
ТРУДЫ
ЛЕНИНГРАДСКОГО ОБЩЕСТВА
ЕСТЕСТВОИСПЫТАТЕЛЕЙ

ТОМ LXX, ВЫПУСК 5



ИЗДАТЕЛЬСТВО
ЛЕНИНГРАДСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
1968

SECTION OF PHYSICS

ТРУДЫ
ЛЕНИНГРАДСКОГО ОБЩЕСТВА
ЕСТЕСТВОИСПЫТАТЕЛЕЙ

ТОМ LXX, ВЫПУСК 5

(ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКАЯ СЕКЦИЯ)



ИЗДАТЕЛЬСТВО
ЛЕНИНГРАДСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
1968

Настоящая работа ввиду своей краткости не может претендовать на объемное изложение вопросов, которые поставлены здесь в порядке обсуждения. Отмечая огромные успехи современной физики, вместе с тем автор привлекает внимание к тому общеизвестному обстоятельству, что теоретическая физика испытывает сейчас большие трудности при обобщении многих экспериментальных фактов.

В этих условиях неизбежно встает вопрос об усовершенствовании основ современной теории. Считается, что это можно сделать с помощью какой-то сверхнеобычайной идеи. Однако решение возникших задач надо искать в первую очередь путем выявления физических связей между объективными фактами и, следовательно, путем раскрытия *глубокой преемственности* между существующими теориями. Основная часть брошюры как раз и посвящена конкретному выявлению некоторых общих начал, которые могли бы привести к должному согласованию теорий. Это фактически отвечает диалектическому положению о том, что противоположности и различия хотя и существуют в природе, но они имеют всего лишь относительное значение.

Работа предназначена для преподавателей, студентов, инженеров различных специальностей и для всех лиц, интересующихся общими вопросами философии и спорными проблемами современной физики.

Автор выражает свою признательность кандидатам философских наук В. Г. Семибратову, И. В. Клементьеву, И. В. Митуреву, доктору философских наук А. П. Шептулину, а также кандидатам физико-математических наук Р. Г. Геворкяну, Б. К. Федюшину, А. А. Ефимову и И. В. Душину за их советы и замечания по содержанию рукописи.

В заключение отмечаю большую помощь Ученого секретаря Ленинградского общества естествоиспытателей Е. Н. Дьяконовой-Савельевой при издании настоящей работы.

Редакционная коллегия

Л. Л. Васильев, В. К. Василевская, Е. Н. Дьяконова-Савельева,
А. В. Иванов, Н. Г. Колосов, А. И. Колотилова, Т. А. Лебедев,
П. О. Макаров, Ю. И. Полянский

SECTION OF PHYSICS

Т. А. ЛЕБЕДЕВ

О ПРЕЕМСТВЕННОСТИ
ФИЗИЧЕСКИХ ТЕОРИЙ

ИЗДАТЕЛЬСТВО
ЛЕНИНГРАДСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
1968

Because of its briefness the present work cannot have claim on detailed expounding the problems which are brought here for discussion. Noting nowadays physics great achievements, the author draws attention to the well-known fact of the theoretical physics facing considerable difficulties in generalizing many experimental data.

Thus the task to improve the modern theory fundamentals is brought to the fore. This is considered possible to achieve on the basis of some superunusual idea. However, the solution of the task is, first of all, to be sought in bringing to light physical relations between objective facts and, consequently, in revealing a deep successive relation between the existing theories.

It is just eliciting some general principles which might lead to the due co-ordination of the theories that the booklet chiefly deals with. This is in conformity with the following dialectic proposition: though opposites and differences do exist in nature they are still of *relative* significance.

The work is intended for instructors, students, engineers of different profiles and all those interested in general problems of philosophy and issues of modern physics.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Правильное истолкование фактов возможно только на основе применения законов, открытых диалектическим материализмом. Вместе с тем приходится слышать, что диалектика будто бы вовсе не имеет того важного значения, которое ей приписывают марксисты. Реакционные философы утверждают, что именно в угоду марксистской идеологии диалектика вынужденно и поэтому безрезультатно привносится в научное исследование. Так, например, американский философ С. Хук пишет: «Подвергнув детальному анализу так называемые законы диалектики, мы приходим к выводу, что притязания диалектического материализма на то, что он установил новый и действенный критерий для научного понимания, лишены всякого основания... совсем нет надобности обращаться к диалектическому материализму» (цит. по Баскакову, 1966, стр. 244).

Но независимо от подобного рода суждений истинный факт заключается в том, «что в природе все совершается в конечном счете диалектически...» (Маркс и Энгельс, 1961, стр. 22). Поэтому даже те исследователи, которые на словах решительно отвергают диалектический материализм, на деле стихийно им пользуются (если в своих умозаключениях достигают положительных решений).

Разъясняя значение диалектики для современного естествознания, Б. М. Кедров (1966) правильно указывает, что в любом научном исследовании диалектика выступает двойко: во-первых, как диалектика природы, т. е. объекта исследования, и, во-вторых, как диалектика самого процесса познания. Первая — объективная диалектика — исследовалась уже давно и довольно полно. Вторая — так называемая субъективная диалектика, представляющая специфическое отражение первой в голове человека, — изучалась сравнительно мало. Поэтому надо развивать методы изучения субъективной диалектики, отражение диалектики природы в нашем мышлении, т. е. надо учиться диалектически мыслить.

В среде советских ученых диалектическое освоение природных явлений может протекать с максимальной отдачей, так как они в своих теоретических обобщениях сознательно стремятся использовать диалектический метод. Если говорить о такой важнейшей отрасли знаний, какой является современная физика, то и здесь многократно удостоверилась ценность названного метода. Многие наши ученые непосредственно обращались в своих трудах к диалектике, привлекая ее к разрешению трудностей, стоящих перед теоретической физикой. Вместе с тем

нельзя сказать, чтобы сразу могло возникнуть полное совпадение в части тех конкретных предложений, которые выдвигались на основе диалектического метода. Диалектика не является универсальной отмычкой, способной легко и быстро все поставить на свое место. Ни один творческий процесс не обходится без борьбы мнений. Следовательно, споры и разногласия среди ученых как раз и свидетельствуют о том, что творческое использование диалектики не имеет еще полного исчерпания, что здесь возможны поиски каких-то дополнительных, более согласованных решений.

В настоящей работе привлекается внимание главным образом к должной увязке «старого» и «нового» в современной физике, к поискам того диалектического единства и взаимосвязи между отдельными этапами наших знаний, которые не всегда в полном объеме отображаются в наших обобщениях. Конечно, далеко не все вопросы современной физики нашли здесь свое отражение. Но в этом и нет надобности. Законченная оценка всех достоинств и недостатков существующей теории — это коллективное дело физиков, философов и других специалистов, способных размышлять над фактами. В данной брошюре делается попытка рассмотреть принципиальный вопрос: как на основе общего для нас диалектического метода объединить наши усилия, чтобы преодолеть те существенные затруднения, которые в настоящее время испытывает теоретическая физика. Безусловно, эта задача не из легких, но ее надо ставить и общими усилиями решать.

І. О НЕКОТОРЫХ ПРОБЛЕМАХ СОВРЕМЕННОЙ ФИЗИКИ

1. Разногласия среди ученых

Для развития любой науки необходимы факты, но сами по себе они не могут создать последовательных знаний (теорий). Истинная наука начинается с момента, когда факты получают правильное теоретическое толкование, когда они находят свое место в системе других объективных фактов. Но именно этот начальный период всякого научного обобщения довольно часто приводит к столкновению мнений, порождая среди исследователей многочисленные разногласия.

Физика наших дней тоже живет в условиях широких, бурных и часто непримиримых дискуссий.

Видимо, здесь в толковании существующих фактов наметились две крайние точки зрения, которые как будто бы трудно согласовать. Между тем тщательное и хладнокровное изучение разногласий могло бы показать, что у обеих сторон имеется своя доля истины, но из нес каждой сторона делает слишком непримиримые выводы. В. И. Ленин предупреждал: «...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» (1963б, стр. 46).

Именно на эти абсурды и указывают друг другу спорящие стороны, считая, что за подобными «измышлениями» у противостоящей стороны нет живой и правильной мысли. Но если «раздутые» истины ограничить и ввести в свои естественные пределы, то, очевидно, можно найти путь к правильному и однозначному толкованию фактов.

К сожалению, имеется еще одно обстоятельство, которое тоже способствует обострению научных дискуссий. Хотя и не вполне официально, но установилось мнение, что всех ученых будто бы можно разделить (по их способностям) на две группы: экспериментаторов и теоретиков. Фигурально выражаясь, обязанности между этими учеными распределяются следующим образом: первые добывают «кирпичи» (факты), а вторые из этих «кирпичей» (фактов) возводят здание теории. Конечно, у каждого ученого может быть своя научная направленность, но почему, скажем, экспериментатор, если у него есть возможности и желание, не может участвовать в создании теории? Формально этому никто не препятствует, но теоретики довольно ревниво следят за высказываниями экспериментаторов, оберегая свою теорию от «посторонних вторжений». На этой почве также происходят разногласия, хотя для истинной науки совершенно безразлично, кто высказал новую мысль, важно, чтобы она была правильной.

Таким образом, существующая настороженность ограничивает творческую активность экспериментаторов, они иногда стесняются (если не сказать больше) высказывать свои соображения по теоретическим вопросам. В качестве иллюстрации к этому ненормальному явлению можно привести выступление на одной из философских конференций академика Украинской АН К. Д. Синельникова. Являясь крупным ученым-физиком, но считая себя экспериментатором, К. Д. Синельников сопровождал свою речь следующим заключением: «...я, не будучи теоретиком, помню дедушку Крылова, который говорил, что «беда, коль пироги начнет печи сапожник», а экспериментатор... разрабатывать теорию» (1956, стр. 25). Это не столь безобидный и мелкий факт. Резкое «разделение труда» в науке может привести к тому, что мы будем терять будущих Циолковских и Мичуриных, поскольку они не могут числиться в соответствующем ученом ранге.

В истинной науке нельзя ставить искусственные преграды, относясь слишком подозрительно к «чужим» мнениям. Каждый мыслящий человек, усвоивший объективные факты, может и должен беспрепятственно принимать участие в обсуждении и толковании этих фактов. Такая демократизация науки не должна умалять авторитета теоретиков, поскольку истина часто открывается там, где ее меньше всего ожидают. Нередко бывает, что крупный вклад в науку делает «посторонний» исследователь, не имеющий должных степеней и званий (вспомним Л. Гальвани, Р. Броуна, А. Левенгука, И. Мичурина, К. Циолковского и др.). История свидетельствует, что в различных областях мировой науки имели и имеют место подобные случаи. Так, например, А. Эйнштейн и Л. Инфельд, обсуждая вопрос о теории тепловых явлений, приводят следующие факты: «Удивительно, — отмечают они, — что почти все фундаментальные работы о природе теплоты были сделаны не физиками-профессионалами, а людьми, которые рассматривали физику исключительно как свое любимое занятие. Это были многосторонний шотландец Блек, немецкий врач Майер и американский предприниматель граф Румфорд. Был среди них и английский пивовар Джоуль, проделавший в свободное время ряд наиболее важных экспериментов, касающихся сохранения энергии» (1948, стр. 65).

Все это говорит об одном: наука не терпит гегемонии и замкнутого существования, ее нельзя развивать без свободной и дружеской дискуссии, в которой (дискуссии) все стороны равны, если они руководствуются фактами.

2. О чем они спорят?

О чем же сейчас спорят физики, философы и обширный круг специалистов, интересующихся физическими проблемами? На первый взгляд кажется, что для спора нет убедительной причины. Ведь всем известны поразительные успехи физики, особенно заметные за последние 10—20 лет. Так в чем же существо спора? Где пункт, который приводит ученых к разногласиям? Дело оказывается в том странном обстоятельстве, что физика как наука не является сейчас гармонически развитой системой. В ней сильно отстает теоретическое начало, которое далеко не идет в ногу с ее огромными экспериментальными возможностями.

Обращая внимание на эту слабую сторону современной физики, известный ученый Л. Бриллюэн писал: «Если говорить откровенно, то мы достигли мертвой точки... Требуются совсем новые идеи и новый ма-

тематический аппарат» (Brillouin, 1949, стр. 554). По существу то же самое отметил Я. П. Терлецкий (1955), указывая, что квантовая теория нуждается в глубоком пересмотре принципов, лежащих в ее основе. В брошюре, составленной под руководством И. Е. Тамма, сказано: «...пороки современной теории глубоко ей присущи и могут быть исправлены лишь путем создания новой теории, фундаментальным образом отличающейся от существующей» (Вопросы советской науки, 1957, стр. 6).

Не имея сейчас такой теории, современные исследователи во многих случаях вынуждены прибегать к чисто внешним описаниям физических явлений. Именно поэтому в специальной литературе часто приводятся такие определения, как «странность», «клякса», «головастик», «бесы» (кварки) и т. д. Некоторые абстракции, сыгравшие свою роль на первых этапах развития современной физики (например, «электрон-точка», «пустое» пространство и пр.), возможно, настолько затруднили наши представления о наблюдаемых явлениях, что возникла даже некоторая принципиальная неуверенность в разрешении стоящих перед нами теоретических задач. Так, например, С. И. Вавилов, много размышлявший над проблемами физики, пришел к заключению, что если раньше освоение научных истин было «в полном биологическом соответствии с естественными задатками человеческого сознания», то теперь «для достижения прежней гармонии и «понятности» человеку нужно биологически измениться» (1933, стр. 213). Вряд ли это оправдано. История науки показывает, что во всех случаях, когда явления воспринимались не такими, как они протекают в действительности, исследователи надолго останавливались перед «загадками» природы (теплород, флогистон и пр.). Суть дела состоит в том, чтобы на основании фактов правильно воспринять физическое содержание процессов, верно наметить путь дальнейшего и всестороннего развития науки.

