
ЛЕНИНГРАДСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
им. М. И. КАЛИНИНА

На правах рукописи.

Т. А. ЛЕБЕДЕВ

О НЕКОТОРЫХ ДИСКУССИОННЫХ
ВОПРОСАХ СОВРЕМЕННОЙ
ФИЗИКИ

(Расширенные тезисы докладов)

3

1 9 5 6

Министерство высшего образования СССР
ЛЕНИНГРАДСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
им. М. И. КАЛИНИНА

На правах рукописи.

Т. А. Лебедев

О НЕКОТОРЫХ ДИСКУССИОННЫХ
ВОПРОСАХ СОВРЕМЕННОЙ
ФИЗИКИ

(Расширенные тезисы докладов)

1956

ОТ РЕДАКТОРА

Выпуская в 1954 г. первую брошюру проф. Т. А. Лебедева «О некоторых дискуссионных вопросах современной физики», дирекция института извещала, что дискуссия по вопросам, развиваемым Т. А. Лебедевым, состоится в стенах Ленинградского Политехнического института имени М. И. Калинина в течение ближайших 2—3 месяцев.

Впоследствии, однако, выяснилось, что открывать дискуссию по отдельным вопросам физики не является целесообразным, так как трудно и даже невозможно изолировать одну проблему от другой, и именно поэтому возник вопрос о значительном расширении тематики, предназначенной для обсуждения.

Поэтому дирекция института пошла навстречу пожеланиям Т. А. Лебедева и предоставила ему возможность кратко изложить свои взгляды по всем существенным вопросам атомной физики (кроме ядерных явлений).

Таким образом, с выпуском настоящей брошюры открывается достаточная возможность для всех желающих в полном объеме подвергнуть критической оценке взгляды Т. А. Лебедева.

Дирекция ЛПИ просит все высказывания направлять по адресу: Ленинград, 64, Ленинградский Политехнический институт имени М. И. Калинина. Научный отдел, В. И. Ширяеву.

Зам. директора ЛПИ по научной работе
профессор С. В. Усов.

1. ПОСТАНОВКА ВОПРОСА

1. Современная теория относительности охватывает собою весьма важные области природных явлений. По своему содержанию она делится на частную и общую теорию относительности.

В современной физике *частная* теория относительности признается наиболее крупным достижением текущего столетия. Говорится, что теория относительности: «...оставила неизгладимый след во многих и именно решающих областях нашей науки», что «для физиков всего мира и прежде всего для советских физиков не существует вопроса о справедливости теории относительности — этот вопрос давно решен» (А. Ф. Иоффе, УФН, т. LVII, вып. 2, 1955).

Отмечая выдающееся значение теории относительности, Л. Инфельд пишет: «...ни один физик не может представить себе современной науки без теории относительности, так как он понимает, что эта теория неизмеримо обогатила наше знание о материальном мире» («Вопросы философии», 1954, № 5).

2. О чем говорят эти высказывания? В них ясно выражено убеждение, что все *развитие* физики текущего столетия непосредственно *связано* с теорией Эйнштейна, что неопровержимые успехи современной науки существуют постольку, поскольку была выдвинута и обоснована теория относительности. В связи с этим возникает вопрос, можно ли перед лицом столь авторитетных и категорических мнений выслушивать тех или иных критиков, возымевших намерение расшатать или даже вовсе опровергнуть теорию относительности?

Казалось бы ясно, что труд этих людей заранее обречен на неудачу, так как «борьба против теории относительности давно и безнадежно проиграна» (А. Ф. Иоффе, Вестник АН СССР, 1955, № 7).

Однако существо дела, вытекающее из всей современной обстановки в науке, заключается в том, что, несмотря на признанную ценность теории относительности, ее истинное значение, все же, повидимому, во многом преувеличено.

Конечно, нет никакого смысла становиться на путь голого отрицания теории относительности. Вполне очевидно, что какие-то стороны этой теории безусловно перекликаются с действительностью, поскольку в целом ряде случаев оправдались ее прогнозы и получили признание выведенные ею соотношения.

С нашей точки зрения, как излишняя восторженность, так и огульное отрицание всех положений теории относительности являются *крайностями*, которые не могут быть приняты.

Нам кажется, что следует еще раз хладнокровно обсудить все достоинства и недостатки теории относительности, чтобы в полной мере установить те истинные границы, в пределах которых можно доверять ее выводам.

В. И. Ленин указывал, что: «...всякую истину, если ее сделать чрезмерной..., если ее преувеличить, если ее распространить за пределы ее действительной применимости, можно довести до абсурда, и она даже неизбежно при указанных условиях превращается в абсурд» (Соч., т. 31, 1950, стр. 44).

Мы хотим показать, что в значительной степени это высказывание В. И. Ленина можно отнести и к существующей теории относительности, в которой некоторые бесспорные положения оказались «за пределами их действительной применимости» и поэтому утратили свою объективную ценность.

II. ОБ ОСНОВНЫХ ПОЛОЖЕНИЯХ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ И О ГРАНИЦАХ ИХ ДЕЙСТВИТЕЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ

1. О НЕКОТОРЫХ АБСОЛЮТНЫХ ПОНЯТИЯХ

1) Определяя научный характер теории относительности, Эйнштейн писал, что его теория теснейшим образом связана с учением о пространстве и времени («Сущность теории относительности», стр. 7, 1955).

Раньше допускалось, что пространство и время «по самой своей сущности безотносительны к чему-либо внешнему» (Ньютон), т. е. по сути дела не связаны с материей. Теория относительности в этом вопросе порвала со взглядами Ньютона, решительно отказавшись от абсолютного пространства и времени, якобы существующих отдельно и независимо друг от друга.

2) Вместе с тем следует отметить, что автор теории относительности Эйнштейн, опровергая через голову столетий взгляды Ньютона, не учел того обстоятельства, что этот вопрос уже обсуждался в науке, что ко времени возникновения теории относительности уже стало невозможным трактовать

пространство и время как абсолютные, ничем не связанные друг с другом понятия.

Дело в том, что за несколько десятилетий до Эйнштейна классики диалектического материализма выдвинули и защитили вполне научное положение, что пространство и время суть формы существования движущейся материи, что материя не могла бы проявлять своего действия, если бы не было *пространства* и если бы не существовало *длительности* в проявлениях природы.

Таким образом, утверждения теории относительности об истинных свойствах пространства и времени, о том, что они не могут существовать раздельно и независимо друг от друга,— эти утверждения, хотя и правильны, но не являются оригинальными, поскольку данное открытие уже было сделано диалектическим материализмом.

3) К сожалению, теория относительности не ограничилась правильным суждением о *связи* между пространством, временем и движущейся материей, а пошла значительно дальше и именно здесь, в своей оригинальной части, высказала весьма необоснованные и спорные утверждения.

Если в представлениях Ньютона пространство и время были совершенно *разобщенными* понятиями, то в учении Эйнштейна эти понятия приобрели слишком *жесткую* связь. Теория относительности стала трактовать пространство и время в виде какого-то слитного «единого» понятия *пространства — времени*.

4) По существу, это неверное представление появилось в виде следствия другого столь же неверного утверждения, которое было введено в науку теорией относительности.

Дело идет о так называемой *предельной* (абсолютной) скорости материального движения, которая якобы существует в природе и которая представляет собою скорость света в вакууме¹.

В конечном итоге теория относительности сделала в данном вопросе не больше того, что, вместо *двух* абсолютных категорий (пространства и времени), ввела новое *абсолютное* понятие (предельная скорость), что и явилось ее исходной и ничем не исправимой ошибкой.

¹ В настоящее время считается, что понятие о предельной скорости материального движения вытекает из соответствующих опытных данных. Дальше будет показано, что эти опытные данные не дают права делать подобного рода заключений.

2. О ПРЕДЕЛЬНОЙ СКОРОСТИ МАТЕРИАЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ (О СКОРОСТИ СВЕТА В ВАКУУМЕ)

1) Одним из постулатов теории относительности является: ...«закон постоянства скорости света, который утверждает, что свет распространяется в «пустоте» всегда с одной и той же скоростью по отношению к любому телу, которое движется по инерции» (А. Д. Александров, «Вопросы философии», 1953, № 5).

В чем заключается истинная сторона данного постулата?

Истина заключается в том, что если рассматривать свет как результат колебания материальной среды («вакуума»), то, безусловно, следует согласиться с утверждением теории относительности о *постоянстве* скорости света в «вакууме». Так же необходимо согласиться, что: «...скорость света в «пустом» пространстве не зависит от движения источника» (Эйнштейн). Действительно, будет ли в данной точке произведено воздействие на *среду* стационарным возбудителем или это воздействие будет произведено «с хода», — сигнал в достаточно *удаленном* приемнике появится в обоих случаях через один и тот же промежуток времени. Почему? Потому, что скорость распространения возмущения в данной среде зависит только от внутреннего состояния и свойств самой среды и эта *естественная* скорость не может быть изменена тем или иным движением источника возмущения (этот факт можно легко проверить на скорости распространения звука).

Итак, в весьма важных пунктах, касающихся скорости распространения света в среде, утверждения теории относительности вполне объективны и правильны.

2) Можно ли, однако, согласиться с тем, что скорость света *постоянна* «по отношению к любому телу, которое движется по инерции», т. е. фактически по отношению к *приемнику* света?

Представим себе, что где-то, в весьма удаленном пункте, вспыхнул свет. Ясно, что возникшее при этом возмущение среды начнет распространяться во все стороны со скоростью 300000 км/сек. Предположим, что три исследователя захотят наблюдать распространение *фронта* световой волны, причем один из них вылетит навстречу свету (скажем, с равномерной скоростью 100000 км/сек), второй с той же скоростью будет *удаляться* от бегущей световой волны, а третий наблюдатель останется на месте.

На вопрос о том, какой из наблюдателей *первый* повстречается с фронтом световой волны, теория относительности, возведя скорость света в *абсолютное* значение и опираясь в

этом вопросе на закон сложения скоростей по Эйнштейну, отвечает, что любая скорость наблюдателей не играет здесь никакой роли, что совершенно бесцельно удаляться или приближаться к фронту световой волны, что каждого из наблюдателей свет все равно перегонит со своей постоянной скоростью 300000 км/сек^1 .

3) На чем же основаны эти утверждения теории относительности?

Говорится, что абсолютное значение скорости света непосредственно вытекает из опытов Майкельсона и других исследователей, доказавших, что скорость распространения света не зависит от встречного или «убегающего» движения тел (Земли).

В действительности, теория Эйнштейна *не объяснила* столь неожиданных результатов опыта Майкельсона, а всего лишь *смирилась* перед непонятным экспериментом, провозгласив, что: «...единственный выход из создавшихся трудностей — это допустить, что пространство обладает физическим свойством передавать электромагнитные волны, и не слишком много заботиться о смысле этого утверждения» (А. Эйнштейн и Л. Инфельд, Эволюция физики, 1948, стр. 145) ².

Поверив в абсолютную скорость света, теория относительности, именно исходя из этого «факта», возвела вокруг него такие «леса», которые с *формальной* стороны могут в какой-то степени прикрыть ее многочисленные противоречия. Но эти противоречия всегда и снова обнаруживаются там, где требуется ту или иную математическую разработку увязать с *физическим* содержанием изучаемых процессов ³.

4) Итак, основной тезис теории относительности о том, что никакое материальное движение невозможно осуществить со скоростью, превышающей скорость света в вакууме,— это

¹ В этот вопрос теория относительности вносит свое представление о темпе протекания времени и об изменении масштабов в движущихся системах. Об этом см. дальше.

² Восприятие «голых» фактов часто ведет к слишком прямолинейному мышлению. Так, например, движение Солнца по небосводу в свое время было воспринято как явное доказательство движения Солнца вокруг Земли и послужило большим тормозом для дальнейшего развития науки.

³ Критические замечания, направляемые в адрес теории относительности, часто отвергаются на том основании, что названная теория хорошо оправдала себя в некоторых важных вопросах современной физики. В действительности, это говорит лишь о том, что в теории относительности имеются некоторые справедливые начала, которые, однако, не являются ее спецификой. Что касается ее специфических сторон (понятие о предельной скорости материального движения, иной темп времени в движущихся системах и др.), то эти стороны не соответствуют действительности. См. об этом дальше.

утверждение сделано не в результате четко и до конца истолкованного опыта, а в результате простого преклонения перед «фактом», т. е. в результате его прямолинейной констатации)¹.

3. КАК ИСПОЛЬЗУЕТ ТЕОРИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ ПОНЯТИЕ О ТАК НАЗЫВАЕМОЙ ФАЗОВОЙ СКОРОСТИ?

1) Хотя теория относительности не признает скоростей, превышающих скорость света в вакууме, однако современная физика все же фиксирует наличие таких скоростей. Так, например, при аномальной дисперсии, когда коэффициент преломления становится меньше единицы, скорость распространения света в соответствующем веществе приобретает значение выше c .

Как теория относительности увязывает этот факт со своим постулатом?

Отвечая на этот вопрос, Л. И. Мандельштам пишет: «Когда коэффициент преломления меньше единицы, то скорость света в данном теле больше скорости в вакууме. Противоречит ли это теории относительности? Когда говорят о коэффициенте преломления, то имеют в виду так называемую фазовую скорость» (Том V, 1950, стр. 210).

2) Опираясь на понятия *фазовой* и *групповой* скорости, теория относительности стала широко пользоваться этими понятиями, но в ее представлении *фазовая* скорость фактически приобрела *нематериальный* характер, поскольку утверждается, что она «не несет энергии», «не связана с перемещением материи» и т. д.

Не трудно заметить, что в этом вопросе теория относительности, по существу, *отрывает движение от материи*, утверждая, что имеется скорость, которая не связана с *перемещением* материи.

Конечно, отдельная волна не может воздействовать на измерительный прибор, как *группа* волн, поэтому с *количественной* точки зрения можно и нужно говорить, что энергия волнового движения *преимущественно* связана с *групповым* перемещением волн. Однако *одиночная* волна так же не может быть лишена энергии, поскольку она представляет собою *движущуюся* (колеблющуюся) материю.

Таким образом, *фазовая* скорость, будучи выше скорости света, не есть какая-то умозраительная, чисто *геометрическая* скорость; наоборот, она представляет собою скорость переме-

¹ О возможностях теоретического толкования опытов Майкельсона см. дальше.

щения *материи* и, следовательно, скорость перемещения *энергии*¹.

3) Можно ли, в принципе, воспользоваться отдельной волной для передачи сигнала? Безусловно можно, поскольку она способна нести *какую-то долю энергии*.

Конечно, не запрещается говорить о *практических* затруднениях в деле приема и использования таких сигналов, но это дело *техники*. Затруднение в приеме сигналов вовсе не говорит о том, что воздействие одиночной волны *абсолютно* исключено, как это утверждает теория относительности.

Применяя в качестве среды такие вещества, в которых коэффициент преломления меньше единицы, мы, как показывает опыт, во-первых, будем иметь скорость распространения света выше c и, во-вторых, можем в *принципе* использовать это обстоятельство для передачи сверхсветовых сигналов².

4) Для того, чтобы закончить вопрос о «фазовой» скорости, приведем некоторые соображения по поводу использования этой скорости в существующих формулах.

Как известно, фазовая скорость может быть выражена с помощью соотношения

$$\omega = \lambda \nu. \quad (1)$$

С другой стороны, $\lambda = \frac{h}{m\nu}$ и $\nu = \frac{E}{h}$.

Подставляя эти значения в (1), получают

$$\omega = \frac{E}{m\nu} = \frac{mc^2}{m\nu} = \frac{c^2}{\nu} \quad (2)$$

или

$$\omega \nu = c^2. \quad (3)$$

5) Теория относительности, исходя из постулата, что никакая скорость *материального* движения v не может превос-

¹ Вопрос о фазовой и групповой скорости впервые был исследован Стоксом и в особенности Релеем. Говоря о том, что «... скорость передвижения группы волн в спокойной воде меньше скорости отдельных волн, образующих группу»... (Теория звука, том I, 1955, стр. 493), Релей нигде не отмечает, что фазовая скорость волн якобы не связана с перемещением материи. Это утверждение появилось позже (при рассмотрении так называемых «волн де Бройля») и служит в настоящее время для оправдания постулата теории относительности о предельной скорости материального движения в природе.

² По существу это аналогично случаю, как если бы звуковой сигнал передавался не по воздуху, а по металлическому стержню, в котором скорость распространения колебаний в несколько раз выше, чем в обычной атмосфере.

³ Этот же результат получается при использовании преобразований координат и времени согласно требованиям теории относительности (см. де Бройль, Введение в волновую механику, 1934, стр. 41—42).

ходить скорости света в вакууме (т. е. $v < c$), из соотношения (3) делает вывод, что фазовая скорость ω всегда больше c и только для вакуума

$$\omega = c = v \text{ фотона.}$$

Таким образом, во всех случаях, когда экспериментатор сталкивается со скоростями, превышающими c , эти скорости объявляются «фазовыми», т. е. «нематериальными», не связанными с передачей какой-либо энергии.

Но с физической и философской точек зрения, как уже отмечалось, в природе не может существовать «нематериальных» движений; поэтому соотношение (3) должно быть соответствующим образом расшифровано.

6) Ясно, что «фазовую» скорость ω мы всегда можем выразить через скорость света, введя некоторый коэффициент n , который будет показывать, во сколько раз ω больше или меньше, чем c , т. е.

$$\omega = nc. \quad (4)$$

Делая подстановку (4) в (3), получаем

$$ncv = c^2$$

или

$$nv = c. \quad (5)$$

Сопоставление (5) с (3) показывает, что искусственно созданная «нематериальная» скорость ω бесследно исчезает и мы получаем давно известную зависимость между скоростью света в вакууме и в веществе (n — так называемый коэффициент преломления)¹.

Но так как показатель преломления n может быть больше и меньше единицы, то и *реальная* скорость v может быть больше и меньше скорости света.

В случае аномальной дисперсии, когда амплитуда вынужденных колебаний частиц сильно возрастает, передача движения в соответствующих веществах (от частицы к частице) достигает таких значений, когда приходится констатировать, что «скорость распространения света в данном теле становится больше, чем скорость света в вакууме» (Л. И. Мендельштам).

¹ Если мы говорим о том, что «фазовая» скорость, введенная де Бройлем, является фикцией (нематериальное движение) и что эта фикция была вызвана представлением о некоторой «плоской монохроматической волне, которая должна заполнять все пространство и существовать вечно, т. е. быть некоторой абстракцией» (де Бройль, Введение в волновую механику, 1934, стр. 51), то само собой разумеется, что этим не отрицается та реальная фазовая скорость, которую изучал в своих исследованиях Релей.

И эта скорость вовсе не является «нематериальной», а представляет собою ту реальную скорость передачи импульсов в *данной* среде, которая не обязательно должна равняться скорости передачи импульсов в «эфире».

Таким образом, из соотношения (5) вытекает:

при $n > 1$ реальная скорость распространения света в веществе меньше c ;

при $n = 1$ реальная скорость распространения света в веществе равна c ;

при $n < 1$ реальная скорость распространения света в веществе больше c ¹.

7) Итак, говоря о постоянстве скорости света, теория относительности *правильно* фиксирует этот факт, если иметь в виду скорость распространения света в «эфире» (в среде). Во всех других средах (веществах) скорость распространения света (колебаний среды) может быть выше и ниже c .

Возведя скорость света в вакууме в абсолютную (предельную) скорость в природе, теория относительности в чрезвычайной степени затруднила физическое толкование многих наблюдаемых явлений.

Освободившись в этом вопросе от гипнотического влияния теории Эйнштейна, можно все эти явления заново осмыслить и привести их в должную связь друг с другом.

4. О ПОНЯТИИ ОДНОВРЕМЕННОСТИ СОБЫТИЙ

1) Характеризуя состояние физики накануне появления теории относительности, Эйнштейн писал: «...возникло одно из самых драматических положений в истории науки. Все предположения относительно поведения эфира ни к чему не приводили... После стольких неудач наступил момент, когда следовало совершенно забыть об эфире и постараться никогда не упоминать о нем» (Эволюция физики, 1948, стр. 165).

В действительности, драматическое положение в истории физики сохранилось и до наших дней и именно потому, что в физике восприняли рекомендацию Эйнштейна «совершенно забыть об эфире и никогда не упоминать о нем».

Конечно, грубая концепция механического эфира не могла удовлетворить опытным данным, но из этого вовсе не сле-

¹ По поводу реальных скоростей, превышающих скорость света, венгерский физик Л. Яноши пишет: «Я осмелюсь утверждать, что опыты по фотоэлектрическому эффекту, вместе с экспериментами по широкоугольной интерференции, делают неизбежным предположение о действии, распространяющемся со сверхсветовыми скоростями» (Сборник «Вопросы причинности в квантовой механике», 1955, стр. 298).

довало, чтобы для временного облегчения задачи было принято насилие над природой путем полного отсечения мировой среды.

Именно с этого момента теория физических явлений принуждена была развиваться в сторону неумеренных математических абстракций, многие явления стали казаться ей «странными» и «загадочными» и чем дальше, тем больше в этой теории стали накапливаться нерешенные проблемы. Почему? Потому что нельзя безнаказанно пренебрегать тем, что составляет неотъемлемую и реальную сущность природы (наличие среды).

2) Для устранения резких противоречий, возникших при первых же попытках строить физику «на новых началах», Эйнштейну пришлось опереться на некоторые новые понятия, каким, например, с его точки зрения является понятие *относительности одновременности*.

Продельвая мысленный эксперимент с движущейся комнатой и наблюдателями внутри и вне ее, Эйнштейн пишет: «Сравнивая предсказания обоих наблюдателей, мы обнаруживаем крайне изумительный результат, который явно противоречит классической физике... Раньше у нас были одни часы, одно течение времени во всех системах. Время, а стало быть и такие слова, как «одновременность», «ранее», «позднее», имели абсолютное значение, не зависящее от какой-либо системы... Теория относительности вынуждает нас отказаться от этого взгляда» (А. Эйнштейн и Л. Инфельд, Эволюция физики, 1948, стр. 168).

Рассмотрим утверждение авторов о том, что «в классической физике такие слова, как «одновременно», «ранее», «позднее» имели абсолютное значение»...

Легко показать, что это утверждение не соответствует действительности, так как и в нашей обыденной жизни названные понятия могут иметь *относительное* значение.

