и времени события. Рассчитывать можно на построение только вероятностного описания. Элементом подобного описания является соотношение (Т28.6); еще более подходящим для такого описания будет, по видимому, соотношение, образованное из (Т28.6) заменой знака «=» на « $\geq$ », так как неопределенность при определении места события может оказаться большей чем протяженность  $\lambda$ . Умножением этого соотношения на  $\hbar$ , получается новое соотношение уже для выражения действия микроволны вдоль  $x$ :

$$\lambda p_x \geq \hbar. \quad (\text{T28.7})$$

Соотношение (Т28.7), естественно вытекающее из явления взаимодействия микроволны с электроном, должно заменить неадекватное соотношение (Т24.7). При этом (Т28.7) должно иметь только одно назначение: изображать ограниченную в пространстве монохроматическую микроволну (часть волны), участвующую во взаимодействии с микрообъектом. Других назначений, таких как изображение чего-либо из свойств проявления импульса, например неопределенности, этому соотношению не должно приписываться. Да в (Т28.7) уже и нет тех

признаков, которые ассоциировались бы с какими-нибудь неопределенностями в выражении места и импульса микрообъекта.

Итак, замена (Т24.7) на (Т28.7) есть по сути заменой КМ на КФ. В КМ волной изображается не только волновое состояние в физическом пространстве, а и микрочастица, поэтому дуалистическая волна должна быть ограниченной в пространстве, чтобы изображать частицу. А поскольку иного способа ограничения волны, чем интерференционный, не существует, то под ограниченной волной *мыслится* волновой пакет. Именно только мыслится, ибо ниоткуда он не получается: ни из волны де Бройля, ни из уравнений Шредингера волновой пакет не следует, которой характеризуется соотношением вида (Т28.1) [в более общем смысле – соотношением вида (Т24.6)], являющимся основанием для принципа неопределенности. Зато из обоих этих представлений – волны де Бройля и уравнения Шредингера – непосредственно следует соотношение (Т28.6) как характеристика части монохроматической волны (ЧМВ-объекта). Такая часть волны по своей возможности оказать действие на микрочастицу совместима с величиной  $h$ . Так что выражение действия  $h$ , в виде формулы (Т28.7), непосредственно следует как из волны де Бройля, так и с уравнения Шредингера.

В завершение темы не лишним будет обратить внимание Читателя на следующее обстоятельство.

Как и в случае общепринятого истолкования математической формулы центрального движения, проанализированной в теме 27, так и в случае общепринятого истолкования характеристики волнового пакета, например формулы (Т28.1), просматривается один и тот же подход: истолкования в обоих случаях несистемные в содержательном (физическом) отношении и акценты в них делаются на формализованных (математических) представлениях явлений.

Чтобы показать это на примере истолкования характеристики волнового пакета, запишу ее в следующем виде:

$$\Delta x \Delta k = 2\pi = \lambda k. \quad (\text{T28.8})$$

Левый вариант данного равенства и есть характеристикой волнового пакета, а правый – характеристикой единичной монохроматической волны.

Обратимся теперь к характеристике волнового пакета, то есть к левому варианту равенства (Т28.8). При  $\Delta k = 0$ ,  $\Delta x \sim \infty$ . Это – чисто математическая трактовка произведения  $\Delta x \Delta k = 2\pi$ . В физическом плане она означает, что волновой процесс состоит из одной монохро-

матической волны с определенным  $k$ , характеризующейся правым вариантом равенства (Т28.8). А так как в случае равного нулю интервала  $\Delta k$  интервал  $\Delta x$  становится [по левому варианту равенства (Т28.8)] бесконечно большим, то на этой чисто математической трактовке этого левого варианта равенства делается далеко идущее в физическом плане утверждение, касающееся правой части указанного равенства. Вот оно: *монохроматическая волна будет таковой лишь при условии своей бесконечной протяженности*. И далее, уже в плане только что озвученного утверждения делается еще одно утверждение: *поскольку все реальные волны имеют конечные протяженности, то понятие монохроматической волны, которой бы соответствовало одно определенное  $k$ , является идеализацией, не имеющей ничего общего с реальностью*.

Так вот, оба эти утверждения *неверны*: лазерное излучение строго монохроматических волн, состоящих из *отдельных сфазированных частей* – тому подтверждение; *отдельные части*, с которых состоит лазерная монохроматическая волна, характеризующаяся одним определенным  $k$ , есть монохроматическими волнами конечной протяженности, характеризующимися этим же  $k$ .

Итак, как и в случае трактовки характеристик центрального движения, общепринятые трактовки характеристик единичной и групповой волн неверны потому, что при их истолковании пренебрегают физическим (содержательным) смыслом явления в угоду его математического (формализованного) толкования.

## Тема 29

### УРАВНЕНИЯ ШРЕДИНГЕРА

С появлением понятия волны де Бройля, с ней в первую очередь стали связывать *свободно движущуюся* микрочастицу. Выше уже отмечалось (Т25), что *свободно движущейся* микрочастице, например электрону, нельзя ставить в соответствие волну де Бройля, поскольку свободный электрон скачков не совершает – он меняет свое состояние движения непрерывно, а не скачкообразно. Тем не менее, связывание волны де Бройля, несущей на себе отпечаток скачка, со свободным электроном сыграло весьма положительную роль: оно дало побудительный мотив искать для несвободного электрона, например движу-

щегося вокруг ядра в атоме, такое уравнение движения, в основе которого находилась бы волна де Бройля.

И в самом деле, коль скоро имелось предположение, что движение свободных микрочастиц описывается плоскими волнами де Бройля, то необходимо было найти способ выражать движение этих частиц в различных силовых полях. С этой целью требовалось поискать дифференциальное уравнение, которому удовлетворяют волны де Бройля, чтобы затем обобщить его и на случай силового движения. Забегая наперед и оттуда как бы оглядываясь на весь путь прихода к требуемому уравнению, нельзя не упомянуть и о совершенно непонятном на тот момент обстоятельстве: в основу решения положено не релятивистское, а известное из механики Ньютона классическое соотношение между импульсом и энергией движения

$$E = \frac{p^2}{2\mu_0} = \frac{1}{2\mu_0} (p_x^2 + p_y^2 + p_z^2), \quad (\text{T29.1})$$

и этот выбор был сделан тогда, когда СТО уже господствовала в полную меру. Почему Шредингер воспользовался нерелятивистским выражением – остается загадкой. Наверное, он все же испробовал и релятивистский подход и было найдено, что таковой не приводит к желаемому результату.

Так или иначе, а в данной теме будет показано, почему на самом деле подходящим оказался именно нерелятивистский вариант. Только это будет сделано позднее, при анализе уравнения Шредингера, а сначала необходимо его получить и прояснить физический смысл уравнения.

Выражая  $E$  и  $p$  в уравнении (T29.1) через  $\hbar$ ,  $\omega$  и  $k$  в соответствии с формулами (T24.1) и (T24.2), нетрудно прийти и к нерелятивистскому закону дисперсии для волн де Бройля:

$$\omega = \frac{\hbar}{2\mu_0} (k_x^2 + k_y^2 + k_z^2). \quad (\text{T29.2})$$

Чтобы найти дифференциальное уравнение, построенное в соответствии с законом дисперсии (T29.2), необходимо выражение плоской волны де Бройля

$$\psi = ae^{i(xk_x + yk_y + zk_z - \omega t)}$$

продифференцировать один раз по времени и два раза по координатам, получая в результате

$$\frac{\partial \psi}{\partial t} = -i\omega\psi, \quad \frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} = -k_x^2\psi, \quad \frac{\partial^2 \psi}{\partial y^2} = -k_y^2\psi, \quad \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} = -k_z^2\psi,$$

а затем, определяя отсюда  $\omega$ ,  $k_x^2$ ,  $k_y^2$ ,  $k_z^2$  с последующей подстановкой найденного в (Т29.2), прийти в конечном счете к формуле

$$-\frac{\hbar}{i} \frac{\partial \psi}{\partial t} = -\frac{\hbar^2}{2\mu_0} \left( \frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} \right);$$

в более удобной записи данное уравнение выглядит так:

$$i\hbar \frac{\partial \psi}{\partial t} = -\frac{\hbar^2}{2\mu_0} \Delta \psi. \quad (\text{Т29.3})$$

Считается, что уравнение (Т29.3) является волновым дифференциальным уравнением для свободной микрочастицы.

Далее, необходимо поискать решение (Т29.3), соответствующее стоячим монохроматическим волнам. Такое решение может быть представлено в виде произведения двух функций, одна из которых есть функцией только координат, а вторая – только времени; иначе говоря принимается, что имеет место превращение

$$\psi(x, y, z, t) \rightarrow \psi(x, y, z) e^{-\frac{i}{\hbar}Et}. \quad (\text{Т29.4})$$

Для подобных решений левая часть (Т29.3), как известно, дает

$$i\hbar \frac{\partial \psi}{\partial t} = E\psi. \quad (\text{Т29.5})$$

Если рассматривать (Т29.4) как равенство, в связи с которым необходимо сделать соответствующую подстановку в (Т29.3), то сделав эту подстановку и проведя сокращение всех членов на общий множитель  $e^{-(i/\hbar)Et}$ , получают с учетом (Т29.5) следующее уравнение:

$$\Delta \psi + \frac{2\mu_0}{\hbar^2} E\psi = 0. \quad (\text{Т29.6})$$

Часть решения (Т29.3), зависящая только от координат, подчиняется уравнению (Т29.6). Оно по-прежнему считается уравнением для свободного электрона, находящегося вне атома, поэтому имеется потребность обобщить это уравнение на случай движения электрона в силовом поле, характеризующимся потенциальной энергией  $U$ . Обобщение сводится к тому, чтобы разобраться как рассматривать



энергию  $E$ , входящую в (Т29.6), как полную, представляемую суммой

$$E = C + U, \quad (\text{T29.7})$$

где  $C$  – кинетическая энергия, или как кинетическую? Правда, поскольку заведомо утверждается, что (Т29.6) – это уравнение для свободной микрочастицы, то в случае такого утверждения под  $E$  в (Т29.6) необходимо разуметь кинетическую энергию этой микрочастицы, то есть физическую величину

$$C = E - U. \quad (\text{T29.8})$$

Именно так и поступают на завершающей стадии установления уравнения Шредингера, то есть полагают, что энергия, входящая в уравнение (Т29.6), на самом деле есть кинетическая энергия микрочастицы. А обозначать ее символом  $E$ , начиная из соотношения (Т29.1), пришлось из соображений, чтобы она была равной энергии кванта действия [выражение (24.1)]. В этом на первый взгляд несколько замысловатом и не совсем понятном подходе все же есть свой физический резон. Остается только неясным, как  $E$  из явно кинетической энергии по (Т29.1) становится полной энергией уже в самом уравнении Шредингера. Однако здесь это превращение не представляет собой чего-то такого, что непременно следовало бы прояснить, поэтому я по-прежнему буду придерживаться общепринятого изложения уравнения Шредингера [31, с.473]. Уточню в дальнейшем лишь понятие энергии, связанное с ЧМВ-объектом.

Итак, с учетом всего только что изложенного, уравнение (Т29.6) просто переписывают в виде

$$\Delta\psi + \frac{2\mu_0}{\hbar^2}(E - U)\psi = 0 \quad (\text{T29.9})$$

в соответствии с (Т29.8) и считают, что тем самым проведено обобщение уравнения на случай движения микрочастицы в потенциальном поле, если  $U$  не равно нулю. Полученное таким образом уравнение (Т29.9) есть одно из основных уравнений квантовой механики – стационарное уравнение Шредингера для несвободного электрона, движущегося в атоме вокруг ядра по стационарным орбитам; сам Шредингер называл его уравнением для стационарных волн де Бройля, окружающих атомное ядро.

Раньше, чем начать анализировать полученное уравнение (Т29.9), необходимо все же разобраться с энергиями, фигурирующими в дан-

ной теме и увязать их с теми представлениями о таковых, о которых речь шла в других темах. Для этого напомню (с необходимыми уточнениями относительно  $E$ ), что в данной книге приняты следующие обозначения энергий.

$E$ , как произведение  $\hbar\omega$ , – это энергия части монохроматической волны, нормированной скачком<sup>31</sup> в состоянии электрона. Такая часть монохроматической волны в данной книге называется ЧМВ-объектом. Имеется два варианта выбора ЧМВ-объекта и соответствующей функции  $\psi$  для уравнения Шредингера. Можно под  $\psi$  в (Т29.9) подразумевать функцию, связанную либо с приложенным к электрону ЧМВ-объектом, которым электрон переводится в возбужденное состояние, либо с тем ЧМВ-объектом, который излучается в результате возврата электрона в нормальное состояние. В зависимости от варианта выбора, энергия ЧМВ-объекта  $E = \hbar\omega$  может быть равной либо полной энергии движения системы «электрон – его поле», либо только кинетической энергии электрона. Более детально об этих вариантах – позднее.

Символом  $\varepsilon$  обозначается энергия движения полевого электромагнитного возмущения ( $\varepsilon = mc^2$ ), а символом  $C$  – кинетическая энергия электрона ( $C = \mu_0 v^2 / 2$ ). Для суммы этих двух энергий, когда они образуют полную энергию движения физической системы «электрон – его поле», используется символ  $\Sigma$  [так что в случае электрона  $\Sigma = (1/2)\mu_0 v^2 + mc^2$ ; имеется еще и третье слагаемое  $\eta s^2$ , учитывающее движение гравитационного поля, обусловленного массой электрона (Т3, Т6), однако оно ничтожно мало по сравнению с  $mc^2$  и может не учитываться].

В теме 20, при рассмотрении света как потока фотонов, приводилось выражение энергии

$$\varepsilon = n\hbar\omega$$

[формула (Т20.3)], а при рассмотрении отдачи света – равенство

$$m_0 c^2 = \hbar\omega$$

[формула (Т20.24)] без всякого объяснения физической сути этих формул. С точки зрения КФ эти формулы означают то, что имеет место равенство между энергией движения электромагнитного поля (выражается произведением  $m_0 c^2$ ) и энергией скачка в состоянии микро-

частицы (выражается произведением  $\hbar\omega$ ). Но если поставить вопрос, какая энергия должна фигурировать в уравнении акта взаимодействия, приводимого к этому скачку,  $\varepsilon$  или  $E$ , то ответ на этот вопрос требует дополнительного анализа.

Анализ начну из того, что еще раз напомним, пусть даже в ущерб краткости изложения: под волной де Бройля в излагаемой интерпретации КМ подразумевается часть монохроматической волны (ЧМВ-объект), связанная со скачкообразным переходом электрона в различные состояния и заключающая в себе энергию  $E$ , не меньшую чем энергия скачка. В случае *приложенного* к электрону ЧМВ-объекта, величина  $E$  – это эквивалент полной энергии движения системы «электрон – его поле», а в случае *излученного* при возврате электрона ЧМВ-объекта, величина  $E$  – это эквивалент одной только кинетической энергии электрона. В последнем случае энергия движения излученного поля выражается произведением  $mc^2$  (индекс «0» у  $m$  для общности упускаю), а энергия соответствующего скачка в состоянии электрона – произведением  $\hbar\omega$ . Хотя в количественном смысле в подобном случае имеется точное равенство –

$$\varepsilon \equiv mc^2 = \hbar\omega \equiv E, \quad (\text{T29.10})$$

в сущностном же отношении  $mc^2$  и  $\hbar\omega$  совершенно различны. КМ, которую интересует только количественный аспект взаимодействия, не видит этого различия ибо не вникает в природу взаимодействующих сторон; поэтому она рассматривает  $mc^2$  и  $\hbar\omega$  как одну и ту же сущность, лишь якобы дуалистски представленную.

Вернусь, однако, к уравнению Шредингера, чтобы поставить вопросы уже с позиции уточненной данным изложением КМ (то есть с позиции КФ): каков физический смысл уравнения (T29.9) и что выражается в нем разностью  $E - U$ ? Почему уравнение (T29.9) – нерелятивистское? Рассмотрение данных вопросов начну как бы издалека, не забываясь особенно и здесь о недопущении повторений, поскольку в стремлении достичь ясности при изложении новаций почти невозможно избежать повторений. А ясность в новациях – это прежде всего. Проведу рассмотрение с привлечением следующего простого примера.

Пусть имеется одноэлектронный атом, находящийся в физическом пространстве, точнее говоря, существующий во взаимосвязи с ним. Пусть в том месте, где существует атом, возникло электромагнитное

возмущение, порожденное какой-нибудь сторонней причиной, не связанной с атомом. В результате взаимодействия атома с возникшим возмущением, атом переходит в новое энергетическое состояние (например в первое после основного). Что можно сказать об этом, пользуясь только твердо установленными фактами? Сказать можно немного: во-первых то, что переход был скачкообразным из одного стационарного состояния в другое, в результате чего к прежней энергии движения электрона прибавилась порция энергии величиной  $h\nu \equiv \hbar\omega$  (в волновом эквиваленте); во-вторых то, что с этим переходом электрону передано от волнового возмущения количество движения  $h/\lambda \equiv \hbar k$  и электрон, безусловно, стал двигаться быстрее. Оба утверждения основываются также и на том факте, что если электрон вернуть в его прежнее состояние, то в физическом пространстве возникнет волновое возмущение, энергия и количество движения которого будут равны соответственно  $\hbar\omega$  ( $h\nu$ ) и  $\hbar k$  ( $h/\lambda$ ).

Исходя из фактов, перечисленных этими «во-первых» и «во-вторых», можно задаться следующим вопросом: какое описание перехода электрона в атоме из одного стационарного движения в другое будет достаточным?

Переход вызван воздействием на атом электромагнитной микроволны, выражаемой функцией  $\psi$ . Следовательно, в описании должна фигурировать эта микроволна как один из двух основных объектов взаимодействия (определенный ЧМВ-объект). Вторым объектом взаимодействия является электрон. Однако кроме того, что он принимает участие во взаимодействии и характеризуется исходной инерцией  $\mu_0$ , о нем ничего больше не известно. Не ясно, какова скорость электрона на орбите, каковы его координаты в момент начала перехода и в любой другой момент и как определять нужные для описания временные моменты. Казалось бы, это тот случай, когда нет никакой возможности построить адекватное описание состояний электрона. Однако если все это неизвестное и неопределенное, связанное с электроном, «навесить» на взаимодействующую с ним микроволну, характеристики которой определяются, то описание становится вполне возможным. Необходимо лишь выразить в описании то обстоятельство, что электромагнитной монохроматической микроволны, связанной с электроном (с его переходом), взято не меньше нежели требуется для того, чтобы уравновесить  $h$  – скачек электрона.

А теперь вспомним, что имеется два различных варианта выразить это обстоятельство, о чем уже говорилось выше. Варианты различаются тем, что под функцией  $\psi$  можно подразумевать либо *прямой*, либо *обратный* ЧМВ-объект. Пусть прямым будет тот ЧМВ-объект, которым электрон переводится из орбиты с меньшей энергией, на орбиту с большей энергией (то есть прямым называется приложенный к электрону ЧМВ-объект, состоящий из внешнего поля). Тогда обратным будет излучаемый ЧМВ-объект, который излучается при возвращении электрона на прежнюю орбиту. Варианты использования либо того, либо другого из названных ЧМВ-объектов в качестве  $\psi$  в уравнении (Т29.9), конечно, неравноценны, что легко устанавливается следующим сравнением.

Если под  $\psi$  в уравнении (Т29.9) подразумевать функцию, соответствующую ЧМВ-объекту, которым электрон переводится в прямом направлении (в направлении увеличения его энергии), то энергия такого ЧМВ-объекта не будет равной энергии скачка  $\hbar\omega$  в состоянии электрона; она будет несколько большей  $\hbar\omega$ , на величину энергии излучения  $mc^2$ , возникающего в результате ускорения электрона (имеется ввиду ускорение, которым электрон переводится на новую орбиту). При всегда неизвестной кинетической энергии электрона на орбите и неизвестной инерции  $m$  излучения, уравнение (Т29.9) в случае прямого ЧМВ-объекта было бы составлено из одних неизвестных и неопределяемых величин. Значит, использование прямого ЧМВ-объекта, чтобы построить функцию  $\psi$  для уравнения (Т29.9), не может считаться приемлемым.

Если же для построения  $\psi$  взять обратный ЧМВ-объект, излучаемый при возвращении электрона на исходную орбиту, то энергия такого ЧМВ-объекта будет уже точно равна приращению кинетической энергии электрона, которое состоялось при переведении последнего на более высокую орбиту. Принимая нижнюю орбиту за начало отсчета с условно нулевым значением скорости электрона, можно по обратному переходу определить, какой была кинетическая энергия электрона на возбужденной орбите, так как она превратилась в энергию излученного ЧМВ-объекта в соответствии с равенством:

$$E \equiv \hbar\omega = (1/2)\mu_0 v^2 \equiv C. \quad (\text{T29.11})$$

Записывая правую часть равенства (Т29.11) через импульс, можно преобразовать его в следующее:

$$\hbar\omega = p^2 / 2\mu_0. \quad (\text{T29.12})$$

В основе рассматриваемого уравнения Шрёдингера лежит именно данное соотношение. Поэтому неизбежным оказывается вывод: физической величиной  $\psi$  в уравнении (Т29.9) изображается не прямой, а обратный ЧМВ-объект, излучаемый при возвращении электрона из возбужденного состояния в исходное. В высшей степени замечательно то, что в таком уравнении, связывающем частоту с кинетической энергией электрона, точнее, с прибавкой к кинетической энергии, достигается равенство

$$\hbar\omega = \frac{1}{2} \mu_0 v^2, \quad (\text{T29.13})$$

по которому, измеряя  $\omega$ , можно установить реальную величину этой прибавки; в (Т29.13) неизвестной является только скорость  $v$ .

Равенства (Т29.12) и (Т29.13) [то есть (Т29.1)] являются, таким образом, абсолютно точными, а не приближенными (в нерелятивистском приближении), как это принято считать. Нерелятивистский характер исходного соотношения (Т29.1) соответствует объективной реальности.

Поскольку уже уточнено, что под  $E$  в данном изложении необходимо подразумевать квант энергии волны, равный скачку в кинетической энергии электрона, – кстати, это равенство выражается и общепринятым соотношением (Т29.1), – то символ  $E$  в разности  $E - U$ , которым в уравнении (Т29.9) эта кинетическая энергия представлена как бы иными средствами, должен быть заменен на какой-то другой символ. Пусть этим другим будет символ  $H$ , то есть знаком  $H$  обозначается полная энергия электрона (кинетическая плюс потенциальная) и, следовательно, вместо (Т29.8) необходимо писать

$$C = H - U. \quad (\text{T29.14})$$

С учетом этого уточнения уравнение Шрёдингера (Т20.9) переписывается так:

$$\Delta\psi + \frac{2\mu_0}{\hbar^2} (H - U)\psi = 0. \quad (\text{T29.15})$$

Предположим, что функция  $\psi$  в уравнении (Т29.15) задана в соответствии не с обратным, а с прямым ЧМВ-объектом. Это означает, что энергия движения, входящая в  $\psi$ , должна быть большей кванта  $\hbar\omega$ , которым характеризуется обратный ЧМВ-объект, на некоторую

величину, равную энергии возникшего в результате ускорения электрона электромагнитного возмущения, то есть на величину  $mc^2$ . Обозначу этот увеличенный квант как  $\hbar\omega'$ . Таким образом, в случае прямого ЧМВ-объекта необходимо писать, в отличие от (Т29.13), соотношение

$$\hbar\omega' = \frac{1}{2}\mu_0 v^2 + mc^2, \quad (\text{T29.16})$$

содержащее уже две неизвестные величины  $v$  и  $m$ .

Соотношение (Т29.16) очень напоминает результат, которым пришлось бы довольствоваться при релятивистском подходе в том числе и в случае варианта с обратным ЧМВ-объектом. В самом деле, принимая скорость электрона на исходной орбите условно равной нулю, ускорение его до скорости  $v$  с целью перевода на возбужденную орбиту потребовало бы для описания ситуации в релятивистском представлении соотношения

$$\hbar\omega' = \mu c^2 = \mu_0 c^2 / \sqrt{1 - (v^2/c^2)} = \frac{1}{2}\mu_0 v^2 + \mu_0 c^2, \quad (\text{T29.17})$$

где по этому представлению  $\mu_0 c^2$  – это энергия покоящегося электрона,  $\mu$  – его масса в движении,  $\hbar\omega'$  – энергия кванта света, который будет излучен, если электрон вернуть в его прежнее состояние. Из сравнения нерелятивистского выражения (Т29.16) с релятивистским (Т29.17) видно, что последнее совместимо количественно с первым в одном-единственном случае: когда  $\mu_0 = m$ . Раньше уже не раз обращалось внимание на отсутствие в релятивистском представлении ускорений электрона электромагнитного возмущения, которое в действительности всегда сопровождает ускорение. Здесь уместно указать еще и на такое обстоятельство: в зависимости от величины ускорения, инерция возникающего электромагнитного возмущения  $m$  будет различной. Однако релятивистское представление не способно это различие учитывать, хотя бы в количественном аспекте. Так, если под  $\mu_0$  в крайней правой части равенства (Т29.17), в слагаемом  $\mu_0 c^2$ , и скрывается  $m$ , то численно оно равно только одной величине – исходной инерции электрона  $\mu_0$ . Следовательно, релятивистское представление движения не может считаться адекватным реальности. Данное обстоятельство, как в целом то, что уравнения Шредингера – нерелятивист-

ские, является одним из ярких свидетельств несостоятельности СТО. На этом я завершаю анализ уравнения Шредингера (Т29.9).

Резюмируя все вышеизложенное, касающееся физического смысла стационарного уравнения Шредингера и содержания самого важного в КМ понятия – волны де Бройля (функции состояния  $\psi$ ), будет не лишним, если в кратком перечне для напоминания констатировать следующее.