Но именно на этом этапе и начинаются горячие споры о дальнейшей судьбе теоретической физики, о причинах ее несовершенства, о ее дискуссионных началах, об устойчивости ее понятий и представлений и т. д. и т. п.

Кстати, существующие разногласия среди ученых фактически наметились уже во второй половине прошлого столетия, когда были открыты многие малопонятные явления. Изучая эти явления, физики непосредственно получили доступ в тот загадочный мир, который всегда тревожил их воображение. Оказалось, что микромир населен весьма странными объектами: микрочастицы несут на себе элементарные электрические заряды, скорость их колоссальна, а масса непостоянна (она зависит от скорости), некоторые частицы способны к самопроизвольному распаду, при всем этом возникают какие-то необъяснимые излучения и т. д. и т. п.

Чем дальше, тем больше исследователи убеждались, что в новом мире все происходит как будто бы в высшей степени удивительно и необычно. Никакие наглядные и понятные прежде образы, казалось бы, не имеют здесь силы; многое, к чему издавна привыкли люди и что с полной уверенностью считали истиной, вдруг перестало себя оправдывать и находить должное применение. Где же следовало искать выход из создавшегося положения? Какими средствами предполагалось разрешить возникшие трудности? Что было предпринято, чтобы вывести теоретическую физику на путь дальнейшего развития?

3. «Старые» и «новые» физики

Встречаясь с новыми, необычными фактами, исследователь в первый момент всегда старается освоить их с точки зрения существующих взглядов. Ввиду того что в физике неизменно и наглядно проявляли себя законы механики, исследователи и к микроявлениям подошли вначале с чисто механической меркой. Это считалось тем более естественным, что законы механики блестяще и безотказно оправдывали себя в течение столетий. Однако, несмотря на большие и длительные усилия, толкование вновь открытых явлений не укладывалось в существующие механические схемы.

Оценивая этот период безуспешных поисков, С. И. Вавилов (1950) писал, что многие исследователи не сдавали без боя ни шага в старой, привычной крепости классической физики, но тем не менее эта крепость пала и сейчас у нее почти не осталось защитников среди физиков.

Итак, «классики» потерпели поражение. Новые факты они стремились объяснить с точки зрения существовавших в то время знаний. Они не учитывали того обстоятельства, что микроявления принадлежат другому, качественно отличному миру. Именно поэтому к названным явлениям нельзя было подходить с прежними, «механическими» понятиями.

Однако «новые» физики тоже не избежали крайности. Год от года открывая все новые и новые особенности микромира, они в конце концов пришли к убеждению, что между микро- и макроявлениями не существует каких-либо оправданных аналогий, что между названными явлениями нет должного физического соответствия*.

Сразу же надо отметить, что подобного рода взгляд столь же ненадежен, как и безуспешные попытки «старых» физиков все объяснить с точки зрения прежних, чисто механистических понятий. Дальше будет показано, что резкое обособление новых идей от существующих и проверенных истин тоже не ведет к правильному развитию научных знаний.

4. Роль математики в новой физике

Говоря о «трагических затруднениях», которые не раз появлялись в истории физики, С. И. Вавилов в связи с этим ставил вопрос: «Что же должен делать физик, встречаясь с явлениями принципиально новыми, «непонятными» ему, для которых у него нет привычной осязательной модели и отсутствуют руководящие, всеобъемлющие принципы?» Отвечая на этот вопрос, С. И. Вавилов писал, что именно в таких случаях приобретают большое значение математический метод, математическая экстраполяция, математический анализ явлений (1933, стр. 217).

Действительно, математический способ всегда начинает играть преимущественную роль, если изучаемые объекты плохо поддаются прямому физическому восприятию. В этом случае математика, владеющая способностью увязывать в своих уравнениях взаимозависимость различных факторов, из важного, но все же подсобного метода превращается в основной, ведущий метод исследования. Считается, что все недостающие пункты теории могут быть получены в дальнейшем на «кончике пера».

* О математическом соответствии между «старой» и «новой» физикой, о том, что в «предельных случаях» формулы одной физики переходят в формулы другой (принцип соответствия Н. Бора), см. гл. II, § 3.

Конечно, каждому известно, что математика играла и всегда будет играть выдающуюся роль во всех научных исследованиях, но, как всякий односторонний метод, она не может заменить собой комплексного изучения природы, т. е. ясного физического и философского понимания изучаемых явлений. Иными словами, полное научное исследование не может считаться законченным, если получена только верная расчетная формула. Хорошо, например, известно, что ценные математические разработки Ж. Фурье и С. Карно, оставаясь правильными и в наши дни, в своей физической трактовке претерпели коренное изменение (выяснилась мифическая природа теплорода, в который верили Фурье и Карно).

И в современной физике, по-видимому, не все правильные расчетные формулы в полной мере соответствуют их истинному физическому содержанию. Так, например, Я. П. Терлецкий не без основания отмечает, что, несмотря на успешное применение математических правил квантования, все же до сих пор не всегда удается понять, почему эти правила часто приводят к верным результатам: «Крайне необходимо,— заключает он,— вскрыть физический смысл правил квантования и установить границы их применимости» (1951, стр. 48).

К такому же выводу приходит известный физик М. Лауэ (1956). Он пишет, что квантовая механика математически применяется с большим мастерством, но ее физическое содержание до сих пор не вполне ясно.

Итак, для полного развития науки недостаточно пользоваться каким-либо одним методом. Исследование явлений необходимо вести комплексно, т. е. физически, математически и философски.

5. Для чего нужны «безумные» идеи?

Хотя в современной теоретической физике преобладает дух математики, она все же выработала свои понятия, такие, например, как «электрон-точка», «частица-волна», представление об ином темпе времени в относительно движущихся системах, о квантах энергии и пр. Вместе с тем современная теория уже давно испытывает ряд серьезных затруднений. Поэтому вполне естественно встает вопрос о выдвижении каких-то новых, более широких идей, которые могли бы «охватить» собой все имеющиеся факты.

Где же искать эти идеи? Чем они должны отличаться от существующих? После целого ряда безуспешных попыток построить новую, более широкую теорию было наконец высказано предположение, что причиной всех текущих неудач является то, что мысли и намерения исследователей недопустимо близко вращаются около идей классической (механической) физики. Характеризуя это обстоятельство, Д. И. Блохинцев отметил, что хотя в настоящее время имеется вполне достаточно фактов, чтобы над ними творчески размышлять, все же у физиков, видимо, «не хватает фантазии... все, что сделано до сих пор, слишком близко к тому, что нам хорошо известно, т. е. к классическим концепциям». Далее Д. И. Блохинцев приходит к выводу, что для построения новой теории «нужен серьезный фундаментальный шаг вперед — и здесь нужно, может быть, только одно слово: идея должна быть какой-то совершенно «сумасшедшей» (1959, стр. 425—426). Ранее эту же мысль высказал Н. Бор (1963, стр. 95).

Мечта современных физиков о какой-то сверхнормальной («безумной») идее явно отображает их надежду, что с появлением такой идеи многое встанет на свое место, «туман» рассеется, острые противоречия

исчезнут, непонятное станет ясным и теоретическая физика приобретет то качество, которое позволит ей снова двинуться вперед.

Но именно здесь в принципе обнаруживается несовершенство общих намерений и тех предложений, которые выдвигаются сейчас для преодоления трудностей, возникших в теории. Безусловно, никто не может и не должен возражать против широких и новых идей. Однако новые идеи только в том случае могут оказаться конструктивными, если в существующих идеях, которые сейчас требуют «охвата», нет каких-либо серьезных погрешностей.

Если же сама по себе существующая теория не является безупречной, если в какой-то своей части она отклоняется от действительности, то никакие новые (необычайные) идеи не могут в данном случае ей радикально помочь. Мы хотим показать, что общий недостаток современной теории заключается в ее некоторых основах, в ее принципиальном подходе к решению «загадочных» явлений микромира. Обратимся к рассмотрению этого определяющего фактора.

6. Чем заменить «безумные» идеи?

На заре возникновения новой физики В. И. Ленин указывал, что основные познавательные трудности, которые появились тогда перед исследователями, главным образом объяснялись тем, что они не знали диалектики. Действительно, крупные ученые, которые находились у колыбели новой физики (А. Пуанкаре, Г. Лорентц, М. Планк, А. Эйнштейн, Н. Бор и др.), могли считаться в лучшем случае стихийными материалистами. Они не знали или не хотели знать, что в мире так или иначе, но все связано друг с другом, в природе нет и не может быть вполне самостоятельных и абсолютно изолированных явлений, что, несмотря на кажущуюся непримиримость и будто бы полное несходство между наблюдаемыми явлениями, «центральный пункт диалектического понимания природы является уразумение того, что... противоположности и различия, хотя и существуют в природе, но имеют только относительное (разрядка наша. — Т. Л.) значение...» (Маркс и Энгельс, 1961, стр. 14).

Возникает вопрос, как же должны были действовать ученые, если бы они с самого начала построения теории сознательно стояли на позициях диалектического материализма? Надо полагать, что такие ученые без особых потрясений встретились бы с новыми и вначале непонятными фактами. Они не только спокойно и уверенно восприняли бы различия между «старыми» и «новыми» явлениями, но столь же уверенно и спокойно стали бы искать связи между этими, казалось бы, чуждыми событиями. Почему? Потому, что для диалектики первой и ничем не опровержимой истиной является положение, согласно которому в мире нет ни обособленных вещей, ни абсолютно изолированных явлений.

Именно поэтому любые явления «новой» физики в силу единства природы обязаны как-то перекликаться с явлениями «старой» физики. Если же ввиду глубоких качественных различий такая «перекличка» (связь) сразу не угадывается, то это обстоятельство не снимает с ученого его важнейшей обязанности — неотступно и уверенно искать соответствующие связи, устанавливая физическую преемственность между «прежними» и «новыми» явлениями природы*.

* О «принципе соответствия» см. гл. II, § 3.

«Непримиримость» и обособленность различных процессов природы безусловно являются лишь кажущимися: они должны расшифровываться в порядке диалектического перехода от одних явлений к другим, от предыдущих качественных связей к последующим, от простого к более сложному, от нижестоящего звена к вышестоящему. Таким образом, для разгадки настоящего надо еще раз настойчиво и внимательно изучить прошлое. Это, конечно, не означает бездумного отступления на прежние, классические (механические) позиции. В действительности задача состоит в том, чтобы восстановить утраченные связи, исследовать то место порванной цепи, от которого началось трудное и беспокоейное блуждание теории среди «таинственных» и как будто бы «безумных» образов.

В связи с этим надо отметить, что подобного рода призыв является сейчас крайне непопулярным. Считается, что это всего лишь скрытое намерение вернуться к прежним, чисто механистическим представлениям, давно исчерпавшим свое научное содержание. Но дальше будет показано, что столь поверхностное мнение, являясь пережитком давно миновавших споров, безусловно не отображает существа поставленного здесь вопроса. В действительности речь идет о возможности творческого использования диалектического метода, применения его ко всей совокупности явлений, характеризующих современную физику. Только полное, связанное и преемственное рассмотрение всех малых и больших, прошлых и настоящих вопросов способно вскрыть физическую суть неясных сейчас явлений. Именно поэтому надо преодолеть все существующие предубеждения, ибо в конечном результате это единственная и наиболее естественная возможность открыть перед теорией широкую и давно ожидаемую перспективу.

7. Где кончается прежняя теория физических явлений?

Можно ли проследить развитие военной техники от полета первобытной стрелы до взрыва водородной бомбы? Нужно ли защищать идею, что римская катапульта — это частный случай атомной пушки? Достаточно поставить такие вопросы, чтобы наглядно почувствовать истинную роль преемственности наших знаний, идущих, как правило, от простых к более сложным. Подъем современной науки и техники стал возможен не в отрыве их от прежних представлений и образов, а благодаря качественному изменению этих образов, благодаря выработке на этой основе новых, диалектически развивающихся понятий. Всюду принято считать, что классическая физика — это «наглядная физика», отображающая наши обыденные, привычные наблюдения, физика, в которой обязательным признаком должна быть та или иная механическая модель изучаемого явления.

Но можно ли строго узаконить, ограничить и «не допускать» эту физику к освоению и толкованию других, более сложных явлений, чем обычное, механическое движение объектов?

В свое время В. И. Ленин, оценивая спор между физиком Артуром Риккером и спиритуалистом Джемсом Уордом, возражая против доводов последнего, заметил: «...сплошной вздор, будто материализм утверждал... обязательно «механическую», а не электромагнитную, не какую-нибудь еще неизмеримо более сложную картину мира, как *движущейся материи*» (1961а, стр. 296).

Но будет ли такая более сложная физика «классической» в современном понимании этого слова? Конечно нет, однако разделение науки на «этапы» (скажем, классическая, квантовая или релятивистская

физика) не является абсолютным, оно имеет всего лишь относительное значение. В таком случае мы имеем законное право передвигать эти в определенной степени условные перегородки по мере расширения и углубления наших знаний.

Сравнительно недавно в науке существовали такие крупные «этапы» природных явлений, как физика и химия. Однако глубокое и детальное изучение соответствующих процессов привело к более дробному вычленению наук — появились физическая химия и химическая физика. Природа явно не терпит резкого разделения, хотя она и насыщена множеством различных качеств. Это фундаментальное свойство природы заставило Ф. Энгельса записать, что в природе нет скачков именно потому, что она слaggается сплошь из скачков. Несущественные различия (скачки) ведут в конце концов к существенному изменению качеств. Но каким бы сложным и глубоким ни было иное качество, оно является всего лишь одной из вершин в числе бесконечных ступеней вечно изменяющейся природы.

Итак, речь идет о том, что название и объем так называемой классической физики не являются увековеченными. Имеется полная возможность развивать и обогащать существующий «этап», ибо для этого нет и не должно быть каких-либо запретительных и принципиальных ограничений. Кстати, классическая физика действительно не стоит на месте, «она развивается, — писал С. И. Вавилов, — и притом по некоторым направлениям очень решительно и успешно... примером этого может служить учение о звуке и учение о так называемых ультразвуках... Ясно, что классическая физика далеко не умерла или, вернее, не остановилась — она живет, она развивается и усложняется» (1956, стр. 406).