3) Рассмотрим следующий пример. Предположим, что имеются два наблюдателя, отстоящие друг от друга на один километр. Примем во внимание, что один из этих наблюдателей движется со скоростью 10 м/сек, а другой наблюдатель неподвижен. На пути движущегося наблюдателя находятся два электрических контакта, расположенных на расстоянии десяти метров друг от друга. Если названный наблюдатель при своем движении последовательно замкнет контакты, то в той же последовательности должны произойти взрывы двух зарядов, удаленных на определенные расстояния от наблюдателей.

Допустим, что первый заряд, связанный с первым контактом, находится от подвижного наблюдателя на расстоянии

1100 м, а от неподвижного наблюдателя на 100 м. Второй заряд, связанный со вторым контактом удален от неподвижного наблюдателя на 900 м, а от подвижного на 100 м.

Спрашивается, какое суждение будут иметь оба наблюдателя о последовательности взрывов, если свое мнение они будут строить на основании регистрации *звука*?

Хотя движущийся наблюдатель знает, что первый контакт он включает с *опережением* на одну секунду по сравнению со вторым контактом, однако в первую очередь он регистрирует взрыв *второго* заряда (расположенного к нему ближе) и только через 2 секунды взрыв первого.

Неподвижный наблюдатель, наоборот, регистрирует сначала взрыв *первого* заряда и только через 3,7 сек взрыв второго.

Итак, мы имеем противоречивые показания обоих наблюдателей. Они спорят не только об интервале между взрывами, но и о *последовательности* самих взрывов.

Им трудно договориться о том, который взрыв произошел «раньше» и который «позже», но если они обратятся к разъяснениям *классической* физики, то им станет ясно, что *время* не есть что-то незыблемое и абсолютное, совершенно *одинаковое* для всех *практических* ситуаций. Оно не отсчитывается равномерно на мировых часах, а, являясь формой существования *движущейся* материи, предстает перед нами в виде таких *относительных* величин, которые вытекают из *скорости* распространения сигналов в той или иной среде.

Таким образом, теория относительности, оспаривая суждения Ньютона об *абсолютном* времени, напрасно не принимает во внимание, что классическая физика за 300 лет своего существования не осталась на уровне тех первоначальных представлений, которые были свойственны зарождающейся науке.

Мы можем констатировать, что теория относительности не сделала открытия, когда, обсуждая результаты своих умозрительных опытов, пришла к выводу, что одновременность не абсолютна, а относительна.

Другое дело, что это правильное заключение названная теория связала с таким вымышленным понятием, как различный темп времени в движущихся и покоящихся системах. Это как раз и является тем очередным гиперболизмом, что в общем итоге составляет крупнейший недостаток теории Эйнштейна (см. об этом дальше).

4) Обсуждая свой мысленный эксперимент с распространением света в движущейся комнате, авторы (А. Эйнштейн и Л. Инфельд) отмечают: «...достижение стен комнаты двумя световыми лучами *одновременны* для наблюдателя внутри

комнаты и *неодновременны* для наблюдателя вне комнаты». Именно в этом обстоятельстве авторы видят: «...крайне изумительный результат, который явно противоречит понятиям классической физики».

Однако на стр. 156 их книги («Эволюция физики») подробно изложен пример с распространением *звука* в движущейся комнате. Из этого примера следует, что звук также достигает стен комнаты *одновременно* для внутреннего наблюдателя и *неодновременно* для внешнего.

Почему же в одном случае авторы считают возникшую «одновременность» и «неодновременность» «крайне изумительным результатом», якобы противоречащим классической физике (в случае распространения света), а во втором случае это же явление «одновременности» и «неодновременности» они не находят изумительным, а, наоборот, считают, что данное явление вполне «вытекает из классического преобразования и может быть доказано экспериментально» (стр. 156).

В действительности никакого принципиального расхождения в результатах того и другого мысленного эксперимента нет, так как в том и другом случае одновременное и неодновременное достижение светом и звуком противоположных стен движущейся комнаты вполне объясняется простыми средствами классической физики¹.

5) Какие выводы можно сделать из рассмотрения примеров, с помощью которых авторы стремились обосновать физическую сторону теории относительности?

Изучение названных примеров приводит к следующим противоречиям, которые для авторов остались незамеченными:

а) в своем заключительном эксперименте (см. стр. 167—168) авторы специально подчеркивают, что их опыт не требует присутствия среды. Однако в их примере все протекает так, как будто бы движущаяся комната была целиком заполнена *увлекающимся* эфиром;

б) уже отмечалось, что теория относительности не признает скорости света *по отношению* к движущимся телам, считая, что свет нельзя «догонять» и бесполезно от него «убегать» (ввиду абсолютной и неизменной скорости света). Тем не менее, в своем примере авторы, оценивая протекающие со-

¹ Дело в том, что, хотя авторы при рассмотрении своего мысленного эксперимента и отказались с самого начала от наличия какой-либо среды (см. стр. 167), в действительности их опыт проходит в таких условиях и из него неизбежно вытекают такие выводы, которые возможны только при условии *увлекающейся* среды (наподобие воздуха). Следовательно, их желание «забыть» о среде фактически оказалось невыполненным. Но именно в результате этого и произошло несоответствие событий, которое они восприняли как «изумительное», хотя для данных условий оно является вполне закономерным.

бытия в комнате с точки зрения *внешнего* наблюдателя, отмечают, что: «...одна из стен движущейся комнаты стремится убежать от светового сигнала, а другая — приблизиться к нему».

Выходит, что здесь теория относительности отступает от своего постулата о неизменной скорости света и признает, что скорость света может иметь *относительное* значение¹.

Подобного рода противоречия не являются случайными. Они говорят лишь о том, что природа не может считаться с запрещениями теории относительности и, будучи изгнана на словах, она (в данном случае среда) везде присутствует на деле (даже в тех мысленных экспериментах, которые были придуманы для ее «уничтожения»).

б) Что касается понятия одновременности событий, то в этом вопросе теория относительности сыграла двойную роль:

а) считая, что в данной области она сделала открытие, теория относительности в действительности всего лишь подтвердила тезис классической физики об *относительности* одновременности. Этот факт неизбежно вытекает из *конечной* скорости распространения сигналов (звук, свет) и представляет собою явление, которое было хорошо известно и до теории Эйнштейна;

б) правильный тезис об относительности одновременности теория относительности вынесла, однако, за пределы его действительной применимости, введя добавочное представление о том, что «одновременность» событий зависит не только от скорости распространения сигналов (что правильно), но и от того обстоятельства, что сам *темп* времени якобы различен в различных инерциальных системах (на что у нас нет никаких доказательств)².

Таким образом, и здесь теория относительности не сумела удержаться на реальных позициях и внесла такие дополнения, которые, по существу, вовсе и не требуются для физического истолкования соответствующих явлений.

¹ В мысленном эксперименте с движущимися комнатами авторами упущен следующий существенный момент. Заставляя внутреннего и внешнего наблюдателей фиксировать события в движущейся комнате (распространение звука и света), они не замечают того обстоятельства, что внешний наблюдатель в действительности следит не за распространением звука и света в самой комнате, а за поведением звуковых и световых волн в своей неподвижной (внешней) среде, относительно которой движется комната. Только поэтому он и может наблюдать, что: «одна из стен стремится убежать от сигнала (волны), другая — приблизиться к нему».

² О продолжительности «жизни» мезонов см. дальше.

5. О ПРИНЦИПЕ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

1) Этот принцип является одним из основных постулатов теории относительности. «Законы природы — гласит этот принцип — одинаковы во всех системах координат, движущихся прямолинейно и равномерно друг относительно друга» (А. Эйнштейн и Л. Инфельд, *Эволюция физики*, 1948, стр. 167).

По существу, названный принцип имеет тот смысл, что в природе нельзя выделить *особую* (абсолютную) систему отсчета, так как все тела так или иначе движутся относительно друг друга.

Возникает вопрос, можно ли это важное положение считать открытием теории относительности или оно уже являлось достоянием науки?

Хорошо известно, что диалектический материализм не признает абсолютного покоя в природе и поэтому теория относительности всего лишь в иной формулировке повторила то, что было открыто до ее появления¹.

2) К сожалению, в принципе относительности Эйнштейна заложены не только бесспорные положения (отсутствие в природе *абсолютной* системы отсчета), но и то неправильное утверждение, что: «...любой опыт, и в частности измерение скорости света, будет давать один и тот же результат в системах, движущихся друг относительно друга с постоянной скоростью» (Р. Лэпп и Г. Эндрюс, *Физика ядерного излучения*, 1956, стр. 23).

Это утверждение, вытекающее из признания *предельной* скорости движения в природе, заставляет теорию относительности говорить о различном *темпе* времени в различных движущихся системах. Так, например, сказано: «Ритм движущихся часов замедляется сравнительно с часами, мимо которых они проходят: часы совершенно остановились бы, если бы они могли двигаться со скоростью света» (А. Эйнштейн и Л. Инфельд, *Эволюция физики*, 1948, стр. 178)².

¹ Ф. Энгельс указывает: «Всякий покой, всякое равновесие только относительны, они имеют смысл только по отношению к той или другой определенной форме движения»... и далее: «...абсолютного покоя, безусловного равновесия не существует» (Анти-Дюринг, 1948, стр. 56—59).

² Говоря о ритме движущихся часов, авторы, по существу, говорят здесь о темпе протекания времени. По их мнению, течение времени вообще прекратится, если какие-либо тела (часы) начнут двигаться со скоростью света. Но существует реальная материя — фотоны, которые действительно движутся со скоростью света. Если принять к тому же во внимание, что при этой скорости размеры материальных объектов уменьшаются до нуля (по предсказанию теории относительности), то выходит, что фотоны должны двигаться вне времени и пространства (поскольку они исчезают как протяженные образования, не испытывающие течения времени). Видя в этом вопросе шаткость своих по-

3) Последователи теории относительности, развивая тезис Эйнштейна о ритме часов, приходят к следующему заключению: «Конечно, дело не сводится к тому, что при движении часы запаздывают. Дело в том, что все процессы в движущихся системах будут протекать медленнее... Если заставить человека быстро двигаться, а затем вернуть его обратно на Землю, то все процессы в нем запаздывают. Человек, который остается на месте, может прожить 20 лет, а человек, который передвигался в это время с громадной скоростью и затем вернулся обратно, прожил только 2 года» (Л. И. Мандельштам, том V, 1950, стр. 236).

Возникает вопрос, как же помирить эти высказывания с содержанием принципа относительности, который вполне категорически утверждает, что: «законы природы протекают одинаково во всех инерциальных системах».

То обстоятельство, что протекание процессов природы замедляется в движущихся системах, вовсе не говорит об *одинаковом* выполнении соответствующих законов природы.

Ограничив себя некоторой *предельной* скоростью материального движения, введя для ликвидации возникших противоречий представление о различном «ритме часов» и об изменении масштабов в движущихся системах, теория относительности фактически не избавилась от резких противоречий, а всего лишь передвинула их в другую область.

4) Приведем еще один пример. Предположим, что с Земли отправляется снаряд, который может развивать скорость, весьма близкую к скорости света. Теоретический подсчет по формулам теории относительности показывает, что, если мы заставим снаряд двигаться *почти* со скоростью света, то ритм времени в этом снаряде может оказаться сколь угодно замедленным. Можно, к примеру, подобрать такую скорость снаряда, когда в его системе отсчета темп времени может составить ничтожную долю от земного времени.

В этом случае может возникнуть следующая парадоксальная ситуация. Земной наблюдатель, по прошествии нескольких часов со времени отлета снаряда, будет считать, что снаряд за это время успел пройти многие миллиарды километров, а наблюдатель в снаряде, проживший за это время всего лишь ничтожные доли секунды, будет хорошо видеть своих друзей на аэродроме, которые в действительности уже давно разошлись по домам.

Больше того, желая возможно быстрее покинуть Землю, увеличивая для этой цели свою скорость, аэронавты не смо-

зиций, теория относительности запрещает связывать какую-либо систему координат с фотонами.

гут добиться своей цели, так как, увеличивая скорость, они *замедляют* темп времени. При максимальной теоретической скорости (т. е. при скорости света) их снаряд вовсе прекратил бы движение, так как в нем остановилось бы течение времени.

Таким образом, уравнения теории относительности в своем предельном случае ($v \rightarrow c$) приводят к абсурду; поэтому трудно согласиться с тем, что: «Сила новой теории заключается в согласованности и в простоте, с которой она разрешает существующие трудности, используя лишь немногие очень убедительные предположения» (А. Эйнштейн и Л. Инфельд, Эволюция физики, 1948, стр. 180).

6. О ПРОСТРАНСТВЕ И ВРЕМЕНИ

1) Уже говорилось, что теория относительности трактуется как учение о пространстве и времени. Большим достоинством этой теории считается то обстоятельство, что она установила *органическую* взаимосвязь между пространством и временем.

Что это значит? Это значит, что в различных инерциальных системах, движущихся друг относительно друга, координаты пространства и времени преобразуются *совместно*, в то время как в прежних теориях названные параметры будто бы выступали как совершенно независимые друг от друга факторы.

Посмотрим, насколько это утверждение теории относительности соответствует действительности.

2) Возьмем общеизвестную классическую зависимость, которая связывает меру пространства, скорости и времени:

$$l = vt. \quad (6)$$

Легко видеть, что путь, скорость и время в соотношении (6) тесно связаны друг с другом, причем эта связь носит широкий и разносторонний характер. Так, например, меняя *одновременно*, но *независимо* друг от друга v и t , мы получаем соответствующее изменение l ; точно так же, меняя l и v , получаем изменение t и т. д.

Однако возможны и *частные* случаи взаимозависимости названных величин. Предположим, что в соотношении (6) мы придадим той или иной величине *постоянное* значение.

Пусть, например,

$$v = \text{const} = c.$$

Тогда

$$c = \text{const} = \frac{l}{t}. \quad (7)$$

Совершенно ясно, что, приписывая скорости *постоянное* значение, мы безусловно ограничиваем взаимное изменение

величин l и t , которые теперь не могут уже изменяться *независимо* друг от друга. Из соотношения (7) следует, что, изменяя, например, l , мы тем самым *предопределяем* изменение t . В частности, во сколько раз может быть *уменьшено* l , во столько же раз должно *уменьшиться* и t .

Но допустимо ли делать отсюда вывод, что соотношение (7) свидетельствует о каких-то *новых* свойствах пространства и времени, о том, что пространство и время получили здесь некую «универсальную связь», что с помощью названного соотношения нам удалось открыть «единство пространства и времени», их «общность» и т. д.

Конечно, этого сказать нельзя, так как, полагая в соотношении (7) $l = \text{const}$ или $t = \text{const}$, мы с таким же успехом могли бы говорить о «единстве» *скорости—времени* или о «единстве» *пространства—скорости*.

3) Итак, в чем же заключается установление «органической связи между пространством и временем», если объективно посмотреть на предположения теории относительности в этом вопросе?

По существу, здесь приходится отметить, что названная теория всего лишь использовала некоторый *частный* случай классической механики ($v = \text{const}$), но, возведя его в *абсолют*, естественно получила достаточно *жесткую* связь между координатами пространства и времени.

Действительно, в соотношении (7), как уже говорилось, нельзя произвольно менять l и t , так как их величины предопределяются постоянным значением c .

Конечно, при скоростях $v \ll c$ величины l и t можно менять достаточно произвольно (что по теории относительности соответствует нормам классической механики), но если перейти к *большим* значениям l или весьма *малым* промежуткам времени t , то здесь все должно быть подчинено требованию, чтобы частное от деления l на t не могло превысить величины $c = 3 \cdot 10^{10}$ см/сек¹.

¹ Известно, что теория относительности не довольствуется преобразованиями координат и времени по Галилею и вводит свои, так называемые релятивистские преобразования (см. об этом дальше). Но если в соотношение (7) ввести эти последние преобразования, то в конечном результате между l и t все равно получится связь, не выходящая за пределы преобразований Галилея, т. е.

$$c = \frac{l}{t} = \frac{x'}{t'} = \frac{\frac{x - vt}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}}{t - \frac{vx}{c^2}} = c \text{ при } x = ct \text{ (см. продолж. на стр. 20).}$$

4) Ограничив природные возможности утверждением, что скорость света является *предельной* скоростью материального движения, теория относительности принуждена была ввести понятие о «единстве» пространства—времени. С нашей точки зрения, это понятие безусловно не есть достижение названной теории; наоборот, оно является дальнейшим углублением ее ошибочного тезиса о существовании *предельной* скорости в природе.

5) Уже подчеркивалось, что различные положения теории относительности почти всегда содержат ту или иную долю истины. Однако эта истина часто выносится за пределы ее действительного содержания и поэтому, естественно, она теряет свой объективный смысл.

Рассмотрим, в каком понимании уравнение (7) может иметь *реальное* значение, если его рассматривать, не отрываясь от действительных соотношений в природе.

Зная, что свет распространяется в мировой среде волнообразно, уравнение (7) применительно к волновому движению может быть записано в следующем виде

$$c = \text{const} = \frac{l}{T} = \lambda\nu, \quad (8)$$

где λ — соответствует длине световой волны, а $\frac{1}{T} = \nu$.

6) Примем во внимание, что возникновение световых волн в среде не происходит само собой, а является следствием движения посторонних частиц (например, следствием их колебательного движения).

Таким образом, величины l и T в соотношении (8) должны являться не только функцией c (в том смысле, что $\frac{l}{T} = \lambda\nu$ не может превышать c), но они должны также зависеть и от *скорости* (частоты) вибратора.

Так, например, в случае низкой *скорости* (частоты) вибратора, длина световой волны l (λ) и соответствующий ей период колебания T получатся относительно *большими*, если же скорость (частота) вибратора начнет увеличиваться, то l и T станут взаимно уменьшаться.

Следовательно, только применительно к длине возникающей волны и времени ее колебания можно говорить о взаим-

Хотя теория относительности весьма сложным путем приходит к своим выводам об «органической связи пространства—времени», мы здесь сознательно используем классические соотношения (6) и (7), считая, что весь «переворот», который произвела в данном вопросе теория Эйнштейна («теория пространства и времени») фактически не идет дальше некоторого частного случая, вытекающего из названных соотношений.

ной зависимости *длины и времени от скорости* (частоты) вибратора.

В том и заключается искажение действительности, что теория относительности, исходя из своих далеко идущих толкований, считает, что *сам движущийся* (колеблющийся) объект *сокращается* в своих размерах, что *сам ритм* времени уменьшается в системе, связанной с движущимся объектом.

7) Утверждая, что v не может превысить скорости света, теория относительности вывела такую зависимость l и T (x' и t') от v и c , при которой названные величины превращаются в нуль, если v в пределе достигнет значения c .

С нашей точки зрения, подобного рода зависимость носит искусственный характер, так как, во-первых, исходит из представления о *предельной* скорости в природе и, во-вторых, сокращение *длины и времени* относит, как указывалось, не к параметрам волнового движения (λ и $\frac{1}{T}$), а к самим движущимся объектам, т. е. к телам и частицам¹. *в зависимости,*

В предыдущей работе², при определении длины волны от параметров вибратора и скорости распространения возмущения в среде, нами было записано соотношение

$$l = \lambda_{\text{среды}} = \frac{2h}{mv} \frac{c}{v}. \quad (9)$$

Полагая, что v может быть больше и меньше c , а также используя равенство

$$\frac{c}{\lambda_{\text{среды}}} = v = \frac{1}{T}, \quad (10)$$

можно из соотношений (9) и (10) определять l и T (λ и $\frac{1}{v}$) в зависимости от v и c .

8) Рассмотрим частный случай, когда $v = c$.

Из соотношения (9) при m , равном массе электрона, получаем

$$\lambda_{\text{среды}} = 0,04854 \cdot 10^{-8} \text{ см};^3 \\ T = 1,618 \cdot 10^{-20} \text{ сек.}$$

Являются ли эти величины минимальными?

¹ Считая, что частицы движутся в среде (в «эфире») и во время движения испытывают сопротивление среды, вообще говоря, можно ставить вопрос о деформации этих частиц, но это совершенно не соответствует «сокращениям», которые следуют из теории относительности.

² См. брошюру «О некоторых дискуссионных вопросах современной физики», вып. 2, 1955.

³ Фактически полученное значение $\lambda_{\text{среды}}$ представляет собою комптоновскую длину волны для угла рассеяния $\varphi = 180^\circ$ (см. Э. В. Шпольский, Атомная физика, 1949, стр. 360).

Формулы (9) и (10) показывают, что если при всех прочих равных условиях взять более *массивные* по сравнению с электроном частицы, то при увеличении m будет уменьшаться $\lambda_{\text{среды}}$ и соответственно T .

Если эти частицы способны сохранить свою устойчивость при $v > c$, то $\lambda_{\text{среды}}$ получит дальнейшее уменьшение, но все же никогда не сможет достигнуть нуля.

Так же как для воздуха должна существовать некоторая минимальная длина волны, соизмеримая со свободным пробегом частицы, так и для эфира мы принципиально не можем получить $l = \lambda = 0$.

9) Необходимо особо отметить, что некоторые надуманные суждения теории относительности преподносятся иногда под флагом марксистской диалектики.

По этому поводу К. А. Путилов правильно отмечает, что: «...некоторые наши теоретики в скрытой, схоластической форме иногда выступают с деятельной защитой идеалистических концепций. Они пытаются доказать, что хотя Эйнштейн, Эддингтон, Бор, Гейзенберг и др. искусно поворачивали физику на путь к махизму, но развитые ими воззрения будто бы нетрудно согласовать с диалектическим материализмом, если «отбросить махистскую фразеологию» и те же воззрения снабдить «диалектическими пояснениями» (Курс физики, т. I, 1954, стр. 15).

К числу таких теоретиков, по нашему мнению, относится В. И. Свидерский, который в своей докторской диссертации: «О развитии пространственно-временных представлений в физике и их философском значении» пишет, что: «...открытия и выводы частной теории относительности имеют глубокий философский смысл», что основные философские положения и выводы современной теории характеризуются: «...все более глубоким раскрытием диалектико-материалистической сущности пространственно-временных форм бытия движущейся материи» (Автореферат диссертации, 1954, стр. 21 и 34).

Подобного рода утверждения не могут способствовать установлению истины; наоборот, придавая спорным (а по существу неверным) выводам теории относительности характер «глубокого» философско-марксистского исследования, — эти утверждения фактически затрудняют борьбу против того искажения действительности, которое в целом ряде положений допущено названной теорией.