Первое. Волна де Бройля – это ЧМВ-объект, рассматриваемый увязано с рассмотрением изменения состояний движения электрона в атоме. Второе. Увязанность сводится к тому, что ЧМВ-объект получает в выражениях энергию  $\hbar\omega$  и импульс  $\hbar\vec{k}$  в виде порций, определяемых скачком электрона из одного состояния в другое. Третье. Ограниченный в пространстве ЧМВ-объект, характеризующийся указанными порциями энергии и импульса, является не частицей, а *частью* волны, так как из подобных частей можно, сфазировав их, построить монохроматическую микроволну какой угодно протяженности, что есть доказательством однозначно волновой природы ЧМВ-объекта. Четвертое. Свободной микрочастице нельзя ставить в соответствие волну де Бройля, поскольку такая частица способна менять свое состояние непрерывно. Ни выражение для волны де Бройля с отпечатком скачка, ни волновое дифференциальное уравнение (Т29.3), ни, тем очевиднее, (Т29.6) не являются выражениями для свободного электрона. Это – формулы для провозимодействовавшей с электроном *порции поля*, эквивалентной прибавкам к энергии и количеству движения электрона, полученным в результате перехода последнего из основного состояния в возбужденное. Пятое. Никаких волн де Бройля, окружающих атомное ядро, реально не существует. Не имеет прямого реального смысла и известная волновая интерпретация стабильности электронного движения по стационарным орбитам в атоме как наложение волн де Бройля целыми числами длин волн на протяженности орбит.

Теперь можно перейти к рассмотрению общего уравнения Шредингера и начать это рассмотрение из следующего указания.

Уравнению (Т29.9) может быть поставлено в соответствие и более общее представление о волновой функции, учитывающее зависимость последней не только от координат, а и от времени. Такая функция обычно обозначается прописной буквой  $\Psi$ . В случае, когда потенци-



альная энергия в (Т29.9) не зависит явно от времени, упомянутую функцию всегда можно представить как

$$\Psi = \psi(x, y, z)e^{-(i/\hbar)Et}, \quad (\text{T29.18})$$

то есть считать, что зависимость  $\Psi$  от времени выражается *монохроматическим множителем*  $e^{-(i/\hbar)Et}$ . Из изложенного выше уже известно, что когда уравнение (Т29.3) имеет решение в виде стоячих монохроматических волн, состоящих из произведения двух функций, одна из которых есть функция только координат, а другая – только времени, наподобие (Т29.18), то левая часть этого уравнения приводит к соотношению (Т29.5). Заменяя в уравнении (Т29.9)  $\psi$  на  $\Psi$  и переписав его в виде

$$-\frac{\hbar^2}{2\mu_0}\Delta\Psi + U\Psi = E\Psi, \quad (\text{T29.19})$$

получают с учетом равенства вида (Т29.5) следующее выражение этого уравнения:

$$i\hbar\frac{\partial\Psi}{\partial t} + \frac{\hbar^2}{2\mu_0}\Delta\Psi - U\Psi = 0. \quad (\text{T29.20})$$

Это и есть содержащее время общее уравнение Шредингера, которое является основным динамическим законом квантовой механики.

Нетрудно показать, что из общего уравнения Шредингера (Т2.20) можно получить стационарное уравнение (Т29.9) в качестве некоторого частного случая. Однако это не столь важно в данном анализе, тем более, что подобная возможность есть очевидной в своей сути. Физический смысл общего уравнения Шредингера (Т29.20) определяется почти так же, как и стационарного. Этим уравнением может быть описан, например, квантовый процесс выхода электрона из металла за его пределы при помощи света (светового освещения).

## Тема 30

## СОВМЕСТИМОСТЬ КВАНТОВЫХ УРАВНЕНИЙ ДВИЖЕНИЯ С КЛАССИЧЕСКИМИ. ПОСТРОЕНИЕ ЕДИНОГО СИСТЕМНОГО УРАВНЕНИЯ

Деление физики на квантовую и классическую в излагаемой главе, как это уже ясно, принципиально иное, чем общепринятое. В общепринятом смысле квантовая и классическая физики – это, вообще говоря, две различные парадигмы физической науки, тогда как в развиваемом здесь представлении – это две части одного целостного системного толкования физики движения. Доказательство данного утверждения – в возможности прихода к единому уравнению движения: на основе классических и квантовых уравнений можно прийти к такому уравнению движения, в котором органически соединяются оба подхода – классический и квантовый. А если это так, то уравнения движения квантовой физики совместимы с уравнениями движения классической физики, и ни о каких различиях в парадигмах квантовой и классической физик речи не может быть. Рассмотрим эту совместимость детальнее.

Из классической механики известно, что движение материальной точки допускает приход к различным в математическом отношении уравнениям движения. Это могут быть либо уравнения Ньютона, либо уравнения Лагранжа, либо, наконец, канонические уравнения Гамильтона. Здесь нет необходимости всех их рассматривать или излагать, как к ним приходят, интересующихся отсылаю к специальным литературным источникам [40, 41]. Замечу лишь, что различие в математических формах классических уравнений движения можно толковать как существование возможности прихода к различным *аксиомам науки* при изложении не изменяющихся *аксиом природы* о движении (Т9). Например, три аксиомы Ньютона в любом научном изложении движения всегда останутся одними и теми же исходными положениями изложений (кстати, все эти аксиомы и лежат в основе каждого из упомянутых выше уравнений движения).

Перечисленные выше классические уравнения движения с математической точки зрения представляют собой системы *обыкновенных* дифференциальных уравнений второго (в двух первых случаях) или первого (в последнем случае) порядка в отличие от уравнений Шредингера, которые являются уравнениями в *частных производных*. Кажется бы, уже данное обстоятельство исключает возможность прове-

дения каких-либо аналогий между квантовыми и классическими уравнениями движения с целью поиска *общей* содержательной основы. Но, как известно, решение системы канонических уравнений Гамильтона может быть сведено к решению одного дифференциального уравнения в частных производных [41], называемого уравнением Гамильтона – Якоби. Такая возможность кардинально меняет ситуацию. Оказалось, что общее уравнение Шредингера по своей структуре и способу установления очень близко подходит к уравнению Гамильтона – Якоби классической физики.

Пусть для некоторой физической системы классических объектов вещества будет задана гамильтонова функция

$$H(q_1, q_2, \dots, q_n, p_1, p_2, \dots, p_n) = \Pi, \quad (\text{T30.1})$$

где  $q_i$  и  $p_i$  – обобщенные координаты и импульсы, а  $\Pi$  – полная энергия системы без учета энергии полевого движения, то есть состоящая из суммы только кинетической и потенциальной энергий движущегося объекта. Напомню: с позиции излагаемого в данной книге воззрения на движение вещества такое представление полной энергии механической системы допустимо лишь в практическом смысле в связи со следующей причиной.

В механике движения вещества полевым движением является распространение гравитационного возмущения, которое в случае обычных земных тел настолько малó, что им можно пренебрегать, рассматривая полную энергию системы без энергии этого полевого движения. Вот по этой-то простой причине и допустимо в практическом смысле не учитывать энергию полевого движения при относительно ничтожных ее проявлениях, но, подчеркиваю, только в практическом отношении. Общепринятое истолкование движения вещества отличается от излагаемого в данной книге тем, что полевое движение в нем вовсе не учитывается, ни по величине, ни как явление.

Чтобы прийти к уравнению Гамильтона – Якоби, необходимо в (Т30.1) произвести замены по схеме

$$p_i = \frac{\partial S}{\partial q_i}, \quad \Pi = -\frac{\partial S}{\partial t} \quad (\text{T30.2})$$

[38, с.78], где  $S$  – определенная функция координат и времени, имеющая размерность *действия*. Найденное таким образом дифференциальное уравнение в частных производных для действия  $S$  и будет уравнением Гамильтона – Якоби

$$H\left(q_1, q_2, \dots, q_n, \frac{\partial S}{\partial q_1}, \frac{\partial S}{\partial q_2}, \dots, \frac{\partial S}{\partial q_n}\right) = -\frac{\partial S}{\partial t}. \quad (\text{T30.3})$$

Для какого-нибудь конкретного объекта с исходной инерцией  $M_0$ , имея ввиду, что для него

$$\Pi = \frac{1}{2M_0} (p_x^2 + p_y^2 + p_z^2) + U(x, y, z), \quad (\text{T30.4})$$

получится следующее уравнение Гамильтона – Якоби в явном виде после проведения в (Т30.4) замены по схеме (Т30.2):

$$\frac{\partial S}{\partial t} + \frac{1}{2M_0} \left[ \left( \frac{\partial S}{\partial x} \right)^2 + \left( \frac{\partial S}{\partial y} \right)^2 + \left( \frac{\partial S}{\partial z} \right)^2 \right] + U = 0. \quad (\text{T30.5})$$

С помощью уравнения вида (Т30.5) могут решаться любые задачи классической физики, простые и весьма сложные, хотя предназначается оно, в основном, для сложных систем, например, для небесной механики. В случае простейших механических задач из-за громоздкости уравнения в частных производных его применение было бы неоправданным в практическом смысле.

И тем не менее, речь далее пойдет о применении уравнения вида (Т30.5) для простой задачи, которую ставит пример с диском, рассмотренный в теме 23 (один случай), а также для задачи выхода *свободного* электрона за пределы проводника (другой случай).

Пусть в обоих этих случаях движения объектов в средах (жидкости, металле) и за их пределами (в воздухе) являются *непрерывными*, а условия движений – одинаковыми в этих областях; иначе говоря, диск и электрон, каждый в своей среде и за ее пределами, движется при одинаковых условиях в этих областях. Это означает, что диску и электрону в их средах и за пределами сред отвечает соответственно одна и та же функция: диску –  $S_1$ , электрону –  $S_2$ .

Пусть движения диска и электрона происходят в одном и том же поле тяжести с потенциалом  $U$  в направлении, прямо противоположном действию поля, и это направление совпадает с осью  $x$ . Если бы не было скачка на границе двух сред, то движению каждого из объектов соответствовало бы уравнение вида (Т30.5): диску –

$$\frac{\partial S_1}{\partial t} + \frac{1}{2M_0} \left( \frac{\partial S_1}{\partial x} \right)^2 + U = 0, \quad (\text{T30.6})$$

электрону –

$$\frac{\partial S_2}{\partial t} + \frac{1}{2\mu_0} \left( \frac{\partial S}{\partial x} \right)^2 + U = 0. \quad (\text{T30.7})$$

Однако и диск, и электрон на границе двух сред, соответственно жидкости – воздуха и металла – воздуха, испытывает скачек действия в состоянии своего движения: диск – величиной  $\xi$ , электрон – величиной  $\hbar$ . Скачкообразному изменению состояния движения объекта уже нельзя ставить в соответствие уравнение Гамильтона – Якоби. Для скачкообразного движения имеется уравнение Шредингера. Пусть соответствующими будут следующие уравнения:

$$i\xi \frac{\partial \Psi_1}{\partial t} + \frac{\xi^2}{2M_0} \frac{\partial^2 \Psi_1}{\partial x^2} - U\Psi_1 = 0, \quad (\text{T30.8})$$

$$i\hbar \frac{\partial \Psi_2}{\partial t} + \frac{\hbar^2}{2\mu_0} \frac{\partial^2 \Psi_2}{\partial x^2} - U\Psi_2 = 0. \quad (\text{T30.9})$$

А теперь следует оставить на время иллюстрацию применения классического и квантового уравнений движения к мысленным задачам и рассмотреть общепринятое истолкование возможности сведения общего (временного) уравнения Шредингера

$$i\hbar \frac{\partial \Psi}{\partial t} + \frac{\hbar^2}{2\mu_0} \left( \frac{\partial^2 \Psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial z^2} \right) - U\Psi = 0 \quad (\text{T30.10})$$

к такому уравнению, которое при  $\hbar = 0$  автоматически переходило бы в уравнение Гамильтона – Якоби (Т30.5). Как известно, чтобы получить из (Т30.10) это искомое уравнение, рассматривают решение уравнения Шредингера в виде

$$\Psi(x, y, z, t) = Be^{i(S/\hbar)}, \quad (\text{T30.11})$$

где  $S = S(x, y, z, t)$  – функция, имеющая размерность действия; величина  $B$  суть некоторая постоянная. Находя по (Т30.11) все производные для потребности формулы (Т30.10), такие как

$$\frac{\partial \Psi}{\partial t} = \frac{i}{\hbar} \frac{\partial S}{\partial t} Be^{i(S/\hbar)}, \quad \frac{\partial^2 \Psi}{\partial x^2} = \left[ -\frac{1}{\hbar^2} \left( \frac{\partial S}{\partial x} \right)^2 + \frac{1}{\hbar} \frac{\partial^2 S}{\partial t^2} \right] Be^{i(S/\hbar)},$$

и т. д., и подставляя выражения для этих производных в (Т30.10), получают после сокращения на общий множитель  $Be^{i(S/\hbar)}$  уравнение

$$\frac{\partial S}{\partial t} + \frac{1}{2\mu_0} \left[ \left( \frac{\partial S}{\partial x} \right)^2 + \left( \frac{\partial S}{\partial y} \right)^2 + \left( \frac{\partial S}{\partial z} \right)^2 \right] + U - \frac{i\hbar}{2\mu_0} \Delta S = 0. \quad (\text{Т30.12})$$

Из сравнения (Т30.12) с (Т30.5) видно: если бы в состоянии движения микрочастицы не свершался скачек, оцениваемый действием  $\hbar$ , что означало бы равенство нулю в (Т30.12) величины этого действия, то в таком случае движению соответствовало бы обычное уравнение Гамильтона – Якоби классической физики. Наличие скачка приводит к добавлению в это уравнение, которое является уравнением для непрерывно изменяющейся функции  $S$ , еще одного слагаемого, содержащего величину скачкообразного действия.

Каков физический смысл всего этого? Можно ли утверждать, что последнее слагаемое в левой части (Т30.12) связано с прерывностью действия  $S$ , как это общепринято считать?

Данный вопрос, по-видимому, еще нужно дополнительно разъяснить, так как в такой постановке он является несколько неожиданным и мало понятным.

Как известно, классическая механика с ее непрерывно изменяющимися величинами и квантовая механика, с ее прерывными изменениями тех же по природе величин, находятся во взаимоотношении, устанавливаемом так называемым *принципом соответствия*. После того, как эта прерывность была впервые обнаружена Планком в тепловом излучении нагретых тел, стало зарождаться мнение, что законы классической механики, по-видимому, неточны, коль скоро они не несут в себе возможности выразить существующие прерывные движения. А с каждым новым опытом, вскрывавшим квантовый характер микропроцессов, мнение о недостаточности законов классической механики только укреплялось. В конечном счете оно превратилось в устойчивое убеждение, что микрочастицы – электроны, протоны и т. п. – при своих движениях подчиняются исключительно квантовым законам, резко отличающимся от законов классической механики. Суть этого отличия состоит в той самой прерывности, якобы чуждой клас-

сической механике. Считается, что в природе любого действия существует наименьшая величина действия  $h = 2\pi\hbar$  (с уже известных причин буду далее говорить  $\hbar = h/2\pi$ ), которая является неделимой порцией действия, то есть не расчлняющейся более ни на какие элементы. Равно с этим также считается, что существует и наименьший результат изменений при взаимодействиях, как отклик на любое действие, и этот результат оценивается той же самой величиной  $\hbar$ . Если размеры взаимодействующих объектов и инерция системы таковы, что результирующее действие сравнимо с  $\hbar$ , то квантовый характер явлений проявляется в полную меру. Если же размеры системы и результирующее действие настолько велики, что можно положить  $\hbar = 0$ , то прерывность становится незаметной и тогда должны удовлетворяться законы классической механики, то есть непрерывного движения.

Такова суть общепризнанного различия между квантовой и классической механиками, и так выглядит принцип соответствия, сводящий одну к другой. Наиболее радикальным в этом есть то, что  $\hbar$  трактуется как наименьшее действие, какое только возможно в природе, поэтому с точки зрения квантовой механики под  $S$  в (Т30.12) подразумевается величина, меняющаяся скачкообразно, о чем и ставился выше вопрос. Этот вопрос можно сформулировать и несколько иначе, а именно следующим образом.

Является ли (Т30.5) уравнением, предназначенным сугубо для макропроцесса, в котором  $\hbar$ -скачек имеет место в виде наименьшего отклика на действие  $S$ , состоящее числом  $S/\hbar$  из наименьших  $\hbar$ , но в силу ничтожной по сравнению с  $S$  малости  $\hbar$ , принимаемого в макропроцессе равным нулю, для макропроцесса, таким образом, и предназначено (Т30.5) вместо (Т30.12)?

С позиции квантовой физики (КФ), развиваемой в данной главе в качестве уточненной квантовой механики (КМ), ответ на такого рода вопрос будет следующим (он уже фактически дан выше).

Уравнение Гамильтона – Якоби есть уравнением движения не только для макрообъектов, а и для свободных от связей с атомами микрообъектов, равно как и общее уравнение Шредингера является уравнением движения не только для микрообъектов, а и для макрообъектов, совершающих скачки. Доказательством тому есть вышеприведенные обоснования уравнений (Т30.6) – (Т30.9) и возможность получения из них по уже известной схеме системного уравнения для

движущегося со скачком макрообъекта (для диска из примера, рассмотренного в теме 23):

$$\frac{\partial S_1}{\partial t} + \frac{1}{2M_0} \left( \frac{\partial S_1}{\partial x} \right)^2 + U - \frac{i\xi}{2M_0} \frac{\partial^2 S_1}{\partial x^2} = 0. \quad (\text{T30.13})$$

И в самом деле, почему для свободного от связи с атомом электрона, перемещаемого в электрическом поле (например, на сближение с отрицательным макрозарядом) не может быть применено уравнение Гамильтона – Якоби вида (Т30.7)? Ведь движение такого электрона в указанных условиях не предполагает скачка. Следовательно, величина  $S$  должна рассматриваться как непрерывно изменяющаяся, а применение в этом случае уравнения вида (Т30.7) – как вполне обоснованное.

В такой же мере почему для диска, поднимаемого в поле тяжести из смачиваемой жидкости (Т23), не может быть применено уравнение Шредингера вида (Т30.8)? Ведь в движении этого макрообъекта совершается скачек, аналогичный тому, какой происходит в движении свободного от связи со своим атомом электрона, когда его удаляют за пределы проводника. Словом, чтобы одним уравнением полностью представить скачкообразное движение диска, уравнение (как и само явление) должно соединять в себе два рода движений: непрерывное, то есть дифференциально выражаемое, и скачкообразное по отношению к первому, то есть поэлементно нерасшифрованное, а потому представляемое одним скачком. Таким уравнением для диска является уравнение (Т30.13), которое можно назвать уравнением Гамильтона – Якоби – Шредингера. А то обстоятельство, что речь идет о макро-, а не о микроявлении, никакой роли не играет, лишь бы соответствовали друг другу представляемая уравнением форма явления и истинное содержание последнего.

Имеется формальное доказательство того, что  $\hbar$  не является наименьшей величиной действия. Доказательство таково. Пусть будет дано временное уравнение Шредингера (Т30.10) для процесса, вызываемого действием  $S$ . Величина  $S$  лишь немного отличается от  $\hbar$  (например,  $S = 2\hbar$ ), так что процесс является микропроцессом. Действие  $S$  входит в уравнение Шредингера неявно, оно проявится только в том случае, когда провести замену вида (Т30.11). Что выражается отношением  $S/\hbar$  в упомянутой замене? В первую очередь то, что величина  $S$  количеством  $S/\hbar$  состоит из величин  $\hbar$ ; а также то, что



посредством этого отношения достигается возможность прихода к другому способу выражения того же самого, что выражается уравнением (Т30.10). Пусть упомянутая замена в уравнении Шредингера проведена и вместо (Т30.10) получено уравнение (Т30.12). В этом уравнении действие  $S$  уже фигурирует в явном виде, являясь функцией состояния системы. А теперь необходимо обратить внимание на следующие факты: (Т30.12) есть уравнением процесса, *протекающего во времени*; в этом уравнении последнее слагаемое, содержащее  $\hbar$ , от времени не зависит, то есть оно не представляет собой выражения какого-либо процесса. Значит, это слагаемое есть только поправкой к изменению  $S$ , единственно выражающему процесс во времени в соответствии с дифференциальным законом  $\partial S / \partial t$ . Отсюда вывод: действие  $\hbar$  не является наименьшим, коль скоро существует действие  $S$ , которое изменяется по дифференциальному закону. Таким образом, сама же КМ выступает против подачи  $\hbar$  как чего-то конечного в действиях.

### *Рассуждение 6* **ФИЛОСОФИЯ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ**

1. Квантовая механика – единственная из частей современной физики, философией которой опекались сами же авторы. Ими и было дано философское толкование этой части физики, известное как *«копенгагенская интерпретация квантовой механики»*, опубликовано немало работ по разъяснению предложенной интерпретации. Среди авторов работ на эту тему особое место занимает Вернер Гейзенберг – один из видных разработчиков квантовой механики. Его многочисленные статьи, лекции, доклады по философским проблемам атомной физики, изданные позднее отдельной книгой под этим названием [43], а также книга под названием «Физика и философия» [44] представляют в совокупности полное и весьма детальное изложение философии квантовой механики, разработанной «копенгагенской школой» физиков.

Необходимо отметить, что квантовая механика, базирующаяся на принципах дуализма и неопределенности, и «копенгагенская интерпретация квантовой механики» – это две взаимообусловленные системы соответственно физического и философского суждения о чем-то

*вполне определенном.* Это вполне определенное под названием «микромир» с точки зрения «копенгагенской школы» физиков делает взаимообусловленность весьма жесткой. Не может быть так, чтобы в одной из двух этих систем что-то менялось, а в другой из них все оставалось бы без всяких изменений. Например, если в философской системе суждений, то есть в «копенгагенской интерпретации» вдруг потребовать, чтобы исследуемые микрообъекты рассматривались как объективная реальность, одинаковая для всех исследователей, то это означало бы, что ставится требование соответствующим образом изменить физическую систему суждений, собственно, квантовую механику. Можно даже догадаться, каким было бы это изменение. Но не будем догадываться, а обратимся к Гейзенбергу. В своих книгах он показал, что дуализм и объективность микрообъектов – вещи несовместимые в квантовой механике. Следовательно, настаивание на объективности микрообъектов было бы настаиванием на исключении из квантовой механики, как минимум, принципа дуализма. В русском переводе упомянутой выше книги Гейзенберга «Философские проблемы атомной физики» имеется комментарий И. В. Кузнецова [43, с. III–XXVII], в котором действительно высказывается категорическое несогласие с наиболее радикальным выводом этой книги – с *объявлением необъективными микрочастицы*, и ставится вопрос с требованием изменить этот вывод, однако нет в этом комментарии требования, чтобы соответствующим образом изменить и саму квантовую механику. Из этого можно сделать вывод, что взаимообусловленность систем физического и философского суждений о микромире, о чем говорилось выше, не является в философии достаточно ясной, поэтому даже материалистическая философия не в состоянии помочь физике (и самой себе) в устранении неадекватной «копенгагенской интерпретации квантовой механики».

Чтобы кратко передать суть аргументации, применяемой Гейзенбергом для иллюстрации необъективности микроявлений, придется воспользоваться как непосредственно высказываниями Гейзенберга, так и его мыслями, пересказанными в упомянутом выше комментарии Кузнецова. После многословного экскурса в историю развития материалистических воззрений на мир, охватывающую период от древних до современной физики, Гейзенберг делает вывод: «Атомное учение современной физики, таким образом, существенно отличается от античной атомистики тем, что оно не допускает больше какой-либо интерпретации в духе наивного материалистического мировоззрения;

...данные современной физики показывают, что атомы не существуют как простые телесные предметы, но что введение понятия атома делает простую формулировку взаимосвязей, определяющих все физические и химические процессы» [43, с.49–50]. То есть «Гейзенберг утверждает – говорится уже в комментарии, – что, по существу, они [атомы] являются не материальными частицами, существующими в пространстве и времени, а только символами, введение которых придает законам природы особенно простую форму» [43, с.VI] (страницы комментария к книге пронумерованы римскими цифрами, а книги – арабскими). И далее по комментарию: «Материализм, по его [Гейзенберга] мнению, обязательно связан с признанием того, что мельчайшие частицы материи являются уменьшенными копиями обычных макроскопических тел и непременно должны двигаться по законам механики Ньютона. Между тем, современная физика доказала, что микрообъекты вовсе не являются уменьшенными копиями макроскопических тел и движутся не по законам механики Ньютона. Они обладают сложной корпускулярно-волновой природой и подчиняются особым, неизвестным ранее, квантовым законам. Значит, заключает Гейзенберг, материализм потерпел крах, микрообъекты не являются объективной реальностью!» [43, с.VIII].

«Отрицая объективную реальность, Гейзенберг пытается успокоить читателя ссылкой на то, что это отрицание не является потерей для науки, а представляет собой открытие новых «мыслительных возможностей» – пишет далее Кузнецов [43, с.XI].

В чем суть новых «мыслительных возможностей», о которых говорит Гейзенберг? К каким «новым воззрениям» они приводят? Основу этих «новых воззрений» составляет так называемая «концепция дополненности» (или принцип дополненности), разработанная Бором и Гейзенбергом. «Философский смысл этой концепции состоит в утверждении, что объект и субъект будто бы неразрывно связаны друг с другом и что они якобы не могут существовать один без другого» [43, с.IX–X]. Согласно «концепции дополненности», больше известной под названием принципа дополненности, корпускулярные свойства микрообъекта являются дополнительными к волновым, а волновые – к корпускулярным, и совсем безразлично в каком порядке это дополнение действует. Важно лишь следующее: «...когда микрообъект проявляет волновые свойства, тогда якобы не имеет смысла говорить о его корпускулярных свойствах, и наоборот, наличие корпускулярных свойств якобы полностью исключает существование

волновых. Получается так, будто все дело именно в особом «принципиально неконтролируемом» взаимодействии приборов с микрообъектами. Эти приборы и «принципиально неконтролируемое» взаимодействие таковы, что при применении приборов одного типа микрообъект находится в пространстве и времени, но зато якобы перестает подчиняться закону причинности; при применении же приборов другого типа микрообъект будто бы перестает существовать в пространстве и времени, но зато подчиняется принципу причинности. Отсюда и вытекает «взаимосвязь» микрообъекта и субъекта, который по своему произволу с помощью соответствующего прибора либо «отменяет» закон причинности, либо «вводит» его в действие; либо «вводит» микрообъект в пространство и время, либо «выводит его за их пределы» [43, с.Х].