Но как же так получилось, что наряду с классической физикой возникли новые теории: квантовая механика и теория относительности? Почему классическая физика доросла до ультразвука и не пошла дальше? Дело в том, что в свое время она, с ее ограниченными понятиями, не смогла ответить на вновь возникшие вопросы. Вместе с тем можно показать, что ее потенциальные возможности не были до конца использованы.

Выше было отмечено, что «классики не сдавались без боя», однако их усилия оказались тщетными. Почему? Потому, что они не были вооружены диалектическим методом, который мог бы решительно поддерживать их стихийно материалистические намерения. Надо было и дальше бороться за расширение и развитие «этапа», который вовсе не был отгорожен от последующего развития науки. Иное дело, что для удобства исследования (классификации изучаемых процессов) вполне допустимо и целесообразно присваивать определенным группам явлений те или иные наименования. С этой точки зрения можно оправдать названия «теория медленных движений» (классическая механика), «теория быстрых (микро)движений» (квантовая механика и теория относительности). Но это не снимает вопроса о глубокой преемственной связи между различными явлениями природы. Именно об этом важно помнить при построении цельных физических теорий.

Итак, возникнув на основе фактов, до объяснения которых не доросла классическая физика, квантовая механика и теория относительности выработали свой особый лексикон. Процессы микромира получили при этом слишком специфическое толкование, и как результат подобного, слишком резкого «разделения» этапов стало потом казаться, что классическая теория навсегда обречена вращаться в пределах своих наивных и допотопных образов.

Но так ли это на самом деле? Можно ли навечно заморозить некоторый объем наших знаний и не дать им выхода на более широкую арену? Следует ли создавать замкнутые участки научных представлений

перед лицом необъятной и ничем не ограниченной природы? Безусловно, этого делать не следует. Наука развивается не в виде концентрических кругов, когда каждый последующий круг (этап) охватывает собой предыдущие замкнутые круги, а, как указывал В. И. Ленин, развитие идет, «так сказать, по спирали», представляя собой «развитие, как бы повторяющее пройденные уже ступени, но повторяющее их иначе, на более высокой базе...» (1961б, стр. 55).

Из этого вытекает, что новая физика (если бы о ней шла речь) должна была бы повторить старую, но «иначе, на более высокой базе», т. е. в новом качестве. Причем это качество нельзя представлять себе в виде какого-то нового «охватывающего круга», а надо считать его (качество) восходящей ступенью на общей спиральной линии подъема и развития науки, отображающей движение и развитие природных процессов от простых к более сложным.

Если бы теоретическая физика строилась именно таким путем, то мы не имели бы слишком самостоятельного зарождения квантовой механики и теории относительности.

Для того чтобы правильно понять эту основную мысль, следует особо подчеркнуть, что здесь никоим образом не подвергаются сомнению достижения квантовой механики и теории относительности в части их практического (расчетного) использования. В действительности речь идет о физическом (диалектическом) развитии наших знаний, о том, что мы не только обязаны видеть качественное различие между отдельными этапами науки, но и твердо знать о их *цельном* существовании. Этапы — это не разрозненные островки научных знаний, а звенья цепи, зависимые друг от друга и связанные друг с другом.

Исследователи, присвоив в свое время довольно узкому кругу явлений наименование «классический», в дальнейшем этот условный объем знаний стали считать неподвижным, будто бы не имеющим выхода в последующую науку. Именно поэтому многих, кто пытался «новые» явления физически связать со «старыми», легко объявляли консерваторами, якобы выступающими против движения и развития научных знаний. Но выше говорилось, что истинная и единственная задача правильного построения перспективной теории заключается в том, чтобы существующие представления, учитывая все факты, развивать и поднимать на более высокую ступень.

Может показаться, что современная теория так и поступает, поскольку всюду говорится, что новая физика не зачеркивает прежнюю, ньютоновскую физику, а включает ее в свой состав в виде частного (предельного) случая. Таким образом, возникает впечатление, что процесс научного исследования идет закономерным путем, поднимаясь от частного к общему, от малых знаний к большим, охватывая собой как прежние, так и новые, только что обнаруженные явления. В действительности дело обстоит не столь благополучно, как это кажется на первый взгляд.

Сейчас связь между теориями имеет по существу математический характер, согласно которому формулы новой физики в своих предельных значениях переходят в классические соотношения. Но этого недостаточно. Теории должны иметь более широкое физическое соответствие. В конечном результате это не просто теории, стоящие рядом и заменяющие друг друга, а путь неуклонного и неизбежного развития единой теории со своими обязательными качественными переходами. К сожалению, данное обстоятельство не учитывается в полном объеме, и поэтому теоретическая физика оказалась раздробленной на отдельные участки, слабо связанные друг с другом.

Тезис, согласно которому классическая теория является частным случаем современной физики, укрепил в науке представление о том, что будто бы имеется полная и исчерпывающая связь между существующими теориями.

Действительно, если взять формулу теории относительности

$$m_{\text{движ}} = \frac{m_{\text{покоя}}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}, \quad (\text{а})$$

то при относительно малой скорости v названная формула легко переходит в соотношение Ньютона

$$m_{\text{движ}} = m_{\text{покоя}}, \quad (\text{б})$$

поскольку величина $\frac{v^2}{c^2}$ практически стремится к нулю. Точно так же в квантовой механике формула

$$E = h\nu \quad (\text{в})$$

считается специфической для квантовых соотношений. Но если частота ν приобретает малые значения, то квантовые представления начинают приближаться к классическим, поскольку дискретные действия будут восприниматься на опыте в виде «сплошных», практически непрерывных действий.

Однако эти «переходы», являясь по существу *количественными* сравнениями (больше — меньше), фактически не дают полной картины о связи и различии между микро- и макроявлениями. Это можно показать (по аналогии) на примере развития человеческого общества.

Принимая терминологию, существующую в физике, можно было бы сказать, что каменный век является частным современным бытия. Хотя подобное определение может вызвать возражение, но оно получает некоторое оправдание, если развитие общества рассматривать с точки зрения определенного количественного фактора. Допустим, что в качестве численного параметра мы берем энерговооруженность ($\mathcal{E}$), приходящуюся в среднем на каждого жителя современного государства. В таком случае можно написать следующую формулу:

$$\mathcal{E}_{\text{совр}} = A + \frac{Q}{N}, \quad (\text{г})$$

где A — мускульная энергия отдельного человека; Q — общая машинная энергия, используемая в данном государстве; N — число работоспособных жителей этого же государства.

Что же получится, если величина Q в формуле (г) будет стремиться к нулю?

Легко видеть, что энерговооруженность каждого человека станет равняться его собственной мускульной энергии, т. е. в этом случае формула (г), в порядке математического «перехода», отобразит такое состояние человеческого общества, которое было в каменном веке. Следовательно, формула (г) показывает, что при определенных количественных соотношениях (переменном значении величины Q) каменный век становится, в пределе, частным случаем современного общественного уклада.

Математически верно, а фактически явно недостаточно. Почему? Потому, что названная формула всего лишь соединяет «полярные противоположности», но она мало говорит о развитии от простого к сложному, о качественных сдвигах в жизни и развитии человеческого общества, о том, что сам параметр Q не имел ровного и постепенного увеличения и поэтому он, со своей стороны, требует должного качественного уточнения. Таким образом, формула (г), так же как формулы (а) и (в), дает одностороннее (количественное) сравнение «настоящего» с «прошлым», не отображая собою всех действительных «переходов», стоящих на пути от «малого» к «большому».

II. ДИАЛЕКТИКА И ФИЗИКА

Диалектический метод выведен из самой природы. Его питает не «банальность», не «бессмыслица» и не «хитросплетение», как об этом вещал г. Дюринг, а сама живая, вечно изменяющаяся действительность.

Так как «люди мыслили диалектически задолго до того, как узнали, что такое диалектика» (Маркс и Энгельс, 1961, стр. 146), в истории науки имеется немало примеров, когда диалектика (часто стихийная) руководила действиями и замыслами ученых. Уже говорилось, что в наше время исследователи, работающие в различных областях знаний, обращаются к диалектическому методу сознательно. Конечно, здесь не обходится иногда без ошибок и натяжек, но это не может умалить или дискредитировать сам метод. Как бы его ни порочили и ни искажали противники материализма, марксистский диалектический метод остается единственным научным методом познания природы. Безусловно, он будет еще развиваться и совершенствоваться, но и в настоящем виде названный метод является незаменимым средством для творческих исканий и умозаключений.

1. Пассивная диалектика

Современная теория микроявлений считается диалектически оправданной, однако диалектика в ней играет по существу пассивную (поясняющую) роль. Обсуждая этот вопрос, К. А. Путилов правильно отмечал, что некоторые наши теоретики не столько выступают против тех или иных идеалистических концепций в теоретической физике, сколько пытаются доказать, что эти концепции «нетрудно согласовать с диалектическим материализмом, если снабдить их диалектическими пояснениями» (1954, стр. 15).

На первом месте стоят факты, но они требуют не только констатации, но и размышления над ними. Именно здесь возникает потребность в глубоком философском проникновении, и это проникновение нельзя заменить отдельными «пояснениями», хотя бы и сделанными в порядке добрых намерений.

В современной теории существует понятие о так называемой «частице-волне». Сейчас никто не может конкретно (физически) представить себе существование этого объекта, но некоторые философы уже составили для него свое «диалектическое» пояснение (оправдание). Усвоив, что частица и волна по своему физическому происхождению *противоречивы*, именно в этом противоречии некоторые философы находят решение вопроса о диалектическом характере (синтезе) «частицы-волны».

Конечно, противоречия решаются с помощью диалектики. Но она не просто «синтезирует» любые противоречия в «высшем единстве» (здесь легко впасть в эклектику),

а предполагает единство и борьбу противоположностей, ищет тот процесс, развитие которого (при соответствующих условиях) может завершиться взаимоотношением (решением) данных диалектических противоречий.

Возможно, при решении вопроса о «частице-волне» допустимо сослаться на то, что ввиду чрезвычайной сложности данной проблемы сейчас нельзя дать названному объекту надлежащего физического и философского толкования. С этим можно согласиться. Но в таком случае проблема «частицы-волны» должна служить предметом дальнейшего научного исследования. Она никак не может отвечать уверенному заключению, что будто бы представление о «частице-волне», возникшее в процессе наблюдения (созерцания), и есть само по себе решение всей задачи с «позиций диалектического материализма». Подобного рода философскую трактовку «частицы-волны» В. П. Бранский справедливо называет «диалектической иллюзией» (1962, стр. 122).

Дело в том, что сам по себе факт, воспринятый прямолинейно, может вовсе не отвечать тому первоначальному толкованию, которое способно создаться у исследователя. Иногда требуется весьма глубокое и всестороннее изучение факта, чтобы раскрыть его истинное (а не кажущееся) содержание.

Силу и достоинство диалектического материализма составляют не эти довольно торопливые уверения в «диалектичности» тех или иных первоначально возникших мнений. Свое полное значение диалектический метод может показать при создании принципиальных основ теории, в выборе такого подхода к решению задач, который составляет суть общей методологии данной науки. О том, что теоретическая физика все еще ожидает направляющего воздействия марксистской философии и она не может удовлетвориться «диалектическими пояснениями», было сказано С. И. Вавиловым в его последней статье: «Нужны книги и статьи, — писал он, — анализирующие с точки зрения диалектического материализма и современных научных сведений многие вопросы, относящиеся к современной физике. Необходимо провести последовательный анализ основных понятий физики и философии, таких понятий, как пространство и время, материя, масса, энергия, заряд, спин и проч. ... неотложно требуется глубокий диалектико-материалистический анализ основных квантовых явлений и структуры теории относительности» (1952б, стр. 29).

Заклучая свою мысль, С. И. Вавилов писал: «большинство наших физиков почти никогда не высказывается по принципиальным физико-философским проблемам... Необходимо прекратить фактический нейтралитет, безучастность, беззаботность и «заговор молчания» в области философии физики» (там же, стр. 22, 28).

Со времени этих замечаний прошло свыше 15 лет. Сейчас уместно отметить, что многие наши физики нарушили «нейтралитет», о котором писал С. И. Вавилов. В своих работах они ясно определяют диалектико-материалистическую позицию по отношению к основным проблемам современной физики (В. А. Фок, И. Е. Тамм, В. А. Амбарцумян, А. Д. Александров, Д. И. Блохинцев и др.).

Со своей стороны философы, занимающиеся вопросами естествознания, каждый в своей области и в меру своих личных (научных) убеждений, весьма активно и успешно противопоставляют свои материалистические взгляды современному позитивизму (М. Б. Митин, Б. М. Кедров, М. Э. Омельяновский, И. В. Кузнецов, В. И. Сви́дeрский, С. Т. Мелюхин, М. В. Шугайлин и др.).

В последнее время предложена разработка по начертанию физической картины мира, в которой находят свое отображение наши основные физические воззрения (М. В. Мостепаненко). Оригинально и объемно представлены вопросы о материи и сознании, о причинах и следствиях, о явлениях и сущности и пр. А. П. Шептулиным.

Диалектическое освещение некоторых проблем современной физики можно найти в работах В. П. Бранского, который ищет новых путей и новых решений в актуальных и, надо сказать, до сих пор дискуссионных вопросах.

Хотя марксистский диалектический метод един, но использование его различными авторами не однозначно. Поэтому и физики, и философы по многим вопросам не имеют общепринятого (согласованного) толкования. Но это несколько не умаляет развернувшейся творческой работы, к которой столь настойчиво призывал советских ученых С. И. Вавилов.