7. О ПРЕОБРАЗОВАНИИ КООРДИНАТ И ВРЕМЕНИ

1) Пусть произошло некоторое событие, например приход в определенную точку пространства светового сигнала. Как математически описать это событие, если рассматривать его

в системах K и K' , движущихся друг относительно друга?

Считая, что в первой системе данное явление определяется координатами x , y и z и что оно произошло в момент времени t , можно записать, что во второй системе это же событие будет иметь координаты x' , y' , z' и t' .

Опираясь на свои постулаты (постоянство скорости света и принцип относительности), теория Эйнштейна устанавливает следующее принципиальное соотношение между координатами обеих систем

$$x^2 + y^2 + z^2 - c^2t^2 = x'^2 + y'^2 + z'^2 - ct'^2 \quad (11)$$

или в частном случае, при движении системы K' вдоль оси x -ов

$$x^2 - c^2t^2 = x'^2 - ct'^2. \quad (12)$$

2) Формулы преобразования Галилея

$$x' = x - vt \quad \text{и} \quad t = t' \quad (13)$$

не удовлетворяют условию (12); поэтому теория относительности вывела свои преобразования координат и времени, которые, вообще говоря, совпадают с преобразованиями Лорентца:

а) для подвижной системы

$$x' = \frac{x - vt}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}; \quad (14)$$

$$t' = \frac{t - \frac{vx}{c^2}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}; \quad (15)$$

б) для неподвижной системы

$$x = \frac{x' + vt'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}; \quad (16)$$

$$t = \frac{t' + \frac{vx'}{c^2}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}. \quad (17)$$

Преобразования (14), (15), (16) и (17) удовлетворяют условию (12), причем говорится, что эти преобразования: «...оказались единственно возможными» (Л. И. Мандельштам, т. V, 1950, стр. 220).

3) Рассмотрим рис. 1, который является иллюстрацией к распространению света в подвижной и неподвижной системах координат.

Допустим, что в момент $t = 0$, когда точки O и O' совпадают, возникает световая вспышка и световая волна распространяется в пространстве.

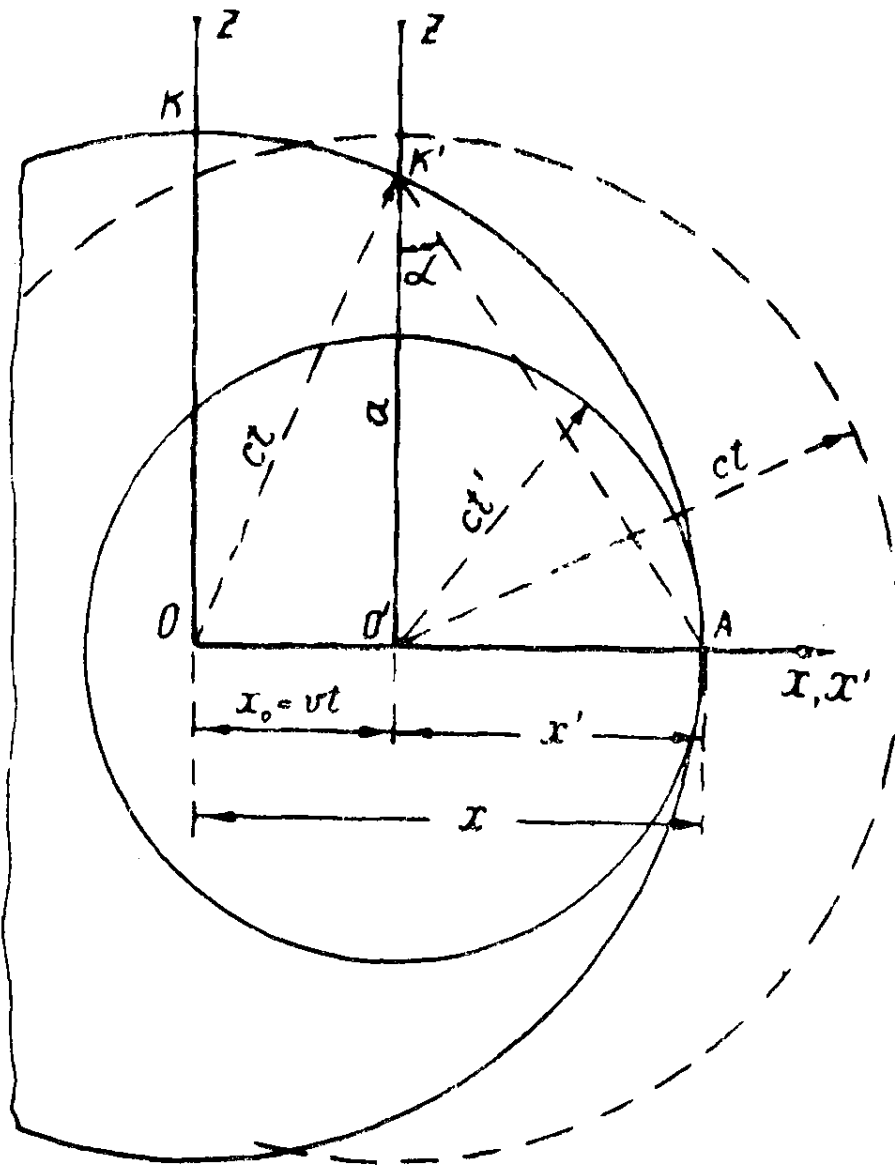


Рис. 1. Схема, иллюстрирующая изменение координат в подвижной $O'K'X'$ и неподвижной OKX системах.

С точки зрения теории относительности: «...скорость света как в первой, так и во второй системе координат одна и та же (c). С другой стороны, вид световой волны должен быть идентичен как в первой, так и во второй системе (первый постулат). Другими словами, к моменту t световая волна должна быть представлена сферой с радиусом ct , имеющей центр

как в точке O , так и в точке O' , что явно не может иметь места, так как эти точки разойдутся к этому моменту на расстояние vt . Причина возникшего недоразумения лежит, однако, не в противоречии между двумя постулатами, а в *допущении*, что положение фронтов сферических волн для обеих систем относится к *одному и тому же моменту*, т. е. что от момента вспышки до момента, в который рассматривается положение волновых фронтов для обеих систем отсчета, протекли одинаковые промежутки времени» (Г. С. Ландсберг, Оптика, 1952, стр. 369).

Считая, что в движущейся системе K' существует свой темп времени, теория относительности сферу распространения света из точки O' очерчивает радиусом ct' (см. рис. 1). Поэтому хотя световая волна, распространяясь в системах K и K' , и проходит точку A , не раздваиваясь, однако *время*, которое протекает от *начала* вспышки света до прихода света в точку A , *разное* в разных системах (t в системе K и t' в системе K' , причем $t' < t$).

Таким образом, процесс распространения света в движущейся системе K' по понятиям теории относительности происходит следующим образом:

а) центр световой сферы O' *передвигается* со скоростью v , но это передвижение *не влияет* на скорость распространения света в системе K' ;

б) движение системы (ее скорость) влияет на *темп протекания времени* в этой системе. За время t' , которое протекает в системе K' , свет пройдет расстояние ct' , меньшее ct , но, так как *центр* сферы успеет за это время продвинуться на расстояние OO' , фронт света в обеих системах придет в точку A , не раздваиваясь, поэтому постулаты теории относительности не окажутся в противоречии друг с другом.

4) Следует, однако, отметить, что в приведенных описаниях теории относительности соблюдается только *видимость* логического благополучия, в действительности в них имеется полное противоречие между ее отдельными утверждениями.

Так, например, вначале утверждается, что скорость света *не зависит* от движения системы K' , но в дальнейшем принимается во внимание *расстояние OO'* , так как иначе фронт света, имея протяженность, равную ct' , не смог бы достигнуть точки A *одновременно* с фронтом системы K и, следовательно, произошло бы *раздвоение* световой сферы, «что явно не может иметь места» (см. выше).

С нашей точки зрения, теория относительности допустила в этом вопросе следующую непоследовательность, о которой уже говорилось раньше (см. стр. 14—15).

Дело в том, что, отрицая среду («эфир»), теория относительности свое толкование рисунка 1 все же строит на том фактическом предположении (которое ею не высказывается, но которое неизбежно вытекает из ее же собственной аргументации), что свет *увлекается* движением системы K' , что, если бы этого не было, то точка O' не могла бы служить *центром*, из которого описывается сфера радиусом ct' , что указание на иной темп времени в системе K' все равно оказывается *недостаточным*, чтобы в полной мере игнорировать *увлечение* света при движении названной системы.

Как бы теория относительности ни уверяла, что все ее рассуждения основаны только на новой трактовке понятий пространства и времени, что она нигде и никак не использует «забытого» ею эфира, в действительности, как уже отмечалось, этот «зачеркнутый» эфир в скрытой форме все равно участвует в ее построениях в виде *увлекающейся* среды.

Рассмотрим с этой точки зрения рис. 1 и будем *явно* говорить о том, что теория относительности не признает на словах, но в полной мере использует на деле.

5) Представим себе, что свет, так же как и звук, может *увлекаться* при движении той или иной системы¹.

В таком случае общая скорость света в системе K' , по отношению к неподвижной системе K , составит величину $c + v$. Фронт света, передвигаясь с этой скоростью, достигнет точки A в более *короткий* промежуток времени t' , по сравнению с временем t неподвижной системы K .

Так как данный случай не выходит за пределы классических представлений, напишем соответствующие преобразования координат и времени для системы K' .

Предварительно еще раз отметим, что в неподвижной системе K расстояние OA свет пройдет в промежуток времени t , т. е.

$$OA = x = ct. \quad (18)$$

В движущейся системе K' , благодаря тому, что к скорости света прибавляется скорость перемещения самой системы и поэтому общая относительная скорость света составит значение $c + v$, расстояние OA будет пройдено за меньший промежуток времени t' .

Следовательно, для системы K'

$$OA = x = (c + v)t'. \quad (19)$$

¹ Здесь мы говорим о предположениях, которые фактически вытекают из построений теории относительности (хотя, как указывалось, названная теория не признает этих предположений). Со своей стороны, мы считаем, что эфир не увлекается (или почти не увлекается) при движении тел (см. об этом дальше).

Сопоставляя (18) и (19), получаем

$$t' = t \frac{c}{c+v}. \quad (20)$$

Кроме того, из (19) имеем

$$x = ct' + vt'. \quad (21)$$

Зная, что $ct' = x'$, получаем

$$x' = x - vt'. \quad (22)$$

Таким образом, в системе K' , как видно из соотношения (21), свет в течение времени t' проходит расстояние $x' = ct'$ и, кроме того, сама система *переносит* (увлекает) его на расстояние vt' .

6) Уже отмечалось, что, выдвигая соотношение (12), теория относительности нашла собственные преобразования координат и времени, которые удовлетворяют этому соотношению.

Почему же этому соотношению не удовлетворяют преобразования Галилея (13)?

Потому, что в соотношение (12) надо подставлять не абсолютное время $t' = t$, а местное время, равное $t \frac{c}{c+v}$ [см. формулу (20)].

Классической физике хорошо известно, что одно и то же расстояние ($x = OA$) должно быть пройдено за *меньший* промежуток времени ($t' < t$), если скорость наблюдаемого объекта окажется не c , а $c + v$.

Подставляя преобразования (20) и (22) в соотношение (12), можно убедиться, что это соотношение в полной мере удовлетворяется.

Итак, в движущейся системе K' и в самом деле получается «другое время», чем это имеет место в системе K , но оно не является выражением иного *темпа времени*, как об этом говорит теория относительности.

Это «другое время» t' является самым обычным *следствием* классического сложения скоростей в движущейся системе K' .

7) Определим теперь истинное содержание преобразований теории относительности, записанных для подвижной системы в виде формул (14) и (15). Нетрудно показать, что соотношение (14) фактически соответствует наблюдениям

движущегося исследователя за распространением фронта световой волны по *двум* различным направлениям:

- а) по направлению своего движения, т. е. по оси x -ов;
- б) по направлению, перпендикулярному к пути своего движения, т. е. по оси z -ов.

Считая, что движущийся наблюдатель способен *догнать* фронт удаляющейся от него волны, можно записать, что расстояние x' определится из соотношения

$$x' = x - vt, \quad (23)$$

что соответствует преобразованию Галилея.

Найдем теперь то расстояние до фронта световой волны, которое наблюдатель, находясь в точке O' , определит по оси z (см. рис. 1).

Из треугольника $OK'O'$ находим

$$a = O'K' = \sqrt{c^2 t^2 - v^2 t^2} = t \sqrt{c^2 - v^2}.$$

Зная, что $t = \frac{x}{c}$, получаем

$$a = \frac{x}{c} \sqrt{c^2 - v^2} = x \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}. \quad (24)$$

Сопоставляя друг с другом выражения (14), (23) и (24), можно заметить, что преобразование теории относительности (14) фактически представляет собою частное от деления (23) на (24), т. е.

$$\frac{x'}{a} = \frac{x - vt}{x \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}. \quad (25)$$

Умножая обе части уравнения (25) на x , окончательно получаем

$$\frac{x'}{a} x = \frac{x - vt}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}. \quad (26)$$

Из рис. 1 видно, что

$$\frac{x'}{a} = \operatorname{tg} \alpha;$$

следовательно, выражение (26) может быть переписано в следующем виде

$$\frac{x - vt}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = x \operatorname{tg} \alpha. \quad (27)$$

8) Покажем теперь, что преобразование времени, полученное по теории относительности, фактически равно

$$t' = \frac{t - \frac{vx}{c^2}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = t \operatorname{tg} \alpha. \quad (28)$$

Из соотношений

$$\begin{aligned} x' &= ct', \\ x' &= x - vt \end{aligned}$$

находим

$$t' = t \frac{c - v}{c} = t - \frac{vx}{c^2}, \quad (29)$$

что соответствует *местному* времени, выведенному Лорентцом из классических соображений.

Сопоставляя выражения (15), (24) и (29) друг с другом, видим, что для получения (15) надо соотношение (29) разделить на (24) и результат умножить на x , что в конечном результате даст искомое (28).

9) Итак, релятивистские сокращения длины и времени в движущихся системах [см. выражения (14) и (15)] в действительности не являются какими-либо реальными сокращениями масштабов и промежутков времени в зависимости от скорости движения.

В своей основе они представляют *обычные* элементы галилеевых преобразований, выполненных по правилам классического сложения (вычитания) скоростей. Однако эти классические соотношения оказались зашифрованными, поскольку теория относительности в своих преобразованиях отразила не *отдельные* изменения координат x и z , а дала их *отношение* друг к другу ($\operatorname{tg} \alpha$), что и затемнило истинный смысл названных «преобразований».

10) Хорошо известно, что преобразования теории относительности фактически повторяют собою так называемые преобразования Лорентца, которые, кстати сказать, были выведены им из других физических предпосылок.

По существу Лорентц искал сокращение масштабов, расположенных *по движению* системы и *перпендикулярно* к заданному движению, причем его интересовали не отдельные сокращения масштабов, а их *отношение* друг к другу.

По этому поводу он писал: «Допустим, что два отрезка внутри весомого тела, из которых один параллелен движению (L_2), а другой ему перпендикулярен (L_1) и которые в непо-

движном теле имеют одинаковую длину, во время движения относятся друг к другу, как

$$\frac{L_2}{L_1} = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}; \quad (30)$$

этим самым будет вполне объяснен отрицательный результат всех опытов Майкельсона» (Теория электронов, 1953, стр. 284 и 293).

Сопоставляя высказывание Лорентца с содержанием рис. 1, можно заметить, что взятый им отрезок L_2 фактически является отрезком x' , а отрезок L_1 , направленный перпендикулярно движению системы, представляет собою катет a .

Таким образом,

$$\frac{L_2}{L_1} = \frac{x'}{a} = \frac{x - vt}{x \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \operatorname{tg} \alpha. \quad (31)$$

Что добавила теория относительности к этому преобразованному выражению Лорентца?

В конечном результате все ее подсчеты свелись к тому, что из *безразмерной* величины (31) она путем умножения обеих частей уравнения (31) на величину x получила свои релятивистские преобразования¹.

Итак, из (31) получаем

$$\frac{L_2}{L_1} x = \frac{x - vt}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = x \operatorname{tg} \alpha. \quad (32)$$

Зная, что $x - vt = x' = ct'$, имеем

$$\frac{L_2}{L_1} x = \frac{ct'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = x \operatorname{tg} \alpha. \quad (33)$$

Подставляя значение t' из (29), в конечном результате получаем

$$\frac{L_2}{L_1} t = \frac{t - \frac{vx}{c^2}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = t \operatorname{tg} \alpha, \quad (34)$$

что представляет собою величину t' , согласно преобразованию теории относительности.

¹ Здесь вопрос идет о принципиальной стороне данной задачи. В действительности теория относительности вывела свои преобразования более сложным математическим путем.

11) Итак, преобразования Лорентца и тождественные им преобразования теории относительности в своей основе построены на *отношении* двух отрезков в предположении, что каждый из них изменится во время движения в соответствии с преобразованиями Галилея.

Никакого особого смысла, связанного с физическим «сокращением» масштабов и темпа времени в движущихся системах, релятивистские преобразования не имеют и не должны иметь, так как соответствующие явления (распространение света в инерциальных системах) могут быть истолкованы без применения этих далеко идущих предположений.

III. ОБСУЖДЕНИЕ ОПЫТНЫХ ПОДТВЕРЖДЕНИЙ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

1) Какие бы критические замечания ни были направлены в адрес теории относительности, ее устойчивость против подобного рода замечаний повсюду объясняется тем, что основные постулаты и выводы данной теории в полной мере подтверждены на опыте.

Главным экспериментальным доказательством теории относительности считается отрицательный результат опытов Майкельсона. Следует напомнить, что в свое время большинство физиков с недоверием встретило результаты названных опытов, считая, что они должны были подтвердить наличие «эфирного ветра», т. е., иначе говоря, *неувлекаемость* эфира.

2) В настоящее время сомнения в отрицательных результатах опытов Майкельсона (и других исследователей) почти исчезли и сейчас никто из ведущих физиков не ожидает серьезной критики упомянутых опытов.

С нашей точки зрения такая возможность все же имеется, так как в теоретическом истолковании опытов Майкельсона, повидимому, в самом начале была допущена одна существенная неточность.

Дело в том, что прохождение света в приборе Майкельсона всюду рассматривается, как хорошая аналогия следующему примеру: «...представим себе гребца в лодке. Если он подвигается со скоростью, например, 6 км в час и если расстояние между станциями равняется 18 км, то ему необходимо 3 часа, чтобы проехать это расстояние, и 3 часа, чтобы вернуться обратно, т. е. в сумме 6 часов. Но это верно только в том случае, когда в воде нет течения. Если же существует течение, скорость которого равна, например, 1,5 км в час, то время, потребное для путешествия туда и обратно, составит 6,4 часа вместо 6 часов при отсутствии течения... Таким образом, становится понятным, что для распространения

света между двумя точками туда и обратно по направлению, совпадающему с направлением движения Земли, потребуется больше времени, чем по направлению, к нему перпендикулярному» (А. Майкельсон, Световые волны и их применение, 1934, стр. 127).

3) Почему же ход лучей в интерферометре Майкельсона нельзя в полной мере сопоставлять с плывущей по реке лодкой по течению и против течения?

На это есть две причины:

а) в примере с лодкой имеется в виду, что существует движущийся *поток* (течение реки), причем лодка или *подхватывается* этим потоком, или движется *против* него.

Что касается опытов, осуществленных по схеме Майкельсона, то в них свет (лодка) перемещается не *в покое* эфира (реки), а сами приборы (берега) движутся по ходу света или против него.

С точки зрения чистой кинематики в механике часто допускается полная *равноправность* тех или иных систем отсчета (например, движение поезда относительно полотна можно заменить движением полотна относительно поезда). Однако с *физической* точки зрения во многих случаях мы обязаны четко различать, что в действительности движется и что находится в покое. Этого различия при истолковании опытов Майкельсона сделано не было. Подразумевалось, что прибор должен действовать *однозначно*, как в случае *потока* эфира (движется *сам* эфир), так и в случае движения прибора *сквозь* неподвижный эфир;

б) лодка на реке, достигнув соответствующего пункта, просто поворачивает обратно, в то время как свет в приборе Майкельсона, достигнув посеребренной пластинки или зеркала, должен *отразиться* от них. Но как указывал С. И. Вавилов: «...законы отражения и преломления света от движущихся зеркал и пластинок... значительно усложняют точный расчет интерференционной картины» (Экспериментальные основания теории относительности, 1928, стр. 33—34). Таким образом, и в этом вопросе принятая аналогия с движущейся лодкой не дает полного представления о поведении света в приборе Майкельсона.

4) Что же в действительности происходит в интерферометре Майкельсона?

На рис. 2 изображена соответствующая схема прибора.

Проследим сначала за движением света по направлению *SOB*.

Достигнув пластинки *O*, часть света направится к зеркалу *B*, которое будет от него удаляться со скоростью *v*. Отражение света от зеркала произойдет при относительной скоро-

сти $c - v$ и хотя отраженный свет, направляясь от B к O , будет иметь свою *нормальную* скорость c , однако длина его волны λ и частота ν в какой-то степени изменят свою первоначальную величину.