Излагая данную особенность квантовой механики, абсолютно правильно истолкованную в «копенгагенской интерпретации» в том смысле, что волновые и корпускулярные свойства микрообъекта являются *именно дополнительными* друг к другу, Кузнецов стремится представить их не в дополнительных отношениях, а в неразрывном единстве. Он говорит: «[«концепция дополнительности»] опирается на извращенное толкование взаимоотношения между волновыми и корпускулярными свойствами микрообъектов. Микрообъекты обладают волновыми и корпускулярными свойствами, *существующими в неразрывном единстве друг с другом*. Неразрывное единство волновых и корпускулярных свойств – одна из наиболее характерных черт микрообъектов. В этом открытии нельзя не видеть одного из блестящих подтверждений положения материалистической диалектики *о внутренней противоречивости явлений природы*. Между тем «концепция дополнительности» метафизически разрывает это внутреннее единство корпускулярных и волновых свойств микрообъектов и объявляет их «дополнительными» друг к другу» [43, с.Х] (курсив мой. – Р. Ф.).

Так Кузнецов пытается защитить в физике объективную реальность, как того справедливо требует *диалектический материализм* и как на то дает все основания сама же физика, но он, вообще говоря, таким способом пытается защитить не физику от «копенгагенской интерпретации», а только диалектический материализм; физика, мол, находится в согласии с «копенгагенской интерпретацией» – таково неявное мнение Кузнецова, необходимо (по Кузнецову) лишь заявить «о внутренней противоречивости явлений природы», меняющей только философию «копенгагенской интерпретации» в направлении вос-

становления в ней диалектического материализма. Однако тезис диалектического материализма «о внутренней противоречивости явлений природы», на котором строится основная линия защиты, более чем спорный. Чтобы показать это, обратимся к той философии, которая упомянутую внутреннюю противоречивость явлений природы рассматривает существующей в действительности и ею выражает сущность соответствующего материального предмета.

Правильно указывая на то, что задачей науки является постижение сущности предмета, эта философия дает следующее определение сущности, частично, как мне представляется, спорное: «Сущность – это внутреннее содержание предмета, выражающееся в единстве всех многообразных *и противоречивых* форм его бытия» [46, с.638] (курсив мой. – Р. Ф.). Но почему противоречивых? Откуда (из какой конкретной практики) точно выведено, что сущность предмета выражается в единстве противоречивых форм его бытия? Наличие противоречий как бы между формами проявления предмета может быть признаком и того, что с предметом связываются не его формы бытия.

Кузнецов, говоря «о внутренней противоречивости явлений природы» [«явление – то или иное обнаружение (выражение) предмета, внешние, непосредственно-данные формы его существования» (там же)], имеет ввиду дуалистический характер свойств микрообъектов. Но дуализм, который объединяет в себе две противоречащие друг другу формы существования, может состоять в объединении форм *не бытия предмета, а результата его взаимодействия* с другим предметом иной природы.

Выше было доказано, что так оно в действительности и есть (Т22 – Т30; непосредственно: Т25 и Т28).

Выражая дуалистический результат взаимодействия, легко этот результат ошибочно принять за выражение противоречивых форм бытия предмета. Например, при взаимодействии электрона-корпускулы с электромагнитным волновым возмущением, то есть с полем-волной, результат взаимодействия должен, разумеется, получить такое выражение, которое несло бы в себе признаки и частицы, и волны. В этом случае и появляется реальная возможность истолковывать результат либо в корпускулярном, либо в волновом представлении, так сказать, в дополнительных друг к другу представлениях, на что указывает «копенгагенская интерпретация». Но имеющаяся возможность корпускулярного и волнового истолкования результата взаимодействия вовсе не означает наличия корпускулярных и волновых качеств в

электроне и в фотоне – отдельно в каждом из них, не означает и того, что, как утверждает Кузнецов, эти качества в «неразрывном единстве» присутствуют в микрообъектах.

Здесь уместно привести высказывание самого Гейзенберга на счет того, как в квантовой механике понимают дуализм микрообъекта. Он говорит: «Обе картины [корпускулярная и волновая], естественно, исключают друг друга, так как определенный предмет не может в одно и то же время быть и частицей (то есть субстанцией, ограниченной в малом объеме) и волной (то есть полем, распространяющимся в большом объеме). Но обе картины дополняют друг друга. Если использовать обе картины, переходя от одной к другой и обратно, то в конце концов получится правильное представление о примечательном виде реальности, который открывается в наших экспериментах с атомами» [44, с.29].

Уже данное высказывание служит иллюстрацией к тому, что квантовая механика есть физикой именно *результата* взаимодействия микрочастицы с микроволной (ЧМВ-объектом), а не физикой движения этих агентов в пространстве и во времени. Движением их в пространстве и во времени как до взаимодействия, так и после него она не занимается по предназначению. Откуда тогда ей знать, что там движется, *какова природа движущихся агентов?* Следуя тем же правилам, которые выдвигает и настойчиво защищает сама же квантовая механика и суть которых в фразе: «разговор может вестись только о том, что измеряемо», можно говорить в рамках квантовомеханического описания только о вероятности результата взаимодействия и о том, что он допускает трактовку на условиях дополненности. Для разговора о дуализме каждой в отдельности из взаимодействующих сторон квантовая механика не дает оснований.

Если свести все это в единое системное представление, то и для философии найдется ценная подсказка, конкретно следующая: необходимо исключить из определения сущности указание на противоречивость форм бытия предмета. Такое уточненное определение уже можно встретить в современных словарных источниках. Вот оно: «сущность – внутреннее содержание предмета, выражающееся в единстве всех его многообразных свойств и отношений» [18, с.701].

В связи с еще встречающимся ошибочным требованием неразрывности и единства между волновыми и корпускулярными свойствами микрообъектов, которые в квантовой механике только дополняют друг друга, еще раз следует напомнить о имеющей место взаимо-

обусловленности систем физического и философского суждения в сложном комплексе «квантовая механика – ее копенгагенская интерпретация» и подчеркнуть, отдавая должное «копенгагенской школе», что в этом комплексе нет ничего лишнего, *невзаимообусловленного*. Поэтому и отсутствует всякая возможность что-либо выбрасывать из одной части комплекса, например из философского суждения, не делая при этом соответствующего изменения во второй части комплекса – в физическом суждении, и наоборот. Чтобы прийти к адекватному истолкованию «экспериментов с атомами», исключаящему саму причину таких радикальных (и ошибочных) нововведений, как заявление об отсутствии в физике объективной реальности и др., необходимо модернизировать обе части комплекса, то есть соответствующим образом изменить и квантовую механику, и «копенгагенскую интерпретацию квантовой механики». Все это уже проделано выше (Т22–Т30).

2. Далее предстоит показать в соответствии с замеченным ранее (Р5, п.3; Т23; Т26), но уже как бы с чисто философской точки зрения (в развитие п.3 рассуждения 5), что квантовая механика – это наука измерения величин статистического проявления микромира. Вывод о таком характере этой науки непосредственно следует из «копенгагенской интерпретации». Он будет неизменно следовать из любой другой *возможной* интерпретации, так как определяется характером и структурой научных результатов, и следует, разумеется, также из той, которая в смысле оговоренного выше превращает квантовую механику в квантовую физику (Т28). Для прояснения истоков этого вывода будет детально проанализировано изложение «копенгагенской интерпретации» по Гейзенбергу как наиболее полное и подробное в философском отношении, – проанализировано все, что указывает на неизбежность подобного вывода. Пригодятся для анализа и высказывания Фейнмана на счет принципов неопределенности и дуализма, известные по Фейнмановым лекциям. Цитирование упомянутых источников будет перемежаться комментариями автора данного рассуждения, так что критикам следует быть наготове и проявлять бдительность.

Но предварительно поговорим о трех важных примерах, к которым чаще всего обращаются, когда сравнивают квантовую механику с доквантовой, чтобы показать в чем ее преимущество. Примеры заслуживают называться важными уже потому, что при системном их рассмотрении они дают информацию о *неполноте* общепринятых условий сравнения этих двух механик и, следовательно, о неадекватности выводов, получаемых из сравнения на общепринятых условиях. Пусть

рассмотрение, которое сейчас последует, будет своеобразным эпиграфом к намеченному анализу «копенгагенской интерпретации».

Итак, общепринято считать, что механика Ньютона в сравнении с квантовой механикой неточна в описании движения: она не учитывает требований, как минимум, принципа неопределенности. Гейзенберг для иллюстрации данной мысли обращается к следующему сравнению.

«Например, в ньютоновой небесной механике мы начинаем с того, что определяем положение и скорость планеты, движение которой собираемся изучать. Результаты наблюдения переводятся на математический язык благодаря тому, что из наблюдений выводятся значения координат и импульса планеты. Затем из уравнения движения, используя эти численные значения координат и импульса для данного момента времени, получают значения координат или какие-либо другие свойства системы для последующих моментов времени... В квантовой теории все происходит по-иному. Допустим, нас интересует движение электрона в камере Вильсона и мы посредством некоторого наблюдения определили координаты и скорость электрона. Однако это определение не может быть точным. Оно содержит по меньшей мере неточности, обусловленные соотношением неопределенностей...» [44, с.25].

Но еще больше классическая механика иллюстрирует свою неадекватность тем, *считают приверженцы «копенгагенской интерпретации»*, что для описания дискретных стационарных состояний электрона на законы классической механики необходимо налагать квантовые условия. В связи с данным обстоятельством Гейзенберг замечает: «Бору было ясно, что квантовые условия в известном смысле разрушают внутреннюю прочность ньютоновой механики» [44, с.16].

Однако, о каком разрушении, милейшие господа, может быть речь? Ньютонова механика – это наука об *инерциальном* состоянии в объективном мире, которое устанавливается по закону: *всякий объект продолжает удерживаться в своем состоянии покоя или равномерно прямолинейного движения, или, наконец, ускоренного движения в поле центральной силы, пока и поскольку он не понуждается приложенными силами изменить это состояние* [Аксиома природы I (вторично обобщенная) (T27)]. Именно для этого состояния справедливым является второй закон природы: *изменение количества движения пропорционально приложенной движущей силе и происходит по направлению той прямой, по которой эта сила действует* (Аксиома приро-



ды 2). Неужели квантовая механика может все это поотменять, проще говоря, выбросить из картины мира факт существования инерциального состояния, и это при том, что устойчивость как макро-, так и микромира обуславливается инерцией? Если какое-то конкретное стационарное состояние атома (оно же автоматически являющееся и инерциальным состоянием) «зацепляется» в системе «атом – вещество – физическое пространство» за что-то невыясненное и необходимо усилие, чтобы атом столкнуть в другое стационарное состояние, то это не означает, что закон инерции рушился, а с ним и ньютонова механика! Пора перестать так бессодержательно относиться к физической науке, основываясь только на не проясненном формализме и полностью игнорируя аксиомы природы, а также совокупные результаты опытов. Ярким показателем этого отношения к физике является отношение к механике Ньютона.

В числе подобного рода отношений, в которых пренебрегается, как минимум, совокупный результат опытов, можно назвать и рассуждение о якобы необъяснимости с классических позиций опыта Комптона – его результата по рассеянию рентгеновского излучения. Несистемным квантово-релятивистским подходом к этому опыту классическая физика ставится в такое положение, которое с позиции совокупного результата опытов никак невозможно ей приписать. Приписываемое ей положение, разумеется, таково, что результат опыта Комптона противоречит этому положению. Послушаем Гейзенберга как ему все это видится.

«На основании прежних опытов по интерференции рассеянного света было совершенно очевидным, что рассеяние происходит в основном следующим образом: падающая световая волна выбивает из пучка электрон, колеблющийся с той же самой частотой; затем колеблющийся электрон испускает сферическую волну с частотой падающей волны и вызывает тем самым рассеянный свет. Однако в 1923 году Комптон обнаружил, что частота рассеянных рентгеновских лучей отличается от частоты падающих лучей» [44, с.18].

Возникает вопрос с точки зрения классической физики: почему электрон, выбитый светом из пучка, должен колебаться, причем с частотой выбившего его света? Обращаясь к отдаленной аналогии, разве можно говорить, что лодка, выброшенная из моря морской волной, станет колебаться с частотой этой волны, и вообще, разве можно явление взаимодействия поля с веществом сводить к этому? С позиции классической физики можно заявить только следующее, и ничего

*больше*: под воздействием света электрон ускорится с ускорением, пропорциональным силе воздействия. При этом сила будет потрачена на *приращение как импульса электрона, так и импульса его поля*, всегда непременно возникающего с ускорением объекта. Именно в данном суждении заключена истинная суть классического толкования воздействия на электрон, а не в том, чтобы электрону ставился в соответствие абстрактный осциллятор.

В теме 27 было показано, что пользование понятием осциллятора должно проводиться с осторожностью, сводящейся к требованию не терять из виду физический образ явления, чтобы избежать неадекватного истолкования его. Чрезмерная формализация этого понятия может приводить к неверным физическим выводам. В частности, нельзя уподоблять осциллятору движение электрона по орбите в атоме, то есть нельзя считать, что, глядя со стороны на это движение, мы имеем осцилляцию электрона со всеми вытекающими из нее физическими последствиями (Т27). Не прибегая к этому уподоблению, не возникало бы и связанного с ним недоумения, почему частоты испускаемых излучений отличаются (по данным опыта) от орбитальных частот. Не было бы тогда и повода для восклицания, наподобие того, что ниже приводится, которое принадлежит Гейзенбергу: «Как может быть, что частота орбитального движения электронов в атоме не является также и частотой испускаемого излучения? Разве не означает это, что нет никакого орбитального движения?» [44, с.17].

Нет, не означает! И потому не означает, что при стационарном орбитальном движении никаких излучений не происходит (Т27). Излучений следует ожидать лишь в случае такого воздействия на стационарно движущийся электрон, в результате которого он, двигаясь по орбите, станет колебаться между двумя соседними стационарными состояниями, попеременно приближаясь своими динамическими характеристиками то к одному из них, то к другому. Это будет сопровождаться и соответствующим колебательным смещением электрона в физическом пространстве, то есть он станет осциллировать относительно стационарной орбиты. Частота наступления его крайних характеристик и будет частотой излучения.

Итак, если исходить из аксиом природы и науки и совокупных результатов опытов, то важные для квантовой механики воззрения на явления из рассмотренных примеров необходимо пересматривать в направлении, обозначенном в этом рассмотрении. Данное означает, что должна пересматриваться и «копенгагенская интерпретация». Но

потребность в пересмотре «копенгагенской интерпретации» не уменьшает актуальности ее анализа до пересмотра с целью установления характера *естественного* предназначения квантовой механики. Как уже отмечалось выше, пересмотр «копенгагенской интерпретации» не может изменить предназначения квантовой механики, так как оно определяется формализованной природой научных результатов. Основные из них останутся неизменными при любом уточнении квантовой механики. Поэтому то предназначение последней, которое может быть установлено на основе «копенгагенской интерпретации», будет установлено и в случае любой другой возможной интерпретации квантовомеханического формализма.

3. «Копенгагенская интерпретация квантовой механики» начинается с установления собственного понятийного языка, который полностью заимствуется у классической физике, лишь при этом объявляется, что он неточен, по крайней мере в пределах неточностей (неопределенностей) Гейзенберга. Убеждение, что используемый язык неточен лишает возможности ставить вопрос об истинном смысле квантовой механики (КМ). Так, в случае, когда возникают затруднения с физической образностью в КМ и этот факт должен бы наводить на вопрос, «Можно ли с помощью КМ пытаться уточнять образ объективной реальности?», в этом случае, веря в неполноту классического языка, не ставят такого рода вопрос, а просто заявляют: причиной возникающих неладов с образностью является неточность понятийного языка классической физики, используемого в КМ.

В связи с данным обстоятельством напомним: в изложенной выше интерпретации, которая переводит КМ в КФ (в квантовую физику; см. T28), волновой пакет, дающий в КМ формализованную заготовку для соотношения «неопределенностей», *не используется* по причине того, что любой пакет в действительности есть *макрообъектом*, не стыкующимся с микропроцессами (T22). Тем самым убирается из исходного пункта КМ математическая структура, трактуемая как выражение неопределенностей (неточностей). Вместо пакета предлагается для использования ЧМВ-объект, который на самом деле есть микрообъектом, причем его использование в кинематическом отношении ограничивается только одним назначением – заданием области локализации волнового объекта без каких-либо других интерпретаций этой области (например, без утверждения, что это есть область неточности определения места объекта). По динамическому ресурсу ЧМВ-объект

совместим с переходами электронов в атоме, более того, имеет к переходам прямое отношение – ими вызывается или на них тратится.

Анализ «копенгагенской интерпретации квантовой механики» нельзя начать и вразумительно провести в нашем смысле, не отмечая (вместе с Гейзенбергом), как зарождалась математическая формулировка КМ и с чего складывается полное представление о ней. А также в чем в этом отношении отличается КФ от КМ. Гейзенберг отмечает:

«Точная математическая формулировка квантовой теории сложилась, в конечном счете в процессе развития двух различных направлений. Одно направление было связано с принципом соответствия Бора. На этом направлении нужно было прежде всего отказаться от понятия «электронная орбита» и использовать его лишь в предельном случае больших квантовых чисел, то есть больших орбит. В этом последнем случае частота и интенсивность излучения некоторым образом соответствуют электронной орбите. Излучение соответствует тому, что математики называют «фурье-представлением» орбиты электрона. Таким образом, вполне логична мысль, что механические законы следует записывать не как уравнения для координат и скоростей электронов, а как уравнения для частот и амплитуд их разложения Фурье. Исходя из таких представлений, возникает возможность перехода к математически представляемым отношениям для величин, которые соответствуют частоте и интенсивности излучения. Этот переход мог быть выполнен. Летом 1925 года он привел к математическому формализму, который был назван «матричной механикой», или, вообще говоря, квантовой механикой» [44, с.20].

Выше уже отмечалось, что частота орбитального обращения электрона и частота излучаемого света – это не взаимообусловленные, а независимые друг от друга величины, характеризующие различные явления. Поэтому на их несовпадении нельзя строить представление, что нет электронной орбиты. Еще более интересным является «... вполне логическая мысль, что механические законы [движения] следует записывать не как уравнения для координат и скоростей электрона, а как уравнения для частот и амплитуд их разложения Фурье». И в самом деле, об электроне на орбите никогда ничего не известно: не ясно, какова его скорость, каковы координаты в момент начала перехода, чтобы можно было составить необходимое уравнение движения. Но если все неизвестное об электроне переложить на значительно более известную взаимодействующую с электроном электромагнитную волну, вызывающую его переход или являющуюся результатом

перехода, то это будет означать, что представление об электро́не в атоме дается на результате его взаимодействия с полем (T25, T28, T29). Таким образом, матричная (квантовая) механика есть ничем иным, как механикой результата микровзаимодействия вещества и электромагнитного поля. Далее Гейзенберг продолжает:

«Другое направление исходило из идей де Бройля о волнах материи. Шредингер попытался записать волновое уравнение для стационарных волн де Бройля, окружающих атомное ядро. В начале 1926 года ему удалось вывести значения энергии для стационарных состояний атома водорода в качестве собственных значений своего волнового уравнения, и он сумел дать общее правило преобразования данных классических уравнений в соответствующие волновые уравнения, которые, правда, относятся к некоторому абстрактному конфигурационному пространству. Позднее он показал, что его волновая механика математически эквивалентна более раннему формализму квантовой или матричной механике» [44, с.20–21].

А иначе и быть не могло, то есть волновая механика Шредингера математически не могла не оказаться эквивалентной матричной механике Гейзенберга, поскольку она также является механикой результата микровзаимодействия вещества и электромагнитного поля, только другим способом представленной. В теме 29 подробно изложено, в чем состоит этот способ.

Заметив, что наконец был получен «...непротиворечивый математический формализм [квантовой механики], который можно выразить двумя равноправными способами: или с помощью матричных соотношений, или с помощью волновых уравнений» (там же), Гейзенберг ставит вопрос: «Однако собственно в каком смысле новый формализм описывает атомные явления? Ведь парадоксы корпускулярной и волновой картины еще не были решены; они только содержались в скрытом виде в математической схеме» – говорит он [44, с.21].

На этот свой центральный вопрос Гейзенберг дает следующий ответ, завершающий всю подготовительную работу для провозглашения «копенгагенской интерпретации»:

«В направлении действительного понимания квантовой теории первый и очень интересный шаг уже в 1924 году был сделан Бором, Крамерсом и Слэтером. Они попытались устранить кажущееся противоречие между волновой и корпускулярной картинами с помощью понятия *волны вероятности*. Электромагнитные световые волны толковались не как реальные волны, а как волны вероятности, интенсив-

ность которых в каждой точке определяет, с какой вероятностью в данном месте может излучаться и поглощаться атомом квант света» [44, с.21] (курсив мой. – Р. Ф.).

И в самом деле, если знание о взаимодействии в веществе электрона и поля сводится к полному незнанию параметров первого, а потому – к суждению о нем по параметрам второго через *свершившийся акт взаимодействия*, то каким может быть это знание? Конечно же таким, в котором определяется лишь *вероятность результата взаимодействия*, очерченная определенными условиями (Т24, Т25, Т29). В отличие от классической вероятности, предсказывающей наступление того или иного результата из массива возможных результатов, данная является вероятностью *описываемой* потенции, то есть вероятностью скрытой способности процесса микровзаимодействия дать тот или иной результат. Вот как об этой квантовомеханической вероятности говорит сам Гейзенберг:

«В математике или статистической механике величина вероятности означает суждение о степени нашего знания фактической ситуации. Бросая кость, мы не можем проследить детали движения руки, определяющие выпадение кости, и поэтому говорим, что вероятность выпадения отдельного номера равна одной шестой, поскольку кость имеет шесть граней. Но волна вероятности, по Бору, Крамерсу и Слэтеру, содержала гораздо больше, чем это. Она означала нечто подобное стремлению к определенному протеканию событий. Она означала количественное выражение старого понятия «потенция» аристотелевской философии [44, с.21–22].

Из сравнения друг с другом двух этих суждений – принадлежащего Гейзенбергу (суждение с позиции КМ) и автору данных строк (суждение с позиции КФ) – видно, что они в конечном счете совпадают. Однако суждение с позиции КМ не опускается до физических деталей, а делается лишь по математическим (чисто формализованным) представлениям событий, без каких-либо содержательных оценок математических выражений, тогда как суждение с позиции КФ основывается на системном утверждении, что вероятность события определяется по результату взаимодействия в веществе электрона и поля *в условиях*, когда об электроне почти ничего не известно и потому сведения о нем берутся из проявляющегося поля. Ярким примером того, что суждения с позиции КМ – действительно бессодержательны в деталях, есть «копенгагенская интерпретация квантовой механики».

Итак, в «копенгагенской интерпретации» словами Гейзенберга возвещается: «...теоретическое истолкование [квантовомеханических явлений] включает в себя три различные стадии. Во-первых, исходная экспериментальная ситуация представляется с помощью функции вероятности. Во-вторых, устанавливается изменение этой функции с течением времени. В-третьих, делается новое измерение, а ожидаемый результат его затем определяется из функции вероятности. Для первой стадии необходимым условием является выполнение соотношения неопределенностей. Вторая стадия не может быть описана в понятиях классической физики; нельзя указать, что происходит с системой между начальным измерением и последующими. Только третья стадия позволяет перейти от возможного к фактически осуществляющемуся» [44, с.27].

Данные самые важные утверждения «копенгагенской интерпретации» я прокомментирую в сопоставлении с тем положением, которое видится с позиции развиваемой в данной книге КФ.

Сначала сравнительный комментарий утверждения, высказанного выше в пункте «Во-первых». Вместо того, чтобы исходная ситуация представлялась с помощью *макроволны*, чем всегда является используемый в КМ волновой пакет, она должна представляться с помощью *микроволны*, а еще точнее – с помощью ЧМВ-объекта. В этом вся суть превращения КМ в КФ. Функцией вероятности в КФ должна быть функция, связанная с ЧМВ-объектом. А это означает, что в описании должно использоваться соотношение вида (Т28.7) вместо соотношения (Т24.7). Тогда иллюзии неопределенности не будет и в помине. Использование (Т28.7) сводится к тому, что для описания микроявления берется такая часть монохроматической микроволны, которая несет в себе возможность действия, способного перевести электрон в атоме из одного стационарного состояния в другое; в более общем смысле – такая часть, которая заключает в себе действие, пропорциональное постоянной Планка. Каких-либо других указаний, например того, что якобы невозможно совместно точно измерить импульс и место микрообъекта, это новое соотношение, даваемое КФ, не содержит.

А теперь комментарий пункта «Во-вторых». Очень важным для уяснения истинного смысла КМ является как раз то, что «вторая стадия не может быть описана в понятиях классической физики». Добавлю: она не может быть описана и в любых других понятиях, так как изменение функции вероятности с течением времени не является описанием изменения состояния электрона; другими словами, «функция

вероятности не описывает само течение событий во времени», а характеризует лишь тенденцию события. В этом вероятностном описании нет никакого описания процесса, в реальности безусловно имеющего место при изменении состояния электрона. Есть только фиксация различных вероятностных тенденций в зависимости от условий, названных Гейзенбергом «начальным измерением и последующими».

Отсюда следует непререкаемый вывод-констатация: *в КМ не описываются процессы; в ней определяются величины, характеризующие вероятностные ситуации, даются формализованные указания, как измерять эти величины. Словом, квантовая механика – это наука измерения величин статистического проявления микромира. Об этом уже не раз говорилось выше.*

Далее Гейзенберг рассуждает: «Вторая стадия – количественный расчет функции вероятности – показывает, что волновой пакет движется не вокруг ядра, а от ядра... Следовательно, нельзя никогда наблюдать более чем одну точку траектории электрона; следовательно, утверждение, что нет никакой, в обычном смысле, траектории электрона, не противоречит опыту» [44, с.28].

Да, это утверждение не противоречит опыту, но оно и не является фактом, выводимым из опыта. Более того, по отношению к совокупному результату опытов, это утверждение вполне можно назвать спекулятивным, то есть таким, которое сделано без всякого обращения к опытам. Ибо уже по результатам движения электрона в камере Вильсона ясно, что электрон есть такое образование, которое, двигаясь, описывает в пространстве траекторию в полном соответствии с классическим понятием траектории. Из всего этого следует, что какие-то двойственные стандарты (подходы) присутствуют в суждениях, когда сравнивают квантовую механику с классической; разумеется, скрыто присутствуют, скрыто даже от авторов анализируемой «копенгагенской интерпретации». Впечатление о двойственности применяемых стандартов можно также получить, если замыслиться и над таким суждением Гейзенберга в сопоставлении с классическим аналогом подобного суждения: «Нельзя наглядно описать, что происходит между двумя следующими друг за другом наблюдениями. Вполне естественно было бы попытаться сказать, что электрон должен быть где-то между двумя наблюдениями и что по-видимому, он описывает какое-то подобие траектории, даже если невозможно эту траекторию установить. Такие рассуждения имеют смысл с точки зрения классической



физики. В квантовой теории такие рассуждения представляют собой неоправданное злоупотребление языком» [44, с.28].