Большую роль в установлении творческих контактов между физиками и философами сыграло Всесоюзное совещание по философским вопросам естествознания

(1958 г.). В порядке обмена мнениями оно выявило некоторые течения в нашей философской мысли, разработка и соревнование которых должны принести нам дальнейшие идеологические успехи. Можно лишь пожелать, чтобы такие представительные и товарищеские дискуссии проходили у нас систематически (хотя бы каждые 3—4 года).

Научная мысль все время движется вперед, поэтому обмен мнениями в широком физико-философском аспекте безусловно является для нас важнейшим условием для развития и укрепления марксистско-ленинского мировоззрения.

2. Диалектическое отрицание отрицания

Выше было сказано, что для разрешения трудностей, возникших в современной теории, надо до конца использовать то, что осталось в тылу новой физики. Но если имеется задача продолжить и качественно развить прежнюю теорию, то что же остается делать с квантовой механикой и теорией относительности, которыми столь справедливо гордится современная наука? Неужели их можно отменить, не потерпев при этом огромного научного ущерба?

Выводя такой на первый взгляд фантастический вопрос, надо прежде всего иметь в виду, что здесь может идти речь только о диалектическом отрицании, которое не имеет никакого сходства с голой, механической отменой или обычным зачеркиванием и уничтожением. Ф. Энгельс по этому поводу писал, что в диалектике отрицать не значит просто сказать «нет». Это особый вид отрицания, оно имеет такое содержание, в результате которого «получается развитие» (Маркс и Энгельс, 1961, стр. 146). Поясняя эту мысль, Энгельс приводит пример с отрицанием старого (античного) материализма, который не мог по своей ограниченности «выяснить отношение мышления к материи». Это, пишет Энгельс, привело к идеалистическому учению об отделимой от тела душе, затем к представлению о ее бессмертии и, наконец, к монотеизму. Таким образом, «старый материализм подвергся... отрицанию со стороны идеализма» (там же, стр. 142).

Закончился ли на этом поступательный ход науки? Нет, указывает Ф. Энгельс. При «дальнейшем развитии философии идеализм тоже оказался несостоятельным и подвергся отрицанию со стороны современного материализма». Но это отрицание отрицания, добавляет Энгельс, не есть «простое восстановление старого материализма», к его прочным основам присоединилось все то объективное и здоровое, что было накоплено в период идеализма (там же).

Что же общего между этим примером и взаимоотношением классики с новыми теориями? Она, классика, в силу своей прошлой ограниченности получила отрицание (но не голую отмену) со стороны квантовой механики и теории относительности. Однако последние, используя новейшие факты, стали слишком обособленно трактовать эти факты. Развитие теоретической физики пошло односторонним, преимущественно математическим путем. Между новыми и прежними взглядами наметился физически глубокий разрыв, в теории появились неосвоенные и как будто бы противоречивые факты, в результате развитие новой физики явно затормозилось. Если использовать современную терминологию, то ей действительно не хватает сейчас какой-то новой, «безумной» идеи, чтобы стянуть с себя оцепенение и снова встать на путь дальнейшего развития и прогресса.

Не следует, однако, бояться, если ожидаемой «безумной» идеей окажется не возведение теории в новую, еще более абстрактную область, а, наоборот, вполне оправданно возникнет диалектическое отрицание слишком удаленной от своих истоков теории.

Куда же приведет нас это отрицание отрицания? К теории, которая когда-то называлась классической. Но это, как уже отмечалось,

не будет «простое воскрешение старого», по Ф. Энгельсу, или, как писал В. И. Ленин: «Не голое отрицание, не зрящее отрицание, *не скептическое* отрицание, колебание, сомнение характерно и существенно в диалектике... а отрицание как момент связи, как момент развития, с удержанием положительного...» (1963а, стр. 207).

Таким образом, условное возвращение к классике вовсе не будет означать снижения существующего научного уровня или, как может показаться, будто бы явится простым отступлением на архаические позиции прошлого столетия. С диалектической точки зрения это не будет голым отрицанием огромного положительного материала, накопленного новой физикой. Теория, возникшая из старой (в порядке физического и философского развития), не только усвоит всю сумму существующих знаний, но (что очень важно) все эти знания составят закономерный физический ряд, в котором каждое звено, вытекая из предыдущего, должно, в свою очередь, давать начало последующему, вышестоящему звену.

3. Повторение якобы старого

Можно ли привести дополнительные доказательства того, что преодоление трудностей в современной теоретической физике лежит в физическом сочетании всех накопленных знаний на основе марксистской диалектики?

Помимо раскрытия противоречивых тенденций, выявления единства и борьбы противоположностей, переходов количества в качество, важным признаком диалектического восприятия процессов служит и то обстоятельство, что спиральное (поступательное) движение от одних форм связи к другим осуществляется, по В. И. Ленину, так, как будто бы происходит повторение известных черт и свойств низшей стадии в высшей, «возврат якобы к старому» (1963а, стр. 203).

Таким образом, новое создается на основе качественных изменений старого, ибо новое и не могло бы возникнуть, если бы не было старого. Значит развитие, изменение, превращение, переходы и т. п.— это не есть «катаклизмы», когда все прежнее якобы безвозвратно исчезает и бесследно стирается, оно (прежнее) как бы потенциально живет в общей цепи развития и изменения, следовательно, в основе чем-то может напомнить о себе, как-то повториться, хотя, конечно, в высшей, качественно иной стадии. Можно ли заметить диалектическое повторение старого в новой физике?

Оказывается (и это не случайно), при сопоставлении новых и старых явлений между ними найдено некое соответствие, которое ввиду своей общности получило даже наименование «принципа соответствия» (Н. Бор). Однако новая физика (в лице своих стихийных материалистов) не сумела воспринять «принцип соответствия» в его подлинной, диалектической сущности, и он был объявлен мистическим в основе, но приводящим во многих случаях к математически правильным результатам (П. Эренфест, И. Брейт)*.

Из этого примера видно, что диалектика уже настойчиво стучалась в дверь. Она подсказывала исследователям о существовании всеобщих связей в природе, о том, что качественно различные явления все же способны соответствовать друг другу, что в сложном в какой-то степени повторяется простое. Следовательно, даже из стихийного сопоставления различных явлений должно было бы возникнуть намерение

* Более подробно см. об этом в нашей брошюре (Лебедев, 1954, стр. 19—20).

широко и сознательно искать связи между, казалось бы, разнородными фактами. Но это и есть тот первоначальный стимул, который в конечном результате неизбежно приведет к диалектическому преодолению трудностей, всегда существующих в любой науке.

4. Аналогии — наглядное отображение взаимосвязей в природе

Если бы в природе не было взаимосвязей и как бы возврата к старому, то не было бы и возможности находить научно оправданные аналогии. Конечно, аналогии не являются средством доказательства, но в известных границах они могут натолкнуть исследователя на раскрытие более сложных явлений, исходя из более простых и обыденных.

Так, используя аналогию между ядерными силами и силами сцепления частиц в капле обыкновенной жидкости, Я. И. Френкель показал «блестящий пример того, как верно выделенная существенная черта явления позволила подобрать в арсенале старой привычной физики простую модель и с помощью уже привычных представлений углубить и расширить найденную характеристику» (Сморodinский, 1955, стр. 4). Там же сказано, что Я. И. Френкель проявил «большую научную смелость». Это верно. Даже для такого крупного физика, каким он являлся, было небезопасно выдвигать столь далеко идущие сравнения. В условиях, когда существует убеждение, что внутреннее противоречие микрообъектов настолько специфично, что не может быть отражено в более или менее наглядных образах (Штофф, 1958), в этих условиях авторы аналогий могут легко попасть в разряд вульгаризаторов. Подобного рода аттестация при наличии слишком императивных школ безусловно сдерживает выдвижение тех или иных полезных сравнений и тем самым лишает исследователей ценных начинаний.

Видимо, борьба с аналогиями и моделями существует и в других областях наших знаний. Так, например, Г. М. Франк и В. А. Энгельгардт, говоря о биологических проблемах, пишут: «Чрезвычайно пагубным является то, что в отдельных случаях использование метода моделирования, при полном и отчетливом понимании исследователями специфических различий модели и исследуемого объекта, приводит к огульным, некритическим попрекам в упрощенчестве» (1959, стр. 307).

Имея дело с необычными и странными явлениями, многие исследователи считают, что метод аналогий, сводя сложное к простому, будто бы не позволяет ученому возвыситься над существующим мировоззрением, обрекая его вращаться в кругу привычных и неизменных представлений. Но метод аналогий не есть заурядное механическое сравнение. Поиски аналогий и размышления над ними являются *творческим* процессом, способным расширить и углубить знания исследователя.

Удачно найденная аналогия не завершает труда ученого, а служит началом сложного познавательного процесса, так как в сознании мыслящего исследователя она способна постепенно трансформироваться и обогащаться. Конечно, аналогия не сможет в процессе своего развития полностью приблизиться к оригиналу. Но все же общий ход размышлений направлен от первых и грубых догадок к более тонким и сложным, пока наконец у исследователя не возникнет новая идея или по крайней мере какое-то перспективное предположение, не приходившее ему раньше в голову. Если бы это было не так, то наука никогда не вышла бы из круга первобытных моделей. Но поскольку каждая оправданная модель (аналогия) вела и ведет к активному освоению моделируемого явления, то сведение сложного к простому вовсе

не ограничивается этим первоначальным актом. Творческое моделирование ведет к расширению и обогащению данной аналогии, наделяя ее новыми познавательными чертами. В конечном результате это помогает исследователю осваивать новые и вначале непонятные факты. Таким образом, не следует воспитывать пренебрежительное отношение к методу аналогий и отстранять его на том основании, что будто бы современная физика в принципе перестала быть наглядной*.

Действительно, исследователь, встречаясь с новыми явлениями, нередко затрудняется описать и представить себе эти явления в наглядных образах. Но, руководствуясь историей науки, он не должен делать поспешных выводов и объявлять о принципиальной ненаглядности новых образов (как это широко принято в современной квантовой механике и теории относительности). Дело в том, что сам по себе первоначально созданный образ может оказаться не вполне точным (к примеру, «волны вероятности», «частица-волна», «кривизна пространства» и пр.). Следовательно, причина временной ненаглядности явлений может лежать не в той плоскости, в которой их воспринимают в данный момент.

5. О механицизме

Рассматривая классическую физику в пределах законов механики, некоторые представители современной теории, как уже говорилось, склонны в любых моделях и аналогиях видеть снижение научного потенциала, т. е. видеть большую опасность снова оказаться на уровне голого механицизма. Однако это опасение, вероятно, основано на внешних признаках изучаемых явлений. Дело в том, что не следует бояться терминов «механизм» и «механика», если толковать их в духе диалектического материализма.

Как характеризует «механическую концепцию» Ф. Энгельс? Он пишет: «Всякое изменение она объясняет перемещением, все качественные различия — количественными, не замечая, что отношение между качеством и количеством взаимно, что качество так же переходит в количество, как и количество в качество, что здесь имеет место взаимодействие» (Маркс и Энгельс, 1961, стр. 568). Таким образом, основным признаком «механического» мировоззрения является неправильное понимание взаимосвязей между количеством и качеством. С точки зрения механистической концепции взаимное превращение «количество — качество» будто бы происходит непрерывно в порядке постепенного изменения соответствующих параметров. Но в действительности в любом превращении надо четко различать два обязательных этапа: эволюционный период и собственно момент превращения (т. е. активный этап).

Если твердо стоять на диалектических началах, то нет никакой опасности власть в механицизм, ставя, например, вопрос о механизме ядерных реакций или о раскрытии механики движения электронов. Наоборот, подобного рода конкретная задача весьма точно нацеливает исследователя на физическую расшифровку данного явления. При этом вовсе не преследуется цель как-то обеднить или исказить изучаемое явление, напротив, его надо встретить во всем многообразии и сложности. (Во всяком случае термин «раскрыть механизм явления» отображает более активное намерение исследователя, чем общепринятое сейчас выражение «описать данное явление».)

Кстати, можно на конкретном материале показать, что новая физика сама допускает явный механицизм, распространив специфику микромира (его качественную особенность) на весь макромир. Речь идет о так называемом «кванте действия», играющем выдающуюся роль

* Достаточно подробно этот вопрос изложен В. П. Бранским (1962).

в микроявлениях. Эта величина, открытая М. Планком, считается мировой постоянной, т. е. будто бы неизбежно действующей во всей природе — от электрона до галактик. И если квант действия практически не обнаруживается в макромире, то, говорится, только потому, что его величина слишком мала, чтобы быть замеченной на фоне огромных энергий, которыми обладают движущиеся макрообъекты.

Но в действительности микрокванты, связанные с постоянной Планка, являясь спецификой микромира, не могут и не должны быть приписаны макродвижениям. Дело вовсе не в том, что в макродвижениях квант действия сказывается неизмеримо меньше, чем в микродвижениях, а в том, что здесь играет роль качественное различие названных движений, которое невозможно подменить чисто количественной мерой (больше — меньше). Таким образом, универсальное восприятие любых движений, якобы всегда (в принципе) связанных с квантом действия, безусловно не отвечает диалектическому пониманию перехода количества в качество. Именно поэтому принятое сейчас толкование постоянной Планка в виде мировой постоянной нельзя считать иначе, как проявлением и утверждением в новой физике механистической концепции.

Кстати, с этой точки зрения понятны те «тщетные попытки как-то ввести квант действия в классическую теорию», о которых писал сам М. Планк в своей научной автобиографии (1958, стр. 28). Макромиру нельзя навязывать величину, которая отображает специфику микроявлений. Общность между микро- и микроявлениями состоит не в том, что будто бы им свойственна одна и та же величина кванта действия, а в том, что вся природа живет в условиях прерывных действий. Другое дело, что в зависимости от уровня и характера изучения этих действий нам иногда прерывное кажется непрерывным. Но последующее углубление научного исследования всегда выявляло и, видимо, всегда будет выявлять реальную дискретность вместо кажущейся непрерывности.