Впрочем, эти величины восстановят свое прежнее значение после отражения от пластинки O , так как эта пластинка

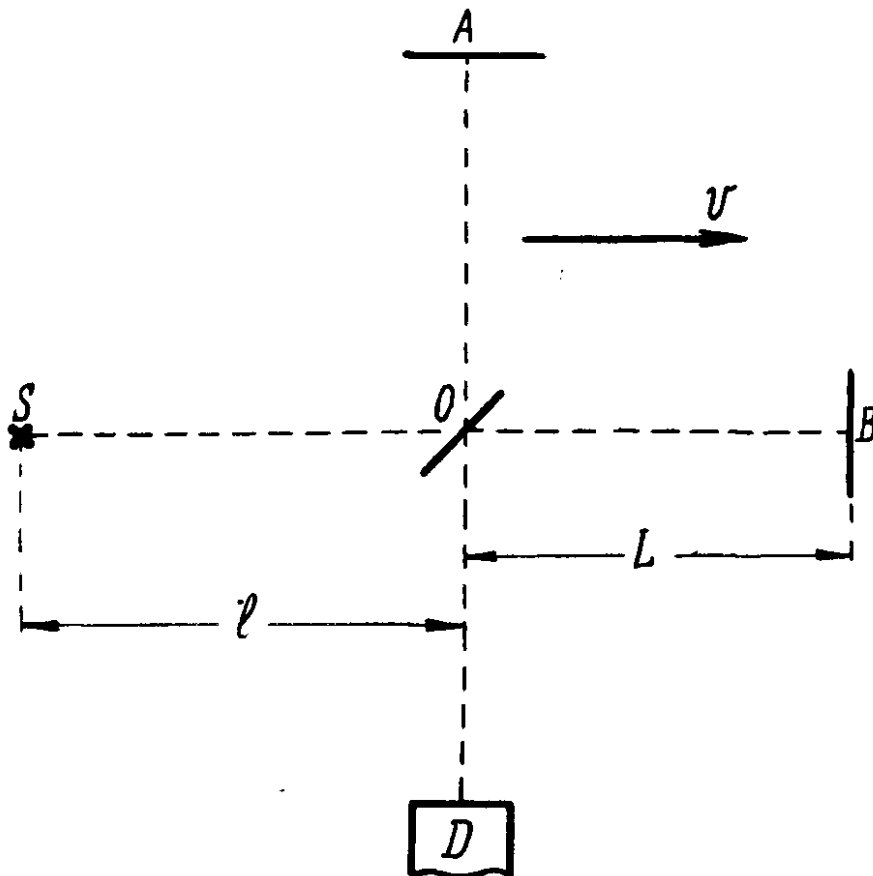


Рис. 2. Схема прибора Майкельсона.

движется *навстречу* отраженному лучу. В конечном результате луч $SOBO$ попадает в зрительную трубу D с первоначальной величиной λ и ν .

5) Посмотрим, с какими параметрами попадет в зрительную трубу отраженный луч SOA .

Так как пластинка O удаляется от луча SO со скоростью v , то процесс *отражения* света от пластинки произойдет при относительной скорости $c - v$.

Подсчитаем изменение параметров данного луча.

Свет на участке SO

$$c = \lambda_0 \nu_0. \quad (35)$$

Свет на участке OA

$$c = \lambda_1 \nu_1. \quad (36)$$

Новую частоту ν_1 можно определить из соотношения

$$\nu_1 = \frac{c - v}{\lambda_0}. \quad (37)$$

Подставляя (37) в (36), получаем

$$\lambda_1 = \frac{c\lambda_0}{c - v} = \frac{\lambda_0}{1 - \frac{v}{c}} \cong \lambda_0 \left(1 + \frac{v}{c}\right). \quad (38)$$

Так как зеркало A движется перпендикулярно движению света, принимаем, что отражение от него не повлияет на величины λ_1 и ν_1 , поэтому луч $SOAO$ должен попасть в зрительную трубу с новыми параметрами λ_1 и ν_1 .

6) В одном из наиболее точных опытов (Мак-Кеннеди) в качестве источника света применялся зеленый свет от ртутной лампы ($\lambda_0 = 5461 \text{ \AA}$).

Подсчитаем по формуле (38) новую длину волны света, поступающего в трубу после отражения от зеркала A .

Имеем

$$\lambda_1 = 5461 \left(1 + \frac{v}{c}\right) = 5461,55 \text{ \AA}.$$

Таким образом, после *раздвоения* луча и отражения его от зеркал B и A в зрительную трубу поступят два луча с нарушенной монохроматичностью ($\lambda_1 - \lambda_0 = 0,55 \text{ \AA}$). Кроме того, эти лучи попадают в трубу не строго по оптической оси, а с раздвижением между собою на величину $\frac{2Lv}{c}$ ¹.

7) При повороте прибора на 90° в ходе лучей происходят следующие изменения:

а) луч $SOBOD$ приходит в зрительную трубу с первоначальными параметрами λ_0 и ν_0 , но со сдвигом относительно оптической оси на величину $\frac{2Lv}{c}$;

б) луч $SOAOD$ приходит в зрительную трубу почти по оптической оси, но с измененными λ_0 и ν_0 ;

¹ Указанное раздвижение лучей происходит оттого, что, пока луч OA пробегает расстояние OA и обратно, весь прибор успевает сместиться на величину $\frac{2Lv}{c}$.

8) Итак, рассмотрение хода лучей в интерферометре Майкельсона при условии, что прибор движется *сквозь* эфир показывает, что:

а) вследствие движения отражательных плоскостей (зеркал) в приборе нарушается в известной мере монохроматичность парных лучей;

б) парные лучи, попадающие в зрительную трубу, оказываются раздвоенными, а не идущими по оптической оси прибора;

Таким образом, выясняется, что движение лучей в интерферометре Майкельсона имеет более сложный характер, чем «лодка, плывущая по реке туда и обратно». Отрицательный результат названных опытов, видимо, получается не потому, что отсутствует «эфирный ветер», а потому, что схема и настройка прибора не приспособлены к той роли, которая им предназначалась (уловить относительное движение прибора *сквозь* «покоящийся» эфир)¹.

9) В связи с оценкой истинных возможностей интерферометра Майкельсона естественно возникает вопрос об использовании каких-либо других приемов для обнаружения «эфирного ветра».

Оказывается, что соответствующие опыты уже были проведены, но они не получили надлежащего признания.

Так, например, еще в 1913 году был поставлен опыт Саньяка с помощью так называемого интерферографа. Его опыты дали *положительный* эффект, т. е. Саньяк, по существу, обнаружил «эфирный ветер».

В 1925/26 гг. опыт Саньяка с еще большей точностью был повторен Погани в лаборатории фирмы Цейсса. Этот опыт также дал положительный результат.

Возникает вопрос, почему же названные опыты первого порядка, давшие положительные результаты, почти оказались незамеченными? На этот вопрос в свое время ответил С. И. Вавилов. Он писал: «Если бы явление Саньяка было открыто раньше, чем выяснились нулевые результаты опытов второго порядка (опыты Майкельсона), оно, конечно, рассматривалось бы как блестящее экспериментальное доказательство наличия эфира. Маленький интерферограф Саньяка обнаруживает «оптический вихрь», следовательно, он не увлекает за собою эфир. Но вопроса о том, увлекается ли эфир Землею

¹ Говоря о покоящемся эфире, не следует при этом возрождать идеи о существовании абсолютного покоя в природе, т. е. о существовании абсолютной системы отсчета. Если с точки зрения макроскопической эфир можно считать «неподвижным» (наподобие «неподвижного» воздуха в безветренную погоду), то микро-микрочастицы, из которых состоит эфир, безусловно должны находиться в состоянии движения.

в целом или нет, опыт Саньяка не разрешает... Желателен был еще один опыт первого порядка с Землей в целом в качестве вращающегося тела» (Экспериментальные основания теории относительности, 1928, стр. 82).

Был ли произведен такой опыт? Оказывается, что и такой опыт был произведен, причем также с положительными результатами¹.

По поводу этого последнего опыта С. И. Вавилов писал: «Таким образом, перед нами снова положительный эффект, сам по себе с поразительной точностью подтверждающий предположение о неувлекаемом эфире, отстающем при суточном вращении Земли» (стр. 86).

10) Итак, можно отметить, что опыты Саньяка, Погани, Майкельсона и Гэля с полной очевидностью показали *неувлекаемость* эфира и тем не менее эти опыты не были восприняты с должным вниманием.

Больше того, даже сама идея среды («эфира») под давлением теории относительности была совершенно вычеркнута из арсенала современной физики.

Чем же объяснить столь неограниченную гегемонию теорий относительности и то положение, что в течение десятков лет вся физика как будто бы развивалась и развивается под ее началом? Не вдаваясь в подробности, можно отметить следующие обстоятельства, которые способствовали возвышению упомянутой теории:

а) в конце прошлого столетия в классической физике наметился определенный кризис. Ряд явлений (в том числе и отсутствие «эфирного ветра», как это вытекало из опытов Майкельсона) заставил физиков искать какие-то новые пути для примирения возникших противоречий².

б) целиком основываясь на отрицательных результатах опытов Майкельсона, Эйнштейн выдвинул свою частную теорию относительности, которая путем формального предположения о том, что в движущихся системах меняется темп времени и размеры масштабов, дала некоторый «выход» из создавшихся затруднений;

в) преодолевая сопротивление своих противников, теория относительности, пополнившись теорией тяготения, к 1920 году благодаря некоторым важным предсказаниям получила

¹ Опыт Майкельсона и Гэля, см.: С. И. Вавилов, Экспериментальные основания теории относительности, 1928, стр. 80—88.

² В действительности никакого кризиса в классической физике в то время не было. Некоторые затруднения в разрешении отдельных вопросов несомненно были бы преодолены, если бы исследователи продолжали искать соответствующие решения на пути развития классической физики (см. об этом дальше).

весьма широкое признание. По этому поводу Л. Инфельд пишет: «Явление отклонения лучей в поле тяжести Солнца (предсказанное Эйнштейном) вдруг очаровало весь цивилизованный мир. Автор теории относительности после 1920 года стал всемирно известным ученым» (УФН, т. LVII, вып. 2, 1955)¹;

г) дальнейшее развитие современной физики пошло в плане идей теории относительности. Выведенное на основании этих идей соотношение $E = mc^2$, как известно, послужило исходным пунктом для расчета всевозможных ядерных реакций². Вопрос о продолжительности «жизни» мезонов, движение перигелия Меркурия, красное смещение спектральных линий в поле тяготения и т. д. — все это, по существующему мнению, поставило теорию относительности в роль вдохновителя и начинателя всех крупнейших достижений современной физики.

Всюду и везде говорится, что «это величайшая и всеобъемлющая теория современности», что «ни один физик не может представить себе современной науки без теории относительности», что «едва ли в современной физике найдется такое направление, которое своими истоками не восходило бы к Эйнштейну» и т. д.

11) Из всего сказанного полностью вытекает, что в современном представлении *судьба* всей физики и некоторых других прикладных наук как будто бы целиком и неразрывно связана с существованием теории относительности и с этой точки зрения трудно допустить, чтобы названную теорию можно было бы опровергнуть или хотя бы нанести ей некоторый ущерб.

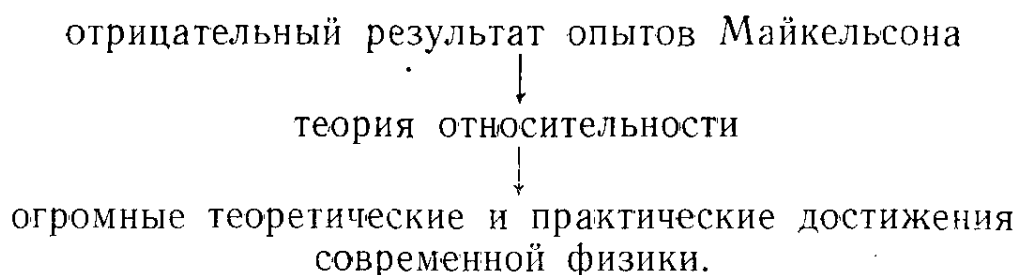
И в самом деле, что же тогда произойдет с современной наукой?

¹ Мы уже неоднократно подчеркивали, что теория относительности, опираясь в своих началах на некоторые объективные истины (независимость скорости света от движения источника, отсутствие абсолютной системы отсчета и др.), несомненно могла способствовать (и способствовала) развитию научных знаний. Однако прочие установки названной теории, во многом построенные на формальных положениях, к сожалению, затемнили истинный смысл совершающихся физических явлений. О теории относительности можно сказать то же самое, что сказал Лорентц о квантовой механике: «...ее положения иной раз напоминают непонятные изречения оракула, однако мы убеждены, что за ними всегда стоит истина». В связи с этим можно отметить, что когда будут расшифрованы изречения этих «оракулов», то отпадет необходимость и в самих оракулах, так как все их «изречения» окажутся всего лишь развитием той теории, которую в настоящее время мы называем «классической теорией».

² Необходимо отметить, что соотношение $E = mc^2$ фактически вытекает из опытов П. Н. Лебедева, проведенных им еще до возникновения теории относительности.

Ведь ее нельзя зачеркнуть или усумниться в ее существовании; она воспринимается нами в фактах и практических достижениях; эти факты никто не может игнорировать и тем более доказать, что их нет. Но если нельзя выбросить всех достижений современной физики, то в такой же мере как будто бы нельзя сомневаться и в ее теоретических основах, т. е. в теории относительности. Отсюда как следствие вытекает, что, по существу, теория Эйнштейна в современной науке приняла характер *неприкосновенной* и в полной мере незыблемой теории (которую можно *только* дополнять, но не пересматривать).

12) Какую же роль в данном случае должен играть опыт Майкельсона? Он становится *фундаментом* всей современной науки, началом начал существующей иерархии:



Всякий, кто покушается на незыблемость этой иерархии, неизбежно попадает в разряд заблуждающихся, наивных или просто невежественных людей.

Вот почему, по нашему мнению, не были учтены бесспорные опыты Саньяка, Погани, Майкельсона и Гэля¹. С принятием этих опытов как будто бы рушилось все здание современной *теоретической* физики с ее высокими научными понятиями, с ее грандиозным математическим аппаратом, с ее особой терминологией, с ее привычкой думать, что в области быстрых движений все делается абсолютно не так и все обстоит иначе, чем в нашем обычном и грубом мире.

Но как бы ни был груб и примитивен наш обычный мир, он представляет собою часть природы и эта *часть природы* не отгорожена от остальных природных явлений глухой и непроницаемой стеной; наоборот, от этой части природы ведут

¹ Кстати, следует отметить, что при современных методах передачи и приема радиосигналов, безусловно, можно предложить такие схемы проведения опытов, которые в полной мере способны подтвердить, что скорость электромагнитных возмущений (c) не является абсолютной величиной и может складываться (или вычитаться) со скоростью вращения Земли. Другими словами, можно еще раз и окончательно подтвердить, что величины $c - v$ и $c + v$ имеют вполне реальный смысл.

тысячи ходов в другие, еще не познанные нами области материального мира¹.

13) Мы стремимся показать, что судьба современной науки совершенно не пострадает, если отказаться от некоторых утверждений теории относительности, навеянных неправильным толкованием опытов Майкельсона.

Больше того, наши научные знания должны сделаться более обстоятельными и глубокими, так как перед нами раскрывается их настоящий, а не надуманный физический смысл.

IV. ОБ ИСТИННОМ СОДЕРЖАНИИ ПРОЦЕССОВ, РАССМОТРЕННЫХ ТЕОРИЕЙ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

Нельзя согласиться с тем, чтобы теорию относительности изображать либо в розовых, либо в черных красках. Именно эта непримиримость двух точек зрения (либо-либо) и не дает возможности объективно оценить как положительные, так и отрицательные стороны теории относительности.

Остановимся еще раз на некоторых наиболее важных положениях теории относительности.

1. ПРИНЦИП ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ ЭЙНШТЕЙНА

Этот принцип теории относительности говорит о том, что любые физические процессы, происходящие в какой-либо системе, протекают независимо от ее прямолинейно-равномерного движения.

В отличие от принципа относительности Галилея, теория относительности включает в «любые физические процессы» не только механические, но и электромагнитные процессы.

По существу этот принцип отрицает абсолютную систему отсчета, т. е., другими словами, не признает абсолютного (устойчивого) покоя в природе. С этим безусловно следует согласиться, тем более, что за несколько десятилетий до теории относительности названный тезис, как уже отмечалось, был всесторонне обоснован диалектическим материализмом. Говоря, однако, об относительности систем отсчета, совершенно нельзя согласиться с утверждением Эйнштейна о том, что все они *равноправны*². Если, например, представить себе воробья, прыгающего по земле, то с точки зрения относительности

¹ Современная теоретическая физика и здесь застраховала себя так называемым «принципом соответствия». Но этот «принцип», являясь всего лишь математическим приемом, далек от того, чтобы в должной степени отобразить диалектическую связь между микро- и макроявлениями (см. нашу брошюру: «О некоторых дискуссионных вопросах современной физики», вып. 1, 1954, стр. 19—20).

² Это утверждение Эйнштейна кригиковалось многими советскими физиками.

го перемещения объектов (воробья и Земли) можно формально представить воробья неподвижным, а Землю прыгающей относительно воробья. Но каждому ясна полная неправдоподобность этого представления, которое никак не вяжется с действительной физической картиной. В истолковании опытов Майкельсона теория относительности также использовала «равноправность» систем отсчета, так как фактически рассматривала *движение* эфира относительно прибора, в то время как в действительности перемещался прибор *сквозь* неподвижный эфир¹.

Именно эта «неразличимость» систем отсчета и привела в конце концов к неправильному истолкованию опытов Майкельсона.

В заключение необходимо отметить, что, вообще говоря, принцип относительности Галилея пока не требует какой-либо замены и его нет необходимости рассматривать, как частный случай принципа относительности Эйнштейна. С точки зрения относительных движений в среде принцип Галилея так же применим к эфиру, как и к воздуху.

2. ПРИНЦИП ПОСТОЯНСТВА СКОРОСТИ СВЕТА В «ПУСТОТЕ»

И в этом утверждении теории относительности, как уже указывалось, имеется определенная доля истины. Действительно, свет, трактуемый как распространение колебаний в мировой среде, должен иметь (и имеет) вполне определенную скорость.

Эта скорость (так же, как и скорость звука в воздухе) зависит от свойств и строения среды. Утверждение теории относительности по поводу независимости скорости света от движения *источника* тоже правильно, но это утверждение не является вполне оригинальным, так как оно было известно по отношению к скорости распространения звука в воздухе.

Какие же заключения теории относительности в данном вопросе требуют пересмотра?

Безусловно нельзя согласиться с тем, что скорость света представляет собою наивысший предел материального движения в природе, что скорость света постоянна не только по отношению к движущемуся *источнику*, но и по отношению к *приемнику* света, что двигаться навстречу световой волне или удаляться от нее бесцельно, так как она встретит и перегонит любое движущееся тело со своей постоянной скоростью.

¹ К сожалению, в этом вопросе теория относительности пошла еще дальше. Она вообще вычеркнула эфир из объектов научного исследования.

Мы видим, что из этого неправильного утверждения теории относительности возникло столь же неправильное представление названной теории об изменении ритма времени и изменении масштабов тел в движущихся системах.

Говорится, что теория относительности свое утверждение о предельной скорости в природе вывела на основании отрицательных результатов опыта Майкельсона, но, как было показано, теоретическое толкование этого опыта не является безупречным.

3. О СЛОЖЕНИИ СКОРОСТЕЙ

Известно, что теория относительности дает свою собственную формулу для сложения относительной и переносной скоростей

$$w = \frac{u + v}{1 + \frac{uv}{c^2}}. \quad (39)$$

Фактически эта формула на математическом языке еще раз выдвигает тезис теории относительности о предельной скорости в природе.

Действительно, если в формуле (39) одну из слагаемых скоростей принять за скорость света, то при любом значении другой слагаемой их сумма все же не превзойдет скорости света c .

Однако и в данном случае можно показать, что формула (39) имеет *реальное* значение только в том случае, если ее содержание толковать не в столь широком аспекте, как это делает теория относительности. По Эйнштейну считается, что скорости u и v могут принадлежать *любым* физическим объектам, лишь бы они перемещались один относительно другого.

В действительности формула (39) только тогда окажется *справедливой*, когда приходится складывать скорость распространения света (звука) со скоростью перемещения *источника* света (звука).

В этом случае к скорости света (звука) и в самом деле ничего нельзя добавить, так как любая скорость перемещения *источника* света (звука) не влияет на скорость распространения воли в данной среде.

4. ОБ ОДНОВРЕМЕННОСТИ СОБЫТИЙ

Исходя из правильного факта, что в природе нет мгновенных сигналов и поэтому мы не можем с абсолютной точностью устанавливать одновременность тех или иных событий, теория относительности и в этом вопросе далеко вышла за пределы реальных соотношений, действующих в природе.

Следует подчеркнуть, что все поднятые теорией относительности проблемы о «ритме» времени и об относительности одновременности можно разработать, исходя не только из скорости распространения света, но и *звука*.

Другими словами, данные вопросы не являются *специфическими*, якобы возникшими только при рассмотрении электромагнитных процессов, а представляют собою общую закономерность, которую можно наблюдать при использовании в качестве сигналов *любых* возмущений, в том числе и звуковых¹.

Так, например, в принципе мы можем легко заметить, что наблюдатель, отъехавший на пароходе и подающий сигналы гудком через определенные промежутки времени,— начинает жить как бы в другом «темпе» времени.

Но то обстоятельство, что мы, оставшиеся на берегу, начинаем слышать сигналы с *запаздыванием*, вовсе не говорит о том, что на движущемся пароходе изменился «ритм» времени, что наш пассажир стал «медленнее» жить и т. п.

Мы все хорошо понимаем, что движущийся наблюдатель исправно подает гудки в заранее назначенные сроки, но благодаря увеличивающемуся *расстоянию* между источником и приемником звука, сигналы, вследствие их конечной скорости, приходят к нам с запаздыванием.

Таким образом, и в этом вопросе теория относительности, начав с правильных физических предпосылок, вынесла их за пределы реальных соотношений и в результате пришла к крайним, ничем не обоснованным выводам.

5. ЗАКОН ИЗМЕНЕНИЯ МАССЫ ОТ СКОРОСТИ

Известно, что возрастание массы с увеличением скорости было открыто для *заряженных* частиц еще до возникновения теории относительности. С точки зрения теории относительности закон возрастания массы со скоростью справедлив по отношению к *любой* массе, независимо от ее природы.

¹ Здесь следует еще раз отметить, что особое представление о поведении света было получено из опытов Майкельсона. Однако можно высказать предположение, что и для звука можно было бы поставить свой «опыт Майкельсона» и тоже с отрицательными результатами (т. е. он мог бы показать «независимость» скорости звука от создаваемого «ветра»). Весь вопрос здесь заключается в том, что один и тот же прибор, повидимому, не даст идентичных результатов при испытании его на движущейся платформе (сквозь спокойный воздух) или в аэродинамической трубе, т. е. в потоке воздуха.

В своей предыдущей работе¹ мы уже отметили, что соотношение

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad (40)$$

не должно пониматься в том смысле, что любая движущая масса якобы способна увеличивать свое значение за счет возрастания скорости. В действительности коэффициент $\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$

относится не к массе, а к силам сопротивления среды, которые должны возрастать по мере увеличения скорости частицы.

Если говорить об «элементарных» частицах и, в частности, об электроны, то энергия, затраченная на его перемещение в среде (в «эфире»), может быть выражена через соотношение

$$E = A \frac{1}{2} m v^2. \quad (41)$$

Если скорость v значительно ниже c , то коэффициент A , равный $\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$, близок к единице. Если же скорость ча-

стицы сильно возрастает, то коэффициент A , отображающий собой *сопротивление* среды, начинает играть свою роль, причем все более высокую по мере приближения v к c .