И в самом деле, коль скоро КМ не дает описания процессов, то разговоры о процессах действительно «представляют собой неоправданное злоупотребление языком». Ведь речь в КМ не о самих процессах, а о величинах, характеризующих *вероятности* процессов, поэтому о КМ можно говорить лишь как о системе формализованных правил установления этих величин. Но важно другое, а именно следующее, относящееся уже к мировоззренческим проблемам: почему, не имея условий заниматься процессами движения рассматриваемых объектов и в связи с этим предостерегая о возможных злоупотреблениях языком, в КМ охотно говорят об *отсутствии* электронных орбит, о *невозможности* совместного точного измерения импульса и места объекта, о *необъективности* объектов и т. д.? То есть говорят там о том, что не выводится непосредственно из КМ. Разве не является это ярким примером двойственности в подходах: в одних случаях, мол, нельзя говорить о вещах, к которым КМ не имеет прямого отношения, а в других случаях можно? Причем, нельзя говорить в поэлементном суждении, а в обобщающем – можно.

На этот вопрос пусть построит для себя ответ сам Читатель. А я в завершение п.3 приведу рассуждения Фейнмана, которые давно уже твердят (может, лишь недостаточно явно), что КМ – это наука не о процессах *в природе*, а об измерениях *в физике* величин статистического проявления микромира. Сначала повторю уже приводившееся ранее высказывание (P5), имеющее отношение и к данному разговору. Фейнман этим высказыванием отмечает: «С тех пор как родилась квантовая механика, стали подчеркивать и другое положение: не надо говорить о вещах, которые невозможно измерить. (Кстати, и теория относительности говорила об этом же). Пока не определено, как измерять величину, ей нет места в теории. А поскольку точное значение импульса локализованной (находящейся в каком-то месте) частицы не может быть определено при помощи измерения, значит, импульсу нечего делать в теории» [37, с.232–233].

Данное, с виду почти тривиальное, рассуждение, казалось бы, вообще не требует каких-либо комментариев по своей сути, а тем более аргументации в свое подтверждение. Но так было бы, если бы не два важных обстоятельства, которые лицают это рассуждение общепринятых оснований.

*Обстоятельство первое.* По «копенгагенской интерпретации», любая микрочастица рассматривается и как волна (волновой пакет), а ее волновые свойства, в частности интерференция и дифракция, – как условия для выполнения принципа неопределенности. Как все это выглядит в деталях, рекомендую ознакомиться по богатым на образы и сравнения примерам Фейнмана, приведенным в его лекциях {см. [37], главу 37 (параграфы 3–6 и 8), а также главу 38 (параграфы 1–3)}.

Итак, чтобы для микрочастицы, например электрона (далее буду говорить только о нем), реализовался принцип неопределенности, необходимо, чтобы электрон обладал свойством интерференции (и, само собой разумеется, свойством дифракции); чтобы, проходя щели в перегородке, проходил их *определенными долями*, которые за перегородкой давали бы интерференционную картину в совместном действии на экран: где-то доли усиливали бы друг друга, а где-то гасили бы. Я ставлю вопрос перед приверженцами «копенгагенской интерпретации»: вы действительно убеждены, что с каждым отдельным электроном так все и происходит? А может быть, интерференционную картину (ее подобие) дает не один электрон, а множество электронов?! Разумеется, для «копенгагенской интерпретации» (для ее спасения) нужно, чтобы интерферировал именно каждый отдельный электрон. Ибо в противном случае электрон не имел бы права называться объектом с волновыми свойствами и не было бы основания так истолковывать микроявления, как они истолкованы в «копенгагенской интерпретации». Углубленный анализ явления взаимодействия электронов с кристаллической структурой в опытах Дэвисона, Джермера, Томсона, Тартаковского показывает, что на самом деле никакой интерференции электронов нет (Т24). А одним из опытных доказательств данного утверждения есть как раз тот простой факт, что отсутствует интерференция у поодиноких электронов, прошедших кристаллическую структуру: поодинокие электроны дают и поодинокие следы на экране за кристаллической структурой. Значит, все эти словесные игры со щелями в перегородках и интерференционными картинами электронов за перегородками на экранах (наподобие примеров, рассмотренных Фейнманом) ничего общего с реальностью не имеют. Отклонение электрона за кристаллической структурой от направления, которое он имел до структуры, есть результатом не дифракции, а селективности, то есть избирательности электронов по определенным направлениям движения вследствие взаимодействия со структурой. В соответствии с этим, получающиеся на опыте интерфе-

ренционные кольца есть результатом не интерференции каждого электрона в отдельности, а селективности множества электронов. Таким образом, дуализма волны-частицы в реальной природе нет и, следовательно, нет основания говорить о реализации принципа неопределенности при определении места электрона и его импульса.

*Обстоятельство второе.* Чтобы яснее его изложить, на сравнениях с общепринятым, я снова обращаюсь к рассуждениям Фейнмана. Он говорит (приведу целый монолог, так как речь идет о весьма непростом в мировоззренческом смысле упущении): «...с точки зрения классики, узнав местоположение и скорость всех частиц мира (или в сосуде с газом), можно точно предсказать, что́ будет дальше. В этом смысле классический мир детерминирован. Но представьте теперь, что наша точность ограничена и что мы не знаем точно положение только одного из атомов; знаем, скажем, его с ошибкой в одну миллиардную. Тогда если он столкнется с другим атомом, неопределенность в знании его координат после столкновения возрастет. А следующее столкновение еще сильнее увеличит ошибку. Так что если сначала ошибка и была еле заметной, то все равно вскоре она вырастет до огромнейшей неопределенности. Вот вам пример: вода, падая с плотины, брызжет во все стороны. Подойдите поближе, и на ваш нос тоже упадет несколько брызг. Это кажется совершенной случайностью, хотя поведение воды может быть предсказано на основе чисто классических законов. Точное положение всех капель зависит от мельчайших колебаний потока воды перед плотиной. Но как они зависят? Еле заметные нерегулярности в падении воды усиливаются и приводят к полной случайности движений. Ясно, что мы не можем по-настоящему предвидеть положение капель, если не знаем движения воды *абсолютно точно*» [37, с.234–235].

Обратите внимание на фразу Фейнмана: «Еле заметные нерегулярности в падении воды усиливаются и приводят к полной *случайности движения*» (курсив мой. – Р. Ф.). Случайности в *описании* природы, а не в самой природе – следовало бы говорить во всех подобных случаях. Но так не говорят, и в этом весь трагизм современной науки о природе, физики о микромире. Как бы исподволь, незаметно для Читателя, выстраивается представление, что природа – это то, что является *возможностью* в описании, а не то, что есть реальностью в объективном существовании. Нерасшифрованные как процессы, *h*-скачки исключаются из процессов природы, и такой образ природы представлен в «копенгагенской интерпретации». Именно поэтому Фейнман с

убежденностью рассуждает, что «с точки зрения классики», в которой, «узнав местоположение и скорость всех частиц мира», можно точно предсказать будущее, поскольку методами «классики» полностью отслеживается причинно-следственная цепочка. «В этом смысле – говорит он – классический мир детерминирован» [37, с.234] (курсив мой. – Р. Ф.). А вот, если причинно-следственную цепочку невозможно отследить, то мир (по Фейнману) будет недетерминированным и величины, характеризующие его, должны определяться с неопределенностями. Причем, речь в подобном разговоре ведется, очевидно, не о физическом, а о реальном мире, коль скоро на основе «копенгагенской интерпретации», служащей аргументацией для этого разговора, делается ревизия классической физики. Мол, классическая физика недостаточно глубоко проникает в существо естественных процессов, поэтому она не обнаруживает неопределенности в существовании. Нет, уважаемые, именно классическое дифференциальное описание движения полностью накладывается на объективные процессы, взаимодействия свободных тел, вплоть до как угодно малых элементов изменения, и в этом смысле классическая механика – это наука об объективно существующем мире. Квантовая же механика не в состоянии понять микропроцессы в силу нерасшифрованности  $\hbar$ -скачков в состояниях несвободных микрообъектов, она лишь определяет вероятностные результаты взаимодействия микрообъектов с полем. Поэтому, зная, что КМ – это наука не о моделировании микропроцессов, а о характеристиках проявления их результатов, следует завершить это знание таким заключением: КМ – это наука для определения величин статистического проявления микромира.

**Резюме.** Из материала, содержащегося в данном рассуждении, следует, что квантовая механика – это физика *результата* микровзаимодействий, предсказываемого вероятностным способом. Процессов, приводимых к этому результату или берущих в нем свое начало, КМ не рассматривает. Следовательно, она не является физикой микродвижений. Как уже не раз было показано выше, КМ – это своеобразная научная система для определения (измерения) величин статистического проявления микромира; своеобразность ее в том, что определение величин в ней проводится с помощью *функции* вероятности.

Нельзя не резюмировать и по такой проблеме. В рассуждении 1 было показано, что попытка дать философское истолкование пространства и времени приводит к *антимониям* – двум взаимоисключающим суждениям, которые считаются в равной мере обоснованными.

ми; можно сказать и так: приводит к дуализму в философских суждениях о пространстве и времени, означающему наличие двух начал в истолковании каждого (пространства или времени). Взаимоисключение двух логически доказуемых суждений может рассматриваться как отражение противоречий в самой природе, но может быть и отвлеченным суждением, не имеющим подтверждения в реальной действительности, а отражающим исторический уровень развития знания. Философия не стала заявлять, что дуализм в суждениях о пространстве или времени свойственен самой природе и, таким образом, не стала поддавать сомнению независимость существования природы от суждений человека. Это сделала квантовая механика в своем заявлении о дуализме микрообъектов, принося в жертву квантовомеханическому субъективированному суждению объективную реальность. Тем самым КМ оказалась в больших грехах перед объективной реальностью, чем какая-нибудь другая оформленная человеческая мысль.

### РЕЗЮМЕ ГЛАВЫ 5

Основные положения квантовой механики – *принципы неопределенности и дуализма* – несовместимы с фактами. Данный вывод вытекает из совокупных результатов опытов.

**Принцип неопределенности.** Чтобы нести в себе хоть какие-то признаки физического принципа, он должен в известном смысле быть связанным с волновым пакетом. Однако эта связь выводит его из сферы *микроявлений*, ибо волновой пакет – это *макрообъект*: амплитуда волнового пакета, из материала которого получают выражение для принципа, является бесконечно большой по сравнению с амплитудой единичной микроволны, достаточной для осуществления результативного взаимодействия в микромире. Итак, волновой пакет несовместим с микроявлениями, следовательно, он не должен использоваться в физике микроявлений – таков первый вывод, ставящий под сомнение общепринятое положение вещей в квантовой механике.

**Принцип дуализма.** Этот принцип гласит, что и частица, и волна в одинаковой мере обладают как корпускулярными, так и волновыми свойствами. Но если поставить вопрос «Как и где эти свойства себя проявляют?», то ответ однозначно будет таков: «Их обнаруживают единственно по *результату* взаимодействия друг с другом частицы и волны». Вот здесь-то и закрадывается мысль: а не может ли быть так в

реальности, что носителем дуализма является не частица и не волна, а только сам результат их взаимодействия в том смысле, что его можно выразить либо с помощью представления о частице, либо с помощью представления о волне? Поскольку возможность реальной связи дуализма не с объектами, а с результатом взаимодействия не исключается, то о двойственности частицы и волны без *специального* исследования говорить нельзя – таков второй вывод, ставящий под сомнение существующее положение вещей в квантовой механике.

Специальным исследованием мог бы быть анализ известных экспериментов по пропусканию электронов через тонкую металлическую фольгу или отражению от поверхностей кристаллических структур. Оказалось, что при пропускании (отражении) одного отдельного электрона его след на экране точечный, а не интерференционный. Это и есть одним из доказательств того, что электрон – не волна, а только частица. Похожую на интерференционную картину дает только множество электронов, пропущенных либо группой в один момент, либо по одному в течение определенного времени. Подобие интерференционной картины в этих случаях достигается в результате *селективности* направлений движения электронов от пропускающего (отражающего) кристалла до экрана – таков единственно возможный вывод.

Следовательно: 1) вместо волнового пакета, служащего заодно и способом локализации волн в пространстве, необходимо брать (как для локализации волнового процесса, так и в динамических целях) определенную часть монохроматической микроволны, названной в данной книге ЧМВ-объектом. Существование лазерного излучения, состоящего из сфазированных излучений от электронных переходов в атоме и образующего монохроматическую волну, «сшитую» из множества частей, – тому свидетельство, что поступать так можно. Именно подобного рода часть монохроматической микроволны и должна выступать в качестве отдельного волнового микрообъекта; 2) вместо общепринятого дуализма взаимодействующих друг с другом частицы и волны необходимо считать, руководствуясь упомянутыми опытами, что дуалистичен только результат их взаимодействия, а не частица сама по себе и не волна сама по себе.

Выполнение требований, обозначенных пунктами 1) и 2), означало бы, что квантовая механика (КМ) перестроена в иную научную систему, названную в данной книге квантовой физикой (КФ). Полученная в результате этой перестройки физика микромира более *системна*, чем общепринятая. Она допускает рассмотрение движения *несвободного*

вещественного как микро-, так и макрообъекта с помощью системного уравнения Гамильтона – Якоби – Шредингера.

Но КФ, в виде перестроенной КМ, не становится научной системой, способной истолковывать *все процессы*, протекающие в микромире, как не была таковой и КМ: и в той и в другой нерасшифрованным остается *микрпроцесс  $h$ -скачка*. Различие между КФ и КМ лишь в том, что первая освобождена от неадекватных кризисных представлений, приводящих в конечном счете к отрицанию объективной реальности. В силу своей специфики и своих возможностей КФ есть научной системой не для описания микропроцессов, а для объяснения (измерения) величин статистического проявления микромира; это еще не физика в классическом смысле с полным описанием всех процессов, а только своеобразная метрологическая система для статистической оценки проявлений микромира. К наиболее ярким практическим иллюстрациям этой метрологической системы следует отнести известное объяснение с помощью представления о  $h$ -скачке формулы Планка по распределению энергии в тепловом излучении черного тела, истолкование комбинационного принципа на основе постулатов Бора и др.

В резюме к данной главе, кроме изложенного, должны входить аксиомы природы и науки, полученные на материале главы, а также все заключения из этой главы и определения. Вот они:

## АКСИОМЫ ПРИРОДЫ И НАУКИ

**Аксиома природы 1 (обобщенная вторично).** *Всякий вещественный объект продолжает удерживаться в своем состоянии покоя или равномерного прямолинейного движения, или, наконец, уравненного движения в поле центральной силы, пока и поскольку он не понуждается приложенными силами изменить это состояние.*

**Главная Аксиома науки.** *Невозможно построить физику, строя физические представления без формализованных анализов и выражений, но невозможно построить ее и при помощи одних только формализованных представлений; должно быть и то, и другое и в такой пропорции, которая требуется объективной реальностью, достаточно полно выражающейся только с раскрытием ее качественных и количественных сторон; признаком неполноты знания об объективной реальности есть представление таковой либо только в качественном, либо только в количественном аспекте, либо даже отрицание ее (что является скрытой сутью КМ и СТО).*

## ЗАКЛЮЧЕНИЯ

**Заключение 1.** Принцип неопределенности – это искусственное толкование неадекватных выражений  $\Delta x \Delta p \geq \hbar$  и  $\Delta t \Delta E \geq \hbar$ , неадекватность которых доказывается такими простыми фактами: для построения приведенных выражений, из волнового пакета выбрасывается амплитуда и берется в рассмотрение только характеристика протяженности или длительности пакета, которая затем умножается на  $\hbar$ , чтобы связать пакет с микродействием  $\hbar$ , задающим, с одной стороны, действующую групповую волну, а с другой – микрочастицу вещества, изменение состояния которой есть результатом этого действия; ареной действия (и адресом вероятностного результата действия) выступают пространственная и временная зоны пакета, определяющиеся выражениями, соответственно  $\Delta x = \hbar / \Delta p$  и  $\Delta t = \hbar / \Delta E$ , правые части у которых – явно искусственные построения; но не менее искусственны и левые части этих выражений, ибо реальные зоны суть зоны не макро-, а микроволны, действие которой составляет одну из сторон  $\hbar$ -процесса, который не расшифрован и поэтому неизвестен, как и сами реальные зоны.

**Заключение 2.** Волна де Бройля в том или ином своем практическом проявлении – это всегда часть электромагнитной монохроматической волны, потраченная на производство скачка в состоянии несвободного электрона, или полученная в результате этого скачка.

**Заключение 3.** Дуализм «волна-частица» не свойственен ни волне самой по себе, ни микрочастице самой по себе, это есть двойственной природы результат взаимодействия между ними, проявляющийся в виде квантового перехода, в котором с одной стороны принимала участие микрочастица, потребовавшая для своего перехода волнового действия не меньшего  $\hbar = E / \omega = p / k$ , а с другой стороны – часть монохроматической микроволны поля с волновым числом  $k = p / \hbar$  и частотой  $\omega = E / \hbar$ , потраченная на этот переход; словом, природа не знает свойств дуализма и не наделяет ими ни волну, ни микрочастицу, она только «разрешает» изображать взаимодействие между ними либо через волновой, либо через корпускулярный результат действия.



**Заключение 4.** Электромагнитное излучение – это всегда волны, а не частицы; о фотонах можно говорить лишь в смысле оценки затрат излучения на результат взаимодействия волн с веществом, когда волновым воздействием электроны вещества либо вырываются из него (фотоэффект), либо переводятся в нем на более высокие уровни (квантовые переходы), оставляя в обоих случаях впечатление действия эквивалентной электрону частицы.

### ОПРЕДЕЛЕНИЯ

**Определение 11.** Единичная – это естественная микроволна в физическом пространстве с амплитудой, частотой и длиной волны (волновым числом), созданными самой природой, а не интерференционным приемом; амплитуда, частота и волновое число единичной микроволны являются изначальными тесно связанными между собой характеристиками колебательного процесса в физическом пространстве: насколько изменяется одна из них, настолько изменяются остальные в пропорциональном отношении с изменением энергии, импульса или инерции микроволны; (понятия «единичная волна» и «микроволна» – это синонимы по данному определению).

**Определение 12.** Групповая – это суперпозиционная макроволна, являющаяся интерференционным результатом возможности действия на вещество единичных волн, которые в физическом пространстве существуют независимо друг от друга; амплитуда, частота и волновое число в групповой макроволне связаны между собой иначе, чем в единичной микроволне; (понятия «групповая волна» и «макроволна» – это синонимы по данному определению).

## ГЛАВА 6

### СТО И ОБЪЕКТИВНАЯ РЕАЛЬНОСТЬ

Из предыдущих глав уже известно, что СТО ничего общего с объективной реальностью не имеет. Содержание СТО и объективной реальности в этой сфере различны в качественном и количественном смыслах, так что первая не является научным изображением второй. Правда, если количественные содержания каждой из них представить себе изображенными некими графическими кривыми на общем графике, то на нем, по крайней мере, лишь две очень узкие области (фактически точка – одна область и ряд точек на небольшой протяженности – другая область) будут совмещенными. Не в этих ли случайных совмещениях вся видимость «широкого совмещения» СТО с реальностью? Ответ на данный вопрос прояснится с изложением того, каковы конкретно эти области совмещения, что будет сделано в самой ближайшей теме. Однако не для этого нужна данная глава, тем более после того, как в предыдущих главах полностью доказано, что СТО – ошибочная теория. В данной главе будет рассмотрен важный эксперимент двадцатого столетия, выявивший абсолютное движение относительно физического пространства (своеобразная современная модификация известного ньютонового эксперимента с движением воды во вращающемся сосуде). Это – основное, в связи с чем понадобился сопоставительный разговор об СТО и объективной реальности. В главе будут рассмотрены также и другие вопросы в сопоставительном плане, в частности связанные с инвариантностью количественных выражений, с парадоксом «близнецов». Но разговор все же следует начать из упомянутых выше общих областей, чтобы завершить представление о них, начатое еще в главе 4 (тема 20).

#### Тема 31

### ОБЛАСТИ СОВПАДЕНИЯ СТО С ОБЪЕКТИВНОЙ РЕАЛЬНОСТЬЮ

Под объективной реальностью здесь подразумеваются явления, изображенные по образу и подобию классической физики, в которой они не ставятся в зависимость от наблюдателя [43, 44]. Чтобы показать, где СТО своими количественными изображениями пересекается

с такого же рода изображениями классической физики, достаточно рассмотреть следующий пример.

Пусть на оси  $x$  инерциальной системы отсчета  $X$  покоится свободный электрон, предположим, вначале этой оси. Согласно СТО, электрон характеризуется энергией покоя  $\mu_0 c^2$ , где  $\mu_0$  — исходная инерция электрона,  $c$  — скорость света в вакууме. Если к электрону на определенное время приложить силу  $f$  и ускорить его вдоль  $x$  до скорости  $v$ , то, согласно той же СТО, результатом действия силы  $f$  будет сообщение электрону кинетической энергии  $\mu_0 v^2 / 2$ , и ничего больше, так как в новом состоянии электрон характеризуется (с позиции СТО) энергией

$$\mu c^2 = \mu_0 c^2 / \sqrt{1 - v^2/c^2} = \mu_0 c^2 + \frac{1}{2} \mu_0 v^2. \quad (\text{T31.1})$$

Где в (Т31.1) энергия электромагнитного возмущения, которое возникло с ускорением электрона и на возникновение которого затрачено часть силы  $f$ ? СТО не в состоянии дать ответ на данный вопрос, она не видит полевой энергии и, следовательно, неверно трактует расход силы  $f$ .

Поэтому оставим СТО с ее утверждением (Т31.1) в покое и обратимся к объективной нерелятивистской динамике, достроенной в нужном направлении в данной книге. Согласно второму закону Ньютона, приложенной к свободному объекту силе отвечает соответствующее изменение в количестве движения. Но что значит соответствующее? Если вещественный объект всегда является заодно и источником поля, то соответствующим изменением будет, очевидно, такое, в котором изменяются импульсы вещества и поля. Таким образом, объективным в сравнении с СТО является как раз то, чтобы выражение состояло из изменений импульса электрона и импульса поля электрона. До приложения силы  $f$  эти импульсы в рассматриваемом случае равнялись нулю, а после приложения стали равными соответственно  $\mu_0 v$  и  $mc$ , где  $m$  — инерция возникшего электромагнитного поля. Таким образом,

$$f = \frac{d}{dt} (\mu_0 v + mc) = \mu_0 \frac{dv}{dt} + c \frac{dm}{dt}. \quad (\text{T31.2})$$

Как известно, элементарная работа силы  $f$  над свободным электроном выражается произведением этой силы на элемент перемещения электрона и эта работа равна изменению энергии движения. И здесь объективным изложением является такое, в котором энергия движения должна быть *полной*. Обозначая работу и энергию соответственно через  $A$  и  $\Sigma$ , имеем:

$$dA = d\Sigma = f dx.$$

Отсюда

$$\Sigma = \int_0^{v,m} f dx = \int_0^{v,m} \left( \mu_0 \frac{dv}{dt} + c \frac{dm}{dt} \right) dx = \frac{1}{2} \mu_0 v^2 + mc^2. \quad (\text{T31.3})$$

Из сравнения (Т31.1) с (Т31.3) видно:  $\mu_0 c^2$  в (Т31.1) есть ни что иное, как энергия электромагнитного поля, поэтому вместо  $\mu_0$  должно писаться  $m$ . Запись в (Т31.1) этой энергии через  $\mu_0$  означает, что СТО вместо всевозможных значений полевой энергии способна учитывать только одно ее значение, соответствующее результату

$$m = \mu_0, \quad (\text{T31.4})$$

и то под другим названием; она не способна учитывать все другие значения, а именно при  $m < \mu_0$  и  $m > \mu_0$ .

Равенство (Т31.4) вкуче с правой частью формулы (Т31.1), измененной в соответствии с (Т31.4), и есть выражением той самой общей точки, которую СТО имеет совместно с объективной физикой.

Из (Т31.3) выводится следующая формула зависимости инерции электрона от его абсолютной скорости (Т6):

$$\mu = \mu_0 \left( 1 + \frac{m_v}{\mu_0} + \frac{1}{2} \frac{v^2}{c^2} \right), \quad (\text{T31.5})$$

где  $m_v$  — некоторое фиксированное значение инерции поля, например при таком ускорении, при котором почти достигнуто скорость  $v$  и измерено  $\mu_0$ , а затем сделано дальнейшее небольшое увеличение этой скорости до точного значения  $v$ , чтобы получить формулу (Т31.5). При  $v \ll c$  можно пользоваться формулой

$$\mu = \mu_0 / \sqrt{1 + \frac{m_v}{\mu_0} - \frac{v^2}{c^2}}, \quad (\text{T31.6})$$

в которой, как это ясно,  $m_v/\mu_0 < v^2/c^2$ . Данное неравенство имеет место, по крайней мере, в случае, когда можно писать  $v \ll c$ . В этом случае, при крайне малом значении  $v$ , допустимо считать, что

$$\mu = \mu_0 / \sqrt{1 - v^2/c^2}. \quad (\text{T31.7})$$

Область возможного применения приближительной формулы (Т31.7) вместо более точной (Т31.6) и есть той совместной областью, которую СТО имеет разом с объективной физикой.

### Тема 32

## ОПЫТНОЕ ДОКАЗАТЕЛЬСТВО СУЩЕСТВОВАНИЯ АБСОЛЮТНОГО ДВИЖЕНИЯ

Первая (и основная) работа Эйнштейна по СТО начинается следующими рассуждениями автора этой теории:

«Известно, что электродинамика Максвелла в современном ее виде приводит в применении к движущимся телам к асимметрии, *которая несвойственна, по-видимому, самим явлениям*. Вспомним, например, электродинамическое взаимодействие между магнитом и проводником с током. Наблюдаемое явление зависит здесь только от *относительного* движения проводника и магнита, в то время как, согласно обычному представлению, два случая, в котором движется либо одно, либо другое из этих тел, должны быть строго разграничены» [12, с.7] (курсив мой. – Р. Ф.).