Итак, можно подчеркнуть, что необходимость борьбы с механицизмом лежит в той плоскости, которая очерчена марксистской диалектикой. Любой другой фронт борьбы способен принести только вред, так как под видом изгнания механицизма можно наложить запрет на поиски истинного знания.

По этому поводу Г. М. Франк и В. А. Энгельгардт, обсуждая проблемы биологии, справедливо отмечают: «...большой ущерб развитию советской биологии наносит порочная тенденция умалывать значение раскрытия интимных механизмов жизненных явлений... под прикрытием борьбы с механицизмом» (1959, стр. 300). Видя механицизм там, где его нет, и не замечая иногда проникновения механицизма в область «высокой науки», мы тем самым тормозим развитие наших знаний, приглушая остроту и действенность теоретического мышления.

III. О ПРЕЕМСТВЕННОСТИ ФИЗИЧЕСКИХ ТЕОРИЙ

Привычка обсуждать вопросы происхождения микроявлений, не считая их с качественным развитием прежних знаний, по существу не дает нам возможности правильно воспринимать истинное содержание некоторых природных процессов. Но иногда преемственность между явлениями выступает столь наглядно, что сразу приходится удостоверять их связь с классической физикой. Так, например, С. И. Вавилов, характеризуя свечение Черенкова, отметил: «Несмотря на своеобразие и сложность явления, оно оказалось в своих основных чертах «классическим», т. е. объяснимым на почве классической теории электронов и учения об электромагнитном поле» (1952а, стр. 332).

Разделение науки на отдельные области объясняется накоплением наших знаний, но это же препятствует широким теоретическим обобщениям, когда в том возникает необходимость. Однако в настоящее время разъединение науки начинает не только стихийно, но и сознательно преодолеваться в процессе ее неудержимого развития. Объединительный процесс различных направлений существовал и раньше. Он будет повторяться и в будущем. Это отображает диалектическое исчезновение полярных противоположностей и будто бы непримиримых противоречий, о чем в свое время писал Ф. Энгельс (Маркс и Энгельс, 1961).

Имея в виду жизнеспособность классической теории, понимая ее как диалектически развивающуюся систему знаний о неисчерпаемых качествах природы, можно из последних научных данных получить подтверждение названному факту. Так, В. А. Фабрикант пишет: «Многие представляют себе так называемую классическую физику как нечто весьма солидное, но скучное и омертвевшее... Парадоксально то, что в новой области физики, названной нелинейной оптикой, имеется много новых, чисто классических эффектов... Появление квантовой электроники привело к развитию и расширению классической оптики» (1965, стр. 26—27).

Можно добавить, что вновь обнаруженные контакты между классической и новой физикой в действительности не представляют собой чего-то неожиданного и парадоксального. Это всего лишь убедительный ответ единой природы на те противоположности и будто бы непреодолимые различия, которые мы ей приписываем.

Утверждая в настоящей работе, что классическая физика далеко не потеряла способности серьезно обсуждать существующие проблемы, вместе с тем было бы нелепо доказывать, что она все может. В классической физике имеются слабые места, поскольку она долгое время

пребывала в состоянии анабиоза. Тем не менее классическая теория далеко не является физикой Галилея — Ньютона. Поэтому в первую очередь надо восстановить ее права, вернее, признание более полных возможностей, которые во многом были занижены при построении основ новой физики. Это, конечно, не означает, что будто бы сразу появится решение всех существующих задач. Освоение новых фактов, безусловно, займет немалое время, но важно наметить правильный путь, который должен привести к успеху.

Ниже перечислены некоторые примеры, которые в определенной степени показывают истинный уровень современной классической теории.

Вопрос об использовании и развитии всех существующих знаний, видимо, волновал и С. И. Вавилова (1952б). Он указывал, что перед нами стоит важная задача: произвести тщательную переоценку прежних итогов нашей науки, воскресить забытые и в свое время не оцененные замечательные достижения прошлого.

1. О мгновенных сигналах

Существуют ли в природе мгновенные сигналы, т. е. действия, распространяющиеся с бесконечно большой скоростью? Во времена Галилея, когда не было должных средств измерения, считалось, что свет (световой сигнал) распространяется мгновенно. Однако уже в конце XVII в. О. Рёмером было доказано, что свет имеет конечную скорость. Все же почти до половины прошлого столетия в физике продолжало существовать представление о мгновенном распространении электрических и магнитных сил — о так называемом явлении дальнего действия. Однако М. Фарадей, а за ним Д. Максвелл доказали ошибочность идеи дальнего действия и тем самым окончательно сняли вопрос о будто бы мгновенном распространении действий. Следовательно, этот факт безусловно является надежной опорой классической физики. Но, будто бы не замечая разницы между физикой Галилея и современной классической теорией, до сих пор без каких-либо оговорок указывается, что по классическим воззрениям воздействия могут передаваться со сколь угодно большими скоростями (Мандельштам, 1950, стр. 197; Александров, 1959, стр. 120, и др.).

Недооценка экспериментальных основ классической физики особенно наглядно проявилась в дискуссии, которая протекала в 30-х годах между В. Ф. Миткевичем и Я. И. Френкелем. Оценивая существо спора, Я. И. Френкель отметил: «Теория эфира предусматривает мгновенное дальнее действие. Я рассматриваю механику частиц, действующих друг на друга, не мгновенно, а с запаздыванием... а силы, которыми оперирует В. Ф. Миткевич, передаются с бесконечной скоростью. В этом вся принципиальная разница». Отвечая своему оппоненту, В. Ф. Миткевич сказал: «Вы говорите, что с защищаемой мною точки зрения Фарадея — Максвелла действие распространяется с бесконечной скоростью, а с вашей точки зрения — с конечной. Я очень удивлен. Именно фарадеев-максвелловская точка зрения внесла в физику представление о конечном распространении электромагнитного действия, и опыт подтверждает теорию» («Электричество», 1930, № 10, стр. 434—435).

Таким образом, в столь важном вопросе, каким является скорость распространения действий, классической физике приписывается то, от чего она давно и безвозвратно отказалась. Тем самым принижаются ее действительные возможности, основанные на представлении о конечной скорости передачи электромагнитных сигналов. Если восстановить

в данном вопросе истинное положение вещей, то в первую очередь придется внести существенную поправку в преобразования Галилея, которые, как известно, имеют следующий вид:

$$x' = x - vt; \quad (1)$$

$$t' = t. \quad (2)$$

Одинаковое показание времени во всех системах отсчета ($t' = t$) по Галилею получается потому, что, помимо ссылки на малую скорость объектов (v), в прежней физике допускалась бесконечная скорость светового сигнала. Но будет ли измерение времени абсолютным, если принять во внимание, что любой электромагнитный сигнал, имея конечную скорость (по Фарадею — Максвеллу), всегда должен затратить некоторый промежуток времени, чтобы преодолеть расстояние между инерциальными системами? Ясно, что в этом случае выражение (2) окажется несостоятельным и поэтому оно должно принять вид, совместимый с требованиями физики Фарадея — Максвелла, т. е.

$$t' = \frac{x - vt}{c} = \frac{ct - vt}{c} = t - \frac{vt}{c} = t - \frac{vct}{c^2} = t - \frac{vx}{c^2}. \quad (3)$$

Преобразование (3)* показывает, что в относительно (инерциально) движущихся системах можно зарегистрировать несовпадающие показания часов. Это в значительной степени устраняет тот непримиримый разрыв, который действительно существует между архаическим преобразованием (2) и современными преобразованиями времени по Лорентцу — Эйнштейну. Что касается «иногo темпа времени» в различных инерциальных системах (А. Эйнштейн), то это требует особого обсуждения (см. Приложения I и III).

Если обратиться к вопросу о том, существуют ли вообще в природе реальные скорости выше скорости света, то в настоящее время этот вопрос надо считать спорным. Вместе с тем с философской точки зрения вряд ли можно допустить, что природа ограничила себя предельной скоростью. Действительно, в последнее время факты заставляют исследователей выдвигать и такие теории, в которых допускается сверхсветовая скорость (например, внутри «элементарных» частиц).

Особо стоит вопрос о независимости скорости света от движения источника света (второй постулат специальной теории относительности Эйнштейна). Если свет рассматривать как проявление волнового процесса, то названный постулат в полной мере отвечает действительности, но его не следует распространять на величину $c \pm v_{\text{приемника}}$ света, которая должна иметь свое относительное значение (см. дальше).

2. Свойства и отношения

В релятивистской физике выдающуюся роль играет представление о так называемой относительности. В своем конкретном виде относительность приобретает важное значение при истолковании релятивистских эффектов (изменение масштабов, времени и массы в движущихся системах). Обсуждая вопрос о физическом смысле этих эффектов, А. Д. Александров пишет: «Снаряд, вылетая из орудия, несколько сжимается от встречного давления воздуха, снятые с руки часы изменяют свой ход из-за некоторого охлаждения и т. д. Все это не имеет отношения к релятивистским эффектам. Эти эффекты касаются не изменения

* В зависимости от расположения источника света и направления движения системы можно написать еще несколько вариантов классического преобразования времени, учитывающего конечную скорость распространения света (c).

свойств тела, а проявления этих свойств в отношении к тем или иным телам» (1959, стр. 110).

Можно ли считать, что классическая физика отстала в данном вопросе и будто бы не в состоянии правильно обсуждать проблемы, связанные с относительностью? Этого сказать нельзя потому, что новая физика, как видно из приведенной цитаты, не вносит каких-либо изменений в толкование свойств и отношений по сравнению с прежними, классическими представлениями. Еще К. Маркс дал следующее, вполне исчерпывающее разъяснение свойств и отношений. Он писал: «...свойства данной вещи не возникают из ее отношения к другим вещам, а лишь обнаруживаются в таком отношении...» (Маркс и Энгельс, 1960, стр. 67).

Но именно такое (классическое) определение свойств и отношений и дает возможность новой физике воспринимать релятивистские эффекты не в виде создания и изменения новых свойств в данных объектах, а в виде проявления уже существующих свойств в их отношениях к тем или иным телам. Поясняя эту мысль, А. Д. Александров отмечает: «Общая ошибка состоит здесь в смешении свойств тел с относительными проявлениями этих свойств» (1959, стр. 110). Что касается классической теории, то она не делает той «общей ошибки», о которой пишет автор. Следовательно, и в этом вопросе между классической и новой физикой существует не столько различие, сколько вполне заметное физическое сходство. Классические воззрения в этом отношении не нуждаются в каком-либо дополнении или исправлении, поскольку они способны отвечать (в данном пункте) имеющимся фактам.

Однако следует отметить, что некоторые исследователи изменение параметров тела в различных инерциальных системах объясняют не свойством отношений, а прямым воздействием самого движения (см.: Омеляновский, 1956, стр. 132 — 133). Но сам А. Эйнштейн, говоря о релятивистских эффектах, указывал, что они определяются «не движением самим по себе, не имеющим для нас смысла, но движением относительно избранного тела отсчета» (Эйнштейн, 1965). Здесь явно выражена идея кинематических отношений, из чего вытекает, что не следует защищать тезис, который чужд подлинной теории Эйнштейна (см. Приложение II).

3. Пространство и время

Известно, что вопросам материи, движения, пространства и времени Ф. Энгельс и В. И. Ленин посвятили обширные исследования. Если в физике Ньютона пространство и время принимались в виде независимых категорий, т. е. будто бы органически не связанных с движущейся материей, то Энгельс, опровергая названное представление, писал: «...обе эти формы существования материи без материи суть ничто, пустые представления, абстракции, существующие только в нашей голове» (Маркс и Энгельс, 1961, стр. 550).

Принимает ли в расчет новая физика, что дорелятивистская наука уже четко и решительно выявила нераздельную связь (единство) движущейся материи с пространством и временем? К сожалению, и в данном вопросе классическая теория не получила должного признания. Я. А. Смородинский, как бы считая, что проблема пространства, времени и движущейся материи к моменту создания теории относительности все еще находилась на уровне идей Ньютона, пишет, что только в теории относительности пространство и время получили должную связь с материей и ее движением (1956). М. Э. Омеляновский тоже свидетельствует: «Для классической физики пространство и время по сути дела были самостоятельными сущностями; в законах классической ме-

ханики пространственные и временные понятия выступали как не связанные друг с другом» (1956, стр. 132).

Позволительно спросить, в законах какой классической механики? Ньютонической или более поздней, которая уже стала исходить из диалектического понимания связи пространства и времени с движущейся материей? Неужели за триста лет никто и никаким образом не внес существенных изменений во взгляды Ньютона по данному вопросу? Почему же только в теории относительности пространство и время оказались связанными с материей и ее движением? Стоит лишь задать эти вопросы, как ясно вырисовывается весьма заниженная оценка тех научных ресурсов, которыми фактически располагает классическая физика.

Подчеркивая превосходство релятивистской физики, которая использует в своем научном обиходе слитное существование «пространства — времени» (вместо классического «пространства и времени»), А. Д. Александров пишет, что употребление термина «пространство — время» «было невозможно в рамках представлений классической физики. Там считалось, что воздействия могут передаваться со сколь угодно большими скоростями» (1959, стр. 120). Что можно сказать по поводу этого замечания, направленного в адрес классической физики? Оно не соответствует действительности по двум причинам. Во-первых, классическая теория вполне может освоить якобы специфическое и будто бы неприемлемое для нее понятие «пространство — время». Почему? Потому, что классика всегда считала, что ни одно событие не может протекать только в пространстве (вне времени) или только во времени (вне пространства). Таким образом, слитное понятие «пространство — время» не противоречит принципиальным основам классической физики, поскольку они (пространство и время) всегда выступают совместно. Во-вторых, уже было показано, что современная классическая теория далеко ушла от физики Галилея — Ньютона, и в частности она не может принять на свой счет утверждение (см. выше), что будто бы воздействия в природе «могут передаваться со сколь угодно большими скоростями».

Итак, при обсуждении проблемы пространства и времени (пространства — времени) классическая физика незаслуженно оттесняется на позиции трехсотлетней давности. Конечно, с такой физикой легче спорить, но при этом теряется должная оценка объективных фактов.