Следовательно, сама по себе зависимость (40) не является правильной, но если величину $\frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ ввести в обычную

формулу $E = \frac{1}{2} m v^2$ вместо m , то тем самым будет учтено *сопротивление* среды и поэтому соотношение

$$E = \frac{1}{2} \frac{m_0 v^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad (42)$$

получит свой реальный смысл, где $v \leq c$.²

¹ См. брошюру «О некоторых дискуссионных вопросах современной физики», вып. 2, 1955.

² Величину m_0 принято в настоящее время называть «массой покоя». При нашей интерпретации уравнения (42) нет необходимости прибегать

6. О СООТНОШЕНИИ МЕЖДУ МАССОЙ И ЭНЕРГИЕЙ

1) В настоящее время считается, что вопрос о связи между энергией и массой, полученный в общем виде из теории относительности, «принадлежит к числу важнейших достижений физики XX века» (С. Э. Фриш, УФН, т. XLVIII, вып. 2, 1952, стр. 181).

Действительно, соотношение

$$E = mc^2 \quad (43)$$

играет виднейшую роль во всех расчетах современной ядерной физики.

К сожалению, большое *практическое* значение зависимости (43) до сих пор не находит четкого *теоретического* толкования, порождая большие разногласия среди ведущих физиков.

Так, например, многие из зарубежных физиков соотношение (43) трактуют как непосредственный переход энергии в массу и массы в энергию. Советские физики в своем большинстве считают, что соотношение (43) свидетельствует о величине той внутренней энергии вещества, которая не зависит от химического состава вещества, а целиком определяется его массой. Но что значит: *энергия* вещества определяется его *массой*? Если вернуться к этому исходному пункту, то можно сразу заметить всю *физическую* неясность только что высказанного суждения. Это сказалось, между прочим, и в той горячей дискуссии, которая шла среди широких кругов советских физиков по вопросу терминологии.

Желая охватить истинный смысл соотношения $E = mc^2$, различные авторы прибегали к таким, например, определениям, как «энергия эквивалентна массе», «энергия зависит от массы», «энергия пропорциональна массе», «энергия неотделима от массы», «энергия взаимосвязана с массой» и т. д. и т. п.

В настоящее время, повидимому, сложилось преобладающее мнение, что наилучшим определением является последнее, т. е. «энергия взаимосвязана с массой».

Однако по этому поводу А. Ф. Иоффе высказывает следующее соображение: «Несмотря на искреннее желание понять смысл спора об эквивалентности или взаимосвязи между энергией и массой, я не вижу его значения ни для физики, ни для философии» (УФН, т. LIII, вып. 4, 1954, стр. 591).

к этому термину, так как масса тела в движении и в покое остается постоянной (при условии, если движение не нарушает взаимодействия данного тела с окружающими его телами, см. подробнее стр. 51—58).

В чем же тогда дело? Дело, очевидно, заключается в том, что, несмотря на большую практическую важность соотношения $E = mc^2$, его основная *физическая* сущность все еще не раскрыта и этот исходный недостаток безусловно нельзя восполнить применением той или иной терминологии.

2) Возникает вопрос, существуют ли какие-либо возможности для подлинной расшифровки соотношения $E = mc^2$?

С нашей точки зрения эти возможности заключаются в том, чтобы не идти за теорией относительности дальше тех пределов, за которыми ее утверждения приобретают нереальный характер. В частности, соотношение $E = mc^2$ потому и предстает перед нами в виде трудно разрешимой задачи, что по воле теории относительности в названное соотношение была введена некая *постоянная* скорость c , которая якобы символизирует собою предельное значение любой скорости в природе.

Ясно, что если из трех связанных величин одна является *постоянной*, то две другие (E и m) непосредственно зависят друг от друга. Эта зависимость может быть названа по-разному, но А. Ф. Иоффе прав, говоря, что в данном случае нет особого смысла спорить о тех или иных терминах¹.

3) Отвергая тезис теории относительности о *предельной* скорости в природе, мы предлагаем соотношение (43) написать в виде

$$E = mv^2, \quad (44)$$

где $v \leq c$.

Что же нужно подразумевать под этим соотношением?

Нам известно, что элементарные частицы под влиянием *внешних* воздействий (например, электроны в ускорителях) в состоянии приобретать весьма высокие скорости. Но здесь же возникает вопрос, не могут ли эти частицы получать высокие скорости (и, следовательно, энергии) за счет своих *внутренних* (потенциальных) сил?

Оказывается, что такая возможность имеется и она может быть вызвана *распадом* внутриядерных *связей*. И в самом деле, если ядро вследствие тех или иных причин «взрывается», то освободившаяся энергия связей придает ядру (вернее, его «осколкам») столь высокую скорость, которая по своей величине может быть сопоставлена со скоростью света c .

Именно поэтому при получении первых же ядерных реакций оказалось столь жизненным соотношением $E = mc^2$, предусмотренное теорией относительности. Конечно, это соотношение не может дать ответа на такой естественный вопрос:

¹ Здесь надо лишь возражать против явного метафизического представления о том, что энергия якобы переходит в массу и наоборот.

почему же во всех ядерных реакциях разлетающиеся «осколки» должны обязательно приобретать скорость c (ни больше, ни меньше)?

На этот вопрос отвечает соотношение (44), которое говорит, что в меру освобождающейся энергии связи «осколки» ядер могут приобретать, вообще говоря, любую скорость, кроме бесконечной.

Таким образом, окончательно можно записать

$$E_{\text{потенц}} \rightarrow mv^2 = E, \quad (45)$$

где $v \cong c$.

Если полагать $v = c$, соотношение (44) может перейти в соотношение теории относительности $mc^2 = E$, что, по существу, является частным случаем зависимости (45)¹.

4) Покажем на соответствующем примере преимущество соотношения (45) перед соотношением теории относительности (43).

Известно, что масса m в соотношении $E = mc^2$ трактуется современной теорией как релятивистская масса, т. е.

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}.$$

Таким образом, соотношение (43) в полном виде записывается в форме

$$E = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}. \quad (46)$$

Но из этой записи следует (в соответствии с постулатом теории относительности), что масса покоя m_0 никогда не может иметь скорости света и поэтому существующая зависимость (46) как будто бы приобретает условный характер.

Тем не менее опыт показывает, что подсчет, произведенный по формуле $E = mc^2$ для массы покоя электрона, соответствует экспериментально найденной величине 0,5108 MeV.

Это обстоятельство вносит определенное противоречие между соотношениями (43) и (46), так как по одной зависимости всякая масса покоя, доведенная до скорости света, должна дать *бесконечную* энергию [см. (46)], а по другой зависимости ($E = mc^2$) энергия электрона, доведенного до скорости

¹ Кстати, уже поднимался вопрос о том, что соотношение $E = mc^2$ следует рассматривать как «частное следствие более общего закона сохранения материи и движения» (см. высказывания Я. П. Терлецкого и Х. М. Фаталиева, УФН, т. XLVIII, вып. 2, 1952, стр. 273 и 280).

света, получается равной всего лишь 0,5108 MeV. Рассмотрим этот вопрос с нашей точки зрения.

Электрон, как и всякую другую частицу вещества, с помощью тех или иных сил можно заставить передвигаться со скоростью света. Совершенно ясно, что его энергия для этого случая может быть определена по формуле

$$E = mc^2 = 0,5108 \text{ MeV.}$$

Но, с другой стороны, энергия 0,5108 MeV, затраченная при сообщении электрону скорости света, безусловно должна состоять из двух основных слагаемых: энергии, которая пошла на преодоление *инерции* электрона, и энергии, которая тратилась на преодоление *сопротивления* среды.

Ввиду того, что коэффициент $\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$, учитывающий со-

противление среды, входит в соотношение (46), казалось бы именно это соотношение и должно было дать правильную величину энергии электрона, доведенного до скорости c .

Однако названное соотношение при $v = c$ превращается в бесконечность. Как же понимать это несоответствие между формулами (43) и (46)? Его можно понимать таким образом, что скорость света является для электрона *критической*. Приобретая эту скорость, электрон, как известно, совместно с позитроном «переходит в свет», т. е., другими словами, он перестает существовать в том виде и в том *качестве*, которые были ему свойственны при $v < c$.

5) Может ли этот факт рассматриваться как «поразительное и необъяснимое явление», о чем пишут некоторые зарубежные физики, усматривая здесь прямое доказательство *уничтожения* («аннигиляции») материи?

Конечно, мы не знаем деталей этого явления, но с принципиальной стороны движение материальной частицы в материальной среде («эфире»), во-первых, не может протекать без должного *взаимодействия* частицы с данной средой и, во-вторых, при какой-то скорости движения вполне возможен *качественный* скачок во взаимоотношениях частицы со средой, т. е. может наступить *превращение* данного качественного состояния в другое, что так хорошо известно по многим явлениям макромира.

Так, например, метеорит, сгорая в земной атмосфере, фактически тоже свидетельствует о том, что взаимодействие между движущимся телом и средой может при определенных ус-

ловиях переходить некоторую грань, которая является разделом между двумя *качествами* ¹.

Зная, что для электрона скорость света является *критической* (т. е. служит границей его целостного существования), можно ли предполагать, что и другие «элементарные» частицы, например протон, также в состоянии достичь своего собственного *качественного* превращения?

Нам думается, что на этот вопрос следует ответить положительно.

Принимая, однако, во внимание, что протон *качественно* отличается от электрона, его *критическое* взаимодействие со средой, очевидно, должно наступить при иной скорости, чем это свойственно электрону ².

6) Еще раз возвращаясь к соотношению (46), видим, что оно начинает давать отрицательные значения при $v > c$.

Теория относительности подобного рода результат объясняет тем, что в природе не существует скоростей материального движения выше c , именно поэтому неравенство $v > c$ не может иметь реального значения.

Мы считаем, что отрицательное значение энергии, найденное из соотношения (46) при $v > c$, объясняется тем, что для сверхсветовых скоростей множитель $\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ становится

непригодным.

Так же как сверхзвуковые движения тел требуют иного подсчета для сопротивления воздуха (взаимодействия между телом и средой), так и для сверхсветовых скоростей должна быть найдена другая зависимость.

7) Итак, в чем же заключается «закон взаимосвязи массы и энергии», если его изобразить не в виде частного соотношения $E = mc^2$, а в виде

$$E_{\text{потенц}} \rightarrow mv^2 = E,$$

где $v \cong c$.

¹ Само собой разумеется, что в настоящее время, когда не известно ни строение электрона, ни строение среды, — совершенно бесцельно делать какие-либо догадки о детальном протекании процесса «аннигиляции» электронов. Однако общие, уже известные закономерности природы, безусловно, предоставляют нам возможность строить некоторые предположения об общих условиях подобного рода процессов.

² Обсуждая этот же вопрос, С. Г. Суворов отмечает: «...что касается полного превращения масс нуклонов в массы фотонов, то нет оснований считать, что этот процесс не осуществляется при более высоких энергиях взаимодействия» (УФН, т. XLVIII, вып. 2, 1952, стр. 220).

Этот закон в действительности не является соотношением между массой и энергией (в понимании теории относительности), а служит подтверждением давно установленной истины, что освобождающаяся *потенциальная* энергия системы (по закону сохранения энергии) превращается в равновеликую ей *кинетическую* энергию. Этот закон природы хорошо проверен в условиях макромира. Микропроцессы (ядерные реакции), как и следовало ожидать, не опровергают, а подтверждают наличие этого общего закона.

7. О МЕЗОНАХ

1) В предыдущих главах было критически рассмотрено утверждение теории относительности о наличии якобы иного ритма времени в движущихся системах. Однако в современной теории этот «иной ритм времени» привлекается для объяснения некоторых явлений и поэтому сам становится как бы экспериментально подтвержденным фактом.

Рассмотрим вопрос, касающийся «продолжительности жизни» мезонов.

С помощью весьма точных опытов установлено, что время «жизни» μ -мезона до его распада в среднем измеряется $2 \cdot 10^{-6}$ сек. Принимая скорость мезона близкой к скорости света, нетрудно определить, что средний пробег мезона окажется равным около 600 м (Э. В. Шпольский, Атомная физика, т. II, 1951, стр. 698).

Однако другие, столь же точные опыты показывают, что до своего распада μ -мезоны в среднем пробегают расстояние около 2000 м. Как же примирить столь явно выраженное противоречие между этими двумя фактами?

Считается, что выход из затруднения можно получить с помощью релятивистской поправки теории относительности. Обозначая через τ_0 период полураспада μ -мезона в системе, в которой он покоится, и через τ период его полураспада, измеренный в лабораторной системе отсчета, теория относительности дает

$$\tau = \frac{\tau_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}. \quad (47)$$

Таким образом, в нашей системе отсчета благодаря увеличению периода полураспада вероятность превращения μ -мезона уменьшается, поэтому он может пролететь большее расстояние, чем это получается без релятивистской поправки.

2) Посмотрим, нужно ли прибегать ко всем этим искусственным построениям, если отказаться от основного заблуждения теории относительности, провозгласившей *предельную*

скорость материального движения в природе (скорость света).

Считая, что частицы, поступающие к нам из мирового пространства, могут иметь *различные* скорости и в том числе скорости, превышающие c , можно очень легко объяснить кажущееся несоответствие между «фактами», о которых говорилось выше. Уже отмечалось, что среднюю длину пробега μ -мезона существующая теория определяет, исходя из соотношения

$$\tau_0 c = 2 \cdot 10^{-6} \cdot 3 \cdot 10^{10} = 600 \text{ м.}$$

Но именно это и не является «фактом», потому что теория относительности навязывает μ -мезону *заниженную* скорость, полагая, что $v \ll c$.

То обстоятельство, что μ -мезон проходит до своего распада в среднем не 600, а 2000 м как раз и говорит о том, что его действительная скорость была

$$v = \frac{2000}{\tau_0} = 1 \cdot 10^{11} \text{ см/сек.}$$

3) Руководствуясь соображением, что μ -мезон может иметь сверхсветовую скорость, подсчитаем его действительную массу, зная, что

$$m = \frac{E}{v^2}.$$

Известно, что энергия μ -мезона примерно равна $1,6 \cdot 10^{-4}$ эрга, поэтому его масса получит следующее значение

$$m = \frac{1,6 \cdot 10^{-4}}{1 \cdot 10^{22}} \cong 160 \cdot 10^{-28} \text{ г,}$$

что соответствует 17—18 электронным массам вместо $200 m_e$ по современным подсчетам.

Следует при этом учесть, что данный результат фактически получили, исходя из предположения, что вся энергия мезона тратится только на преодоление его *инерции*. Однако какая-то часть общей энергии мезона расходуется также на преодоление сопротивления среды, поэтому более точно масса мезона должна определяться из соотношения

$$m = \frac{E_{\text{общ}} - E_{\text{сопр. среды}}}{v^2}. \quad (48)$$

4) В заключение можно высказать предположение, что правильный учет всех обстоятельств, сопровождающих появ-

ление и условия «жизни» мезонов (их общая энергия, их реальная скорость, сопротивление среды и проч.), возможно, показал бы, что по крайней мере *часть* из этих «мезонов» представляет собою частицы, которые нам уже известны (α -частицы, протоны, нейтроны и др.).

В настоящее время наиболее характерной особенностью мезонов считается их *масса*. Можно, однако, утверждать, что эта величина определяется сейчас недостаточно правильно.

V. К ВОПРОСУ О ФИЗИЧЕСКОЙ СУЩНОСТИ МАССЫ

1) Понятие о массе, играющее первостепенную роль во всех теоретических и практических расчетах, к сожалению, до сих пор не имеет ясного и однозначного определения.

В современной литературе говорится, что: «вопрос о качественной специфике массы до сих пор не ясен. Эту проблему необходимо ставить», что «надо выяснить природу массы», что «важнейшей задачей является исследование физической природы массы» и т. д. и т. п. (УФН, т. XLVIII, вып. 2, 1952, стр. 220, 262, 280).

2) Поскольку физическая природа массы все еще не ясна, постольку возникает много различных предположений о ее свойствах. Так, например, до сих пор ведется спор, является ли масса мерой вещества или нет, в чем заключается причина «неразрушимости и несотворимости» массы, почему она качественно различна у различных физических объектов, каковы истинные взаимоотношения массы с другими параметрами материи и проч.

Желая в самом общем виде рассмотреть задачу о физической сущности понятия «масса», поставим следующий вопрос: почему нельзя удовлетвориться общеизвестным определением массы как меры *инертности* вещества или способности тела оказывать *давление* на подставку (тяжелая или весомая масса).

Дело в том, что оба эти определения, безусловно, имеют объективный характер, поскольку они взяты из непосредственной практики, но в то же время сами понятия *инертности* и *весомости* требуют уствновления между ними определенного физического *соответствия*.

В настоящее время считается, что: «...инертность и весомость представляют совершенно различные проявления свойств материи» (В. А. Фок, УФН, т. XLVIII, вып. 2, 1952, стр. 161), что: «Различие между обоими определениями масс состоит в том, что инертная масса никак не связана с существованием силы тяжести, а определение весомой массы це-

ликом основано на наличии силы тяжести» (А. Эйнштейн и Л. Инфельд, Эволюция физики, 1948, стр. 52).

Но если инертные и тяжелые свойства материи имеют совершенно различное происхождение, то почему же, как показывает опыт, инертная и тяжелая массы получаются практически одинаковыми? На этот вопрос современная физика отвечает, что: «...с точки зрения классической физики равенство обеих масс случайно...» (Эволюция физики, стр. 53).

Однако нам всегда кажется случайным то, в чем не найдены еще *внутренние* связи. Если же такие связи найти, то и классическая физика получила бы свое право на объяснение существующего равенства между инертной и гравитационной массами¹.

3) В чем же заключается физический смысл общности инертной и гравитационной масс? По нашему мнению, он заключается в том, что при определении инертной и тяжелой массы экспериментатору приходится иметь дело не с различными свойствами материи, как это принято считать в настоящее время, а с одним и тем же *свойством* данного тела, а именно — с его способностью *взаимодействовать* с Землей.

Те большие трудности, которые возникли при истолковании физического смысла понятия «массы», с нашей точки зрения объясняются тем, что в физике до сих пор придерживаются исторически сложившегося мнения, что «вес» и «масса» любого тела представляют собою *различные* свойства материи.

Можно, однако, высказать предположение, что «вес» тела вовсе не является *самостоятельным* свойством материи и что *мерой взаимодействия* между данными телами служит как раз та величина, которую в настоящее время мы называем «массой».

Приведем по этому поводу некоторые соображения.

4) Прежде всего поставим такой вопрос: что собою представляет «масса» *одинокого* тела, например «масса» Земли, Луны или Солнца, если названные тела рассматривать *изолированно* друг от друга.

Так как: «... вопрос о природе массы неизбежно подводит к вопросу о роли среды...» (С. Г. Суворов, УФН, т. XLVIII, вып. 2, 1952, стр. 218), то кажется вполне возможным и даже

¹ Общая теория относительности чисто математическим путем охватила общность названных масс, но если: «...в уравнениях Эйнштейна фигурирует одна физическая величина, проявляющаяся в качестве массы инерционной и в качестве массы гравитационной» (С. Э. Фриш, УФН, т. XLVIII, 1952, стр. 176), то это по существу ничего не говорит о физическом смысле данного обобщения. Этот смысл надо еще раскрыть.

неизбежным, что любое тело должно *взаимодействовать* с так называемым гравитационным полем (гравитационной средой).

Проявляется ли это взаимодействие в каком-либо согласованном движении или в сдвиге частиц поля *вокруг* данного тела или (что более вероятно) в данном процессе осуществляется то и другое — в настоящее время сказать трудно, поэтому, не вдаваясь в детали этого сложного явления, будем просто говорить о некотором *возбуждении* поля вокруг тел.

В зависимости от того, насколько *интенсивно* и как *далеко* распространяется возбуждение поля вокруг данных тел, у нас может возникнуть представление о *собственной* (исходной) «массе» данного тела. Ввиду того, что некоторые тела могут одновременно взаимодействовать с несколькими полями (например, кусок железа может взаимодействовать с гравитационным и магнитным полем), — появляется необходимость различать те или иные «массы» друг от друга, например, отличать гравитационную «массу» от магнитной и т. д.

Если два тела настолько удалены одно от другого, что возбуждение их полей *не перекрывается*, то эти тела не будут реагировать друг с другом, их «исходные массы» (возбужденные поля) не проявят своего взаимного действия.

5) Назовем «исходные массы тел» по аналогии с законом Кулона условным наименованием «заряды».

Тогда притяжение или отталкивание между телами фактически можно будет трактовать как соответствующее взаимодействие их «зарядов» (возбужденных полей) ¹.

Если от наложения полей («зарядов») общее возбуждение поля *уменьшается*, то взаимодействующие тела будут *притягиваться* друг к другу и наоборот.

6) Итак, любое тело (вещество), взаимодействуя с тем или иным полем (или одновременно с несколькими полями), фактически существует в том или ином объеме *возбужденной* среды.

Эти возбужденные объемы среды (условные «заряды») представляют собою те *потенциальные* возможности, которые при достаточном сближении тел проявятся в виде *взаимодействия* между данными объектами. *Степень (мера) названного взаимодействия и есть то, что мы называем «массой»*².

7) Но что же в таком случае представляют собою «тяжелая» и «инертная» массы? Это, по нашему мнению, всего

¹ «Гравитационные заряды» взаимодействуют только в направлении притяжения тел друг к другу.

² В настоящее время считается, что закон Кулона имеет всего лишь «формальное сходство с законом тяготения». Введя понятие «исходных масс» («гравитационных зарядов»), можно заметить более глубокое соответствие между законами Кулона и Ньютона.

лишь различные *количественные* выражения одного и того же свойства «зарядов» *взаимодействовать* друг с другом.

Если взаимодействие «зарядов» (возбужденных полей) определяется *статическим* методом, т. е. путем измерения *давления* данного тела на подставку, то определяется величина так называемой «тяжелой массы» («вес»).

Если взаимодействие «зарядов» испытывается (преодолевается) *динамическим* методом, т. е. испытываемому телу придается то или иное *ускорение*, то определяется величина так называемой «инертной массы» («инертность»).