В 1982 году во втором номере популярного ежемесячника «Изобретатель и рационализатор» [47] было помещено весьма интересное сообщение, по праву заслуживавшее на громкую сенсацию, но прошедшее почти незамеченным. В сообщении говорилось, что изобретатель А. Л. Родин получил необычные с точки зрения общепринятых представлений результаты взаимодействия магнита с проводником (с.18–19). Приведу краткое изложение этого сообщения – перескажу, как были получены эти необычные результаты и что они собой представляют.

Устройство, с помощью которого упомянутые результаты получены, таково: на общей оси смонтировано два кольцевых постоянных магнита, а между ними на эту же ось установлено медный диск, к которому подсоединены щетки, связанные проводами с микроамперметром. Устройство позволяло вращать либо только один диск между

магнитами (пусть это будет первый вариант эксперимента), либо только одни магниты без диска (второй вариант), либо вместе весь узел – и диск, и магниты (третий вариант). Результаты неожиданно оказались такими.

**Первый вариант.** Вращается диск между магнитами, а магниты не вращаются. *Ток в цепи есть.*

**Второй вариант.** Вращаются магниты, которые находятся с двух сторон диска, а диск не вращается. *Тока в цепи нет!*

**Третий вариант.** Вращаются вместе с одинаковой скоростью и магниты, и диск. *Ток в цепи есть!*

(Восклицательными знаками помечены те результаты эксперимента, с которыми не совмещается процитированное выше утверждение Эйнштейна).

Оказывается, что относительным движением между магнитом и проводником наблюдаемые эффекты (наличие или отсутствие тока в проводнике) не объяснить. Но если с помощью относительного движения всех этих эффектов не объяснить, то не объясняются ли они абсолютным состоянием в движении?

Как известно, любой вещественный объект создает в *физическом пространстве* соответствующее поле (гравитационное, электрическое и т. п.). Магнит создает в этом пространстве, разумеется, магнитное поле. Согласно изложенной в данной книге *системной механико-полевой* физике физическое пространство – это объективная реальность, как и движение по отношению к нему, называемое *абсолютным*. Вещественные объекты, взаимодействующие друг с другом на расстоянии, взаимодействуют посредством физического пространства – тех полей, которые создаются в физическом пространстве объектами. Например, если между объектами *A* и *B* имеет место взаимодействие, то это означает, что *A* взаимодействует с полем объекта *B*, а *B* – с полем объекта *A*, хотя сила взаимодействия между каждым из объектов и полем партнера в двух этих случаях может быть несравненно разной по величине. Таким образом, эффекты, которые возникают в результате движения объектов, возникают не от перемещения последних по отношению друг к другу, а от движения каждого по отношению к физическому пространству, в котором создаются и существуют поля этих объектов.

Кольцевые магниты характеризуются тем, что создают в физическом пространстве симметричное относительно геометрического центра кольца магнитное поле. Любой поворот такого магнита по отно-

шению к своему центру симметрии ни к каким изменениям в конфигурации собственного магнитного поля в физическом пространстве не приводит, оно остается таким же, как и до поворота. Поэтому воздействие магнитного поля от кольцевого магнита на проводник (в рассматриваемом случае – на медный диск) будет одним и тем же, когда магнит покоится и когда он вращается. Кольцевой магнит создает для *вращающегося* диска – для выделенного на нем определенного элемента, служащего в качестве рабочего проводника, – как бы бесконечно *протяженное* и *неизменное* магнитное поле, обеспечивающее один и тот же эффект, если диск пребывает в *абсолютном* вращении с постоянной скоростью; с изменением абсолютной скорости вращения диска ток в проводнике меняется.

Итак, когда вращается в физическом пространстве диск (движутся там элементы диска), тогда ток в цепи есть, поскольку движение является абсолютным. А вот, когда движутся по отношению к физическому пространству одни магниты, а диск неподвижен, тогда тока в цепи нет, хотя между диском и магнитами имеет место такое же относительное движение, как и в первом случае; ток в этом случае не возникает потому, что диск находится в абсолютном покое. В третьем же варианте между диском и магнитами нет никакого относительного движения, однако ток в цепи есть, ибо диск по отношению к физическому пространству осуществляет такое же абсолютное движение, как и в первом варианте. Словом, опыт с непрекаемостью фактов показывает, что ток в проводнике возникает в результате не *относительного*, а *абсолютного* движения проводника (диска). Ясно, что приведенное выше утверждение Эйнштейна, в котором заключено основное положение СТО, опровергается этими фактами.

Опыт А. Л. Родина с вращающимися кольцевыми магнитами и диском сродни известному опыту Ньютона с вращающимся сосудом с жидкостью. Он с однозначностью показывает, что существует физическое пространство в качестве абсолютного мира, движение по отношению к которому является физически выделенным движением. Поэтому такое движение обоснованно называется абсолютным.

## ИНВАРИАНТЫ СТО

Речь здесь пойдет о кинематических инвариантах и в первую очередь о таком базовом инварианте СТО, как скорость света в вакууме (физическом пространстве).

Напомню, что кинематическими инвариантами в классической физике являются *протяженность* и *длительность*. При этом нужно отметить, что инвариантность протяженности и длительности, иначе говоря, абсолютность пространства и времени – это святая святых объективной физики. Объективность при описании протекающих событий обеспечивается именно абсолютностью пространства и времени [43], которые в таком своем качестве служат базовыми научными инструментами для одинакового подхода всеми исследователями к истолкованию событий (Т1).

СТО изменила порядок установления первоявлений<sup>7</sup> в качестве инвариантных физических величин: на замену инвариантов в виде протяженности и длительности она произвела в инварианты скорость света. Но, как выяснилось позднее, из анализа того, каким стало физическое знание после СТО [43, 44], такая замена означает замену объективной физики на субъективированные суждения в ней, инструментом которых стали преобразования Лоренца. Л. Бриллюэн, излагая детали этой замены, пишет:

«Для получения преобразований Лоренца необходимо произвести усреднение по двум противоположным направлениям распространения пучка света. Таким образом, скорость света измеряется для сигналов, распространяющихся туда и обратно на некоторое расстояние; это логически вытекает из положения Эйнштейна, что невозможно установить совпадение показаний часов между двумя удаленными точками. Только *пространственно-временные* совпадения имеют физический смысл и могут наблюдаться. Эйнштейн, кроме того, предполагал наличие *симметрии пространства* в покоящейся системе отсчета, а также системе отсчета, находящейся в состоянии равномерного движения, – поскольку такое движение нельзя обнаружить путем наблюдений, сделанных в самой движущейся системе отсчета» [1, с.99].

Далее Бриллюэн, говоря о значении эйнштейнового правила синхронизации часов в получении преобразований Лоренца, отмечает,



что это правило отнюдь не является результатом опыта. Его точка зрения в данном смысле такова:

«Следует отметить очень важную роль *эйнштейновского правила синхронизации часов* и фактической синхронизации часов по этому правилу в каждой системе отсчета. Это *правило является произвольным и даже метафизическим*. Его нельзя доказать или опровергнуть экспериментально; оно утверждает, что сигналы, распространяющиеся с востока на запад и с запада на восток, имеют равные скорости, тогда как опыт Майкельсона позволяет измерить только среднее арифметическое этих двух скоростей. Очевидно, что мы имеем здесь дело с неожиданной и непроверяемой гипотезой» [1, с.100].

Можно было бы для более широкого прояснения проблем, связанных с преобразованиями Лоренца, рассмотреть и другие публикации, в частности работу [48], содержащуюся в материалах международной конференции, которая состоялась в 1990 г. и была организована АН СССР. Однако ограничусь только книгой Бриллюэна, достаточно избирательно представившей всю проблему релятивизма в физике, хотя в выводах автора книги она по многим направлениям недосказана; я ограничусь лишь тем, что содержится в процитированных выше высказываниях, и только под конец данной темы, на примере заключительных высказываний Бриллюэна о значимости преобразований Лоренца, покажу в чем состоит эта его недосказанность. Начну с прояснения эйнштейнового правила синхронизации часов, лежащего в основе релятивистского подхода к пространству и времени. Этот подход под видом предъявления к фундаментальным понятиям в физике, например к таким, как *время* и *одновременность*, требования пользоваться *измеряемыми* величинами, на самом же деле есть подходом с требованием введения в физику субъективированного времени.

В уже упоминавшейся выше работе по СТО Эйнштейн так начинает разговор о времени и одновременности, чтобы потом превратить эти понятия в такие, которые должны приводить к зависимым от наблюдателя величинам:

«Желая описать *движение* какой-нибудь материальной точки, мы задаем значения ее координат как функций времени. При этом следует иметь в виду, что подобное математическое описание имеет физический смысл только тогда, когда предварительно выяснено, что подразумевается здесь под «временем». Мы должны обратить внимание на то, что все наши суждения, в которых время играет какую-либо роль, всегда являются суждениями об *одновременных событиях*» [12, с.8].

Далее, обращая внимание на то, что нельзя без специального приема, который бы допускал опытную проверку, установить, какими являются времена событий, происходящих в разных пространственных точка  $A$  и  $B$ , Эйнштейн указал на возможность поступать следующим образом: «[Общее для  $A$  и  $B$  время] можно установить, *вводя определение*, что «время», необходимое для прохождения света из  $A$  в  $B$ , равно «времени», требуемому для прохождения света из  $B$  в  $A$ » [12, с.9]. Только таким способом, *по мнению Эйнштейна*, можно *практически* синхронизовать разноместные часы, причем как в «покоящейся» системе отсчета, так и в *движущейся по отношению к «покоящейся»* с равномерной скоростью. Многим показалось, что этот прием на самом деле есть выражением опытной возможности и, таким образом, *создалось общее весьма широкое мнение*, что СТО является теорией, содержащей только те утверждения, которые следуют из опыта, только те величины, которые *измеряются на практике*. Например, Фейнман, указывая на новое положение в физике, связанное с квантовой механикой, согласно которому «не надо говорить о вещах, которые невозможно измерить» [37, с.232], в пример по исповедованию данного правила ставит СТО: «Кстати, и теория относительности говорила об этом же» (то есть, об не использовании в физике неизмеряемых величин) – замечает он (там же).

Однако в действительности же эйнштейново правило синхронизации часов не допускает опытной проверки. Внедрение его в кинематику, давшее преобразования Лоренца, *не является* требованием и возможностью опыта, как это многие считают. «Оно утверждает, что сигналы, распространяющиеся с востока на запад и с запада на восток, имеют равные скорости, тогда как опыт Майкельсона позволяет измерить только среднее арифметическое этих двух скоростей» – замечает Бриллюэн; оно предполагает «наличие симметрии пространства в покоящейся системе отсчета, а также системе, находящейся в состоянии равномерного движения», однако «такое движение нельзя обнаружить путем наблюдений, сделанных в самой движущейся системе отсчета» – говорит далее Бриллюэн. Разумеется, здесь он исходит из того, что выполняется *принцип относительности*, поэтому и говорит о невозможности таких наблюдений внутри равномерно движущейся системы отсчета. Но Эйнштейн также исходил из принципа относительности, предлагая свою синхронизацию. Значит, предложенная им синхронизация, требующая симметрии пространства, не является такой, которая допускает опытную проверку, коль скоро эту симметрию

нельзя установить ни опытом Майкельсона, ни каким-нибудь другим известным опытом. А вот опыт Майкельсона–Гэйла, где направления с востока на запад и с запада на восток сравниваются для определения по ним скорости света, с однозначностью показывает, что скорость света в указанных направлениях по отношению к поверхности Земли различна и определяется в соответствии с преобразованиями Галилея, а не Лоренца (Т19). Таким образом, эйнштейново правило синхронизации часов не только есть предложением без опытного обоснования, а и встречает прямое возражение со стороны опыта. Поскольку оно – в основе преобразований Лоренца, а те – в основе СТО, то преобразования Лоренца и вся СТО противоречат опытным фактам (совокупным результатам опытов; Т19).

Казалось бы, своим необычным подходом к преобразованиям Лоренца Бриллюэн имел намерение показать надуманность этого математического решения, предложенного Эйнштейном на замену преобразований Галилея. Но это не так. Заключительное резюме Бриллюэна относительно преобразований Лоренца есть попыткой совместить в одной позиции несовместимые вещи, чтобы лишь не ставить под сомнение СТО. Посудите сами, ознакомившись со следующими высказываниями:

*«Выводы Эйнштейна справедливы; однако преобразования Лоренца представляют собой математическое средство и ненаблюдаемы; они очень полезны, но явно не имеют физического смысла. Аналогично элемент длины  $ds^2$  Минковского следует рассматривать как очень интересное выражение, но столь же лишенное физического смысла. В обоих случаях правило синхронизации необходимо и не доказано, хотя и не может быть опровергнуто» [1, с.101].*

Итак, Бриллюэн резюмирует: все физические выводы, которые сделал Эйнштейн на основании преобразований Лоренца, справедливы, однако преобразования Лоренца не имеют физического смысла и ненаблюдаемы. Тогда откуда – спрашиваю уже я – появляется физический смысл у таких количественных результатов, даваемых преобразованиями Лоренца, как, например,

$$\tau = \tau_0 / \sqrt{1 - v^2 / c^2}, \quad l = l_0 \sqrt{1 - v^2 / c^2},$$

$$c' = c = const, \quad M = M_0 / \sqrt{1 - v^2 / c^2} \quad (\text{Т33.1})$$

[49, с.38–41], названных с физическим подтекстом соответственно замедлением времени, сокращением длины, постоянством относи-

тельной скорости света, зависимостью массы вещества от его относительной скорости? Если преобразования Лоренца не имеют физического смысла и ненаблюдаемы, то и все перечисленные результаты (Т33.1) также не имеют физического смысла и ненаблюдаемы. Ибо в противном случае, то есть тогда, когда эти результаты реально существовали бы и были бы наблюдаемы, преобразования Лоренца получали бы физический смысл по этим результатам и были бы наблюдаемы посредством их. Складывается впечатление, что Бриллюэн не все сказал в своем резюме, что он видел надуманность математических результатов, получаемых с помощью преобразований Лоренца, однако почему-то не говорил об этом.

В действительности же дело обстоит так: все результаты (Т33,1) на самом деле надуманы вместе с преобразованиями Лоренца. Это следует из совокупных результатов опытов, уже рассмотренных в данной книге. Согласно им, нет зависимости массы вещества от относительной скорости, есть зависимость инерции поля от абсолютной скорости источника; нет постоянства относительной скорости света, есть постоянство его абсолютной скорости; нет никаких кинематических изменений протяженности и длительности, которые могли бы трактоваться как сокращение физической длины и замедление физического процесса, есть кинематическая независимость протяженности и длительности в образе абсолютных пространства и времени, требуемая объективной реальностью. Словом, преобразования Лоренца, которые приводят к соотношениям (Т33.1), – это на самом деле надуманные преобразования, а не из реальности взятые; они на поверку оказались результатом чисто математического заказа, отвлеченного от физической действительности, предпринятого с целью превращения естественных инвариантов пространства и времени в искусственный инвариант относительной скорости света.

Что касается вывода Бриллюэна о якобы невозможности опровергнуть эйнштейново правило синхронизации часов, то с ним также нельзя согласиться: опровержение постоянства относительной скорости света, доказанное в теме 19, и есть опровержением этого правила.

В завершение данного анализа напомним (в развитие уже изложенного ранее), в чем суть только что высказанной мысли: «кинематическая независимость протяженности и длительности в образе абсолютных пространства и времени требуется объективной реальностью».

Суть ее в следующем. Если мы, в силу фактов, говорим, что материальная природа – это объективная реальность, существующая неза-

висимо от того, ее наблюдают или нет, то представление природы в науке о ней должно быть независимым от наблюдателей. Эта независимость в представлении возможна, очевидно, только тогда, когда, кроме прочего, такие важные средства (инструменты) научного изображения движений, как «пространство» и «время», будут независимыми от каких бы то ни было наблюдателей, то есть окажутся абсолютными инструментами; иначе говоря, когда представление не будет путем выполнения чисто математического заказа, лишенного всякого физического смысла [1], искусственно превращаться в такое, которое базируется на рукотворных инвариантах, что и есть, собственно, зависимым от наблюдателя представлением. Данную непререкаемую истину объективного изображения в физической науке явлений природы существенно нарушено введением в науку рукотворного принципа относительности в виде инвариантного уравнения движения вещественного объекта, а позднее – еще и в виде инвариантного уравнения волнового движения, уже явно потребовавшего превращения понятий «пространство» и «время» из объективированных инструментов описания в субъективированные. Разумеется, это превращение явилось началом прямого отхода от объективной реальности в физическом творчестве; отход был запущен специальной теорией относительности [43, 44]; он получил свое дальнейшее развитие в квантовой механике [43, 44].

Но почему случилось так, что объективную реальность в физическом творчестве начали приносить в жертву субъективированным утверждениям? Ответ на подобного рода вопрос в данной книге таков: потому, что физическую науку стали активно сводить к *формализованным несистемным решениям*, пренебрегая содержательной частью решений (P4). А если решение при этом сведении еще позволяло дать ему и физическое истолкование, то пренебрегалась потребность проверять его на соответствие уже известным аксиомам природы. В результате всего этого новые решения, в основном, оказались лишь новыми гипотезами, как бы навсегда зависшими в этом качестве и постоянно нуждающимися в перепроверке на истинность. Ибо то, что гипотезами приносится в физическое творчество, еще нельзя относить к положениям науки, так как гипотеза – еще не истина, которая единственно наделена правом образовывать научное положение (P3). К таким зависшим гипотезам принадлежат все важнейшие «принципы» СТО и КМ: относительности, неопределенности, дуализма и др. А началось субъективирование физического творчества с произвольного

отношения к понятию времени в физике. Даже Лоренц, который, по видимому, никогда не сомневался, что истинное время – это абсолютная переменная  $t$  (см. примечание «<sup>22</sup>» и соответствующую информацию по тексту рассуждения 4, а также по книге Пайса [27, с.160–162]), уже позволял себе весьма вольное употребление этой переменной в выстраиваемых им формализованных представлениях о движении (помните: «местное время», «относительность первого порядка» и др.). Но мэтром субъективированного толкования времени в физике был все же Пуанкаре. Предлагаю интересующимся ознакомиться с его воззрениями на время по тому, как он сам говорил о времени [19, с.218–232]. Правда, говорил он о нем в изложении под названием «Измерение времени», однако из сути этого изложения ясно, что речь в нем идет о глубоко субъективированном именно *понятии* «время», а не об измерении времени. Как раз это представление Пуанкаре о времени и было использовано молодым начинающим в науке Эйнштейном для предложения известного правила синхронизации часов и подачи этого *метрологического* правила в качестве *определения одновременности* в физике вообще.

Возникает вопрос: а каким может быть не метрологическое, а чисто научное определение одновременности? Разумеется, в такой науке, которая признает существование объективной реальности, то есть исходит из *Главной Аксиомы природы* (Т10).

Если исходить из того, что материальная природа – это объективная реальность, существующая независимо от наблюдателя, то для такой реальности существует независимо от наблюдателя и *данный момент времени*, все события из которого являются одновременными. Отсюда определение:

**Определение 13.** *Два события в двух разноместных точках  $A$  и  $B$  являются тогда одновременными, когда среди всего разнообразия изменений в объективной природе нельзя указать хотя бы элементарное изменение  $d\xi(t) > 0$ , такое, которое состоялось сразу же после  $A$ -события, но до  $B$ -события; все практические поиски его дают  $d\xi(t) = 0$ , и, следовательно,  $t_A + t_{d\xi} = t_B$  или  $t_A = t_B - t_{d\xi}$  переходит в одновременные моменты  $t_A = t_B$ , а в силу объективности событий  $A$  и  $B$  переменная  $t$  является абсолютной переменной, преобразующейся с помощью преобразований Галилея.*

Другое дело, как *практически* устанавливать, что  $t_A$  и  $t_B$  (или  $t'_A$  и  $t'_B$ ) – одновременные моменты. Но это задача метрологии в физике, а не самой науки «физика». Метрологическая задача никогда не может быть точно решена уже потому, что в принципе невозможно иметь такие средства измерения (проникновения в сущность вещей), которые были бы способны регистрировать меньшие изменения в глубинах материи, чем свои собственные, необходимые для регистрации. Задача же науки «физика» при установлении, какие события являются одновременными, совсем в другом; она состоит в том, чтобы дать *абсолютно точное определение одновременности*, которое, во-первых, не противоречило бы факту объективности процессов в реальной природе и, во-вторых, было бы идеалом для практики, постоянно требующим его достигать с наивысшей возможной точностью. Этим двум критериям и отвечает определение 16.

### Тема 34

## ПАРАДОКС БЛИЗНЕЦОВ

Широко известный так называемый парадокс близнецов (часов), суть которого в *обратно* различном темпе времени, устанавливаемом преобразованиями Лоренца, есть утверждением с неустранимым внутренним противоречием, хотя релятивистами предпринимались немалые усилия, чтобы устранить его. Удалось лишь немного завуалировать парадокс. А парадоксально это утверждение потому, что с позиции каждой из двух различных *инерциальных* систем является взаимно одинаковым, как того требует принцип относительности, обусловленный преобразованиями Лоренца. Но преобразования Лоренца, по доказанному выше, несовместимы с реальностью вместе с принципом относительности. Следовательно, несовместимо с реальностью и все то, что формально устанавливается этими преобразованиями. Кажется бы, подобного вывода достаточно, чтобы парадоксом близнецов (часов) больше не заниматься в данной книге, тем более, что с принципом относительности и преобразованиями Лоренца здесь мы уже основательно разобрались. Однако разговор об этом парадоксе подразумевает не только формализованную часть толкования, а и содержательную. Эта вторая часть зависит и от отношения к проблеме субъекта толкования в том смысле, что именно им устанавливается,

пусть даже неосмысленно, какой быть содержательной части – полной или неполной (или вообще никакой, чем удовлетворяются, например, в квантовой механике при истолковании квантовомеханических формализованных решений). При наличии второй части из двух упомянутых и при зависимости ее от субъекта толкования с ней следует разобрататься отдельно, что и будет сделано.

Итак, парадокс близнецов, который, безусловно, имеет место в логически последовательном истолковании СТО и который, таким образом, есть свидетельством того, что СТО – неадекватная теория, истолковывается релятивистами весьма своеобразно. Это и понятно: нужно спасти СТО от неожиданного вывода, вытекающего из самих основ СТО, а для спасения имеются в распоряжении релятивистов лишь специфические приемы, делающие спасение весьма своеобразным занятием (спасти СТО от ее же самой не является для релятивистов чем-то необычным, запредельным по отношению к истине; они уверены, что истина – в СТО, только она, по их мнению, мол, такова, о которой невозможно поведать обычным языком). Об этом спасении и поговорим, но сначала о сути парадокса. К нему, как известно, приводит следующая ситуация.

Один близнец неизменно находится в точке  $A$ , а второй устремился с постоянной скоростью  $v$  к удаленной точке  $B$ . По достижению этой точки, путешественник возвращается обратно в точку  $A$  (с той же по величине скоростью  $v$ ) и находит, что он моложе своего брата-близнеца. *Таково заключение релятивистов, но не самой СТО*, это следует особо подчеркнуть. Парадокс близнецов, напомню, в том, что в силу принципа относительности – основы СТО – можно рассматривать движущимся домоседа и принять за реальное противоположное изменение в их возрастах; то есть парадокс по СТО есть.

По поводу утверждения, что близнецы, встретившись, окажутся в различных возрастах, Бриллюэн иронически заметил: «Эта басня имеет мораль...» [1, с.101]. Возможно, он напомнил о морали потому, что аморально из басни делать физику. Однако оставим тему морали в покое и обсудим общепринятую релятивистскую трактовку, согласно которой моложе должен быть тот близнец, который побывал в точке  $B$  и вернулся обратно в исходную точку  $A$ .

Я. П. Терлецкий, у которого изложение этой общепринятой трактовки, можно сказать, является образцом типичного релятивистского толкования, дает такую формулу для определения разности возрастов у наших близнецов при их встрече:



$$\Delta\tau = \tau - \tau_0 = 2(l/v)\left(1 - \sqrt{1 - v^2/c^2}\right) + \delta$$

[49, с.43];  $l$  – расстояние от  $A$  до  $B$ ,  $\delta$  – поправка на время ускоренного движения путешествовавшего близнеца. На разницу  $\Delta\tau$  в возрастах окажется моложе своего брата-близнеца именно путешествовавший близнец. Утверждая это, Терлецкий справедливо замечает: «Поскольку расстояние  $l$  может быть сделано сколь угодно большим, постольку поправка  $\delta$  может не приниматься во внимание вообще» (там же). Тем самым он признает, что системы координат, которые связаны с близнецами, являются в основном инерциальными системами, то есть физически равноправными, поскольку период неинерциального состояния системы путешествующего близнеца относительно очень мал и может не учитываться. Однако тут же, как бы парируя воображаемого оппонента, рассуждающего о необходимости исходить при рассмотрении парадокса именно из равноправности систем, Терлецкий заявляет: «Ошибочность... рассуждения состоит в том, что системы  $\Sigma$  и  $\Sigma'$  ( $\Sigma$  связана с домоседом, а  $\Sigma'$  – с путешественником. – Р. Ф.) физически не равноправны, так как система  $\Sigma$  все время инерциальна, система же  $\Sigma'$  некоторый промежуток времени, когда производится изменение ее скорости на обратную, неинерциальна» (там же).

Итак, по одному заявлению Терлецкого поправка  $\delta$  может не браться в расчет, а по другому – она все решает. Физическая величина, которая, как таковая, есть концентрированным выражением физического суждения и которая, в силу своего назначения, служит мерилom практической значимости того или иного конкретного утверждения, показывая, что брать в расчет, а чем можно пренебречь в сложном комплексном суждении, так вот, такого рода физическая величина в суждении о парадоксе близнецов одновременно и отбрасывается, и берется в расчет. Разве не является это явно выраженной граничащей с цинизмом спекуляцией на том, что есть самым важным в физической науке – на применении физической величины?

Нужно отметить, что представлять дело так, как будто бы замедление старения близнеца происходит из-за наличия ускорения при разгоне (торможении) и повороте, но совершается независимо от инерциального движения на прямолинейном участке, есть общей характерной особенностью всех релятивистских рассмотрений парадокса близнецов, кто бы их не проводил. При этом никто не знает и не спо-

собен объяснить, как может быть так, чтобы замедление темпа времени зависело от длительности инерциального состояния, но было бы обусловлено неинерциальным; точнее говоря, как из физически независимых друг от друга состояний, одно из них обуславливает другое. Утверждение релятивистов, что так оно и есть, невозможно понять, в него можно только поверить. И они верят в свое собственное утверждение. А что им остается делать? Если признать, что причина замедления старения близнеца не в ускорении во времени  $\delta$ , а в инерциальном движении во времени  $2l/v$ , то это означало бы согласиться с тем, что СТО на самом деле приводит к парадоксу, поскольку в течение времени  $2l/v$  системы  $\Sigma$  и  $\Sigma'$  инерциальны и приводят (с точки зрения СТО) ко взаимно обратимым эффектам. По этому признанию СТО являлась бы теорией для своеобразной игры со способом рассмотрения, который не может считаться адекватным реальности, поскольку зависит от процедуры выбора его (способа) из двух взаимно обратимых друг в друга возможностей.