4. Существует ли абсолютная одновременность и неодновременность событий?

Какие события можно считать одновременными? Для дровосека удар топора по дереву и возникающий при этом звук практически являются событиями одновременными. Но если за работой дровосека наблюдать со стороны, то мы сначала будем фиксировать (зрительно) удар, а потом с некоторым опозданием услышим звук. Такое сочетание одновременности и неодновременности событий можно также получить при рассмотрении следующего примера.

Пусть в некоторой точке вблизи железнодорожного полотна находится неподвижный наблюдатель. Допустим также, что в тот момент, когда электровоз, движущийся с большой скоростью, поровняется с нашим наблюдателем, в этот момент, скажем, на расстоянии пяти километров будут произведены два взрыва (слева и справа от наблюдателя). Примерно через 15 сек (если воздух совершенно спокоен, т. е.

нет ветра) звуковые волны с обеих сторон одновременно подойдут к неподвижному наблюдателю, и, таким образом, для него оба события (два взрыва) окажутся одновременными. Но будут ли эти события одновременными для машиниста электровоза, который с большой скоростью приближается к месту одного взрыва и с такой же скоростью удаляется от места другого? Ясно, что в этом случае звуковые волны от взрывов подойдут к движущемуся наблюдателю (машинисту) неодновременно. Почему приходится обсуждать здесь вопросы, которые по своему содержанию вполне элементарны? Это вызывается тем, что в проблеме одновременности событий новая физика также приписывает классической теории не свойственные ей взгляды.

Так, например, говорится: «В классической физике у нас были одни часы, одно течение времени для всех наблюдателей во всех системах. Время, а стало быть, и такие слова, как «одновременно», «раннее», «позднее» имели абсолютное значение независимо от какой-либо системы» (Эйнштейн, Инфельд, 1948, стр. 165). Но только что рассмотренные примеры показывают, что одни и те же события могут казаться нам и более ранними, и более поздними. Все зависит от расстояния наблюдателей до места событий.

Почему же этот давно решенный и предельно ясный вопрос снова оказался в числе жгучих проблем и новой физике еще раз пришлось заняться его обсуждением? Все это объясняется обстоятельством, о котором говорилось выше.

Дело в том, что, опровергая взгляды Галилея, Эйнштейн справедливо, но с опозданием на полстолетие отметил: «... мы не можем... определить время событий, пренебрегая их расстоянием до часов, ибо нет никаких «мгновенных сигналов», которые мы могли бы употребить, чтобы сравнить время событий с показаниями часов» (Эйнштейн, 1955, стр. 28). Это утверждение вполне отвечает классическому мышлению (в природе нет мгновенных сигналов). Поэтому одновременность и неодновременность событий действительно является относительным понятием как для классической физики, так и для теории относительности.

Другое дело, что теория Эйнштейна в эту проблему включила еще вопрос о «транспортировке часов», т. е. о том, что часы могут изменить свой ход во время их переноса. Но это особый вопрос, который требует дополнительного рассмотрения (см. Приложение III).

Итак, если бы существовали бесконечно быстрые сигналы, то информация о любых событиях могла бы мгновенно прийти в любую точку пространства независимо от расстояния. Поэтому никто не мог бы спорить о том, какое событие произошло раньше и какое позже. Все наблюдатели имели бы в своем распоряжении абсолютные данные об очередности всех мировых событий.

Следовательно, и в этом важном вопросе классическая теория занимает те же самые позиции, что и релятивистская физика. Значит, проблема одновременности и неодновременности событий вовсе не является спецификой новой физики. Названная проблема столь же просто и естественно решается в пределах современной классической теории, поскольку она без колебаний отвергает мгновенную передачу сигналов.

5. Принципиальный вопрос: «Существует ли мировая среда?»

Большим недостатком прежних взглядов современная физика считает так называемую «проблему эфира». Имеется устойчивое мнение, что якобы в трактовке этого вопроса классическая физика до сих пор находится в плену механистических представлений, поскольку строение эфира когда-то хотели понять с помощью грубых механических моделей (подобных на сочетание пружин, зубчатых зацеплений и пр.).

Конечно, никто теперь не пытается ссылаться на столь примитивные аналогии, ибо ближайшей задачей является сейчас не разгадка архитектуры эфира (как он устроен), а решение основного, принципиального вопроса: есть мировая среда, или она не существует? Новая физика на том основании, что изучение эфира натолкнулось на большие трудности, пришла к выводу, что «наступил момент, когда следует совершенно забыть об эфире и постараться никогда не упоминать о нем» (Эйнштейн и Инфельд, 1948, стр. 168).

Во многих публикациях также решительно подтверждается, что представление о мировой среде имеет явно искусственный характер. Эта искусственность часто доказывается ссылкой на безуспешные попытки обнаружить названную среду. Говорится, например, что «плотность и давление воздуха доступны самым грубым измерениям. Все попытки узнать что-либо о плотности и давлении эфира ни к чему не привели» (Ландау, Румер, 1960, стр. 24).

Но полезно напомнить, что во времена Аристотеля о давлении и плотности воздуха знали не больше, чем мы знаем сейчас о свойствах мировой среды. Кто же может в связи с этим утверждать, что современная наука в данном вопросе уже сказала свое последнее слово? Ясно, что столь тонкую материальную сущность, какой, очевидно, является мировая среда, безусловно, нельзя раскрыть слишком простыми средствами. Именно поэтому здесь не следует делать поспешных выводов, тем более, что в своей области она неотвратимо заявляет о своем существовании.

Среду трудно обнаружить только в том случае, если на нее не воздействовать, если не возбуждать в ней тех или иных процессов. Но поскольку эти процессы в мировой среде существуют (различные электромагнитные явления) и мы в состоянии их фиксировать, то тем самым в принципе доказывается и само наличие мировой среды — «поля»*.

Кстати, если нет мировой среды, то пришлось бы признать «мировую пустоту», что совершенно абсурдно. Даже А. Эйнштейн в конце концов вынужден был согласиться (правда, с большими оговорками), что пространство немислимо без эфира, ибо в таком пространстве не было бы распространения света. «Можно принять существование эфира, — говорил Эйнштейн, — не следует только заботиться о том, чтобы приписывать ему определенное состояние движения...» (1965, стр. 685).

Это вынужденное признание не является полным. Диалектический материализм утверждает, что нет материи без движения. Следовательно, и в этом вопросе диалектика активно направляет мысль исследователя на поиски «неуловимого» движения.

Вопрос о строении и свойствах мировой среды конечно нельзя считать простой и легкой задачей. Здесь встречается много противоречий

* Более подробно этот вопрос рассмотрен в нашей работе «О некоторых дискуссионных вопросах современной физики» (1955), а также в докладах: «Место теории относительности в науке». (Физическая секция МОИП 1964 — 1966 гг. и Центральный лекторий Ленинградского отделения общества «Знание», декабрь 1966 г.).

и странностей. Однако в научных исследованиях почти на каждом шагу приходится иметь дело с противоречиями и загадками и их надо решать, а не отбрасывать сложную проблему в целом.

Как же обстоит дело с признанием мировой среды в настоящее время? Под напором новейших фактов (опыты А. Лэмба и др.) по существу снова пришлось вернуться к тому, что так решительно было отвергнуто новой физикой. Касаясь этого вопроса, Д. И. Блохинцев пишет: «...то, что мы считали пустотой, на самом деле является некоторой средой. Назовем ли мы ее по-старинному «эфиром» или более современным словом «вакуум», от этого суть дела не меняется» (1952, стр. 393). Виднейший зарубежный физик П. Дирак в связи с этой проблемой отмечал, что эфир был упразднен, но если пересмотреть вопрос в свете современных знаний, то теперь могут быть выдвинуты солидные соображения в пользу постулирования эфира (Dirac, 1951).

Вместе с тем принципиальное признание среды не следует сейчас, по нашему мнению, осложнять такими задачами, как вопрос о ее детальной структуре, о ее поведении и свойствах, о ее «увлекаемости» или «неувлекаемости» и пр. Физическая сущность среды, конечно, является для науки делом первостепенной важности, но ведь прежде всего надо признать то, что в дальнейшем подлежит подробному исследованию.

В свое время, анализируя противоречия, связанные с мировой средой, А. Эйнштейн и Л. Инфельд писали, что в физике «возникло одно из наиболее драматических положений... построение простой, механической модели эфира оказалось невозможным» и именно поэтому его пришлось вычеркнуть из «семьи физических субстанций» (1948, стр. 165). Но теория, лишившись «мировой субстанции», фактически попала в тяжелое положение. Игнорируя среду, трудно понять действительное содержание большинства микропроцессов, особенно тех, которые связаны с высокими скоростями, или, иначе говоря, когда поправочный коэффициент

$$\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}},$$

учитывающий суммарное влияние среды, становится существенно больше единицы.

Выше говорилось о диалектической связи между различными явлениями. Природа на каждом шагу заявляет об этом своем свойстве. Конечно, мировая среда имеет глубокое качественное отличие от всех известных нам субстанций (твердое, жидкое, газообразное и плазменное состояния вещества). Тем не менее коэффициент, свойственный микромиру

$\left(\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \right)$, возможно, не случайно напоминает собой множи-

тель, экспериментально выявленный в газодинамике: $\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{a^2}}}$, где v — скорость

объекта, движущегося относительно воздуха, и a — скорость звука в воздухе. Если эта аналогия не является простым совпадением, то процессы быстрого перемещения частиц в мировой среде и различных тел в воздухе очевидно имеют что-то общее. Этим общим, видимо, является неустраиваемое, хотя и различное взаимодействие любой субстанции с теми объектами, которые в ней перемещаются.

Итак, серьезное и неотступное обсуждение вопроса о мировой среде (на современном научном уровне) несомненно явится самым важным и наиболее прогрессивным обстоятельством для развития новейшей физики. С признанием среды возникнет полная возможность приступить

к решению тех сложных задач, которые автоматически исчезли, как только была «устранена» среда (эфир).

Безусловно, придется работать и над вопросом, как устроена эта явно немеханическая система, но это дело времени и тех научных поисков, для которых с признанием мировой среды откроется широкая перспектива.

Важно отметить, что научная мысль, несмотря на «запрещение» среды, продолжала и продолжает работать. Не имея, однако, возможности говорить о строении среды («эфира нет!»), исследователи обратились к «строению пространства». Возникла мысль (Д. Д. Иваненко, Х. Снайдерс и др.), что пространство *дискретно*, прерывно. Но когда вещи и понятия в этой области встанут на свое место, то может оказаться, что речь идет не о квантованном пространстве, а фактически о строении среды, заполняющей пространство. На глубоком уровне исследования и эта среда должна, очевидно, лишиться своей кажущейся «сплошности» и предстать перед нами в своем дискретном виде.

6. Можно ли устранить понятие «количество вещества»?

Слабым пунктом классической теории считается также ее устаревшее представление о массе тел и частиц. Дело в том, что со времени Ньютона масса трактовалась как мера количества вещества. Однако В. Кауфманом в начале текущего столетия (1901 г.) было экспериментально доказано, что масса быстродвижущихся частиц (электронов) зависит от скорости: чем выше скорость частиц, тем сильнее возрастает их масса. В связи с этим в физике возникло явное противоречие: если масса есть мера количества вещества, то как же оно (вещество) может увеличиваться от скорости? Это противоречит закону сохранения материи, ибо материя не в состоянии самопроизвольно увеличиваться или уменьшаться, она может только эквивалентно переходить из одного вида в другой. Поэтому требовалось объяснить, почему в опытах Кауфмана масса способна была изменяться всего лишь от увеличения скорости данного объекта.

При решении этой задачи исследователи рассуждали так: если ньютоновская масса, отображающая собой количество вещества, не может изменяться от скорости, но она все же изменяется, значит, понятие «масса» должно иметь другое определение, созвучное с опытами Кауфмана. Именно поэтому прежнее определение массы было оставлено, и оно получило окончательную связь с явлением инертности: масса стала трактоваться как мера инертности тел (частиц).

Но если массу потребовалось определить по-новому, то какая же другая величина обязана отображать теперь меру количества вещества? Ведь это понятие не может исчезнуть из нашего научного и технического обихода, мы все живем в материальном мире и поэтому постоянно сталкиваемся с той или иной количественной мерой вещества (миллионы тонн выплавленного металла, добытого угля и нефти, собранного зерна и хлопка, купленного и проданного товара и пр.).

К сожалению, в современной физике, как это ни странно, понятие количества вещества исчезло. Оно не было приписано какой-либо новой величине, способной отобразить столь обязательную характеристику материального мира. Определяя отношение к этому вопросу, наиболее решительные последователи «нового курса» пишут: «Современная физика выяснила, что самое понятие «количества вещества» в теле не имеет смысла и должно быть устранено из науки». Даже о массе покоя говорится, что она «не есть мера количества вещества, а связана с его энергией» (Гуревич, 1957, стр. 29, 32).

Возникает принципиальный вопрос: можно ли примириться с положением, когда в результате определенного толкования фактов многие теоретики потеряли меру количества вещества? Конечно, в основании науки лежат факты, но ни один опыт, каким бы он ни казался потрясающим или катастрофическим, не может навязать нам абсурдного мнения, что понятие количества вещества в теле не имеет смысла и должно быть устранено из науки.

Понятие о количестве вещества первоначально, оно непосредственно связано с материальной сущностью природы, и именно поэтому мы безусловно обязаны его сохранить. Здесь не может быть никаких споров или сомнений. Речь идет о фундаментальном признаке природы, о ее количественном факторе, который наряду с качественными переходами обязан иметь место в любом материальном акте. Таким образом, опытам Кауфмана и всем последующим экспериментам этого же рода надо найти такое объяснение, чтобы никак, ни прямо, ни косвенно, не устранять понятия количества вещества. Если с самого начала встать на эту точку зрения, то масса как мера количества вещества, конечно, не должна и не будет меняться от скорости. Но что же создает впечатление, что масса тела при его движении будто бы не остается постоянной?