Ясно, что одна и та же величина (взаимодействие между данными телами или, вернее, между их возбужденными полями — «зарядами») не должна зависеть от *метода* измерения, поэтому «тяжелая масса», вообще говоря, должна равняться «инертной массе»¹.

Уже отмечалось, что общая теория относительности охватила *математическим* путем общность названных «масс». Что касается *физической* стороны данного вопроса, то повторяем: она, повидимому, заключается в том, что «массу» необходимо трактовать как проявление *взаимодействия* между соответствующими возбужденными полями («зарядами»), а «весомость» и «инертность» тел следует считать *количественным* выражением этого взаимодействия, измеренного с помощью статического или динамического методов.

8) Посмотрим, как с этой точки зрения представить поведение тела, удаляющегося от Земли с некоторым ускорением.

Сейчас принято считать, что в соотношении

$$P = mg \quad (49)$$

величины P и g по мере удаления тела будут пропорционально *уменьшаться*. Что касается «массы» m , то она якобы остается без изменения².

¹ Необходимо отметить, что «инертная масса» только в том случае будет точно соответствовать «тяжелой массе», когда она определяется с помощью ускоряющей силы, строго направленной против действия силы тяжести. Если же тело получает ускорение по какому-либо другому направлению (например, по касательной), то тяжелая и инертная «массы» могут оказаться не вполне тождественными. Легко показать, что для преодоления связей между взаимодействующими объектами по нормальному и касательному направлениям потребуется в начале процесса (т. е. вблизи земной поверхности) различная сила.

² Так, например, говорится, что: «...если удалить какое-либо тело на сколь угодно большое расстояние от Земли, то вес этого тела, постепенно убывая, сделался бы при бесконечном удалении равным нулю. Масса же тела осталась бы при этом неизменной» (К. А. Путилов, Курс физики, т. I, 1954, стр. 64).

В действительности (что кажется более вероятным) по мере удаления тела от Земли прямо и непосредственно *уменьшается* «масса» тела, так как именно эта величина отображает собою наличие взаимодействия данного тела с Землей.

Если бы тело удалилось на бесконечное расстояние от всех своих *соседей*, то в этой точке пространства оно практически потеряло бы свою «массу», так как лишилось бы возможности заметно взаимодействовать с другими телами¹.

Так как величины P и g не имеют *самостоятельного* значения, а целиком зависят от «массы» тела (т. е. от способности тела взаимодействовать с другими объектами), то «вес» и ускорение силы тяжести при $m \rightarrow 0$ также получают соответствующее уменьшение, т. е. $P \rightarrow 0$ и $g \rightarrow 0^2$.

9) Рассмотрим теперь некоторые частные вопросы, которые связаны с понятием «массы».

Как, например, ответить на вопрос, является ли «масса» тела мерой количества вещества или эти два параметра материи не имеют строгого соответствия друг с другом?

Известно, что по этому поводу среди исследователей нет единого мнения. Так, одни авторы пишут, что: «...масса является и количественной мерой вещества» (А. М. Бутов и Е. Г. Швидковский, УФН, т. XLVIII, вып. 2, 1952, стр. 158)³.

С другой стороны, указывается: «Нельзя согласиться с определением массы через понятие количества материи... Масса прежде всего мера инерции» (Г. А. Рязанов и С. В. Измайлов, «Вопросы философии», 1955, № 2, стр. 192).

Для выяснения данного вопроса приведем следующий пример.

¹ Следует отметить, что никакого ущерба для количества материи, заключенного в данном теле, здесь не будет иметь места. Весь вопрос состоит в том, что если вещество (тело) перестает взаимодействовать с окружающими телами (например, вследствие увеличения расстояний), то оно, не теряя данного количества материи, лишается свойства, которое сейчас называют «массой» (т. е. лишается возможности оказывать давление на подставку или сопротивляться ускоряющим силам; последнее не относится к «элементарным» частицам, которые, обладая высокими скоростями, получают значительное сопротивление со стороны среды).

² Если в уравнении (49) под величиной P подразумевать не силу давления на подставку («заторможенное» падение), а внешнюю силу, способную придать телу то или иное ускорение, то при $m \rightarrow 0$ любая незначительная сила могла бы вызвать у данного тела сколь угодно большое ускорение (с той поправкой, что при больших скоростях движущемуся телу начнет оказывать соответствующее сопротивление среда).

³ Этой же точки зрения придерживается целый ряд других авторов (см., например, «Вопросы философии», 1954, № 2, статьи Н. Е. Будтова и А. И. Морозова).

Уравновесим на концах коромысла два груза: один из них — испытываемое тело в виде стального шарика, другой — мерные навески. Поместим под шариком (на некотором расстоянии) постоянный магнит. Сразу же можно заметить, что стальной шарик станет «тяжелее» и тем больше, чем ближе подвинем к нему магнит.

Возникает вопрос, почему в данном случае увеличился «вес» шарика и что произошло с его «массой»? Добавочный «вес» шарика, вызванный подведением магнита, есть результат *добавочного* взаимодействия, которое получил шарик со стороны магнита. В сумме сложение двух *взаимодействий* дает замеченное нами «утяжеление» шарика или, другими словами, увеличение его «массы».

Однако подобного рода увеличение «массы» шарика вовсе не сопровождается каким-либо увеличением *количества* вещества, поэтому здесь нарушается представление о *прямой* связи между массой и количеством материи (вещества).

Но если в условиях данного *конкретного* опыта мы будем увеличивать или уменьшать *количество* взятого вещества (беря, например, стальные шарики *различных* размеров), то здесь снова подтвердится мнение о *прямой* зависимости между массой и количеством вещества.

Таким образом, «масса» безусловно связана с количеством материи, но не во всех случаях эта связь имеет *прямолинейный* характер.

10) Высказывается удивление, что масса, выражающая собою способность тела сохранять состояние покоя или состояние равномерного движения, измеряется килограммами.

Так, например, Н. Е. Будтов пишет: «Нам не удастся связать такое понятие, как «килограмм» железа и свойство этого килограмма сохранять состояние покоя или состояние *прямолинейного* движения. Надо обладать исключительно богатой фантазией, чтобы допустить такое представление» («Вопросы философии», 1954, № 2, стр. 199).

Нам думается, что свойство тела сохранять покой или равномерное движение (т. е. состояние инерции) потому измеряется килограммами, что для *нарушения* названного свойства требуется приложить соответствующую *силу*, которая нужна для того, чтобы преодолеть *взаимодействие* между данным телом и Землей.

Именно поэтому «масса», выраженная через преодоление «инерции» тела, измеряется килограммами. Этого действительно никогда не понять, если «массу» представлять в виде абсолютной и неизменной величины, которая якобы сохраняет свое постоянное значение в любом месте мирового пространства.

11) Вернемся еще раз к вопросу, может ли масса вещества меняться в зависимости от скорости (перемещения) данного тела?

Пусть какое-либо тело совершает полет с Земли на Луну. По мере удаления этого тела от Земли его взаимодействие с Землей и, следовательно, инертные свойства («масса») будут уменьшаться и тем быстрее, чем больше скорость данного тела. Оказавшись в сфере влияния Луны, тело, по мере приближения к Луне, будет увеличивать свою «массу» («вес»), таким образом движение (скорость тела) может оказать влияние на величину «массы» тела, но *совершенно* в другом смысле, чем это принято в теории относительности¹.

12) А. И. Морозов пишет: «Физика установила, что характеристики движения, пространства и времени, т. е. основных атрибутов материи, связаны с массой» («Вопросы философии», 1954, № 2, стр. 217).

Это верно в том понимании, что движение тела, происходящее, как известно, во времени и в пространстве, может удалять или приближать данное тело к различным тяготеющим центрам и, следовательно, может менять *взаимодействие* тела с названными центрами, т. е. изменять «массу» тела (не меняя при этом количества материи). Таким образом, действительно «масса» тела, понимаемая как *мера взаимодействия* тела с окружающим миром, связана с такими атрибутами материи, как движение, время и пространство.

13) Говорится, что «масса» свойственна всем изученным формам материи и что она сохраняется при всех превращениях. Действительно, все формы материи так или иначе *взаимодействуют* друг с другом, следовательно, они имеют «массу». Почему «масса» сохраняется при всех превращениях материи? Потому, что при этом сохраняется *сумма* всех взаимодействий, участвующих в данном превращении. Никакое

¹ Имея в виду будущие полеты на Луну, в настоящее время высказываются опасения, что летательные «снаряды» могут серьезно пострадать от встречных метеоритов. Действительно, если исходить из существующего мнения о постоянстве массы, то кинетические энергии «снаряда» $\left(\frac{Mv^2}{2}\right)$ и встречного метеорита $\left(\frac{mv_1^2}{2}\right)$ могут иметь опасные значения при взаимном столкновении названных объектов. Если бы, однако, оказалось, что «масса» тел не есть что-то извечно и абсолютно данное, а является изменяющейся величиной (мерой взаимодействия между телами), то простой подсчет показывает, что на расстоянии десяти земных радиусов от Земли (около 60000 км) «масса» снаряда должна уменьшиться в 100 раз, и, следовательно, последствия столкновения тел в межпланетном пространстве могут оказаться не столь опасными для прочности снаряда, как это предполагается в настоящее время (зато менее устойчивой окажется траектория снаряда).

взаимодействие не может исчезнуть, оно может перейти лишь в другую форму. С этой точки зрения следовало бы закон сохранения «массы» формулировать, как закон сохранения взаимодействий¹.

14) В заключение отмечаем, что изложенное здесь мнение о физическом смысле понятия «массы» в значительной степени является предварительным и нуждается в дальнейшем исследовании.

В частности, необходимо будет ответить на ряд дополнительных вопросов, которые всегда появляются при выдвижении дискуссионных положений.

VI. О «КРИВИЗНЕ» ПРОСТРАНСТВА В ОБЩЕЙ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

1) Считая, что: «Общая теория относительности заставляет нас проанализировать роль, которую играет геометрия в описании физического мира» (Эволюция физики, 1948, стр. 224), Эйнштейн ввел представление о кривизне пространства вблизи исследуемых тел. Хотя это представление дало ему возможность предсказать «искривление» световых лучей, проходящих вблизи Солнца, однако *физическая* основа этого факта не была вскрыта теорией Эйнштейна.

Больше того, именно исходя из представления о «кривизне пространственно-временного мира», автор теории тяготения пришел, в конце концов, к идее замкнутого (конечного) мира, что безусловно ничем не может быть оправдано. В действительности, эту «кривизну» пространства вблизи тех или иных тел, повидимому, следует отождествлять с тем объемом *возбужденной* среды, о котором говорилось выше.

2) Наблюдая за траекторией брошенного камня, мы видим, что он описывает в воздухе кривую параболического типа. Если точно следовать указаниям Эйнштейна, то наблюдаемое явление, повидимому, надо трактовать, как движение

¹ Исходя из других физических предпосылок, мы, по существу, приходим здесь к утверждению, которое уже было выдвинуто общей теорией относительности (тождественность законов сохранения массы и энергии). Определяя «массу», как меру взаимодействия между данными объектами (их «зарядами»), легко прийти к мысли, что закон сохранения «массы» есть не что иное как закон сохранения энергии (взаимодействий). С практической стороны закон сохранения «массы» и закон сохранения энергии, повидимому, удобнее считать двумя «различными» законами, поскольку энергию (взаимодействие) можно различать, как взаимодействие тел через «поле» и, как взаимодействие тел через непосредственную связь их друг с другом (что, например, характерно для всех химических реакций).

камня по некоторой «геодезической кривой», которая является результатом «искривления» пространства в данном месте.

Введя это формальное «искривление», мы как бы освобождаемся от необходимости рассматривать то реальное соотношение сил, которое в действительности и заставляет камень описывать наблюдаемую траекторию.

Представление об «искривлении» пространства уводит нас от наблюдения подлинной физической картины, от изучения и оценки тех существующих взаимодействий, которые испытывает всякое движущееся тело в поле тяготения. Конечно, тело, попадая в поле тяготения того или иного центра, отклоняется от своего прямолинейного пути, но это вовсе не значит, что в пространстве имеются какие-то «искривления», которые «ведут» тело по предначертанному пути.

В действительности пространство заполнено средой, эта среда не является безжизненной и пассивной материей, наоборот, здесь все наполнено движением и взаимодействием соответствующих частиц. Тела, «погруженные» в эту среду, также не остаются безучастными свидетелями всех событий, происходящих в среде, они активно *взаимодействуют* с данной средой и через ее посредство могут взаимодействовать с весьма отдаленными соседями.

Таким образом, «геометрия», которую ввел Эйнштейн в описание физического мира, хотя и дала некоторые правильные расчетные результаты, но за ее коэффициентами и формулами скрылась живая и многогранная действительность.

3) Итак, в общей теории относительности также фигурируют понятия, которые по своему прямому *физическому* смыслу не могут быть оправданы, но которые *косвенно* приводят к правильным расчетным результатам (наподобие теплорода в исследованиях Карно).

В конечном результате это и приводит к тому, что: «...существует многочисленная группа физиков, которая принимает математическую схему общей теории относительности, но отвергает эйнштейновскую интерпретацию ее основных понятий» (Л. Инфельд, УФН, т. LVII, вып. 2, 1955).

VII. О СТРОЕНИИ СРЕДЫ («ЭФИРА»)

1) В нашей предыдущей работе¹ нами было высказано предположение, что «эфир» (электромагнитное поле), возможно, построен из сочетания *одноименно* заряженных микро-микрочастиц.

¹ См. «О некоторых дискуссионных вопросах современной физики», вып. 2, 1955.

2) До возникновения теории относительности проблема «эфира» стояла в центре научных исследований. Было высказано много различных предположений о его строении, однако ни одна модель так называемого «механического эфира» не удовлетворяла опытным данным.

Согласно этим данным, «эфир» должен был одновременно увлекаться, полуувлекаться¹ и совершенно не увлекаться движущимися телами, что представляло собою весьма необычное и таинственное явление природы. Теория относительности «упростила» задачу исследования эфира в том смысле, что вовсе отказалась от его существования.

Было признано, что «...эфир стал вырождением в семье физических субстанций... попытки сделать эфир реальным провалились» (А. Эйнштейн и Л. Инфельд, Эволюция физики, 1948, стр. 165).

3) Новый интерес к проблеме «эфира» возник только после 1948 г., когда были открыты «нулевые колебания вакуума». Другими словами, почти пятьдесят лет в физике игнорировали среду и только после нового напоминания о себе пришлось признать, что «...то, что мы называем пустотой, на самом деле является некоторой средой. Назовем ли мы ее старинному «эфиром» или более современным словом «вакуум», от этого суть дела не меняется. Эта среда имеет некоторые общие свойства с твердым диэлектриком» (Д. И. Блохинцев, Сб. «Философские вопросы современной физики», 1952, стр. 393).

Повидимому, следует считать, что проблема «эфира» становится сейчас самой *важной* проблемой современной физики. Благодаря тому, что мировую среду слишком долго игнорировали, теоретическая физика получила однобокое развитие и в ней возникло много искусственных трудностей.

4) Мнения многих исследователей сходятся на том, что «эфир» должен обладать некоторыми свойствами твердого тела. Непримируемое противоречие в этом вопросе заключается в том, что любое твердое тело не обладает свойствами проницаемости, в то время как «эфир» по всем данным должен обладать весьма высокой проницаемостью (этому признаку мог бы удовлетворять «эфир» в виде чрезвычайно лег-

¹ Здесь имеется в виду опыт Физо, который, впрочем, можно объяснить не «полуувлечением» эфира, а тем обстоятельством, что луч света, идущий против течения воды, встретит на своем пути больше молекул жидкости, чем луч, идущий по движению воды. Получающаяся при этом разность хода лучей даст соответствующее изменение интерференционной картины, что легко проверить с помощью несложных подсчетов (см. об этом также В. П. Поль, «Введение в оптику», 1947, стр. 276).

кого газа, но, с другой стороны, в газе не могут возникнуть такие поперечные колебания, которые характерны для распространения света).

Мы считаем, что противоречивые свойства «эфира» могут найти себе объяснение, если, как указывалось выше, его строение трактовать в виде сочетания *одноименно заряженных* микро-микрочастиц.

Действительно, представим себе, что все мировое пространство заполнено частицами, размер которых ничтожен по сравнению с размерами электрона, а их одноименный заряд заставляет их отталкиваться друг от друга¹.

Пространство, наполненное такими частицами, будет, во-первых, легко проницаемо и, во-вторых, будет обладать некоторыми свойствами «твердого» тела.

Нам известно, что основным признаком всякого твердого тела является достаточно *постоянная* связь частиц со своими *соседями*. Именно поэтому в твердом теле могут возникать не только продольные, но и сильные поперечные колебания. Кроме того, под влиянием воздействий, оно может в упругой области накапливать *потенциальную* энергию и освобождаться от нее.

5) «Эфир» потому обладает признаками «твердого» тела, что в нем также должна существовать достаточно *постоянная* связь частиц со своими соседями. Эти частицы не имеют тех хаотических движений, которые свойственны газу, они, как и в «твердом» теле, принуждены стремиться к равновесному состоянию, но не потому, что они имеют *притяжение* друг к другу, а потому, что они *отталкиваются* друг от друга².

6) Некоторое модельное представление об «эфире» можно было бы получить, если бы удалось в хорошо откаченном сосуде создать достаточную *концентрацию* свободных протонов или электронов. Находясь в сосуде, одноименно заряженные частицы не могли бы под влиянием своих зарядов полностью *удалиться* друг от друга, поэтому, существуя в условиях взаимного *отталкивания*, они стремились бы занять такое расположение, которое вполне допустимо назвать «регулярным» или «кристаллическим».

7) Приведем некоторые примеры, которые, по нашему мнению, способны в принципе отобразить взаимодействие «эфира» с некоторыми «возбудителями»:

а) представим себе какой-либо атомный вибратор, колеблющийся с частотой ν . Эти колебания передаются частицам

¹ Мы здесь не входим в обсуждение вопроса о величине и знаке одноименных зарядов.

² В мировом пространстве одноименно заряженные частицы не могут разлететься потому, что весь мир заполнен этой средой.

«эфира», причем благодаря их взаимной «связи» (отталкиванию) в среде возникают не только продольные, но и поперечные колебания. Распространяясь со скоростью $3 \cdot 10^{10}$ см/сек, эти колебания среды по своей частоте соответствуют частоте вибратора ν , а их амплитуда может быть определена из соотношения $\lambda = \frac{c}{\nu}$.

При соответствующих условиях названные колебания могут интерферировать с другими колебаниями среды, они могут воздействовать на частицы вещества, заставляя их участвовать в общем колебательном движении; пробегая большие расстояния, волны среды благодаря потерям постепенно уменьшают свою частоту, сдвигаясь к «красному» участку спектра и т. д. Из всего этого видно, что колебание атомного вибратора трансформируется в свет, со всеми присущими ему волновыми свойствами¹;

б) рассмотрим в качестве приближенной схемы взаимодействие «эфира» с электрическим током.

Пусть имеется проводник, по которому течет постоянный ток. Движение электронов, перемещающихся в данном направлении, возмущает «эфир». Частицы среды, будучи выведены из своего равновесного состояния, получают некоторое, повидимому, статическое смещение, что будет соответствовать запасу определенной *потенциальной* энергии в окружающей среде. В тот момент, когда ток прекратится, частицы «эфира» вернуться в свое исходное положение и передадут проводнику запас энергии, который был заимствован средой в момент возникновения тока. Этим можно объяснить ту своеобразную «инерцию», которая возникает в моменты пуска и прекращения постоянного тока.

В случае использования переменного тока вокруг проводника образуется *пульсирующее* возмущение среды, которое может воздействовать на *соседний* проводник и возбудить в нем так называемый индуктируемый ток. Взаимодействие параллельных токов (их притяжение и отталкивание) также

¹ Долгое время свет непримиримо рассматривался или в виде корпускул, или в виде волн. Современная физика, зачеркнув среду, волновые и корпускулярные свойства света объединила в отвлеченном понятии «частица-волна». В действительности, для возникновения и существования света необходимы как частицы, так и среда. Никакого противоречия между корпускулярными и волновыми свойствами нет, так как свет есть процесс (а не вещь, в виде «частиц-волн»), в котором участвуют как движущиеся частицы, так и возбуждаемые ими волны (см. брошюру «О некоторых дискуссионных вопросах современной физики», 1955, № 2, стр. 21—25).

можно объяснить, исходя из свойств среды, составленной из одноименно заряженных частиц¹;

в) посмотрим, чем можно объяснить высокую проницаемость «эфира», который, несмотря на некоторое сходство с «твердым» телом, все же почти не оказывает сопротивления движущимся сквозь него планетам и звездам. Известно, что *сопротивление* жидких и газовых сред главным образом происходит вследствие возникновения в них вихрей и потоков, которые образуются в результате движения тел.

Однако в механике рассматривается случай, когда движение тел не будет встречать сопротивления среды, если последняя идеально «обтекает» движущееся тело (движение тел сквозь «идеальную» жидкость). «Эфир», составленный из взаимно отталкивающихся частиц, практически не способен давать каких-либо завихрений при движении сквозь него *макрообъектов*. Частицы «эфира», благодаря высоким силам отталкивания, стремятся заполнить всякое возможное разрежение в пространстве, поэтому они должны плотно «обтекать» движущееся тело.

Так как макрообъекты движутся в тысячи раз медленнее, чем происходит выравнивание «напряжений» в «эфире», то именно вследствие этого в среде не происходит *остаточных* возмущений, которые собственно и служат характеристикой сопротивления среды².

8) В настоящее время нет необходимых экспериментальных данных, чтобы детально обсуждать свойства и поведение «эфира». Однако представление о том, что он составлен из одноименно заряженных микро-микрочастиц, с нашей точки зрения, может оказаться полезным, так как это помогает, хотя бы в предварительном порядке, понять причину противоречивых свойств «эфира».

То обстоятельство, что частицы «эфира» *взаимодействуют* друг с другом (отталкиваются), говорит о том, что между этими частицами действует какая-то другая среда, еще менее известная, чем сам «эфир».

¹ При рассмотрении всех этих вопросов, очевидно, во многом придется использовать представления Фарадея, Максвелла и Миткевича, которые столь большое значение в своих разработках придавали среде («эфиру»).

² При движении «элементарных» частиц, скорости которых могут быть не только соизмеримы со скоростью света, но и превосходить эту скорость, сопротивление среды, как уже отмечалось раньше, начинает играть весьма существенную роль.