В случае, если было бы не два, а больше близнецов, например три, один из которых неизменно находился бы в точке  $A$  (дома), а остальные путешествовали бы на различные расстояния  $l_1$  и  $l_2$ , один – в течение времени  $2l_1/v$ , а другой – в течение времени  $2l_2/v$ , то релятивистам пришлось бы говорить уже о том, что возникло неодинаковое различие в возрастах между домоседом и путешественниками, но оно обусловлено одинаковым для всех фактором  $\delta$ . Встает все тот же вопрос, теперь существенно отягощенный числом близнецов: как может быть так, чтобы *неодинаковая* возрастная разница между домоседом и каждым из путешественников объяснялась *одинаковым* ускорением в течение времени  $\delta$ ?

Видя, что релятивисты безразличны к подобным вопросам и в то же время козыряют фактором  $\delta$ , антирелятивистами обнародовано немало указаний, в основном на популярном уровне, почему нельзя не замечать парадокса релятивистского толкования хода часов, к которому на самом деле приводит СТО. Одно из таких указаний заслуживает особого внимания, в нем устранен мифический фактор  $\delta$ , а идея устранения является высоко научной. Она состоит в следующем [50, с.21].

Два близнеца одновременно стартуют из общей точки  $A$  и каждый из них совершенно одинаково набирает нужную скорость  $v$ . После

того, как скорость  $v$  ими была достигнута, один из близнецов сразу же разворачивается и возвращается в точку  $A$ , чтобы ждать там возврата брата-путешественника, а второй ложится на курс своего путешествия. Первый близнец прошел в наборе следующие стадии ускорения: стартовый разгон, поворот и торможение. Но второй, после завершения путешествия, когда он вернулся в точку  $A$ , также прошел все те же самые стадии ускорения. Так что из рассмотрения можно исключить участки ускоренных движений во времени  $\delta$  и сравнивать только инерциальные движения. Чем в этом случае обосновать асимметрию в состояниях движения, чтобы говорить об асимметрии в возрастах? Разумеется, нечем. Поэтому остается констатировать следующее.

СТО действительно приводит к парадоксу. Все усилия релятивистов показать, что парадокса нет, не могли увенчаться успехом: невозможно устранить внутреннее *содержательное* противоречие СТО, заключающееся в том, что основа СТО – принцип относительности требует обратимого между различными инерциальными системами замедления хода часов. Даже если бы и не было того вышеизложенного в других темах доказательства несостоятельности СТО, которое там представлено, то парадокса близнецов почти достаточно, чтобы усомниться в СТО. Прибавляю его к вышепредставленной аргументации.

### Тема 35

## ЗАДАЧА ДЛЯ НАЧИНАЮЩЕГО ФИЗИКА

Одним из главных результатов данной книги есть полученное в ней новое уравнение движения для свободного электрона. Вот оно:

$$\vec{f} = \mu_0 \frac{d\vec{v}}{dt} + \vec{c} \frac{dm}{dt}.$$

Новизна и значимость уравнения в том, что им, наряду с учетом движения вещественного объекта, собственно, электрона, учитывается также и движение поля последнего. Из этого уравнения вытекает следующее выражение для полной энергии движения свободного электрона:

$$\Sigma = \frac{\mu_0 v^2}{2} + mc^2.$$

Так что релятивистское толкование энергии  $mc^2$ , приписывающее ей смысл энергетического эквивалента массы вещества, просто-напросто неверно, оно несовместимо с объективной реальностью.

*Задача. Перед нами два выражения энергии движения:  $\mu_0 v^2 / 2$  – для вещественного объекта,  $mc^2$  – для полевого объекта. Почему произведение «инерция, умноженная на квадрат скорости», для вещественного объекта делится пополам, а для полевого – не делится?*

Правильный ответ на данный вопрос включает в себе немало. Например, то, что существует глубинная органическая связь между математикой и физикой, точнее говоря, – между формой и содержанием явления; а также то, что предложение Ньютона описывать взаимодействие в материальном мире изменением «количества движения» воистину гениально (энергия – это скорость изменения количества движения); ...; и, наконец, то, что современную физику нужно «реформировать». Словом, задача под стать академика; она предложена начинающему физику из тех соображений, что он еще свободен в выборе своего занятия в физике и может ею заинтересоваться.

Не так давно (в 1999 г.) я опубликовал статью [51], в которой пробовал решить эту задачу. Статья, увы, оказалась в формальном подходе ошибочной, хотя в содержательном – верная. Но данное известно пока только мне одному, а отныне пусть будет известно всем. Я говорю об ошибочности упомянутой статьи потому, что теперь уже точно знаю (так мне представляется), в чем суть различия в видах выражений этих энергий движения; она – в ином, нежели утверждается в статье. А мое предположение, что об ошибочности статьи до сих пор никому не было известно основывается на отсутствии какой-либо критики в адрес этой статьи.

Итак, я знаю, почему отличаются друг от друга выражения приведенных выше энергий движения, но пока не буду говорить о сути различия. Пусть вопрос останется открытым. Может им кто-нибудь заинтересуется и предложит свое объяснение.

## ГЛАВА 7

# ФИЗИЧЕСКАЯ НАУКА И ОБЪЕКТИВНАЯ РЕАЛЬНОСТЬ

Нижеследующие нумерованные части главы – это отдельные заключительные утверждения, являющиеся составной частью изложенного в данной книге материала. Обоснованность утверждений и их доказательство – в предшествующих главах. Утверждения собраны в одну отдельную главу с той целью, чтобы Читатель смог концентрировано представить себе – по материалу, значительно меньшему, чем вся книга, – о чем, собственно, эта книга. Но главное, для чего нужна данная глава, заключается в том, чтобы собрать в один свод сформулированные в книге основные положения системной физики, объединяющей разрозненные в общепринятом представлении знания о движении вещества и поля в одно целостное системное знание; а также для того, чтобы избирательно проиллюстрировать, в чем состоит единство физической науки и объективной реальности.

### ОБЩИЕ УТВЕРЖДЕНИЯ

#### 1

Физическая наука или, просто, физика – это наука о явлениях природы; больше того, – о сущности материальных объектов и процессов и их проявлении в виде того или иного явления; и об объективированном представлении таковых.

Последнее немаловажно в определении физики: СТО и квантовая механика субъективировано толкуют ими рассматриваемые явления, поэтому уже в определении нужно указание на то, что в физике не должны допускаться субъективированные подходы. Предмет физики – объективная реальность, познаваемая через ее проявление.

#### 2

Объективная реальность – это материальный мир, существующий независимо от того, наблюдают его или нет. Правда, наблюдение, когда оно проводится в экспериментально-научных целях и особенно в микромире, в большинстве случаев есть разрушительным процессом воздействия на объект наблюдения. В этих случаях объект может существенно изменяться, то есть становиться иным, чем он был до на-

блюдения, но это изменение также является объективной реальностью. Оно требует к себе такого же отношения, как и сам объект: выделения его в отдельное явление и рассмотрения в качестве результата объективного взаимодействия в природе.

## 3

Когда мы говорим о природе, то подразумеваем материальный мир, а еще абстрактнее – материю, способ существования которой – движение (изменение). Существовая в движении, элементы материального мира (объекты) взаимодействуют друг с другом. В результате всего этого мы имеем неисчерпаемое разнообразие существования и проявления материального мира. Это все, что есть в реальном мире, другого в нем нет. Именно оно должно быть предметом физической науки в точном соответствии с реальностью, именуемой в физике объективной реальностью.

## 4

Не должно быть в физике так, чтобы наблюдаемый объект, искаженный процессом наблюдения, становился тем источником знания, на основе которого делаются представления о мироустройстве. Иначе говоря, не должно считаться знанием о мироустройстве такое знание, которое получено с какими-нибудь неопределенностями, а тем более в принципе непреодолимыми, какими считаются квантовомеханические неопределенности. Знание с элементами неопределенностей (неточностей) может считаться достаточным разве лишь в прикладных целях, если эти неточности несущественны для практики. В научных же целях требуется только полное знание явления, ибо иначе не избежать субъективированности в толковании о нем, что выводит толкование из сферы ненаучной в сферу обыденную.

## 5

Физика становится наукой только тогда, когда в состоянии представлять явления природы в их истинном свете, то есть такими, какими они есть на самом деле в реальной природе. Представление должно базироваться на точных определениях и допускать использование количественного анализа. Точное определение является основой научного подхода, оно гарантирует адекватный явлению анализ. Но определение и анализ должны быть еще и такими, чтобы из них вместе взятых выводились адекватные представления о реальных объектах и

процессах (Аксиома науки 2). Научные и реальные представления должны быть в одинаковой мере представлениями об объективной реальности.

## 6

Физика не была бы наукой, если бы ее утверждения не были совместимы с реальностью, проще говоря, если бы они оказались неверными. Но неверными могут оказаться гипотезы (предположения), используемые в физическом творчестве. Возникает вопрос: что тогда есть физикой (физической наукой), если предположения, часто находящиеся в основе той или иной физической теории, могут оказаться неверными? Единственно возможный ответ на данный вопрос дается следующим утверждением.

## 7

Физической наукой является только аксиоматическая физика, состоящая из аксиом природы и науки и тех утверждений, которые с однозначностью выводятся из них; а также из утверждений, которые основываются на совокупных результатах опытов. Гипотезы и предположения – еще не научные утверждения, а только лишь материал для творческой «кухни» физиков, подлежащий дальнейшему исследованию и тщательной перепроверке, чтобы потом либо стать новой аксиомой, либо дополнить (расширить) уже известную аксиому, либо быть отброшенным.

Словом, физика и творчество физиков – разные вещи: физика – это достаточно завершенная наука о явлениях природы, система сформировавшихся истинных знаний о них, а творчество физиков – это еще только процесс познания природы.

## ИНСТРУМЕНТЫ НАУКИ

## 8

Важнейшим инструментом научного выражения и анализа в физике является физическая величина. Ею выражается (для анализа и образного представления) два аспекта явления – содержательный и количественный. Первым указывается на то, что из многообразных проявлений объективного мира выбрано и определено такое, которое характеризуется данными отношениями, образующими размерность, а

вторым – такое, которое в выбранных отношениях задает количественную меру явления по его определению.

Из всего этого следует, что оба аспекта физической величины – содержательный и количественный – являются такими, которые не зависят от субъекта, наблюдающего за явлением, а есть абсолютными. Ибо не может наблюдатель путем наблюдения изменить размерность, или количественную меру явления, зафиксированную в определении последнего.

## 9

Наиболее употребляемыми в физике являются инструменты науки под названием «пространство» и «время» («протяженность» и «длительность»), так как ими выражается движение (изменение). В силу только что оговоренной абсолютной природы инструментов науки «пространство» и «время» также являются абсолютными. Этой абсолютностью обеспечивается адекватное объективной реальности изображение процесса движения всеми наблюдателями, в каком бы состоянии инерциального движения они сами не находились.

## ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ

### 10

Следствием каждого определенного движения в материальном мире есть взаимодействие в нем, которое сразу же, как только оно состоялось, становится причиной нового движения (изменения), и так без конца. Во взаимодействии объектов всегда принимает участие физическое пространство (Определение 1), движение в котором есть абсолютным, то есть таким, которое происходит в этом пространстве и определяется по отношению к нему.

### 11

Физическое пространство, движение в котором – абсолютное, ни в коем случае нельзя понимать как абсолютное пространство Ньютона. Первое – это объект науки, который взаимодействует с другими объектами и в котором протекают собственные физические процессы, а второе – это инструмент науки, который предназначен для научного описания процессов, протекающих в физическом пространстве.



## 12

Каждый вещественный объект, находящийся в физическом пространстве, создает там соответствующее поле – гравитационное, электрическое, магнитное и т. п. Вещественный объект – это макротело или микрочастица, а его поле – это состояние в физическом пространстве, вызванное присутствием в нем вещества.

## 13

Взаимодействие на расстоянии вещественных объектов осуществляется посредством их полей по принципу: поле первого объекта действует на второй объект, а поле второго объекта действует на первый объект.

Взаимодействия между самими полями никогда нет, что есть свидетельством того, что поле – это состояние в физическом пространстве, а не корпускулярной природы объект.

## 14

Вещественный объект и его поле обречены на вечное совместное существование. Они не могут существовать порознь и не существуют. С изменением состояния движения в физическом пространстве вещественного объекта изменяется и его поле. Поэтому физика движения должна быть системной – механико-полевой, с уравнением движения, учитывающим движение вещества и поля. Бессмысленно надеяться, что можно создать адекватный образ полного движения, основываясь только на полевом представлении о движении, что было великой мечтой не в таком уж далеком прошлом. Одно только полевое движение, как и одно только механическое движение – это лишь часть естественного движения.

## ИНЕРЦИАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ

## 15

Вещественный объект, на который не действуют внешние силы, а точнее, когда внешние полевые силы действуют на него скомпенсировано, находится в инерциальном состоянии.

Инерциальное состояние покоя или движения объекта сохраняется до тех пор, пока нескомпенсированное воздействие из вне не выведет его из этого состояния; таковое сохраняется по инерции.

Сила инерции – это мера скомпенсированного взаимодействия друг с другом физического пространства и вещественного объекта. Она зависит от абсолютного движения объекта и количества полей, создаваемых им.

Иначе говоря, сила инерции зависит от инерциального состояния всей материи – вещества и поля. Отсюда важный вывод, сводящийся к следующему утверждению.

Инерция материи – многофакторная. У нее столько факторов, сколько полей у вещественного объекта.

## ФИЗИКА ДВИЖЕНИЙ

Физика движений разделяется на физику свободного и несвободного движения.

Свободное (Ньютон называл его естественным) – это такое, в котором вещественный объект движется только в своем собственном поле, а несвободное – такое, в котором он движется еще и в поле другого вещественного объекта, с ним взаимодействующего.

Движение по окружности (эллипсу) в поле центральной силы является почти свободным (квазисвободным) в том смысле, что оно подчиняется таким же законам, как и полностью свободное.

## СВОБОДНОЕ ДВИЖЕНИЕ

Истинным уравнением для свободного движения вместо общепринятого вида

$$\vec{F} = M_0 \frac{d\vec{v}}{dt} \quad (7.1)$$

является такое, в котором присутствуют члены для учета также и полевого движения.

Таким образом, для вещественного объекта, характеризующегося одной только массой, уравнением движения есть

$$\vec{F} = M_0 \frac{d\vec{v}}{dt} + \vec{s} \frac{d\eta}{dt}, \quad (7.2)$$

а для объекта, характеризующегося еще и электрическим зарядом, например электрона, – есть

$$\vec{f} = \mu_0 \frac{d\vec{v}}{dt} + \vec{c} \frac{dm}{dt}. \quad (7.3)$$

В уравнении (7.3) не показаны члены, связанные с массой и гравитационным полем электрона, то есть – слагаемые, аналогичные правой части (7.2). Их можно опускать в силу того, что в практическом смысле никакой роли не играют – являются исчезающе малыми по сравнению с величинами фигурирующих в (7.3) слагаемых. Но само явление, стоящее за отброшенными величинами, всегда должно подразумеваться.

## 21

Аксиомы природы 1 – 5 есть в первую очередь аксиомами свободного движения.

### КВАЗИСВОБОДНОЕ ДВИЖЕНИЕ

## 22

Если полностью свободное движение по прямой линии вещественного объекта можно представить с помощью уравнений

$$\vec{S}_L = const, \quad \frac{d\vec{S}_L}{dt} = 0, \quad (7.4)$$

где  $\vec{S}_L$  – вектор возможности действия этого объекта, то движение последнего в поле центральной силы можно выразить уравнениями

$$\vec{S}_C = const, \quad \frac{d\vec{S}_C}{dt} = 0, \quad (7.5)$$

где  $\vec{S}_C$  – также вектор возможности действия, сохраняющийся постоянным.

## 23

Сохранением (постоянством) возможности действия движущегося вокруг силового центра объекта выражается факт отсутствия излучений (полевых возмущений) при этом движении.

Следовательно, общеизвестное мнение, что классическая физика требует, чтобы обращающийся вокруг атомного ядра электрон излучал электромагнитные волны, является ошибочным. Ничего такого она не требует.

## 24

Аксиомы природы 1 – 5 есть также аксиомами движения вещественного объекта в поле центральной силы, когда это движение достигло уравненного состояния (центробежное ускорение в точности стало равным центростремительному).

Такое движение можно, иначе, называть стационарным движением вещественного объекта в поле центральной силы.

### НЕСВОБОДНОЕ КВАНТОВОЕ ДВИЖЕНИЕ

## 25

К несвободному квантовому движению в данной книге относятся переходы электрона из одного стационарного состояния в другое, а также нестационарное скачкообразное движение в поле потенциальной энергии.

Скачек в обоих случаях – это не акт без внутреннего содержания, каким его (по умолчанию) подразумевают в квантовой механике, а нерасшифрованный процесс действия ( $\hbar$ -процесс;  $\hbar = 2\pi\hbar$  – постоянная Планка).

## 26

Состояние электрона на орбите в атоме описывается стационарным уравнением Шредингера

$$\Delta\psi + \frac{2\mu_0}{\hbar^2}(E - U)\psi = 0, \quad (7.6)$$

в котором под  $\psi$  необходимо подразумевать функцию, выражающую результативную часть монохроматической электромагнитной микроволны (ЧМВ-объект), взаимодействующей с электроном.

Вероятностный характер результату этого взаимодействия можно и нужно придать потому, что данные об электро́не устанавливаются статистически, через тот самый акт взаимодействия, а другого способа не существует.

## 27

Скачкообразное нестационарное движение электро́на в поле потенциальной энергии, например его выход из металла (фотоэффект), может быть описано общим уравнением Шредингера

$$i\hbar \frac{d\Psi}{dt} + \frac{\hbar^2}{2\mu_0} \Delta\Psi - U\Psi = 0, \quad (7.7)$$

также включающим в процесс движения, отдельным актом, нерасшифрованный  $\hbar$ -процесс действия.

Как и в случае стационарного движения и по тем же самым причинам, функцию  $\Psi$  удобно рассматривать в виде функции вероятностного состояния системы.

## 28

В общем случае, когда стоит задача описания движения, включающего в себя иной природы процесс изменения, чем весь остальной, подлежащий описанию, а тем более, если этот – иной природы процесс – еще и не расшифрован поэлементно, то в этом случае должно быть применено уравнение вида

$$\frac{\partial S}{\partial t} + \frac{1}{2M_0} \left[ \left( \frac{\partial S}{\partial x} \right)^2 + \left( \frac{\partial S}{\partial y} \right)^2 + \left( \frac{\partial S}{\partial z} \right)^2 \right] + U - \frac{i\xi}{2M_0} \Delta S = 0; \quad (7.8)$$

в нем  $S$  – действие, эквивалентное описываемому изменению,  $\xi$  – действие, эквивалентное нерасшифрованному изменению, которое и входит отдельным актом в дифференциально описываемый процесс и имеет какую-то иную природу, чем последний.

Уравнение (7.8) можно назвать уравнением Гамильтона – Якоби – Шредингера. Оно отличается от известного уравнения Гамильтона – Якоби наличием последнего (четвертого) слагаемого в левой части этого равенства (7.8).

Действие  $\xi$  может быть и макродействием. А в том случае, когда  $\xi = \hbar$ , явление относится к микромиру.

## АКСИОМЫ ПРИРОДЫ

## 29

Аксиомы природы – это правила, по которым существует и себя проявляет объективная природа. Эти правила познаны человеком в процессе эмпирического многовекового опыта путем синтеза знаний.

## 30

Ниже перечисленные аксиомы природы, часть из которых уже известна, а остальная часть – озвучена впервые, не исчерпывают собой всего перечня аксиом, применяемых в физике. Например, не было необходимости в данной книге говорить о таких аксиоматических положениях, как все законы сохранения (энергии, импульса, массы вещества, электрического заряда, а с учетом развиваемых здесь идей – исходной инерции для массы и заряда); закон всемирного тяготения; законы взаимодействий объектов на расстоянии и др.

## 31

В данной книге либо устанавливались, либо анализировались, либо применялись следующие аксиомы природы.

*Главная Аксиома природы. Природа вся целиком, или любой своей частью, с процессами и взаимодействиями существует сама по себе, независимо от наблюдателя и в таком своем существовании является объективной реальностью; объективная реальность может быть познана как угодно полно научными методами.*

*Аксиома природы 1. Всякий вещественный объект продолжает удерживаться в своем состоянии покоя или равномерного прямолинейного движения, или, наконец, уравненного движения в поле центральной силы, пока и поскольку он не понуждается приложенными силами изменить это состояние.*

*Аксиома природы 2. Изменение количества движения пропорционально приложенной движущей силе и происходит по направлению той прямой, по которой эта сила действует.*

*Аксиома природы 3. Действию всегда есть равное и противоположное противодействие, иначе – взаимодействия двух веществен-*

ных объектов друг на друга между собой равны и направлены в противоположные стороны.

**Аксиома природы 4.** *Физическое пространство, свободное от вещественных объектов, вносящих в его структуру неоднородности в виде полей и их источников, является по своим свойствам, проявляющимся через взаимодействие с пробным объектом, однородным и изотропным пространством.*

**Аксиома природы 5.** *Инерция вещественного объекта, которая на самом деле является инерцией системы «объект – физическое пространство», но определяется посредством силы, приложенной к объекту, и потому кажется инерцией объекта, будет тем большей, чем большая скорость объекта в физическом пространстве и чем шире его способность создавать различные поля в этом пространстве, взаимодействуя с каждым из них (проявляя многофакторность во взаимодействии с физическим пространством).*

## АКСИОМЫ НАУКИ

### 32

Аксиомы науки – это объективированные приемы человека, необходимые при построении адекватной науки о природе. Они составляют неотъемлемые положения самой науки.

**Главная Аксиома науки.** *Невозможно построить физику, строя физические представления без формализованных анализов и выражений, но невозможно построить ее и при помощи одних только формализованных представлений; должно быть и то, и другое и в такой пропорции, которая требуется объективной реальностью, достаточно полно выражающейся только с раскрытием ее качественных и количественных сторон; признаком неполноты знания об объективной реальности есть представление таковой либо только в качественном, либо только в количественном аспекте, либо даже отрицание ее (что является скрытой сутью КМ и СТО).*

**Аксиома науки 1.** *Нельзя в науке описывать (определять) материальное с помощью материального ибо это равносильно тому, что*

*что-то определяется с помощью неопределенного; научное определение (описание) возможно только на основе математических (количественных) инструментов, лишенных физических свойств.*

**Аксиома науки 2.** *Необходимо различать объект научный и объект реальный, которые не всегда одинаковы по образу, но первый всегда создается с целью определения образа второго и в этом смысл науки; научное представление о реальном мире является тогда завершенным, когда оно с помощью своих объектов и научных образов явлений способно давать полные адекватные представления о реальных объектах и явлениях, умея отличать первые от вторых, выводить одни из других.*

**Аксиома науки 3.** *Абсолютное, истинное, математическое пространство по самой своей сущности безотносительно к чему бы то ни было внешнему, остается всегда одинаковым и неподвижным, называясь иначе протяженностью.*

**Аксиома науки 4.** *Абсолютное, истинное, математическое время само по себе и по своей сущности, без всякого отношения к чему-либо внешнему «протекает» равномерно и иначе называется длительностью.*

**Аксиома науки 5.** *Прямая линия является физически выделенной линией, требующей, чтобы в основе науки о физическом пространстве находилась евклидова геометрия.*

## ОПРЕДЕЛЕНИЯ

### 33

Уже отмечалось в данной главе, что определения в науке должны быть абсолютно точными. В них, собственно, и содержатся начала научного подхода к явлениям природы; они есть приемом установления научных инструментов выражения и анализа.

### 34

Ниже даются определения тех понятий, которые претерпели изменения в связи с изложенными в данной книге представлениями, а так-



же новых. Вместе с уточнениями определений и формулированием новых сделаны также дополнительные пояснения к выше уже многократно использовавшемуся аксиоматическому понятию «физическое пространство», которому отводится одна из центральных ролей в данной книге, заключающаяся хотя бы в том, что с помощью физического пространства стало возможным иметь более полные представления об инерции, полях и взаимодействиях в материальном мире. Упомянутые дополнительные пояснения оформлены в виде определения физического пространства, с формулирования которого и начну (нумерация определений не означает расстановки их по значимости; она применена лишь для удобства при возможных обращениях к этим определениям в последующем).