Напомним, что в природе нет ни одного тела или частицы, которые были бы абсолютно изолированы от окружающего мира и, следовательно, не имели бы с ним того или иного взаимодействия. Но если есть взаимодействия, то они же (взаимодействия) выступают в качестве «препятствий» при перемещении тел. Именно это оправдывает известный термин «инерциальное сопротивление». Таким образом, данное количество вещества (масса) не может двигаться «бесплатно» (беспричинно). Любой процесс перемещения тел (частиц) требует расхода энергии. Причем для увеличения скорости объекта необходима и более высокая энергия. Зачем? Не для того ли, чтобы преодолеть «увеличивающуюся массу» объекта? Нет, для того, чтобы преодолеть те реальные взаимодействия объекта с окружающим миром, которые возникают по мере увеличения его скорости.

Вместо того, однако, чтобы учитывать изменение взаимодействий движущихся тел (частиц) с окружающим миром, все сложные перемещения объектов (включая и возможное участие в движении так называемой «присоединенной массы среды») — все это фиксируется сейчас в понятии «инертная масса», которое, кстати сказать, до сих пор физически раскрыто неполностью (Сорокин, 1958, стр. 103).

Учитывая всю сумму опытных данных, понятие массы в современной физике получило многозначный смысл: инертная масса; тяжелая, или гравитационная, масса; масса как мера собственной энергии тела. Все это сильно затрудняет ее прямое физическое восприятие, поскольку в одном термине совместились различные свойства материальных объектов. Чтобы избежать этого исторически сложившегося наслонения, необходимо понятие массы уточнить, вернув ему единственно возможный и единственно правильный физический смысл. Если масса снова получит свое истинное физическое содержание (масса есть мера количества вещества), то все кажущиеся противоречия в восприятии и толковании массы исчезнут.

Но как же быть с понятиями «тяжесть», «инертность» и «энергоемкость», которые сейчас на равных правах записаны в совокупное понятие массы? Дело в том, что эти понятия сами по себе не могут претендовать на то, чтобы их наравне с данным количеством вещества называли массой. Они являются всего лишь свой-

ствами данного количества вещества (массы) и поэтому, имея подчиненный характер, должны получить наименования:

тяжесть (весомость) данного количества вещества (массы);
инертность данного количества вещества (массы);
энергоёмкость данного количества вещества (массы).

К этому можно добавить: магнитность данного количества вещества (массы), электропроводность данного количества вещества (массы) и другие частные или общие свойства веществ.

Итак, в сложном толковании массы классическая физика сохранила, по нашему мнению, правильную позицию; согласно которой масса считалась раньше и должна считаться впредь мерой количества вещества.

Л. Б. Баженов (1966) высказывает категорическое суждение о бесплодности понятия массы как меры количества материи. В защиту этого взгляда автор выдвигает положение, что «количественная определенность материи» не влечет за собой понятия «меры количества материи». Противопоставляя друг другу эти определения, Баженов по существу взял на себя неблагодарный труд доказать недоказуемое: нет меры количества вещества — материи. К сожалению, автор с необыкновенным упорством отстаивает и другие взгляды, не выдерживающие современной критики. Он снова возрождает принцип дополнительности Н. Бора, приписывая этому принципу глубокую диалектичность; легко находит «разумное» объяснение встречи дряхлого сына с молодым отцом; защищает «непрерывность волн», хотя ему известно, что действие каждой волны дискретно и т. д.

В своей работе Л. Б. Баженов не столько обсуждает текущие проблемы, сколько непримиримо насаждает такие мнения, которые давно стали дискуссионными (стр. 40—44, 71—72, 173).

Вместе с тем надо отметить и те трудности, о которых нельзя умолчать при обсуждении физической сущности массы тел (частиц).

Например, если массу воспринимать в виде меры количества вещества, то вместе с этим мы «оставляем вне рассмотрения поле, как особый вид материи», из-за чего возникает сложная и нерешенная задача: как производить измерение количества материи. Именно поэтому некоторые исследователи (Н. Ф. Овчинников и др.) не хотят признать массу мерой количества материи. По существу это сводится к утверждению, что нет смысла вводить и признавать такие величины, которые нельзя измерить. Но в свое время люди не могли измерить космических расстояний (например, расстояния от Земли до Солнца), однако на этом основании никто не утверждал, что таких расстояний вообще не существует. Измерение величин (объективно существующих) — дело техники. То, что трудно измерить сейчас, будет измерено в будущем.

Таким образом, говоря о материи, надо прежде всего признать, что она, как таковая, должна иметь (и, безусловно, имеет) свою количественную меру. И если сейчас нет универсального способа измерения любого вида материи, то к такому способу надо, по возможности, стремиться, а не ставить под сомнение саму идею о количестве вещества — материи.

Вторая трудность, связанная с первой, заключается в том, что масса (количество вещества — материи) может быть познана только в результате фиксации ее взаимодействий с окружающим миром. Но даже такое вездесущее и универсальное взаимодействие, как гравитация, во-первых, не является единственным и, во-вторых, не имеет постоянного значения (зависит от расстояния между взаимодействующими объектами). Все это может создавать у нас впечатление, что данная масса (данное количество вещества — материи) изменяется, в то время

как в действительности меняется не сама масса как таковая, а ее взаимодействие с окружающим миром*.

Приведем по поводу «изменения» массы следующий пример. Представим себе кусок железа, уравновешенный на чашке весов. Если к этому железу подвести снизу сильный магнит, то равновесие нарушится, кусок железа станет «тяжелее», его масса как бы увеличится, хотя ясно, что общее количество взятых атомов железа осталось прежним. О чем говорит этот пример? О том, что взаимодействия данного количества вещества с миром не только могут быть различными, но они способны суммироваться (вычитаться). Это также в состоянии вызвать у нас впечатление об изменении массы вещества.

Сейчас в физике «элементарных» частиц существует весьма острая проблема: названные частицы не удается строго классифицировать по массам, ибо сама причина происхождения масс далека от своего решения**. Но именно в связи с этим возникает вопрос: правильно ли вообще определены табличные массы элементарных частиц?

Наиболее ярким примером этого рода является загадка μ -мезона. По этому поводу говорится: «Большинству физиков загадка μ -мезона доставляет танталовы муки. Так много известно о сходстве электрона и μ -мезона и так мало о причинах громадного различия их масс» (Форд, 1965, стр. 218).

Но если учесть, что сейчас нет абсолютного метода определения масс (данного количества материи) и что масса объектов оценивается по их взаимодействию с окружающим миром, которое в зависимости от изменения некоторых факторов может меняться, то и весь вопрос о подлинном спектре масс, видимо, подлежит дальнейшему изучению (см. Приложение VI). Надо еще раз критически рассмотреть физическую идентичность существующих табличных масс и только после этого приступить к классификации «элементарных» частиц по названному параметру***.

7. Инерциальное движение. Можно ли наблюдать абсолютную скорость?

Имеется еще одна проблема, рассмотрение которой с классических позиций может принести полезные результаты. Вопрос касается инерциального движения, когда предполагается, что тело при компенсации сил перемещается прямолинейно и равномерно. Вводя понятие о таком теоретическом движении, Галилей выдвинул при этом положение, что наблюдатель, находясь, скажем, в трюме корабля, не сможет решить задачу: движется ли он инерциально или находится в покое. В современной физике это суждение Галилея выражено в более решительной (обобщенной) форме. Говорится, что нет никакого средства обнаружить абсолютное прямолинейное и равномерное движение свободного тела, находясь внутри данной системы.

Прежде всего возникает вопрос, почему исследователь не может решить эту задачу (движется он или нет) вполне простым и доступ-

* Здесь не обсуждается вопрос о так называемой «присоединенной массе» среды — «поля». Это требует более подробного рассмотрения (см., например, книгу Г. П. Мальковского, 1961).

** Говоря о проблеме «элементарных» частиц, необходимо отметить работу И. Л. Герловина «Некоторые вопросы систематизации элементарных частиц» (1966). Свою основную физико-математическую идею автор разрабатывал свыше двадцати пяти лет и безусловно добился интересных результатов.

*** Более подробные данные по этому вопросу изложены в наших докладах на Физической секции МОИП: «Масса и ее физическое содержание» (февраль 1964 г.) и «К расчету ядерных реакций» (март 1965 г.).

ным образом: стоит ему выглянуть из своей изолированной кабины (или трюма), как он сейчас же убедится в своем движении или покое. Оказывается, этот вопрос обсуждался, но некоторые представители современной физики довольно иронически смотрят на таких простаков, которые поставленную задачу хотят решить столь доступным образом.

Впрочем, современная физика даже в бесспорных фактах усматривает иногда проявление каких-то загадок. Касаясь обсуждаемого здесь вопроса, М. Гарднер пишет: «Если мы находимся в мягком, равномерно движущемся поезде, то чтобы убедиться, что мы движемся, нужно выглянуть в окно и посмотреть на какой-то другой объект, скажем, телеграфный столб. Но даже тогда мы не можем сказать достоверно, проходит ли поезд мимо столба или столб мимо поезда» (1965, стр. 44). Здесь явно сказывается стремление к усложнению простейшей ситуации, в которой легко может разобраться любой человек с минимальным житейским опытом.

Известный американский физик Р. Фейнман весьма откровенно высмеял таких наивных людей (называя их, кстати сказать, философами), которые, по его мнению, «всегда топчутся около нас, они мельтешат на обочинах науки, то и дело порываясь сообщить нам что-то. Но никогда на самом деле они не понимали всей тонкости и глубины наших проблем» (Фейнман и др., 1965, стр. 24). В чем же заключается «тонкость и глубина проблемы», когда исследователя сажают в наглухо закрытую кабину (трюм), снабжают его любыми измерительными приборами, но запрещают ему «выглянуть наружу»? Р. Фейнман поясняет, что здесь речь идет о проверке нашей возможности «засечь абсолютное движение», что «определить абсолютную скорость — это все равно, что решить, можно ли выяснить из эксперимента состояние движения или покоя корабля, не выглядывая в иллюминатор» (там же, стр. 25).

Итак, что же дает эксперимент? Во времена Галилея, когда только что зарождалась измерительная техника, безусловно нельзя было заметить инерциального движения, находясь в трюме корабля. Именно это побудило Галилея высказать свое положение о неразличимости покоя и инерциального движения. Но можно ли в наши дни, в век высокой измерительной техники, безоговорочно утверждать, что никакими средствами нельзя обнаружить инерциальное движение?

Этот вопрос связан также с отрицательными результатами опытов Майкельсона — Морлея. Говорится, что названные опыты не обнаружили абсолютного движения (относительно абсолютно покоящегося «эфира»). Но по существу этого и следовало ожидать, поскольку в мире нет ничего, что могло бы пребывать в абсолютном покое (см. Приложение V).

Приведем следующий умозрительный опыт. Представим себе, что имеется некая изолированная кабина, которая могла бы стоять на месте или без шума и толчков равномерно двигаться по идеально гладкой дороге. Есть ли сейчас такие измерительные средства, которые помогли бы исследователю доказать свое инерциальное перемещение?

Ввиду того что мир неоднороден, перемещение кабины с наблюдателем не только связано с переменой места, но и с переменной взаимодвижений данного объекта (кабины) с окружающим миром. В частности, совершенно невозможно экранировать себя от воздействия гравитационного поля.

Здесь нужно отметить, что выводы специальной теории относительности во многом построены на определенных допущениях. В частности, этой теорией принимается абсолютная однородность пространства и полная независимость явлений от гравитационных воздействий. Это неизбежно ведет к абсолютной форме принципа относительности, согласно которому в любых инерциальных системах все законы строго одинаковы (первый постулат Эйнштейна). Но так как все теории в конце концов проверяются практикой, то по мере их развития мы обязаны учитывать (устранять) и те неумеренные допущения, которые были сделаны при создании теории. Это и есть путь познания истины, когда исследовательская мысль направляется

«от живого созерцания к абстрактному мышлению и от него к практике...» (Ленин, 1963а, стр. 152 — 153). С этой точки зрения в современном виде принцип относительности Галилея—Эйнштейна должен иметь ясное ограничение. Практически его можно считать правильным только в тех случаях, когда системы находятся друг от друга на достаточно *близком* расстоянии и когда их «инерциальная» скорость относительно *мала*.

Впрочем, говорится, что специальную теорию относительности дополняет общая теория относительности, поскольку в ней учитывается действие гравитационного поля. Однако существование теории тяготения не отменяет релятивистской механики. Специальная теория относительности, имея по существу самостоятельное значение, продолжает неограниченно пользоваться своими допущениями и теми выводами, которые вытекают из этих допущений.

Предположим, что кабина, двигаясь инерциально, проходит над Курской аномалией. Ясно, что приборы в кабине покажут заметное изменение ускорения силы тяжести (т. е. усиление гравитационного поля). Но это может произойти только в случае движения (перемещения) кабины относительно Земли, а не в результате ее покоя. Таким образом, в наши времена можно заметить то, что в век Галилея было совершенно недоступным для наблюдений.

Полезно еще раз сравнить те сдвиги, которые произошли в деле измерительной техники за 350 лет. Определяя отношение к средствам измерения, Галилей вполне уверенно писал, что наблюдатель в трюме корабля не заметит «ни малейшей перемены во всех явлениях и ни по одному из них не в состоянии будет судить — движется ли корабль или стоит на месте». Перенесем, однако, наблюдателя из века Галилея в наш век и поместим его в трюм специального немагнитного судна (например, шхуны «Заря»). Оказывается, в этом случае задача решается в положительном смысле. Другими словами, несмотря на некоторые помехи, инерциальное перемещение наблюдателя может быть «обнаружено современными измерительными приборами. Поскольку окружающее Землю магнитное поле неоднородно как на поверхности Земли, так и в околоземном пространстве, всякое перемещение измерительного элемента связано с переходом в другое поле, с другой напряженностью, которая может быть измерена для любого момента времени или непрерывно фиксироваться» (из отзыва доктора физико-математических наук М. М. Иванова, неоднократно бывшего начальником экспедиций на шхуне «Заря»). Итак, то, что было недоступно Галилею, стало вполне очевидным в наши дни.