VIII. О ПРИЧИНАХ «КРИЗИСА» КЛАССИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

Начиная изучать микроявления, исследователь обязательно должен встретиться с некоторыми чертами, которые составляют определенную специфику названных явлений (например, взаимодействие электрон—протон, особое устройство среды — «эфира» и проч.).

Однако всю эту специфику никоим образом нельзя считать *абсолютной*, так как микроявлениям безусловно свойственны и такие закономерности, которые в той или иной степени можно наблюдать при изучении макропроцессов. В этом сказывается то основное и естественное начало, которое, как известно, составляет одно из проявлений *единой* природы, а именно: *взаимозависимость и обусловленность всех природных явлений друг с другом*.

То обстоятельство, что эти общие закономерности не были должным образом учтены при изучении микроявлений, а их специфические стороны были восприняты как *абсолютные* особенности,— именно это в конечном результате и привело к тому глубокому *разрыву* между природными явлениями, что столь характерно для *теоретических* основ современной физики.

Следует еще раз отметить, что «связь» между микро- и микроявлениями воспринимается сейчас в том смысле, что якобы одни явления могут *переходить* в другие при соответствующем изменении величин, входящих в математические формулы. Считается, что классическая механика представляет собою *частный* случай квантовой механики, когда можно пренебречь величиной h (постоянная Планка). Точно так же признается, что при малых скоростях, когда становятся *практически* незаметными релятивистские эффекты, общая механика Эйнштейна переходит в классические формы, т. е. и в этом случае классическая механика якобы составляет *частный* случай некоей общей релятивистской механики.

Но, по нашему мнению, столь громадный круг природных явлений (от элементарных частиц до макрокосмоса) нельзя уложить в прокрустово ложе весьма примитивных формул.

Неистощимое многообразие природы вряд ли можно охватить какой-либо единой «вселенской» формулой. Наоборот, любая современная формула в состоянии охватить собою всего лишь то или иное *частное* проявление многообразной природы.

Изучая историю развития человеческого общества, мы не можем, например, сказать, что каменный век является *частным* случаем феодального строя. Каждая историческая эпоха безусловно *связана* в своем развитии с предыдущими и по-

следующими эпохами, но это не дает нам права *преимущественно* связь между историческими периодами заменить какой-то «вышестоящей историей» и ее «частными» проявлениями.

Обратимся к рассмотрению тех первоначальных затруднений, которые возникли в теоретической физике, породили ее «кризис» и послужили основанием для выдвижения новой «всеобъемлющей» теории.

1.

1) Известно, что в конце прошлого столетия наметилось непримиримое расхождение между теоретическими подсчетами и экспериментальными данными по определению энергии вдоль спектра «черного» излучения. Релей и Джинс, принимая эфир за *сплошную* среду, во-первых, высчитали число собственных колебаний этой среды и, во-вторых, исходя из классических представлений о равномерном распределении энергии по степеням свободы, приписали каждому колебанию среднюю энергию $\frac{1}{2}kT$.

В результате ими была получена формула для распределения энергии в спектре излучения в виде

$$u_\nu = \frac{8\pi\nu^2}{c^3} kT. \quad (50)$$

Так как кривая, построенная по формуле (50), весьма резко отличается от экспериментальной кривой (см. рис. 3), то названное обстоятельство поставило под сомнение *общность* классического закона о равномерном распределении энергии по степеням свободы.

По мере разработки вопроса о «черном» излучении, это первоначальное сомнение перешло затем в полную уверенность и таким образом было признано, что: «...в теории теплового излучения классическая физика потерпела решительное поражение» (Э. В. Шпольский).

2) Можно, однако, показать, что классическая физика вовсе не потерпела какого-либо поражения в данном вопросе.

Дело в том, что свою формулу Релей и Джинс, как уже говорилось, вывели из предположения, что эфир является *сплошной* средой. Но в *сплошной* среде при любой *температуре* не может иметь места *статистическое* распределение частот. В данном случае все частоты *равноправны*, именно поэтому в формуле Релея—Джинса *все* колебания умножаются на среднюю энергию $\frac{1}{2}kT$ и именно отсюда возникает форма кривой, уходящая в бесконечность.

Подобного рода кривая получилась бы и в том случае, если бы в нагреваемом теле мы интересовались всего лишь *общим* запасом тепловой энергии при систематическом *повы-*

шении его температуры. Такие кривые (в том числе и кривая Релея—Джинса) имеют вполне определенный *физический* смысл, но их безусловно нельзя сопоставлять с кривыми *распределения* энергии между *отдельными* частицами, что, как известно, предусматривается статистикой Максвелла—Больцмана.

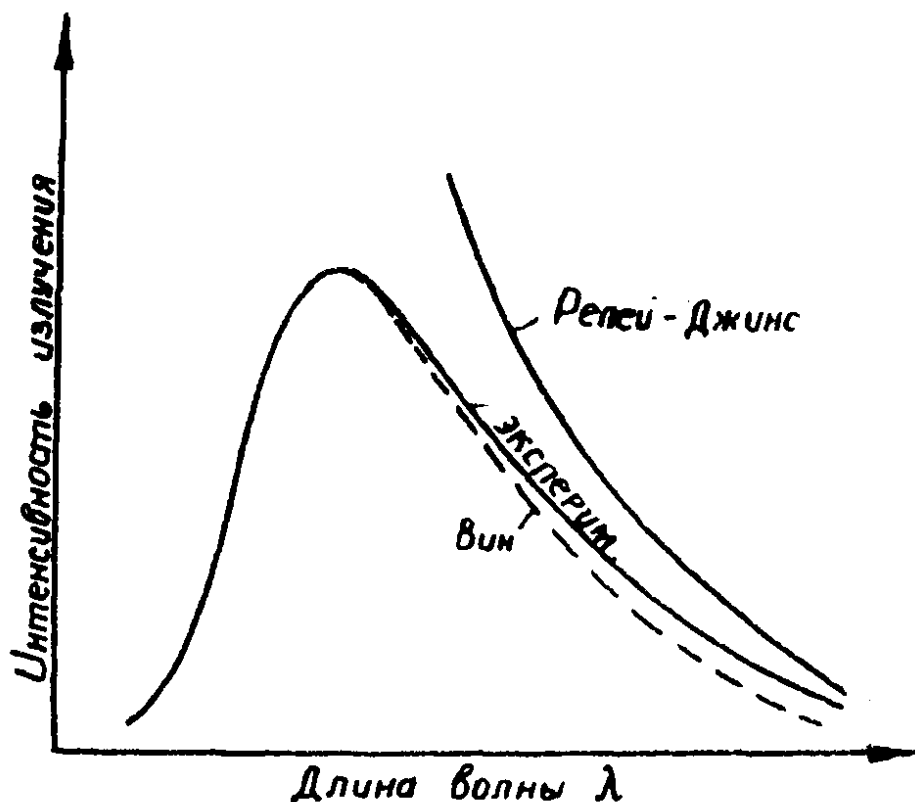


Рис. 3. Кривые распределения энергии в спектре излучения, построенные по Вину и Релею—Джинсу, в сравнении с экспериментальной кривой (она же кривая Планка).

Итак, почему же возникло непримиримое противоречие между теоретическими расчетами и результатами практических измерений в области «черного» излучения?

Эти противоречия возникли потому, что Релей и Джинс оперировали со *сплошной* средой, т. е. с такой системой, которая принципиально лишена каких-либо статистических закономерностей.

Что касается практических измерений, произведенных над спектром излучения, то эти измерения в полной мере отобразили статистическое распределение, которое имело место в *излучателе*.

Таким образом, та и другая кривая (см. рис. 3) имеют совершенно *различный* физический смысл и поэтому их нельзя сопоставлять друг с другом.

3) Возникает вопрос, можно ли исправить формулу Релея—Джинса, приспособив ее к тем практическим условиям,

которые возникают при излучении реальных источников, способных дать сплошной спектр?

Прежде всего мы обязаны связать причину со следствием, т. е., другими словами, *излучатель с его спектром*¹.

Если излучатель посылает «лучи» различной частоты (энергии) и если распределение этих частот (энергий) подчинено статистике Максвелла—Больцмана, то закономерности, существующие во всех реальных *излучателях*, по необходимости должны найти отображение и в соответствующих *спектрах*.

Простое рассуждение, основанное на статистике Максвелла—Больцмана, может привести нас к выводу, что кривая распределения энергии вдоль спектра излучения должна иметь *колоколообразный* характер. Действительно, может ли энергия в спектре *непрерывно* возрастать от красного конца спектра к фиолетовому, как об этом свидетельствует кривая Релея—Джинса?

Конечно, каждый «фиолетовый» луч несет больше энергии, чем «красный», но *максимум* плотности излучения должен оказаться в той части спектра, в которой происходит *оптимальное* сочетание *энергии* лучей с *количеством* данных лучей. Поэтому максимум на кривой излучения, очевидно, должен совпасть с максимумом на кривой распределения Максвелла—Больцмана.

В математической интерпретации все эти рассуждения должны свестись к тому, чтобы в формулу Релея—Джинса ввести некоторый коэффициент, который мог бы учесть статистическое распределение. Другими словами, формулу Релея—Джинса надо сочетать с формулой Максвелла—Больцмана. В результате получится

$$u_{\nu} = \frac{8\pi\nu^2}{c^3} kT \frac{1}{e^{\frac{E}{kT}}} = \frac{8\pi\nu^2}{c^3} E \frac{1}{e^{\frac{E}{kT}}} \quad (51)$$

Нетрудно заметить, что формула (51) соответствует формуле Вина, который в своем исследовании обратился к законам статистики и именно поэтому получил зависимость, принципиально близкую к опытным данным (см. рис. 3)³.

¹ Кирхгоф показал, что спектральная плотность излучения совершенно не зависит от природы тел, находящихся внутри излучающей полости. Это, однако, не снимает вопроса о принципиальной связи между спектром и излучателем.

² Величина E соответствует действительной энергии частиц, величина kT характеризует среднюю энергию частиц.

³ Необходимо отметить, что в этом же направлении, но значительно раньше Вина, начал работать русский физик В. А. Михельсон. Однако его формула оказалась менее точной, чем зависимость Вина.

4) Изучая рис. 3, можно подумать, что статистическая формула Вина как будто бы способна устранить те противоречия (по крайней мере в принципе), которые возникли в физике в связи с изучением распределения энергии вдоль спектра излучения. И в самом деле, кривая Вина лишь в области сравнительно длинных волн не совпадает с опытной кривой, в то время как кривая Релея—Джинса весьма резко противоречит экспериментальным данным (о причине этого противоречия только что говорилось).

В формуле Вина содержится столь обнадеживающее начало, что, казалось бы, работа в этом направлении должна была завершиться полным устранением разницы между экспериментом и теоретическими расчетами.

К сожалению, этого сделано не было. Больше того, кривая Вина вообще не подверглась надлежащему анализу, что видно хотя бы из того, что наличие «кризиса», якобы возникшего в классической физике, всегда доказывалось только с помощью кривой Релея—Джинса (здесь имеется в виду «кризисное» состояние, связанное с проблемой «черного» излучения)¹.

5) Хорошо известно, что решение проблемы «черного» излучения было достигнуто с помощью квантовых представлений. Таким образом, идеи классической физики, столь удачно использованные Вином, не получили дальнейшего развития в этом вопросе. Классические представления, как было впоследствии объявлено, оказались «исчерпанными», «наивными» и «грубыми». В то же время квантовые представления были восприняты как совершенно «необычайные» и «тонкие» понятия, «...решительным образом противоречащие всему духу классической физики».

Именно здесь произошло резкое противопоставление «новой физики» «старым» взглядам и именно на основе возникшего благоговения перед «непостижимым» и «таинственным» миром физики, «не знающие диалектики», воздвигли свою квантовую теорию, полную «чудес» и явного презрения к «вульгарным» представлениям прежней физики².

¹ Странное невнимание к кривой Вина ведет даже к тому, что вообще отрицается наличие и существование таких соотношений, которые еще до появления формулы Планка уже давали кривую с максимумом. Так, например, С. Э. Фриш и А. В. Тиморева пишут: «Вычисления, произведенные в конце прошлого столетия на основании представлений классической физики, давали кривые, не имеющие максимума и уходящие одним из своих концов в область бесконечно больших энергий, что резко противоречит опыту» (Курс общей физики, т. III, 1952, стр. 308).

² Это наше высказывание не следует понимать, как отрицание квантовой теории и, в частности, квантовых представлений. Здесь говорится лишь о том, что в естественном развитии наших знаний прои-

б) Посмотрим, что собою представляет квантовая формула Планка, решившая проблему «черного» излучения.

В свое время Лорентц отмечал: «Основное ядро теории квантов заключается в необходимости найти вероятность того, что N резонаторов вместе обладают энергией колебания U_N ».

Сам Планк по этому поводу писал: «Необходимо представлять себе U_N не как непрерывную, неограниченно делимую величину, но как величину дискретную, состоящую из целого числа конечных частей».

Противоречит ли данное высказывание Планка классическим представлениям, как об этом принято думать?

Если считать, что элементарные частицы (резонаторы) колеблются в *среде* и что эти колебания возбуждают в окружающем пространстве (в среде) соответствующие волны, то общая энергия, запасенная и распространяющаяся в среде, безусловно обязана обнаружиться не в виде какого-то *равномерного* и *сплошного* потока, а в виде определенных (отдельных) *порций*, воплощенных в тех или иных *волнах* колеблющейся среды.

Таким образом, классической физике не только не чужда идея *дискретности* в проявлениях энергии, а эта идея непосредственно вытекает из классических представлений о взаимодействии между вибраторами и средой.

В явлениях, связанных с излучением света, классическая физика уже давно трактовала свет, как «волны среды», и если «ученые сходились в одном, что лучистая энергия испускается и поглощается центрами *непрерывной* струей» (О. Д. Хвольсон), то за это мнение отвечают *отдельные* ученые, а не вся классическая физика в целом, созданная многими поколениями исследователей. Следовательно, квантовая формула, выведенная Планком, не умалила достоинств классической физики.

Эта формула всего лишь более точно, чем формула Вина, показала, что теоретические рассуждения Релея и Джинса не имеют должного отношения к распределению энергии вдоль спектра излучения «черного» тела, что идею «сплошной» среды нельзя увязать с реальным содержанием тех элементарных процессов, которые совершаются в излучателях¹.

зошел разрыв, что идея «квантов» родилась не из подобия и образов «старой» физики, не в порядке преемственности природных явлений в новом качестве, а в порядке полного отрыва от прежних представлений, что и увело «новую физику» в область многолетних теоретических блужданий.

¹ Кстати, следует отметить, что понятие о «сплошной» среде не должно быть вовсе отвергнуто, так как оно находит свое оправдание в некоторых макроскопических свойствах любой среды. Так, на-

7) Напишем формулу Планка в ее первоначальном виде

$$u_\nu = \frac{8\pi\nu^2}{c^3} E \frac{1}{e^{\frac{E}{kT}} - 1}. \quad (52)$$

По существу, эта формула отличается от формулы Вина только тем, что в ее знаменатель введена добавочная величина (-1) .

Поскольку мы считаем, что между соотношениями Планка и Вина не должно существовать резкой (принципиальной) разницы, то, казалось бы, формулу Вина, с учетом некоторых *дополнительных* обстоятельств, можно преобразовать в уравнение Планка.

Из рис. 3 видно, что статистика, использованная Вином, дает при расчете *меньше* длинноволновых колебаний, чем это обнаруживается на опыте. Именно этот недостаток формулы Вина и восполняется в соотношении Планка с помощью *дополнительного* члена (-1) .

Рассмотрим поведение газонаполненного излучателя.

В зависимости от энергии движения отдельных частиц и формы их соударений (центральный, боковой, комбинированный и прочие удары) в среде, в результате колебаний столкнувшихся частиц, возникают световые «лучи» с различными параметрами (длина волны, амплитуда, частота колебания).

Но если в возникновении световых (тепловых) излучений решающую роль играют *столкновения* частиц (вернее, их *последующие* колебания), то в этом случае необходимо считаться с таким важным *физическим* фактором, каким является так называемый *эффективный* диаметр частиц.

Так как при любой температуре в излучателе всегда найдутся быстро и медленно движущиеся частицы, то, как установила классическая физика, длина свободного пробега у них окажется *различной*. Медленно движущиеся частицы способны чаще «задевать» своих соседей, т. е., другими словами, чаще сталкиваться¹.

пример, в большинстве практических расчетов на прочность различные металлы и сплавы трактуются как «сплошные» среды, хотя всем хорошо известно их атомарное строение. Подобного рода допущения, оправданные практикой, имеют место также для жидкостей и газов.

Таким образом, понятия «сплошной» или «дискретной» среды могут быть приписаны не какой-либо одной из существующих сред, а любая среда может нам казаться или сплошной (когда мы наблюдаем ее усредненные, макроскопические проявления), или «дискретной», что составляет ее действительную физическую сущность.

¹ Это объясняется тем, что у элементарных частиц нет строго фиксированных размеров. В каждом отдельном случае так называемый эффективный диаметр может быть определен из тех расстояний, при ко-

Если учесть все эти обстоятельства, то поправка к формуле Вина, очевидно, приобретает тот физический смысл, что она *увеличивает* при расчетах число *длинноволновых* колебаний (являющихся следствием более частых столкновений медленно движущихся частиц), что как раз и не было предусмотрено в названной формуле¹.

8) Известно, что формула Планка имеет еще одну особенность, которую с большим успехом использовала в своих расчетах современная физика. По Планку между энергией колеблющейся частицы и соответствующей частотой колебания ν имеется следующее соотношение:

$$E = h\nu. \quad (53)$$

Покажем, что принципиальное понятие о некоторой постоянной величине h можно получить, не отрываясь от классических представлений.

Еще до открытия Планка был известен так называемый закон смещения Вина

$$\lambda_{max} T = \text{const} = 0,2886 \text{ см} \cdot \text{град}. \quad (54)$$

Зная, что энергия на одну степень свободы составляет $E = 1/2 kT$, а $\lambda = \frac{c}{\nu}$, формулу (54) можно переписать в следующем виде:

$$\frac{c}{\nu} \frac{2E}{k} = 0,2886 \text{ см} \cdot \text{град}. \quad (55)$$

торых частицы способны заметно взаимодействовать друг с другом. Медленно движущиеся частицы имеют больший эффективный диаметр, чем высокоактивные частицы.

¹ Вопрос о математическом выводе поправки (—1), исходя из только что приведенных рассуждений, мы оставляем открытым. Возможно, здесь

следует использовать величину $1 - e^{-\frac{x}{\lambda}}$, которая выражает собою вероятность столкновения молекулы на участке x при средней длине свободного пробега λ (см. К. Ф. Герцфельд, Кинетическая теория материи, 1935, стр. 55). Считая x пропорциональным действительной энергии молекулы, а λ пропорциональной средней энергии, формулу Вина,

казалось бы, можно дополнить множителем $\frac{1}{1 - e^{-\frac{E}{kT}}}$.

В таком случае

$$u_\nu = \frac{8\pi\nu^2}{c^3} E \frac{1}{e^{\frac{E}{kT}} \left(1 - e^{-\frac{E}{kT}}\right)},$$

что в конечном результате даст формулу Планка

$$u_\nu = \frac{8\pi\nu^2}{c^3} E \frac{1}{e^{\frac{E}{kT}} - 1}.$$

Собирая постоянные величины в правой части соотношения (55), имеем

$$\frac{E}{\nu} = 0,2886 \frac{h}{2c}. \quad (56)$$

Из этой зависимости следует, что переменные величины E и ν связаны таким образом, что во сколько раз увеличивается (уменьшается) одна величина, во столько же раз увеличивается (уменьшается) другая.

Обозначая отношение $\frac{E}{\nu}$ через h , можно следующим образом охарактеризовать эту постоянную величину: *энергия элементарного вибратора, отнесенная к одному колебанию, есть величина постоянная*¹.

Эту закономерность безусловно нельзя переносить на макровибраторы, так как в последних действует совершенно другое взаимоотношение между внутренними и внешними силами.

9) В современной физике показывается, что при $h\nu \ll kT$ формула Планка переходит в формулу Релея—Джинса, а при $h\nu \gg kT$ — в зависимость Вина.

Математическая сторона этих «переходов» совершенно бесспорна; что касается *физического* смысла взаимозависимости между названными формулами, то здесь не все ясно.

Действительно, при рассмотрении неравенства $h\nu \gg kT$ обычно говорится, что оно может осуществиться при *высоких* ν или *малых* T . Но с физической точки зрения высокие частоты исключают низкие температуры и наоборот. Таким образом, неравенства $h\nu \gg kT$ и $h\nu \ll kT$ требуют *однозначного* толкования и к ним нельзя подходить с точки зрения формального математического анализа².

Если названные неравенства связывать с *действительным* состоянием процессов, протекающих в излучателе (и, следо-

¹ Величина $\frac{E}{\nu}$, подсчитанная по формуле (56), получается равной $0,0664 \cdot 10^{-27}$ эргсек. Мы здесь не входим в обсуждение вопроса, почему найденное значение $\frac{E}{\nu}$ получается в сто раз меньше постоянной Планка. Для наших общих суждений важно то, что отношение $\frac{E}{\nu}$ является постоянной величиной и оно в принципе вытекает из обычных классических соотношений.

² Кривые, представленные на рис. 3, непосредственно подтверждают, что совпадение расчетов по формулам Планка и Релея—Джинса возможно только при низких частотах, а по формулам Планка и Вина при высоких ν , причем это правило остается в силе, если брать кривые распределения при любых температурах.

вательно, в их спектрах), то переход одной формулы в другую можно объяснить следующим образом:

а) зная, что в формуле Планка отображается, в основном, статистический закон Максвелла—Больцмана, можно поставить такой вопрос: к какому виду должно стремиться данное статистическое распределение, если система подвергнется систематическому охлаждению?