**Определение 1.** *Физическое пространство – это материальный континуум, структурированный таким образом, что для всех явлений, в нем протекающих и тем самым его проявляющих, физическое пространство по этому проявлению является однородным и изотропным; если когда-либо, при получении более совершенного средства проникновения в сущность вещей, найдется хотя бы одно явление, которое выявит структуру физического пространства в том обычном смысле, что проявится его структурная неоднородность и не-изотропность, то физическим пространством станет еще более глубокий и тонкий материальный континуум, тот, который и при наличии этого средства проникновения будет однородным и изотропным.*

**Определение 2.** *Количество движения есть мера такового, устанавливаемая пропорционально инерции и скорости.*

**Определение 3.** *Инерция – это свойство системы «объект – физическое пространство» сопротивляться изменению своего естественного состояния, проявляющееся в виде сопротивления вещественного объекта изменению его состояния покоя или равномерного прямолинейного движения; мерой инерции является сила сопротивления.*

**Определение 4.** *Инерция материи – многофакторная; в общем случае она характеризуется столькими факторами, сколько в природе видов физических полей и соответствующих полевых взаимодействий с веществом.*

**Определение 5.** *Инерция и ее изменения имеют абсолютный смысл; инерция возрастает или убывает с увеличением или уменьшением абсолютной скорости вещественного объекта в результате приложенной силы, а после снятия силы сохраняется в своем измененном состоянии вместе с неускоренным абсолютным движением объекта.*

**Определение 6.** *Исходная инерция вещественного объекта – это его инерция в состоянии абсолютного покоя, которая может быть измерена при переходе объекта в состояние абсолютного движения; ее измерение будет тем точнее, чем при меньшем стартовом ускорении она измеряется.*

**Определение 7.** *Поле инерции вещественного объекта – это поле определенной физической величины «инерция», изменяющейся с изменением абсолютной скорости объекта через изменение величины динамической части силового поля (полей) системы «объект – физическое пространство» и в своем изменении образующей набор всевозможных величин инерции системы (поле).*

**Определение 8.** *Потенциал поля инерции вещественного объекта – это характеристика инерции динамической части силового поля (полей) системы «объект – физическое пространство», поставленная в зависимость от абсолютной скорости объекта.*

**Определение 9.** *Сила инерции – это мера внешнего проявления взаимодействия вещественного объекта и физического пространства, определяемая абсолютными изменениями количества движения объекта и поля (полей) объекта, вызванными приложенной к объекту внешней силой.*

**Определение 10.** *Масса тела – это мера его инерции, состоящей из инерции собственно тела (исходной инерции) и инерции динамической части гравитационного поля тела, вместе воспринимающихся как инерция тела; первая является постоянной, а вторая – переменной величиной, меняющейся с изменением абсолютной скорости тела; исходная инерция тела равна его тяжелой массе.*

**Определение 11.** *Единичная – это естественная микроволна в физическом пространстве с амплитудой, частотой и длиной волны (волновым числом), созданными самой природой, а не интерференционным приемом; амплитуда, частота и волновое число единичной микроволны являются изначальными тесно связанными между собой характеристиками колебательного процесса в физическом пространстве: насколько изменяется одна из них, настолько изменяются остальные в пропорциональном отношении с изменением энергии, импульса или инерции микроволны; (понятия «единичная волна» и «микроволна» – это синонимы по данному определению).*

**Определение 12.** *Групповая – это суперпозиционная макроволна, являющаяся интерференционным результатом возможности действия на вещество единичных волн, которые в физическом пространстве существуют независимо друг от друга; амплитуда, частота и волновое число в групповой макроволне связаны между собой иначе, чем в единичной микроволне; (понятия «групповая волна» и «макроволна» – это синонимы по данному определению).*

**Определение 13.** *Два события в двух разноместных точках А и В являются тогда одновременными, когда среди всего разнообразия изменений в объективной природе нельзя указать хотя бы элементарное изменение  $d\xi(t) > 0$ , такое, которое состоялось сразу же после А-события, но до В-события; все практические поиски его дают  $d\xi(t) = 0$ , и, следовательно,  $t_A + t_{d\xi} = t_B$  или  $t_A = t_B - t_{d\xi}$  переходит в одновременные моменты  $t_A = t_B$ , а в силу объективности событий А и В переменная  $t$  является абсолютной переменной, преобразующейся с помощью преобразований Галилея.*

## ЗАКЛЮЧЕНИЯ

### 35

Таковые вытекают из анализа квантовой механики и представляют собой попытку перейти от субъективированного подхода в общепринятой интерпретации этой механики к объективированному истолкованию накопленных практических знаний о микромире. Суть заключений в следующем.

**Заключение 1.** Принцип неопределенности – это искусственное толкование неадекватных выражений  $\Delta x \Delta p \geq \hbar$  и  $\Delta t \Delta E \geq \hbar$ , неадекватность которых доказывается такими простыми фактами: для построения приведенных выражений, из волнового пакета выбрасывается амплитуда и берется в рассмотрение только характеристика протяженности или длительности пакета, которая затем умножается на  $\hbar$ , чтобы связать пакет с микродействием  $\hbar$ , задающим, с одной стороны, действующую групповую волну, а с другой – микрочастицу вещества, изменение состояния которой есть результатом этого действия; ареной действия (и адресом вероятностного результата действия) выступают пространственная и временная зоны пакета, определяющиеся выражениями, соответственно  $\Delta x = \hbar / \Delta p$  и  $\Delta t = \hbar / \Delta E$ , правые части у которых – явно искусственные построения; но не менее искусственны и левые части этих выражений, ибо реальные зоны суть зоны не макро-, а микроволны, действие которой составляет одну из сторон  $\hbar$ -процесса, который не расшифрован и поэтому неизвестен, как и сами реальные зоны.

**Заключение 2.** Волна де Бройля в том или ином своем практическом проявлении – это всегда часть электромагнитной монохроматической волны, потраченная на производство скачка в состоянии несвободного электрона, или полученная в результате этого скачка.

**Заключение 3.** Дуализм «волна-частица» не свойственен ни волне самой по себе, ни микрочастице самой по себе, это есть двойственной природы результат взаимодействия между ними, проявляющийся в виде квантового перехода, в котором с одной стороны принимала участие микрочастица, потребовавшая для своего перехода волнового действия не меньшего  $\hbar = E / \omega = p / k$ , а с другой стороны – часть монохроматической микроволны поля с волновым числом  $k = p / \hbar$  и частотой  $\omega = E / \hbar$ , потраченная на этот переход; словом, природа не знает свойств дуализма и не наделяет ими ни волну, ни микрочастицу, она только «разрешает» изображать взаимодействие между ними либо через волновой, либо через корпускулярный результат действия.

**Заключение 4.** Электромагнитное излучение – это всегда волны, а не частицы; о фотонах можно говорить лишь в смысле оценки затрат излучения на результат взаимодействия волн с веществом, когда волновым воздействием электроны вещества либо вырываются из него (фотоэффект), либо переводятся в нем на более высокие уровни (квантовые переходы), оставляя в обоих случаях впечатление действия эквивалентной электрону частицы.

## ПРИМЕЧАНИЯ

<sup>1</sup> Все три приведенные цитаты позаимствованы у Л. Сопогина из его популярной статьи «Удалось ли препарировать квантовомеханического кентавра?», напечатанной в ТМ, №1 за 1983 год. – (с.9).

<sup>2</sup> Цитата из той же статьи Л. Сопогина. – (с.10).

<sup>3</sup> Результат группы опытов по определенному явлению, сводящий результаты отдельных опытов к единой трактовке. Больше об этом см. Главу 4. – (с.43).

<sup>4</sup> Доказательством наличия среды, как носителя электромагнитных процессов, является следующий факт в дополнение к известным волновым признакам света: световые объекты, натываясь друг на друга, проходят один сквозь другого без всякого взаимодействия, что возможно лишь в случае, когда эти объекты представляют собой состояния в среде (наподобие волн на поверхности воды). Если было бы иначе, то есть если бы световые объекты не были состояниями в материальной среде, а являлись бы обычными механическими объектами в пространстве, то натываясь друг на друга, они взаимодействовали бы друг с другом, чего не наблюдается в реальной природе. Но даже если следовать представлению об электромагнитном поле, как о субстанции без носителя, то распространенное поле в однородном и изотропном пространстве само будет являться сплошной материализованной средой без пустот. В обоих представлениях имеется больше доказательств того, что пространство является физической средой, состоящей из какой-то весьма тонкой материи, сплошным образом все заполняющей. – (с.43).

<sup>5</sup> Под инерциальным состоянием понимается состояние объекта в виде его абсолютного покоя либо абсолютного неускоренного движения. – (с.49).

<sup>6</sup> Никколо Макиавелли. «Государь». 1513 г. – (с.68).

<sup>7</sup> Первоначалами здесь называются явления, непосредственно через которые обнаруживается (выражается) аксиома природы или которые являются исходными в образовании других явлений (например, протяженность и длительность в своем отношении дают скорость движения). А также те, которые фигурируют в аксиомах природы (явно или неявно), например: инерция, абсолютное движение (переменное и постоянное), взаимодействие и т.п. – (с.75).

<sup>8</sup> Ни одному отдельно взятому физическому из посленьютоновского периода, известному крупными работами в области механики, нельзя предъявить претензии, что именно он повинен в утверждении кризисного принципа относительности; ни из периода самого раннего (Лагранж, Гамильтон), ни из более позднего, характеризующегося уже тем, что принцип относительности стал распространяться на другие области физики. Даже такому физическому из этого более позднего периода, как Пуанкаре, который своими публикациями «О науке» в буквальном смысле подготовил Эйнштейна к первой работе по СТО, этих претензий не предъявить. Создание искусственного принципа относи-

тельности – это коллективная работа и коллективная ответственность. Природа такого коллективного поведения в ложном направлении совершенно непонятна. – (с.75).

<sup>9</sup> Разумеется, речь не идет о договоренности в буквальном смысле, которая означала бы, что физики осознано отошли от якобы известной им истины, договорившись игнорировать ее. Речь только о том, что определение силы в виде

$$\vec{F} = M_0 \vec{v} \quad (\text{П.1})$$

и связанное с ним появление в физике принципа относительности не базируется на истине, которая объясняла бы объединение физиков во взглядах. Причем, не базируется не потому, что физики знали истину, но игнорировали ее, а потому, что она не была им тогда известна и не могла их объединять в истинном направлении. А раз не было объединяющей истины при установлении выражения (П.1) и связанного с ним принципа относительности, то приходится говорить об объединяющей договоренности, хотя таковая, еще раз подчеркну, не являлась осознанной акцией. Причина этой псевдо- (как бы) договоренности имеет непростую природу. Эта причина, возможно, коренится в законах формирования общественного мнения, способных подчинять себе (на некоторое время) даже физику, точнее говоря, творчество физиков. О физике в подобном смысле говорить все же не следует, так как физика – это наука, а наукой творчество физиков становится лишь тогда, когда оно в состоянии представлять явления в их истинном свете. А когда не в состоянии это делать, то тогда еще нет науки и, следовательно, физики, есть только творчество физиков, подчас затянувшееся на столетия в решении определенной проблемы. – (с.76).

<sup>10</sup> То, что произведение  $mc^2$  является выражением именно энергии движения света, следует из опыта Лебедева по определению светового давления. Доказательством может быть такой простой пример, иллюстрирующий идею и суть опыта. Пусть идеальное зеркало массы  $M$  полностью отражает световой объект массы (инерции)  $m$  и при этом получает отдачу

$$p = \varepsilon/c. \quad (\text{П.2})$$

Отдача света в определении (П.2) теоретически предсказывается уравнениями Максвелла и раньше других была рассчитана самим Максвеллом. В результате световой отдачи зеркало начнет двигаться со скоростью

$$u = p/M = \varepsilon/Mc, \quad (\text{П.3})$$

которую впервые в таком виде и в подобном рассмотрении записал Эйнштейн [16]. Меняя  $M$  на  $mc/u$ , полученное из равенства

$$Mu = mc,$$

и определяя  $\varepsilon$ , имеем из (П.3)

$$\varepsilon = mc^2. \quad (\text{П.4})$$

Получить формулу (П.4) можно еще более простым способом – путем сравнения друг с другом двух различных выражений одного и того же светового импульса. Вот эти выражения, которые необходимо сравнить:  $\varepsilon/c$  и  $mc$ . Из сравнения, образующего тождество  $\varepsilon/c \equiv mc$ , незамедлительно следует:

$$\varepsilon = mc^2. \quad - (с.101).$$

<sup>11</sup> Если сравнить величину притяжения друг к другу двух электронов, возникающего из-за того, что у них есть масса, с величиной отталкивания, возникающего оттого, что у них есть заряд, то получится отношение, порядка  $10^{-42}$ : *гравитационное притяжение составляет лишь такую мизерную часть электрического отталкивания.* Электрическая сила у электронов исполинская в сравнении с гравитационной. На этом основании можно сделать вывод, что гравитационное поле электрона в однородном и изотропном физическом пространстве исчезающе мало по сравнению с его электрическим (электромагнитным). – (с.103).

<sup>12</sup> Эта незаметность приводила к курьезам, один из которых, в истолковании Пуанкаре, я здесь приведу, преследуя цель, которая станет ясной в конце данного примечания. Пуанкаре пишет (где-то после 1901 года): «Одно из самых удивительных открытий, о котором физики объявили в эти последние годы, состоит в том, что материи не существует... Существенным свойством материи является ее масса, ее инерция. Масса – это то, что всюду и везде остается постоянным... Следовательно, если обнаруживается, что масса, инерция материи в действительности ей не свойственна, что это – приобретенная роскошь, которой она себя украшает, что масса, константа по определению, все же сама подвержена изменению, то можно сказать, что материи не существует» [20, с.191–192]. Далее Пуанкаре рассуждает: «Когда скорость меняется, реальная масса, масса механическая, остается постоянной, это следует из самого ее определения; но электромагнитная инерция, которая способствует образованию кажущейся массы, увеличивается со скоростью соответственно определенному закону. Следовательно, должна существовать связь между скоростью и отношением массы к заряду; величины эти, как мы уже говорили, можно подсчитать, наблюдая за отклонением лучей (потока электронов. – Р. Ф.) под действием магнита или электрического поля. Полученный результат оказался неожиданным: *реальная масса равна нулю*» (там же, с.193). Рассуждения Пуанкаре завершаются выводом: «Таким образом, эти отрицательные электроны, собственно говоря, не имеют массы; если они кажутся наделенными массой, то это потому, что они не могут изменить скорости без возмущения эфира. Их кажущаяся инерция есть лишь заимствование, она связана не с ними, а с эфиром» (там же, с. 194).



В этих рассуждениях все смешалось: инерция массы с инерцией заряда, материя с веществом (Пуанкаре часто подменял вещество понятием материи), инерция вещества с инерцией эфира. Нет в этом рассуждении главного — отхода от *привычного*, когда этот отход требуется новыми фактами. Как еще со времен Ньютона в науке появилось понятие инерции, связанное с массой, так оно и сохранилось в исследованиях Пуанкаре, Лоренца и др. (и остается поныне в физике в этом же представлении). Однако ньютоново определение инерции допускает и современное толкование ее (учитывает зависимость таковой от абсолютной скорости объекта), ибо основывается на уравнении движения вида

$$\vec{F}_a = \vec{Q} = -\vec{F}_i,$$

включающим в себя инерцию и тела, и меняющегося гравитационного возмущения в физическом пространстве с изменением там скорости тела; инерция этого возмущения и является переменной добавкой к инерции тела. А в только что упомянутых исследованиях истолкование инерции базируется на неверном (неньютоновом) уравнении вида

$$\vec{F}_a = M\vec{v} = -\vec{F}_i,$$

связывающим инерцию лишь с одним телом (без учета инерции поля). Из-за этой подмены уравнения и возникла кризисная проблема в физике с пониманием явления инерции. Что касается других фактов, приведенных Пуанкаре, из которых якобы прямо следует, что «электроны не имеют массы», то истинная суть этих фактов такова. Уже говорилось в примечании «<sup>11</sup>», что электрон в качестве источника одновременно гравитационного и электрического полей создает эти поля очень разными по силовой напряженности: последнее является на 42 порядка сильнее первого. Конечно же, никакие опыты, в которых наблюдаемой величиной является электрическая (или магнитная) сила, не выявят и следов гравитационной инерции электрона. Эту его незаметную гравитационную инерцию, наверное, можно было бы наблюдать только в виде тяготеющей массы и в таком эксперименте, в котором электрон притягивался бы очень большим телом, например, всей Землей. Из рассуждений Пуанкаре видно, насколько близко физики в свое время подходили к возможности дать правильное истолкование зависимости инерции объекта от его абсолютной скорости и насколько сильны привычки держаться *общепринятого* в физике, что так и не удалось им эту возможность реализовать. — (с.103).

<sup>13</sup> Наиболее массовым примером наблюдения такого возмущения является практическое использование радио- и телесвязи. Чтобы электромагнитное возмущение, возникающее в результате ускорения электрона, можно было реально наблюдать, его необходимо сделать достаточно длительным во времени. Для этого нужно уметь электрон как угодно долго колебать относительно какого-нибудь его положения равновесия, тогда он будет в течение

времени колебания формировать в пространстве электромагнитное возмущение, которое уже можно наблюдать. Подобные возмущения и лежат в основе процесса радио- и телесвязи. – (с.108).

<sup>14</sup> Сколько бы не колебали систему координат относительно покоящегося электрона, электромагнитного возмущения не создать. Для тех, кто найдет данный пример неподходящим, поскольку колеблющаяся система неинерциальная, предлагаю представить себе его в таком изложении. Имеется бесконечно много инерциальных систем координат, отличающихся друг от друга лишь величиной скорости движения относительно электрона; скорости систем составляют непрерывный ряд величин от 0 до  $v$ . Те системы, которые характеризуются крайними скоростями 0 и  $v$  можно назвать соответственно «исходной» и «конечной». Пусть состояние электрона преобразовывается последовательно во времени от «исходной» до «конечной» системы через все промежуточные, а потом в обратном порядке и так много раз в том и в другом направлениях. В сумме преобразования дают эффект пульсирующего ускорения электрона (попеременно от 0 до  $v$ , от  $v$  до 0 и т.д.), причем каждое отдельное преобразование является преобразованием между локально инерциальными системами координат. Хотя преобразованиями и достигается эффект ускорения электрона, однако этот эффект не сопровождается появлением электромагнитного возмущения ибо никакого реального (то есть в физическом пространстве) ускорения нет; там электрон неизменно покоится. – (с.108).

<sup>15</sup> Напомню: физическое пространство, движение в котором – абсолютное, ни в коем случае нельзя понимать как абсолютное пространство Ньютона. Первое – это объект науки, в котором протекают собственные физические процессы, а второе – это инструмент науки, который предназначен для научного описания процессов, протекающих в физическом пространстве. – (с.122).

<sup>16</sup> Отличие аксиом природы от аксиом науки можно представить и так: первые – это правила, по которым существует и себя проявляет объективная природа, а вторые – это правила, по которым существование и проявление объективной природы научно излагается. Оба вида аксиом – утверждения в одинаковой мере объективированные. – (с.123).

<sup>17</sup> Тот, кто задал себе подобный вопрос, понимая всю глубину его, не может рассчитывать на успокоение. Разумеется, если он – физик-релятивист, искренне верующий в ОТО. Успокоение для него стало бы возможным, если была бы создана единая теория поля для гравитационных и электромагнитных явлений, из которой можно было бы, как из единого органически целостного источника знаний, получать сведения о геометрии пространства. И в самом деле, ОТО заявила, что она геометризировала физическую картину процессов движения и тем самым установила истинную геометрию реального пространства, являющуюся неевклидовой. Логика и аргументирование здесь

таковы: поскольку все линии в ОТО перестали подчиняться евклидовой геометрии, так как стали кривыми, и поскольку свойства линий изображают свойства реальных процессов, например, кривизна линий означает криволинейность траекторий движения тел, то характер физических процессов движения тел следует рассматривать как результат геометрических свойств пространства. Таково притязание ОТО на истолкование одной из важнейших основ естествознания – физического пространства. Однако при этом встал весьма деликатный вопрос, вся деликатность которого была понятной, по-видимому, только одному Эйнштейну. Вопрос заключается в следующем. Поскольку ОТО призвана устанавливать исключительно лишь гравитационные кривизны пространства и выводить из них характер движения тел, то как-то неудобно, а главное – неубедительно получается, если говорить, что она способна давать сведения о геометрии реального пространства. В пространстве, кроме тел, движутся еще и заряды. Как определять кривизну объекта, несущего заряд, например электрона, гравитационное поле которого в  $4,17 \cdot 10^{42}$  слабее электрического? Из этого ясно, что свойства первого проявляются в  $4,17 \cdot 10^{42}$  раз слабее свойств второго. Следовательно, имея ОТО, которая оперирует геометрическими образами движения только гравитационной природы, ее невозможно применять к движениям электрона; более того, нельзя говорить, что ОТО геометризировала физическую картину процессов движения и установила истинную геометрию пространства, коль скоро она не пригодна для описания процессов движения электрически заряженных объектов; ведь нельзя говорить о геометрии пространства, зная в нем геометрический характер движения только какой-то одной части объектов и не зная другой, причем более существенной для физики землян. Выходом из этой деликатной ситуации была бы единая теория поля. Вот почему, на мой взгляд, Эйнштейн так настойчиво искал ее. Из того обстоятельства, что всех остальных релятивистов не особо тревожил факт отсутствия единой теории поля, следует вывод, что они не понимали возникшей деликатной ситуации в релятивистской физике в связи с объявлением ОТО теорией реального пространства. Нельзя не завершить подобный разговор уточнением такого характера: из Аксиом природы и науки с однозначностью следует, что геометрия реального физического пространства – евклидова, поэтому рассуждения наподобие только что изложенных имеют лишь чисто исторический интерес. – (с.126).

<sup>18</sup> Ярким примером данного утверждения является подсказка Аксиомы природы 1 о том, что существует электромагнитная инерция и что имеет место Аксиома природы 5. – (с.131).

<sup>19</sup> Метафизика (в буквальном смысле – после физики). Данным понятием обозначается учение (точнее – претензия на учение) о сверхчувственных (недоступных опыту) принципах и началах бытия. Это понятие очень близко к понятию «эзотерика», уже явно противоположному к науке. – (с.133).

<sup>20</sup> Наибольшее мистическое привнес в физику постулат о постоянстве скорости света; яснее было бы сказать так: постулат одинаковости скорости света во всех инерциальных системах координат. Невозможно создать физический образ этого постулата, что является явным признаком мистичности его. Если такие положения квантовой механики, как неопределенность, например, координаты и импульса или дуализм волны-частицы, которые сами по себе также мистифицированы, однако оставляют возможность надеяться на создание когда-нибудь физического образа этих явлений, когда будет преодолена неполнота статистической трактовки, то постоянство скорости света никаких надежд подобного рода не оставляет. Имеется только чисто математическое решение этого постоянства, и ничего более. Понятно, что в математике нет и никогда не было проблем такого рода, чтобы из трех связанных между собой величин какую-нибудь из них нельзя было сделать константой, если на это имеется заказ. Заказной характер постоянства скорости света окончательно будет доказан при рассмотрении совокупного результата опытов, в которых наблюдаемые результаты напрямую связаны именно со скоростью света и не подтверждают этого постоянства; с совокупным результатом таких опытов Читатель познакомится позднее, в главе под аналогичным названием. А пока что, до этого ознакомления, постоянство скорости света остается утверждением на правах своеобразной аксиомы. — (с.135).

<sup>21</sup> Попытки подобного подхода уже имели место в физике, они известны как предположение, что существует лоренц-фидджеральдово сокращение протяженности материальных объектов в направлении их движения. — (с.142).

<sup>22</sup> Можно привести откровения Борна: «Лоренц... видимо, так никогда и не стал приверженцем релятивистской теории, хотя временами, чтобы избежать споров, на словах поддерживал идеи Эйнштейна». Данное высказывание Борна взято из книги известного американского физика-теоретика А. Пайса [27, с.162], которым последний под сноской 6 подкрепил свое собственное заключение: «Лоренц так никогда полностью и не перешел от старой динамики к новой кинематике». — (с.196).

<sup>23</sup> Чтобы проиллюстрировать сказанное, достаточно показать, что есть характерным в опыте Лебедева по сравнению с какой-нибудь системой механически взаимодействующих объектов. Например, можно сравнить опыт Лебедева с тем, как обмениваются импульсами билиардные шары. Используя аналогию с билиардными шарами легко показать невозможность сведения картины взаимодействия между светом и веществом к картине взаимодействия вещества с веществом. Будет рассматриваться одномерная билиардная задача упругих соударений, в которой движение импровизированных шаров происходит лишь вдоль одной прямой линии, а их соударения являются идеально упругими. Пусть шар-фотон (далее фотон), имеющий количество движения  $mc$ , налетает на покоящийся шар-вещество (далее вещество), являющееся прообразом зеркального крылышка из опыта Лебедева. Пусть вещест-

во имеет инерцию  $M$ , под которой подразумевается не только, собственно, его масса, а в дополнение к ней еще и противодействие закручиванию подвеса. Результатом столкновения в этом чисто механическом (бильярдном) представлении есть:

$$[mc_{(\rightarrow)} + (Mv = 0)] \rightarrow [(mc_{(\rightarrow)} = 0) + (Mv = mc_{(\rightarrow)})] \quad (\text{П.5})$$

– в случае, когда количество движения фотона  $mc$  полностью передается веществу, или

$$[(mc_{(\rightarrow)} + (Mv = 0))] \rightarrow [(mc_{(\rightarrow)} \rightarrow mc_{(\leftarrow)}) + (Mv = 0)] \quad (\text{П.6})$$

– в случае, когда количество движения фотона  $mc$  вовсе не передается веществу и фотон практически полностью отражается, что может быть объяснено большим перевесом инерции  $M$  над  $m$  ( $M \gg m$ ) [стрелка в качестве индекса величины количества движения указывает на направление движения (слева направо или справа налево), а в качестве знака между величинами – на превращение количества движения из того, каким оно было до столкновения, в равное ему количество движения после столкновения]. Изображениями (П.5)–(П.6) полностью исчерпываются крайние возможности этих бильярдных случаев (их два, промежуточные варианты не рассматриваются). В опыте же Лебедева дело обстоит существенно иначе, что легко показать, представляя опыт аналогичным же образом:

$$[mc_{(\rightarrow)} + (Mv = 0)] \rightarrow \{(mc_{(\rightarrow)} \rightarrow mc_{(\leftarrow)}) + [(Mv = mc_{(\rightarrow)}) + (Mv = mc_{(\leftarrow)})]\}. \quad (\text{П.7})$$

Из сравнения (П.7) с (П.6) видно, что картина взаимодействия в опыте Лебедева отличается от бильярдной наличием двух дополнительных количеств движения, стоящих в (П.7) в квадратных скобках справа после стрелки. Чтобы еще нагляднее проиллюстрировать это различие, запишу (П.7) в таком виде:

$$[mc_{(\rightarrow)} + (Mv = 0)] \rightarrow \{[(mc_{(\rightarrow)} = 0) + (Mv = mc_{(\rightarrow)})] + [(mc_{(\leftarrow)} = mc_{(\rightarrow)}) + (Mv = mc_{(\leftarrow)})]\}. \quad (\text{П.8})$$

Теперь уже из сравнения (П.8) с (П.5) четко видно, что опыт Лебедева отличается от всевозможных опытов с чисто механическим взаимодействием тем, что в нем имеет место возникновение светового комплекса с фотоном  $mc_{(\leftarrow)}$  и отдачей  $Mv$  [представляется величинами и отношениями в (П.8), стоящими справа после стрелки во вторых квадратных скобках].