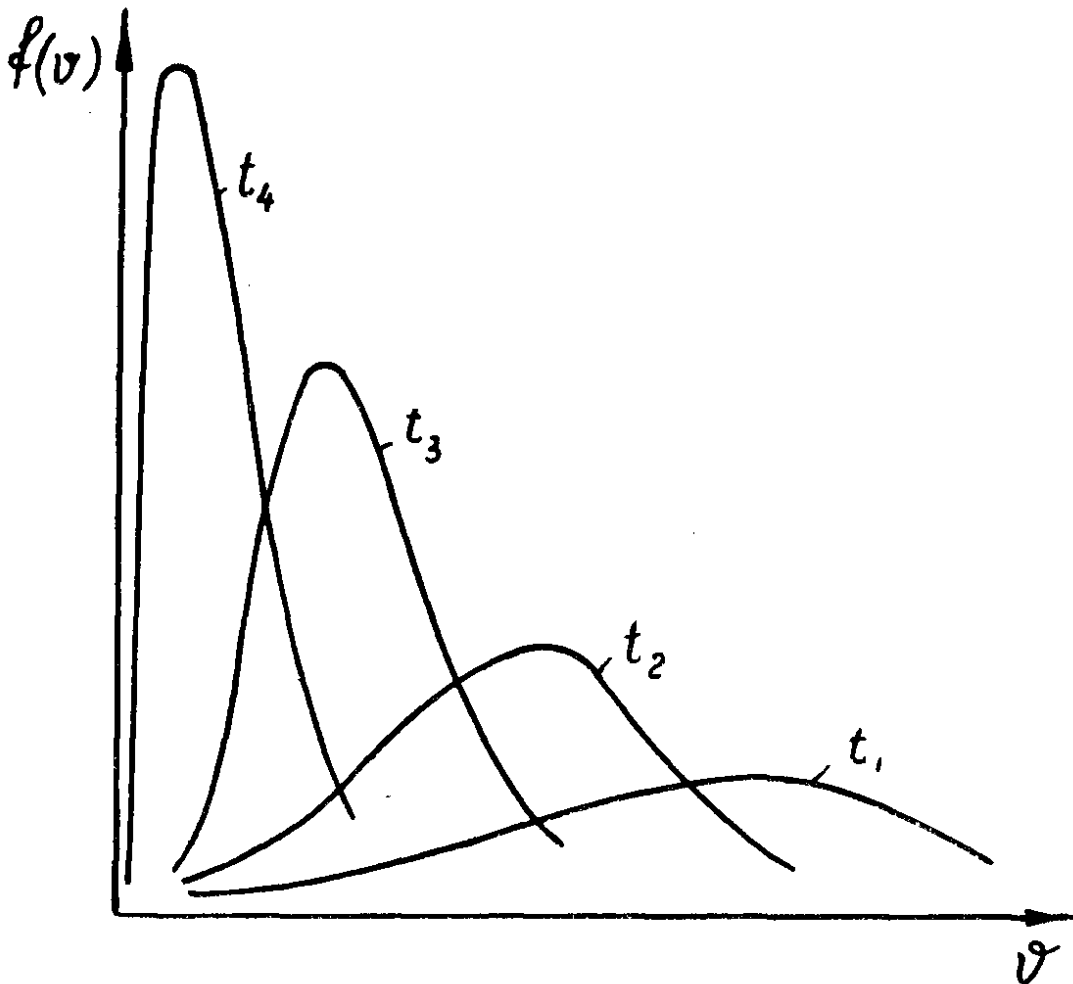


Рис. 4. Кривые распределения скоростей при различных температурах ($t_1 > t_2 > t_3 > t_4$).

Из общих курсов известно, что максимум на кривой распределения Максвелла—Больцмана, по мере понижения температуры системы, будет не только сдвигаться к началу координат, но и возрастать по своей величине (см. рис. 4). Это, по существу, означает, что при малых T в значительной степени возрастает количество частиц, охваченных *средним* движением.

Таким образом, вся система при этих условиях получит тенденцию приобретать свойства «сплошного» тела (в смысле распределения частот), что, как известно, и предусматривалось Релеем и Джинсом в своей зависимости.

Следовательно,

$$u_\nu = \frac{8\pi\nu^2}{c^3} \frac{h\nu}{e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1} \rightarrow \frac{8\pi\nu^2}{c^3} kT, \quad (57)$$

так как приближенно $e^{\frac{h\nu}{kT}} = 1 + \frac{h\nu}{kT}$ (при условии $h\nu \ll kT$, что может осуществиться при малом T и еще меньшем ν);

б) переход формулы Планка в формулу Вина отображает собою *другие* физические явления, которые возникают в системе при ее *нагревании*. При высоких температурах основная доля тепловой энергии тела сосредоточивается в наиболее активных (быстродвижущихся) частицах. Все, что было сказано об эффективных диаметрах *малоподвижных* частиц, в данном случае теряет свое практическое значение. При высоких температурах системы добавочный член в формуле Планка (-1) окажется несущественным и поэтому зависимость Планка может перейти в формулу Вина, т. е.

$$u_\nu = \frac{8\pi\nu^2}{c^3} \frac{h\nu}{e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1} \rightarrow \frac{8\pi\nu^2}{c^3} \frac{h\nu}{e^{\frac{h\nu}{kT}}} \quad (58)$$

при условии $h\nu \gg kT$, что может осуществиться при высоком T и еще более высоком значении ν .

10) Итак, классическая физика вовсе не является «исчерпанной» и якобы недостаточной для истолкования явлений, связанных с излучением «черного» тела. Если в полной мере учесть те процессы, которые протекают в *излучателе*, то может наметиться приемлемое решение названной проблемы с позиций классических представлений.

Следует отметить, что варианты подобного рода решений были в свое время даны в трудах Н. А. Умова (Избр. соч., 1950, стр. 503—509) и Г. Лорентца (Теория электронов, 1953, стр. 127—141).

2

Второй шаг в сторону отрыва от классических представлений был сделан «новой физикой» при истолковании фотоэффекта. При описании этого явления Эйнштейн ввел понятие «фотона» (порции света). Хотя названный термин прочно вошел в обиход современной физики, однако никто не мог и не может до настоящего времени описать *физическое* состояние «фотона».

Но именно это загадочное явление (существование физически неясных «фотонов») как раз и используется для того,

чтобы лишний раз подчеркнуть «особое» состояние «новой физики», то, что она не может строиться на понятиях «старой» физики, что в микроявлениях осуществляются такие закономерности, которые совершенно чужды классическим понятиям, и т. д.

Можно ли понять основные световые явления, оставаясь на позициях классической физики? С нашей точки зрения, это *единственный* способ теоретически разобраться в неясных сейчас явлениях природы¹. Не следует только забывать, что «классическая физика» не есть какой-то ограниченный, слишком резко и узко очерченный источник наших знаний.

«Классическая физика» — это богатейшая сокровищница опытных и теоретических сведений, собранных и разработанных многими поколениями исследователей.

Конечно, она не охватывает (и не сможет в дальнейшем охватить) *всех* явлений природы, однако по мере накопления *новых* опытных данных так называемая «классическая физика» будет все время *развиваться*. С этой точки зрения никак нельзя оправдать такое положение, чтобы *единая* наука о *единой* природе могла превратиться в какие-то отдельные, формально связанные друг с другом учения (вроде «старой физики», «квантовой механики», «теории относительности» и т. д.).

Преимущество наших знаний не может быть целиком сведено к математическим формулам, из которых якобы вытекает переход одной теории в другую в так называемых *предельных* случаях. Если эти «переходы» физически не осмыслены, то в теории легко возникает математический *формализм*, который, создавая *видимость* каких-то объяснений, в действительности никаких *физических* толкований не дает, хотя и завлечет непомерную претензию на «научное освещение фактов». Именно такой формализм существует во многих разделах современной физики.

Ввиду того, что теория относительности вообще отменила среду (эфир) и возвела скорость света в абсолютное (предельное) значение, следует считать, что именно с *этого* момента теоретическая физика действительно вступила на путь кризиса, который продолжается по настоящее время².

¹ К сожалению, за недостатком места мы не можем здесь выдвинуть дополнительных соображений о природе света (см. нашу брошюру «О некоторых дискуссионных вопросах современной физики», 1955, № 2).

² Толкование теплоемкости веществ при низких температурах (с позиций классической физики) см. в нашей брошюре «О некоторых дискуссионных вопросах современной физики», 1954, № 1.

1) Расчет атома водорода с помощью кванта действия h (Н. Бор) привлек на сторону «новой физики» много новых последователей, но даже после этого такие ученые, как П. Н. Ледебев, Н. А. Умов, Г. Лорентц и др. все еще оставались на позициях классической физики¹. Более общее решение проблемы водородного атома с помощью уравнения Шредингера, с нашей точки зрения, не является выдающимся достижением «новой физики», так как при написании этого уравнения было допущено неоправданное упрощение и схематизация действительности.

Так, например, Я. П. Терлецкий пишет: «Вошло в привычку считать линейность уравнений неотъемлемой особенностью квантовой теории. Однако не исключено, что именно эта особенность правил квантования лежит в основе главных затруднений квантовой механики» («Вопросы философии», 1951, № 5, стр. 58)².

2) Выше отмечалось, что квантовые явления в настоящее время резко противопоставляются классическим понятиям.

Так, например, говорится, что: «...в рамках классической физики допущение дискретности атомных состояний является совершенно чуждым положением, идущим вразрез со всей системой классической физики» (Э. В. Шпольский).

Если, однако, не отвлекаться от действительности и считать, что элементарные частицы движутся (колеблются) *в среде*, что среда оказывает этому движению то или иное *сопротивление*, что при определенных соотношениях между массой, силами связи, параметрами движения, сопротивлением среды и величиной вынуждающей силы могут возникать *резонансные* колебания частиц, то появление *дискретных* спектральных линий, которые, как известно, составляют сущность многих оптических явлений, не может явиться чем-то неожиданным и «странным».

Что касается выявления количественных соотношений, то они должны производиться с учетом всех определяющих физических факторов, т. е. на основе нелинейных уравнений³.

¹ Сам Планк «...создатель теории квантов в течение 20 лет сражался против представления о квантах, пытаясь вернуться к классической физике» (С. И. Вавилов, Сб. «Великая сила идей ленинизма», 1950, стр. 179). Кстати, еще раз следует отметить, что квантовые представления вовсе не противоречат классической физике.

² Необходимость использования нелинейных уравнений при исследовании явлений микромира уже неоднократно подчеркивалась отдельными авторами (см., например, Н. П. Кастерин, «Обобщение основных уравнений аэродинамики и электродинамики» (брошюра), 1937).

³ Таким образом, несмотря на всю сложность математического аппарата квантовой механики, в действительности он сильно упрощает иссле-

3) В своем отклике на нашу предыдущую работу Г. Р. Рахимов¹ пишет: «На основе наших экспериментальных исследований мы в категорической форме утверждаем, что квантование колебательных движений *макроскопических* систем также имеет место. Если рассматривать *любые* (макроскопические и микроскопические) колебательные системы с переменными параметрами, то характер колебательных процессов в них зависит от глубины модуляции параметра. Стало быть, для возбуждения автопараметрических колебаний не столько важны *масштабы* систем, сколько условия изменения *параметров* системы. В системах с переменными параметрами обязательно удовлетворяется теорема вириала (Клаузиус) и соответственно имеется адиабатический инвариант. Интересно сопоставить резонансные кривые, полученные в следующих системах:

а) релятивистская частица в циклотроне (Андронов, Горелик);

б) механическая система с упругими ограничителями хода (Иориш);

в) феррорезонансная система электрических цепей (Рахимов).

Во всех этих случаях мы имеем совершенно *одинаковый* характер резонансных кривых. Все они могут находиться в определенных квантованных режимах. Все они должны рассматриваться, как нелинейные системы с переменными параметрами».

4

1) Возникает вопрос, почему «особенности» и чрезвычайно противоречивая теоретическая основа «новой физики» все же увлекла многих наших философов на путь защиты и прославления современной теории микроявлений. Уже отмечалось, что в этом деле играет решающую роль *некритическое* сопоставление огромных достижений *экспериментальной* физики с ее *теоретическими* основами.

Считается, что *сомнительная* теория не может способствовать столь очевидным *практическим* успехам современной физики.

Но давно уже известно, что «...физика, в которой царила теория теплорода, открыла ряд в высшей степени важных за-

дование, сводя решение квантовых задач к линейным уравнениям. Полный учет *главнейших* физических факторов в явлениях микромира должен поставить перед математической физикой новые и весьма глубокие проблемы.

¹ Заведующий кафедрой теоретических основ электротехники Среднеазиатского Политехнического института (г. Ташкент).

конов теплоты» (Ф. Энгельс, Анти-Дюринг, 1948, стр. 316), что ложная теория теплорода не помешала Ползунову и Уатту создать паровую машину, а Стефенсону — паровоз.

Таким образом, современная физика не имеет права в деспотической форме оправдывать свои туманные и противоречивые теории блестящими достижениями экспериментальной физики.

2) Вторым обстоятельством, которое увлекло многих наших философов на путь защиты современной *теоретической* физики, является тот весьма распространенный афоризм, что «природа не обязана быть настолько простой, как нам этого хочется». Но если *безгранично* довериться этому афоризму, то вообще можно приписать природе любую «особенность» и любое «свойство». Можно перестать считаться с тем, что *природа такова, какова она есть*, оправдывая и защищая любое предположение, лишь бы оно в какой-то степени вытекало из фактов. Однако из фактов может вытекать *много* различных предположений, поэтому для пользы науки не следует, до поры до времени, те или иные гипотезы превращать в твердокаменные *истины* и, что самое вредное, не проявлять терпимости к тем, кто сомневается в этих «истинах».

3) Философы, не зная физики, верят в то, что наблюдаемые на опыте факты действительно нельзя *иначе* объяснить, как только введя «особые» и «необычные» представления. Но философам хорошо известно, что между любыми крайностями: «...имеется бесконечный ряд других вещей и процессов природы, позволяющих нам заполнить ряд от метеорита до человека и указать каждому члену ряда свое место в системе природы и таким образом *познать* их» (Ф. Энгельс, Диалектика природы, 1948, стр. 187).

Если экспериментаторы обнаруживают чрезвычайно далекие от нас и от наших представлений те или иные «члены ряда», то это вовсе не должно настраивать нас против существующих понятий и представлений и тем более считать их незначительными и бесполезными для восприятия «необычных фактов».

Наоборот, мы должны помнить, что *только* на основании существующих, *хорошо проверенных* понятий и представлений, только путем их *развития* и *обогащения* (и никаким другим способом) мы, в конечном результате, сможем постичь и осмыслить сколь угодно далекие от нас «члены ряда». Если же возникшие «новые» представления мы будем противопоставлять «старым» представлениям, всячески восхвалять и гордиться «необычайным» содержанием модных теорий, и, что наиболее опасно, прекратим наши попытки *связать* новые представления с существующими (вернее, вывести и развить

их из существующих), то в этом случае мы безусловно заведем теорию в тупик и никакие «мировые авторитеты» не спасут эту теорию от последующего разоблачения и краха.

Само собой разумеется, что во всех этих случаях наши философы могут и должны сыграть весьма важную направляющую роль.

5

1) Недостатки современной *теоретической* физики не только давно известны, но против них непрерывно и упорно ведется борьба уже в течение пятидесяти лет.

Лебедев, Умов, Лорентц, Миткевич, Тимирязев и многие другие специалисты не мало потратили трудов, чтобы доказать ошибочность некоторых положений «новой физики».

Несомненно, что сами критики тоже впадали и впадают в те или иные ошибки, но существо дела заключается в том, чтобы не дать заглухнуть живой, ищущей мысли, не поддаться казенному благополучию, которое снисходительно допускает и переносит только *либеральную* критику.

2) А. Эйнштейн правильно в свое время говорил, что: «...наша школа не развивает способности удивляться. Наоборот, она заглушает ее своими приемами механического (мы добавим — математического) заучивания».

Характерно, что десятки, если не сотни, работ по различным разделам физики хранятся в архивах физических журналов. Эти работы в большинстве случаев аттестованы, как «вульгарные», «наивные», «безграмотные» и «лженаучные» и главным образом потому, что авторы рукописей не потеряли способности удивляться и резко критиковать те или иные надуманные «тайны» природы. Конечно, не все забракованные труды представляют собою научный интерес, но среди них безусловно имеются и такие, которые серьезно и вполне основательно ставят на разрешение спорные проблемы.

Так, например, с 1950 г. ждет своего опубликования работа чл.-корр. АН СССР А. С. Предводителя «О физическом пространстве и времени», в которой весьма обстоятельно представлена критика теории относительности.

Незаслуженно забыты некоторые опубликованные работы Н. П. Кастерина, К. Н. Шалопникова, В. Ф. Миткевича и др. исследователей.

Не привлекли должного внимания рукописи Н. А. Леднева, К. В. Бродовицкого, С. Б. Лукьянова, М. М. Прогодьяконова, В. С. Борхсениуса, А. Н. Есипова, А. Ф. Позубенкова, Ю. К. Дидька, Г. П. Мальковского, И. И. Жильцова и др. Не все названные авторы известны в широких научных кру-

гах, но их настойчивое желание внести долю своего творческого труда в разрешение тех или иных теоретических проблем безусловно заслуживает внимания¹.

6

1) Для разрешения коренных спорных вопросов в области *теоретической* физики совершенно необходимо организовать широкую и вполне демократическую дискуссию. В отличие от других дискуссий, которые в последние годы протекали, скажем, на страницах журнала «Вопросы философии», надо в обсуждениях ставить не только задачи, возникающие *внутри* существующего мировоззрения, но не следует запрещать и критики *основ* этого мировоззрения, т. е., другими словами, *основ* квантовой механики и *постулатов* теории относительности. Подобного рода критика не является, как это принято считать, «пройденным этапом», она и сейчас не менее актуальна, как и пятьдесят лет тому назад.

К сожалению, современные критики поставлены в весьма трудные условия. Их работы, как правило, не допускаются к печати, и даже сама их научная деятельность подвергается сомнению. Кстати сказать, среди таких бесправных критиков имеются не только рядовые специалисты, но и люди с солидной репутацией и знаниями².

2) Состояние *теоретической* физики глубоко волнует представителей самых *различных* специальностей. В современных условиях, в век атомной энергии, ни один электрик, металлург, машиностроитель, теплотехник, металлург, химик,

¹ К сожалению, многие авторы неопубликованных работ слишком радикально аттестуют свои намерения. Так, например, А. Н. Есипов в своей рукописи ставит задачу опровергнуть закон Кулона и тем самым предопределяет резко отрицательное отношение рецензентов к его труду. В действительности, А. Н. Есипов на основании весьма оригинальных и многочисленных опытов получает полную возможность поднять вопрос о детальном рассмотрении *физической* природы названного закона. Кстати, теоретические выводы А. Н. Есипова подтверждаются успешной работой целого ряда физических приборов, сконструированных автором вопреки некоторым существующим «теориям». Однако автору уже в течение 8 лет не удается опубликовать результаты своих важных экспериментальных исследований.

² Так, например, один известный советский физик сообщил мне, что условия, существующие в некоторых наших научных редакциях, не позволяют ему высказывать научные взгляды, которые он считает правильными. Не имея этой возможности, он как ученый-физик не может показать всех своих творческих сил. Другой столь же известный физик пишет: «У меня есть рукопись примерно в 200 страниц на машинке, в которой дается новая интерпретация волновой механики и квантовой статистики. Но я не знаю, когда эта рукопись увидит свет... Не хорошо, когда та или иная группа ученых присваивает себе право посягать на творчество менее авторитетных и менее известных ученых».

агроном, медик, биолог и проч. не может обойтись без существенных знаний из области *высшей* физики. В наши дни физика по праву становится *всенародной* наукой, и именно поэтому она должна возможно скорее освободиться от некоторых «псевдофизических идей» (В. Ф. Миткевич), которые до сих пор держат ее в тисках формально-математических построений. Существо дела заключается здесь в том, что *теоретические* основы современной физики, повидимому, вовсе не представляют собою чрезмерной «тайны» природы и поэтому для понимания многих загадок (например, реального поведения микрочастиц) нам нет необходимости «биологически измениться», как в этом был уверен С. И. Вавилов.

Ввиду общей важности вопроса, когда дело идет о возможности *широчайшего* освоения нашими научными и техническими кадрами *теоретических* основ атомной физики (что создало бы исключительные предпосылки для дальнейшего развития советской науки и техники), по нашему мнению, следовало бы весьма подробно и взыскательно обсудить существующее состояние *теоретической* физики, обеспечив полную эффективность всех критических выступлений¹.

3) Мы часто критикуем философское мировоззрение многих зарубежных физиков, считая их взгляды реакционными и идеалистическими. Но если в нашей собственной среде мы будем и впредь зажимать острую критическую мысль, то не следует удивляться, если под напором жизненных фактов существующий ныне кризис в современной *теории* будет преодолен за рубежом, а не силами наших «марксистски» настроенных физиков.

Не придется ли нам вновь (и в который раз) утешать себя мыслью о том, что даже заядлые идеалисты и метафизики могут двигать науку вперед, если они являются «стихийными материалистами»?

Не слишком ли большую ответственность взяли на себя некоторые наши ученые, безоговорочно осуждая любое намерение отойти от предписанных догм в области *теоретической* физики?

¹ Здесь имеется в виду необходимость предварительного опубликования работ (хотя бы в кратком изложении), которые сейчас признаны противоречащими основам квантовой механики и теории относительности. Кстати, с этими работами будет полезно ознакомиться и нашим ортодоксам, которые, пренебрегая мнением «инакомыслящих», либо вовсе не знают, либо превратно понимают истинный смысл многих рукописей.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
I. Постановка вопроса	3
II. Об основных положениях теории относительности и о границах их действительного применения	4
1. О некоторых абсолютных понятиях	—
2. О предельной скорости материального движения (о скорости света в вакууме)	6
3. Как использует теория относительности понятие о так называемой фазовой скорости?	8
4. О понятии одновременности событий	11
5. О принципе относительности	16
6. О пространстве и времени	18
7. О преобразовании координат и времени	22
III. Обсуждение опытных подтверждений теории относительности	31
IV. Об истинном содержании процессов, рассмотренных теорией относительности	39
1. Принцип относительности Эйнштейна	—
2. Принцип постоянства скорости света в «пустоте»	40
3. О сложении скоростей	41
4. Об одновременности событий	—
5. Закон изменения массы от скорости	42
6. О соотношении между массой и энергией	44
7. О мезонах	49
V. К вопросу о физической сущности массы	51
VI. О «кривизне» пространства в общей теории относительности	58
VII. О строении среды («эфира»)	59
VIII. О причинах «кризиса» классической физики	64

Автор *Тимофей Алексеевич Лебедев.*

Редактор *С. В. Усов.*

Подписано к печати 18-VI 1956 г.

Зак. 498.

М 07689.

Печатн. листов 5 ¹/₄.

Тир. 400.

Лаборатория полиграфических машин Ленинградского Политехнического
института им. М. И. Калинина.