Итак, процесс взаимодействия в опыте Лебедева состоит из двух различных по природе частей: из бильярдноподобного, собственно, механического процесса [представляется первой и второй квадратными скобками в (П.8) вместе взятыми, то есть выражением (П.5)], и из волнового импульса сим-

метричной формы как бы не связанного с предшествовавшим механическим процессом, а возникшего за счет какого-то *внутреннего резерва светового поля* [представляется величинами и соотношениями, стоящими в последних квадратных скобках (П.8)]. Обе части процесса *самодостаточны*, поэтому законы сохранения выполняются как в целом для всего процесса, так и отдельно для каждой из его частей.

Весьма интересным является этот только что упомянутый *внутренний резерв поля* – явление, которое с формальной стороны известно еще со времен Максвелла, однако в содержательном плане нигде не обсуждалось. О нем можно заявить еще и в связи со следующим представлением.

Как известно, электрическое поле  $\vec{E}$  движущегося точечного заряда  $q$  наряду с другими выражениями дается также и такой формулой [37, гл.28]:

$$\vec{E} = -\frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left[ \frac{\vec{\sigma}_{r'}}{r'^2} + \frac{r'}{c} \frac{d}{dt} \left( \frac{\vec{\sigma}_{r'}}{r'^2} \right) + \frac{1}{c^2} \frac{d^2}{dt^2} \vec{\sigma}_{r'} \right]; \quad (\text{П.9})$$

здесь  $\vec{\sigma}_{r'}$  – единичный вектор направления, который направлен от точки, где измеряется  $\vec{E}$ ,  $r$  – расстояние от этой точки до заряда  $q$ , а штрих означает то, что учитывается так называемое запаздывающее расстояние;  $\epsilon_0$  – некоторая постоянная, являющаяся коэффициентом соответствия [не смешивать  $\epsilon_0$  и  $\vec{E}$  с  $\epsilon$  и  $E$ , обозначающими в данной книге энергию соответственно электромагнитного поля ( $\epsilon = mc^2$ ) и кванта ( $E = \hbar\omega$ )]. Изменения величин с расстоянием (их убывания), выраженные первым и вторым слагаемыми в правой части (П.9), доминируют над изменением величины, представленной третьим слагаемым, в том смысле, что первые убывают по закону обратного квадрата, то есть очень быстро, тогда как третье – обратно пропорционально самому расстоянию. На больших расстояниях от заряда части формулы (П.9), изменяющиеся по закону обратного квадрата, становятся настолько малыми поправками к третьему слагаемому, что их можно не учитывать и всю формулу представлять в виде

$$\vec{E} = -\frac{q}{4\pi\epsilon_0} \frac{\ddot{\vec{\sigma}}_{r'}}{c^2}. \quad (\text{П.10})$$

Возникает вопрос: как можно объяснить (*физически*) тот факт, что  $\vec{E}$  с расстоянием убывает обратно пропорционально первой, а не второй степени расстояния? Ведь если какое-либо количество чего-нибудь физического (в рассматриваемом случае – электрической напряженности электромагнитного поля) истекает из одной точки пространства одинаково во всех направлениях, то его расселение по пространству должно быть таким, чтобы в любом за-

данном направлении происходил спад этого количества по закону обратного квадрата расстояния. Таковы геометрические законы пространства. Почему  $\vec{E}$  спадает обратно пропорционально первой степени расстояния? Ответом способно быть только следующее утверждение: потому, что имеет место определенная *подпитка* поля  $\vec{E}$  в процессе его распространения в *физическом* пространстве. Поле  $\vec{E}$  за счет каких-то своих внутренних резервов постоянно себя поднимает до определенной величины по определенному закону. Закон сохранения количества  $\vec{E}$ , энергии и т. д. выполняется на основе формулы (П.10). Это все, что можно сказать об этом феномене. – (с.217).

<sup>24</sup> Точнее говоря, с указанной системой имеют дело не в физике, а в действительности. В физике же такую систему пока что не рассматривают. Не смотря на то, что электрон есть источником электрического поля (а при ускорении – и электромагнитного) и поэтому, безусловно, является составной частью реально существующей системы «электрон – его поле», однако в современной физике его динамика таковой не представляется. Это свидетельствует о том, что явление движения электрона (как и любого иного объекта) в современной физике представлено неполно. – (с.217).

<sup>25</sup> Приведу высказывание А. Пайса об упомянутом конфликте. Он пишет [27, с. 403]: «... между Эйнштейном и Бором, двумя крупнейшими авторитетами того времени, назрел конфликт (слово *конфликт* употребил сам Эйнштейн). Принять чью-либо сторону означало сделать выбор между двумя наиболее почитаемыми физиками. В идеале личные соображения такого рода не должны влиять на решение научных проблем, но в жизни не совсем так». Далее он приводит высказывание Паули по поводу этого противостояния: «Даже если бы я по каким-то психологическим соображениям пытался составить мнение по научным вопросам, исходя из уважения к авторитету (что, однако, как Вы знаете, для меня немыслимо), то все равно это было бы логически невозможно (по крайней мере, в данном случае), так как мнения этих авторов диаметрально противоположны» (там же).

Как видим, наука наукой, а имена в науке необходимо почитать и, поэтому, чтобы не перечить никому из авторитетов, можно и отмолчаться по научным проблемам. По мнению Пайса, «причина такой нерешительной позиции физиков того времени» состояла именно в деликатности двойственного положения проблемы.

От себя замечу следующее: хотя внешне конфликт выражал отношение к законам сохранения энергии и импульса, однако более глубинной причиной конфликта является все же то, что должно находиться в основе всей физики – непрерывное поле или прерывные кванты? Именно столкновение данных субъективированных воззрений на *окончательную* (!?) физическую реальность, впоследствии перешедшее в продолжительную дискуссию, было *подлинным смыслом противостояния*. Увы, ни одна из сторон не может быть

правой: поле и кванты – это лишь две самостоятельные части единой реальности, которая несводима ни к одной из этих частей. – (с.224).

<sup>26</sup> Говоря о такого рода подходах в представлении, приведу из литературы пример того, как в подобном подходе формализовано, без заботы о совместимости с физической реальностью, истолковываются единичный и групповой колебательные процессы. Суждение, которое сейчас будет приведено, является общепринятым. Вот оно: «Безгранично протяженной синусоидальной волне  $e^{ikx}$  соответствует определенное  $k$  (определенная длина волны  $\lambda$ ). Но если волна ограничена в пространстве, то определенное  $k$  отсутствует и неизбежно появляется спектр длин волн, имеющий ширину  $\Delta k$  такую, что  $\Delta x \Delta k \sim 2\pi$ » [31, с.419]. Итак, пусть в точке  $x_0$  имеется постоянно действующий источник, когда-то сформировавший *единичную* волну в направлении положительных значений  $x$ , которая ушла на бесконечность и существует как бесконечно протяженная. Поскольку волна относится к безгранично протяженной, то нет препятствия считать ее (в силу процитированного высказывания) строго синусоидальной, характеризующейся одним определенным  $k$ . А теперь на пути волны, в точку  $x_1$ , удаленную от  $x_0$  на конечное расстояние ( $x_1 - x_0 \ll \infty$ ), я поставлю перегородку, полностью поглощающую волну и ничего не отражающую в обратном направлении, чтобы не было возможности говорить о влиянии отраженной волны на источник. Поскольку волна в ограниченном пространстве  $x_0 x_1$  перестала быть бесконечно протяженной, то в силу приведенного выше суждения, она сразу же должна превратиться в волну, характеризующуюся не одним  $k$ , а определенным набором волновых чисел (длин волн). Оказывается, не физические свойства источника, а никак не связанное с ним пространственное расстояние должно (по приведенному суждению) определять, какой быть волне – единичной или групповой. Ясно, что процитированное выше суждение, имеющее, казалось бы, добротную математическую основу, не может быть физическим суждением, ибо в таком случае оно становится суждением с мистической окраской, что-то наподобие следующего: источник «знает», какое отводится колебаниям пространство и по этим своим «знаниям» формирует соответствующий колебательный процесс – единичный или групповой.

Рассмотренный пример заставляет сделать, по крайней мере, два следующих вывода: 1) в физике имеются заформализованные несовместимые с реальностью суждения и их, по-видимому, немало; 2) единичная монохроматическая волна может существовать и в ограниченном пространстве. – (с.269).

<sup>27</sup> Конечно, эта разумность тогда не воспринималась и ею не руководствовались, интерпретация с ее учетом – это результат других соображений;



она видна лишь при помощи анализа, учитывающего значение амплитуды в силовой характеристике волны и уточняющего амплитуду пакета. – (с.271).

<sup>28</sup> Иметь ввиду, что тот или иной объект (в данном случае электрон) что-то излучает, было бы в корне неверно, так как вещество в виде какого-нибудь конкретного объекта никогда ничего не излучает в том смысле, что из него не исходят ни электромагнитные, ни гравитационные волны. Упомянутые волны – это возмущения в физическом пространстве, возникающие в результате изменения состояния движения объекта в этом пространстве. Поэтому, говоря об излучении, легко ассоциирующимся с чем-то таким, что якобы испускается объектом, нужно помнить, что это на самом деле не излучения объекта, а возмущения в физическом пространстве, для которых лишь в силу привычки можно иногда употреблять понятие «излучение». – (с.279).

<sup>29</sup> Частота электромагнитного возмущения, возникающего при ускорении электрона вследствие какого-нибудь действия на него, и в квантовом, и в классическом представлениях может быть выражена отношением приращения энергии к приращению действия. В первом случае выражение представляет собой отношение бесконечно малых величин, а во втором – конечных. Чтобы это показать, достаточно обратиться к следующему примеру.

В квантовой задаче определения действия при переходе электрона из одного стационарного состояния в другое, используется понятие линейного осциллятора, энергия которого квантуется в соответствии с формулой

$$E_n = n\hbar\omega \quad (\text{П.11})$$

( $n = 1, 2, 3 \dots$ ). Действие в этом случае определяют по формуле

$$S = \oint p dq = 2\pi n\hbar = nh, \quad (\text{П.12})$$

где  $p$  и  $q$  – обобщенные импульс и координата электрона в фазовом пространстве. Частота излучения при переходе электрона из возбужденной стационарной орбиты с энергией  $E_m$  на менее возбужденную (или основную) с энергией  $E_l$  определяется при помощи условия частот, вытекающего из (П.11),

$$E_m - E_l = \Delta E = \hbar\omega_q,$$

откуда

$$\omega_q = \Delta E / \hbar. \quad (\text{П.13})$$

Действие, соответствующее этому изменению в системе (это будет действие самой системы, а не над системой), находится при помощи (П.12). Так что для двух рассматриваемых стационарных состояний получаются следующие выражения действия:

$$S_m = 2\pi m\hbar, \quad S_l = 2\pi l\hbar.$$

Разница между ними есть действием системы по образованию возмущения с частотой (П.13):

$$S_m - S_l = \Delta S = 2\pi(m-l)\hbar.$$

Если  $m - l = 1$  (рассматриваются две соседние стационарные орбиты), то

$$\Delta S = 2\pi\hbar,$$

откуда

$$\hbar = \Delta S / 2\pi.$$

Подставляя данное выражение для  $\hbar$  в (П.13), имеем

$$\omega_q = 2\pi \frac{\Delta E}{\Delta S}. \quad (\text{П.14})$$

Для получения соответствующего классического выражения также пользуются линейным осциллятором, энергия которого равна

$$H = \frac{\mu x^2}{2} + U = \frac{p^2}{2\mu} + U,$$

откуда

$$p = \sqrt{2\mu(H - U)}.$$

Интеграл действия в этом случае будет

$$S = \oint p dx = \oint \sqrt{2\mu(H - U)} dx.$$

Рассматривая энергию  $H$  как непрерывно меняющуюся величину, находят производную

$$\frac{dS}{dH} = \oint \frac{\mu}{\sqrt{2\mu(H - U)}} dx = \oint \frac{\mu}{p} dx = \oint \frac{dx}{v} = \oint \frac{dx}{dx/dt} = \oint dt = T;$$

величина  $T$  есть ни что иное, как период колебания. С помощью данного результата известное выражение частоты  $\omega_c = 2\pi/T$  можно записать в следующем виде:

$$\omega_c = 2\pi \frac{dH}{dS}. \quad (\text{П.15})$$

Итак, в случае квантового представления, частота определяется отношением конечных величин (П.14), а в случае классического — (П.15), то есть таким же по виду отношением, состоящим из бесконечно малых величин. — (с.286).

<sup>30</sup> Из формул  $E = \hbar\omega$  и  $p = \hbar k$  получаются выражения для константы  $\hbar$ , которые можно записать так:

$$\hbar = \left( \frac{E}{\omega} = \frac{p}{k} \right). \quad (\text{П.16})$$

Отношениями этих же величин определяется еще одна константа – скорость света в физическом пространстве:

$$c = \left( \frac{\omega}{k} = \frac{E}{p} \right). \quad (\text{П.17})$$

Сравнивая друг с другом скобки из (П.16) и (П.17), видно, что

$$\left( \frac{\omega}{k} = \frac{E}{p} \right) o = \left( \frac{E}{\omega} = \frac{p}{k} \right)$$

или, иначе,

$$co = \hbar,$$

откуда

$$o = \hbar / c. \quad (\text{П.18})$$

В системе единиц СИ константа  $o$  имеет следующий числовой порядок и размерность:

$$o \sim 10^{-42} \text{ кг}\cdot\text{м}. \quad (\text{П.19})$$

Величина такого порядка также связанная с физическим пространством, уже встречалась раньше (см. приложение «<sup>11</sup>»), но там она была безразмерной, а здесь имеет размерность «кг·м». Что означает эта размерность? Может быть она указывает на существование некоего структурного остова физического пространства – носителя поля (по крайней мере, электромагнитного)? К данному вопросу склоняет следующее обстоятельство: если умножить  $o$  на единицу скорости распространения поля в физическом пространстве, то придем к выражению действия в этом пространстве, а если умножить на единицу ускорения, то будем иметь выражение энергии движения поля в нем. Квантовый характер получающихся величин и есть указанием на существование структуры, в которой протекают процессы. Но это отнюдь не означает, что гипотетический остов следует рассматривать как предельно тонкую физическую структуру. – (с.287).

<sup>31</sup> Под нормированием волны скачком, свершающимся в состоянии электрона, подразумевается то, что самой волны в рассмотрении берется столько, чтобы этот скачек осуществить. – (с.305).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бриллюэн Л. Новый взгляд на теорию относительности. М.: «Мир», 1972
2. Мостепаненко А. М. Проблема универсальности свойств пространства и времени. Л.: Наука, 1969
3. Полемика Г. Лейбница и С. Кларка. Изд. Ленингр. Университет, 1960
4. Ньютон Исаак. Математические начала натуральной философии. М.: «Наука», 1989
5. Шипов Г. И. Теория физического вакуума. М.: «НТ-Центр», 1993
6. Зоммерфельд А. Механика. М.: ИЛ, 1947
7. Физический энциклопедический словарь. Гос. Науч. Изд. «Сов. энциклопедия», 1963, Т. 3
8. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. Т. 1 и 2. М.: «Мир», 1976
9. БСЭ, издание второе
10. Федоров Р. В. Чи відповідає реальності релятивістське визначення маси? // Науковий вісник ЧДУ. Вип. 32: Фізика – Чернівці: ЧДУ, 1998. – С. 153 – 156
11. Федоров Р. В. Про залежність маси від швидкості. // Науковий вісник ЧДУ. Вип. 66: Фізика – Чернівці: ЧДУ, 1999. – С. 95 – 96
12. Эйнштейн А. К электродинамики движущихся тел. / Собр. науч. тр.: В 4 т. М., 1965. – Т.1. – С. 7 – 35
13. Эйнштейн А. О методе определения соотношения между поперечной и продольной массами электрона. / Собр. науч. тр.: В 4 т. – М., 1965. – Т.1. С. 45 – 48
14. Эйнштейн А. Об инерции энергии, требуемой принципом относительности. / Собр. науч. тр.: В 4 т. – М., 1965. – Т.1. – С. 53 – 64
15. Эйнштейн А. О принципе относительности и его следствиях. / Собр. науч. тр.: В 4 т. – М., 1965. – Т.1. – С. 65 – 114
16. Эйнштейн А. Принцип относительности и его следствия в современной физике. / Собр. науч. тр.: В 4 т. – М., 1965. – Т.1. – С. 138 – 164
17. Зоммерфельд А. Пути познания в физике. М.: «Наука», 1973
18. Новый иллюстрированный энциклопедический словарь. М.: Науч. издат. «Большая Российская энциклопедия», 1999
19. Пуанкаре А. О науке. М.: «Наука», 1990
20. Кудрявцев П. С. Курс истории физики. М.: «Просвещение», 1974
21. Бутиков Е. И. Оптика. М.: ВШ, 1986
22. Федоров Р. В. Аналог досліду Майкельсона без зустрічних рухів світлових хвиль. // Науковий вісник ЧДУ. Вип. 50: Фізика – Чернівці: ЧДУ, 1999. – С. 99 – 100
23. Вавилов С. И. Экспериментальные основания теории относительности. / Собрание сочинений: В 4т. – М., 1956. – Т.4. – С. 18 – 109

24. Калитеевский Н. И. Волновая оптика. М.: ВШ, 1978
25. Зоммерфельд А. Оптика. М.: ИЛ, 1953
26. Лоренц Г. А. Теория электронов и ее применение к явлениям света и теплового излучения. М.: ГТТЛ, 1955
27. Пайс А. Научная деятельность и жизнь Альберта Эйнштейна. М.: «Наука», 1989
28. Федоров Р. В. Два аргумента проти принципу відносності в електродинаміці. // Науковий вісник ЧДУ. Вип. 40: Фізика – Чернівці: ЧДУ, 1998 – С. 73 – 78
29. Эйнштейн А., Громмер Я. Общая теория относительности и закон движения. / Собр. Науч. тр.: В 4 т. – М., 1966. – Т. 2. – С. 198 – 210
30. Вовк С. М. Філософські основи природознавства. Чернівці, «Рута», 2002
31. Шпольский Э. В. Атомная физика. М.: «Наука», 1984. – Т. 1
32. Давыдов А. С. Квантовая механика. М.: ФН, 1963
33. Блохинцев Д. И. Основы квантовой механики. М. «Наука», 1983
34. Крауфорд Ф./Берклеевский курс физики: В 5т. – М.: «Наука», 1976. – Т. 3
35. Храмов Ю. А. Физики. Биографический справочник. М.: «Наука», 1983
36. Бор Н., Крамерс Г., Слэтер Дж. Квантовая теория излучения / Бор Н. Избр. науч. тр.: В 2т. – М.: «Наука», 1970. – Т. 1
37. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. Т. 3. М.: «Мир», 1967
38. Шпольский Э. В. Атомная физика. М.: «Наука», 1984. – Т. 2
39. Утияма Р. К чему пришла физика. М.: «Знание», 1986
40. Ландау Л. Д., Лившиц Е. М. Краткий курс теоретической физики. Книга 1: механика. – М.: «Наука», 1969
41. Голдстейн Г. Классическая механика. – 2-е изд. – М.: «Наука», 1975
42. Вартофский М. Эвристическая роль метафизики в науке. / Структура и развитие науки. – М.: «Прогресс», 1978. С. 43–110
43. Гейзенберг В. Философские проблемы атомной физики. М.: ИЛ, 1953
44. Гейзенберг В. Физика и философия. М.: ИЛ, 1963
45. Шредингер Э. Новые пути в физике. М.: «Наука», 1971
46. Философский энциклопедический словарь. М.: СЭ, 1989
47. Изобретатель и рационализатор, № 2, 1982
48. Колоколов Е. П. О сущности преобразований Лоренца и релятивистской концепции времени. // Проблемы пространства и времени в соврем. естествознании.: Матер. междунар. конф. / АН СССР. Том. науч. центр. Л., 1990. – С. 121–124
49. Терлецкий Я. П. Парадоксы теории относительности. М.: «Наука», 1966

50. Горожанин О. О времени, часах и отдаленных аналогиях. // Изобретатель и рационализатор, № 8, 1988
51. Федоров Р. В. Энергія руху у механіці та оптиці. // Науковий вісник ЧДУ. Вип.. 57: Фізика – Чернівці: ЧДУ, 1999 – С. 104 – 107

## СОДЕРЖАНИЕ

О чем данная книга.....	3
Предисловие автора.....	7
Введение.....	13
<b>ГЛАВА 1. Основные положения классической механики.....</b>	<b>16</b>
<i>Тема 1. Ньютоновы представления о пространстве и времени.....</i>	<i>17</i>
<i>Рассуждение 1. О пространстве и времени в философии.....</i>	<i>29</i>
<i>Тема 2. Галилеевы преобразования координат и времени.....</i>	<i>45</i>
<i>Тема 3. Три закона Ньютона.....</i>	<i>46</i>
<i>Тема 4. Механический принцип относительности.....</i>	<i>64</i>
<i>Рассуждение 2. О физике и физиках.....</i>	<i>74</i>
<b>РЕЗЮМЕ ГЛАВЫ 1.....</b>	<b>82</b>
<b>ГЛАВА 2. Электромагнитная инерция.....</b>	<b>86</b>
<i>Тема 5. Понятие поля инерции.....</i>	<i>88</i>
<i>Тема 6. Инерция материи – многофакторная.....</i>	<i>97</i>
<i>Тема 7. Принцип относительности и поле.....</i>	<i>105</i>
<i>Тема 8. Анализ эйнштейнового метода получения формулы зависимости инерции от скорости.....</i>	<i>110</i>
<i>Тема 9. Аксиомы природы и науки.....</i>	<i>117</i>
<i>Тема 10. Объективная реальность.....</i>	<i>126</i>
<i>Рассуждение 3. О физике и физиках (продолжение рассуждения 2).....</i>	<i>129</i>
<b>РЕЗЮМЕ ГЛАВЫ 2.....</b>	<b>144</b>
<b>ГЛАВА 3. Интерференционные опыты первого и второго порядка.....</b>	<b>151</b>
<i>Тема 11. О физической картине мира на кануне СТО.....</i>	<i>152</i>
<i>Тема 12. Опыт Майкельсона.....</i>	<i>157</i>
<i>Тема 13. Попытка нерелятивистского объяснения нулевого результата опыта Майкельсона.....</i>	<i>163</i>
<i>Тема 14. Релятивистское истолкование опыта Майкельсона.....</i>	<i>165</i>
<i>Тема 15. Взаимодействие световых волн и опыт Майкельсона.....</i>	<i>167</i>
<i>Тема 16. Опыт Саньяка.....</i>	<i>172</i>
<i>Тема 17. Опыт Майкельсона–Гэйла.....</i>	<i>177</i>
<i>Тема 18. Анализ современной трактовки опытов Саньяка и Майкельсона–Гэйла.....</i>	<i>181</i>
<i>Рассуждение 4. Об опыте Майкельсона и о том, что с ним связано.....</i>	<i>191</i>
<b>РЕЗЮМЕ ГЛАВЫ 3.....</b>	<b>201</b>
<b>ГЛАВА 4. Совокупный результат опытов.....</b>	<b>203</b>
<i>Тема 19. Совокупный результат кинематических опытов.....</i>	<i>204</i>
<i>Тема 20. Совокупный результат динамических опытов.....</i>	<i>209</i>
<i>Тема 21. О системном и фрагментарном в физике.....</i>	<i>224</i>
<i>Рассуждение 5. Философия физики.....</i>	<i>233</i>

<b>РЕЗЮМЕ ГЛАВЫ 4</b> .....	246
<b>ГЛАВА 5. Квантовая механика с позиции</b> <b>совокупного результата опытов</b> .....	248
<b>Тема 22. Волновой пакет: исправление ошибки</b> .....	249
<b>Тема 23. Совокупный результат дискретных переходов</b> .....	258
<b>Тема 24. Принцип неопределенности</b> <b>с позиции совокупного результата опытов</b> .....	264
<b>Тема 25. Физический смысл волны де Бройля,</b> <b>вытекающий из совокупного результата опытов</b> .....	277
<b>Тема 26. Физический смысл постоянной действия Планка</b> .....	282
<b>Тема 27. Требуется ли классическая физика, чтобы</b> <b>электрон в атоме излучал, обращаясь вокруг ядра?</b> .....	287
<b>Тема 28. Квантовая физика без принципа неопределенности</b> .....	294
<b>Тема 29. Уравнения Шредингера</b> .....	301
<b>Тема 30. Совместимость квантовых уравнений</b> <b>движения с классическими.</b> <b>Построение единого системного уравнения</b> .....	313
<b>Рассуждение 6. Философия квантовой механики</b> .....	320
<b>РЕЗЮМЕ ГЛАВЫ 5</b> .....	340
<b>ГЛАВА 6. СТО и объективная реальность</b> .....	345
<b>Тема 31. Области совпадения СТО с объективной реальностью</b> .....	345
<b>Тема 32. Опытное доказательство</b> <b>существования абсолютного движения</b> .....	348
<b>Тема 33. Инварианты СТО</b> .....	351
<b>Тема 34. Парадокс близнецов</b> .....	358
<b>Тема 35. Задача для начинающего физика</b> .....	362
<b>ГЛАВА 7. Физическая наука и объективная реальность</b> .....	364
<b>Общие утверждения</b> .....	364
<b>Инструменты науки</b> .....	366
<b>Взаимодействие</b> .....	367
<b>Инерциальное состояние</b> .....	368
<b>Физика движений</b> .....	369
<b>Свободное движение</b> .....	369
<b>Квазисвободное движение</b> .....	370
<b>Несвободное квантовое движение</b> .....	371
<b>Аксиомы природы</b> .....	373
<b>Аксиомы науки</b> .....	374
<b>Определения</b> .....	375
<b>Заключения</b> .....	378
<b>Примечания</b> .....	381
<b>Литература</b> .....	396



Научное издание

**Федоров Роман Васильевич**

**ФИЗИКА: КРИЗИСНЫЕ ПРОБЛЕМЫ,  
НОВЫЕ НАЧАЛА**

Монография

Редактор О. В. Лупул

Подписано в печать 20.10.2005. Формат 60x84/16. Бумага офсетная.  
Гарнитура Times New Roman. Печать офсетная. Усл.-печ. л. 23,24.  
Усл. кр.-отт. 23,24. Уч.-изд. л. 28,79. Тираж 300 экз. Изд. № 72. Зак. 589.

Издательство "Прут". 58000 Черновцы, ул. Шептицкого, 23.

*Свидетельство ДК № 969 от 01.07.2002 г.*

ТОВ ВПК "Черемош". 59200 Вижница, ул. Мира, 12.