Допустимо ли, однако, в связи с этим утверждать, что поскольку инерциальное движение лишилось своей «скрытности» (для внутреннего наблюдателя), то тем самым, как указывает Р. Фейнман, будто бы можно удостоверить наличие в природе абсолютного движения? Нет, этого сказать нельзя, потому что в мире нет такой системы отсчета, которая сама находилась бы в абсолютном покое. Только по отношению к этому покою можно было бы замерить абсолютное движение. Однако с момента первого издания «Анти-Дюринга» (1878 г.) для всех, кто хотел прислушаться к философским исследованиям К. Маркса и Ф. Энгельса, уже было ясным, что в природе «абсолютного покоя, безусловного равновесия не существует... Абсолютный покой мыслим лишь там, где нет материи» (Маркс и Энгельс, 1961, стр. 62, 632). Из этого прямо вытекает, что искать абсолютное движение и ставить в данном направлении какие-либо опыты вообще не имело и не имеет смысла.

Но почему же ученые в течение многих десятилетий (со времени Д. Максвелла и А. Майкельсона) упорно стремились обнаружить абсолютное движение? Потому, что в те времена особенно настойчиво распространялось мнение (А. Майкельсон, Г. Лорентц и др.), что мировая среда (эфир) будто бы находится в абсолютном покое и, следовательно, по отношению к этой абсолютной системе отсчета всякое движение также окажется абсолютным. Но именно этого не могло быть и именно это нельзя было обнаружить, несмотря на многочисленные поиски и эксперименты. К сожалению, долгое пренебрежение марксистской фи-

лософией сказалось в том, что важнейшее положение об отсутствии в природе абсолютной системы отсчета ученые восприняли не из работ Ф. Энгельса, а из другого, более позднего источника.

В 1905 г., т. е. почти тридцать лет спустя после опубликования «Анти-Дюринга», А. Эйнштейн самостоятельно пришел к мысли, что «никакие свойства явлений не соответствуют понятию абсолютного покоя» (1965, стр. 7). Отрицая, однако, существование абсолютно покоящегося эфира, т. е. правильно зачеркивая абсолютную систему отсчета, Эйнштейн вместе с этим отверг и сам эфир (мировую среду). Столь крайний шаг привел в конце концов к тому, что в науке стали фигурировать «пустое пространство» и его «геометрическая искривленность» (А. Эйнштейн), «абстрактное электромагнитное поле» (М. Борн) и «фиктивный четырехмерный мир» (Г. Минковский), а также многое другое, что, собственно, и отдаляет современную теоретическую физику от истинных соотношений в природе.

Итак, поучение Р. Фейнмана о том, что «суетливые философы» никогда не понимали «всей тонкости и глубины физических проблем», — это поучение в данном случае выглядит весьма прозаически: не следует искать и измерять то, чего в природе заведомо нет (абсолютного покоя и абсолютного движения). Вместе с тем с философской точки зрения «движение есть единство противоположностей: абсолютного и относительного, устойчивости и изменчивости, прерывности и непрерывности. Движение абсолютно, поскольку оно представляет собою основную форму, способ бытия материи, поскольку материя без движения не существует» (Философская энциклопедия, 1960, том I, стр. 433).

Могла ли теоретическая физика при обсуждении названной проблемы занять правильные позиции? Несомненно, если бы исследователи того времени интересовались диалектикой. К сожалению, отсутствие в природе абсолютного движения новая физика восприняла трудным путем, внося при этом в науку и такие воззрения, которые не соответствовали действительности (абсолютизация «инерциального движения», «пустое пространство», «предельная скорость» в природе и пр.).

8. О сложении скоростей по Эйнштейну

В своей работе А. Эйнштейн доказывает (1965, стр. 550), что сложение скоростей, существующее в обычной механике (т. е. $W = v + u$), является частным случаем более общей формулы

$$W = \frac{v + u}{1 + \frac{vu}{c^2}}, \quad (4)$$

если скорость c будет стремиться к бесконечности.

При выводе формулы (4) Эйнштейн ввел следующие условия. За неподвижную систему K он принял железнодорожное полотно. Вагон, идущий по рельсам со скоростью v , представляет собою систему K' . Помимо этого, имеется некоторая точка A , которая, перемещаясь внутри вагона со скоростью u , дает третью систему координат K'' .

Для этой точки Эйнштейн написал соотношение

$$x' = ut'. \quad (5)$$

Если в (5) вместо x' и t' подставить соответствующие преобразования Лорентца — Эйнштейна и решить полученное уравнение

$$x - vt = u \left(t - \frac{vx'}{c^2} \right) \quad (6)$$

относительно $\frac{x}{t}$, то получится релятивистская формула сложения скоростей (4).

Но прежде чем делать эту операцию, можно из соотношения (5) непосредственно определить u , т. е.

$$u = \frac{x'}{t'}. \quad (7)$$

Используя преобразования Лорентца в форме, которую дал Эйнштейн (1965, стр. 548), т. е.

$$x' = \frac{t(c-v)}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}, \quad (8)$$

$$t' = \frac{t(c-v)}{c\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}, \quad (9)$$

из формулы (7) получаем

$$u = c. \quad (10)$$

О чем это говорит? Это свидетельствует о том, что в соотношении (6) скорость точки u не представлена в своем истинном значении. В ситуации, которую использовал Эйнштейн, названная скорость не может иметь любого значения $u < c$, а имеет единственный смысл, который выражается равенством $u = c$.

Если в связи с этим расшифровать формулу (4), то она примет общеизвестный вид

$$W = \frac{c+v}{1+\frac{v}{c}} = c. \quad (11)$$

Зависимость (11) в полной мере соответствует второму постулату Эйнштейна, согласно которому скорость источника света v не может оказать влияния на скорость распространения света, т. е. $c \pm v_{\text{источн}} = c$.

Следовательно, сама по себе формула (4) не должна применяться для сложения *любых* скоростей v и u , так как она в расшифрованном виде может иметь только одно выражение (11). Это доказывается также тем, что решение уравнения (6) не является единственным, буд-то бы отвечающим только выражению (4). В действительности в уравнении (6), принимая по Эйнштейну $x = ct$ (и наоборот), можно получить еще несколько решений относительно $\frac{x}{t}$, например:

$$\frac{x}{t} = W = \frac{v+u-c}{\frac{vu}{c^2}}, \quad (12)$$

$$\frac{x}{t} = W = v + u - \frac{vu}{c}, \quad (13)$$

$$\frac{x}{t} = W = \frac{u}{1 - \frac{v}{c} + \frac{vu}{c^2}} \quad (14)$$

и т. д.

Эти решения не менее законны, чем решение (4). Но если это так, то все они должны давать один и тот же результат, хотя по своей форме (4), (12), (13) и (14) имеют различный вид.

Разгадка вопроса заключается в том, что во всех этих выражениях, как уже говорилось, фактически зашифрован второй постулат Эйнштейна, т. е. все названные соотношения, подобно формуле (11), должны удовлетворять условию $u = c$, а v — скорость источника света (которая, как известно, не влияет на скорость распространения электромагнитных волн).

Если принять это во внимание, то соотношения (4), (12), (13) и (14) дадут единственный результат: $W = c$. Другими словами, в них действительно скрыто содержание второго постулата Эйнштейна, поэтому никакого другого значения формула (4) иметь не может (см. Приложение IV).

Справедливость такого заключения может быть показана и в более общем виде, т. е. путем совместного рассмотрения систем K , K' и K'' с последовательным применением к ним преобразований Лорентца — Эйнштейна.

9. Идея квантов

К числу особо примечательных идей новой физики, как известно, относится идея квантов, т. е. передача и поглощение энергии порциями (квантами). Считается, что эта идея «решительным образом противоречит всему духу классической физики» (Шпольский, 1963, стр. 266). Но если ставить этот вопрос в его принципиальном значении, то легко обнаружить, что в макромире можно зарегистрировать бесчисленное множество случаев, когда энергия передается (воспринимается) отдельными порциями (например, удар молота, порыв ветра, падение капли дождя, действие морской волны, каждое качание маятника, каждый другой толчок, нажим, падение и т. д. и т. п.). Допустимо ли в связи с этим прийти к категорическому суждению, будто бы открытие порций энергии в микромире явилось «грандиозной эволюцией физики», что это «совершенно новая мысль» (Хвольсон, 1928, стр. 51), что в идее о квантах заложено что-то «неслыханное, призванное радикально преобразить наше физическое мышление, построенное на понятии непрерывности всех причинных связей» (Планк, 1958, стр. 27). Конечно, никто не может снизить значение того огромного вклада в науку, который сделал М. Планк, но вопрос вовсе не ставится в этой плоскости. Вопрос поставлен так: правильно ли утверждение, что в классической физике (до открытия М. Планка) все действия и связи были основаны только на понятии непрерывности, что везде и всюду любая энергия передавалась (поглощалась) *сплошным* потоком, что будто бы никто и никогда не наблюдал порций энергии и т. д. и т. п.?

Совершенно ясно, что с принципиальной стороны и до открытия М. Планка весь классический мир жил в условиях всевозможных скачков (порций) энергии. Именно поэтому здесь тоже нельзя провести резкой разграничительной линии, якобы непримиримо разделяющей микро- и макроявления, считая одни из них квантованными, а другие сплошными. Само собой разумеется, что порции энергии макромира имеют совсем другое выражение, они обусловлены иными причинами по сравнению с квантами микромира. Но в том и состоит качественное различие между явлениями природы, что они, сохраняя что-то общее, в то же время имеют свои отличительные признаки.

Таким образом, открытие квантов в испускании и поглощении лучистой энергии, вообще говоря, не следовало бы рассматривать как абсолютный переворот в физике, как нечто такое, чего до сих пор якобы совершенно не наблюдалось при изучении природных процессов.

Кстати, любой звук тоже кажется нам сплошным, хотя давно было установлено наличие так называемого звукового спектра, т. е. распада звука на отдельные колебания среды. Совершенно специфическим для явлений микромира считаются также квантованные орбиты электронов в атомах. Однако расстояния между планетами (их орбиты) фактически тоже «квантованы». По закону Вольфа — Тициуса — Боде расстояния от Солнца почти удовлетворяют соотношению $N = 4 + 3 \cdot 2^n$, где цифра 4 означает условное расстояние Меркурия от Солнца, $n = 1, 2, 3$ и т. д. Можно привести и другие многочисленные примеры из области макроявлений, когда соответствующие параметры не имеют сплошного возрастания (убывания), а меняются скачками — порциями (например, явление резонанса). Именно в связи с этим никак нельзя согласиться, что новая физика «потрясла утвердившуюся в течение тысячелетий веру в то, что в природе невозможны внезапные скачки» (Юнг, 1960, стр. 84). Кстати, никаких внезапных скачков в природе не существует: все они имеют обязательный подготовительный (эволюционный) период.

Привлекая внимание к диалектическому методу, к основному его положению о всеобщих связях в природе, к полному учету физической преемственности между различными явлениями, можно на самом примере возникновения квантовой механики показать, что этот важнейший тезис марксистской философии вполне оправдывается и в данном случае.

Известно, что идея Планка о порциях (квантах) излучения полностью решила задачу о распределении энергии вдоль спектра излучения абсолютно черного тела (1900 г.). Но при этом принято считать, что квантовой формуле Планка противостоит классическая формула Рэлея — Джинса, которая дает абсурдные результаты в области коротковолнового излучения (кривая распределения энергии в этой области, по Рэлею — Джинсу, уходит в бесконечность — см. рис. 1). Именно на этом основании был сделан вывод, что «особенно серьезное поражение потерпела классическая физика, когда она была применена к проблеме теплового излучения», что здесь она привела к «непримиримым противоречиям» (Шпольский, 1963, стр. 246).

Однако этот вывод, столь сильно порочащий классическую теорию, справедлив лишь в той степени, в какой Д. Рэлей и Д. Джинс в качестве излучателя принимали так называемую сплошную среду. Но такая среда не отвечает законам статистики, в ней все колебания равнозначны, и именно поэтому ее полная излучательная способность должна неограниченно расти с повышением температуры. Вместе с тем существует другая, более универсальная модель излучателя, которая, будучи классической, послужила важным началом для теоретических размышлений русского физика В. А. Михельсона. В 1887 г. он опубликовал свой труд «Опыт теоретического объяснения распределения энергии в спектре твердого тела», в основу которого положил соображение, что в реальном излучателе должно осуществляться статистическое распределение атомных колебаний, находящихся в некотором соответствии с распределением скоростей частиц по Максвеллу. Весьма перспективным результатом этой работы оказалось то, что кривая распределения Михельсона приобрела максимум. Это в принципе приближало ее к экспериментальной кривой, чего не давала и не могла дать кривая Рэлея — Джинса. Но если в качественном отношении работа Михельсона выводила проблему черного излучения на правильный путь, то в количественном аспекте его кривая имела более крутой спад в области длинноволнового излучения, чем это следовало из экспериментальных данных (Соколов, 1951).

Д. Рэлей и Д. Джинс, работая над излучением черного тела позже В. А. Михельсона, почему-то не обратили внимания на статистический характер излучения и предпочли рассматривать излучатель в качестве грубой модели, по существу игнорируя в этом вопросе важнейшее достижение классической физики (распределение Максвелла — Больцмана).

Немецкий физик В. Вин, зная о работах В. А. Михельсона, продолжил его начинания, введя представление о лучеиспускании некоего «идеального газа», заключенного в замкнутую зеркальную оболочку. Говоря о своем исследовании, Вин писал: «Я старался использовать счастливую мысль Михельсона, положив в основу закона излучения максвелловский закон распределения скоростей, но с привлечением

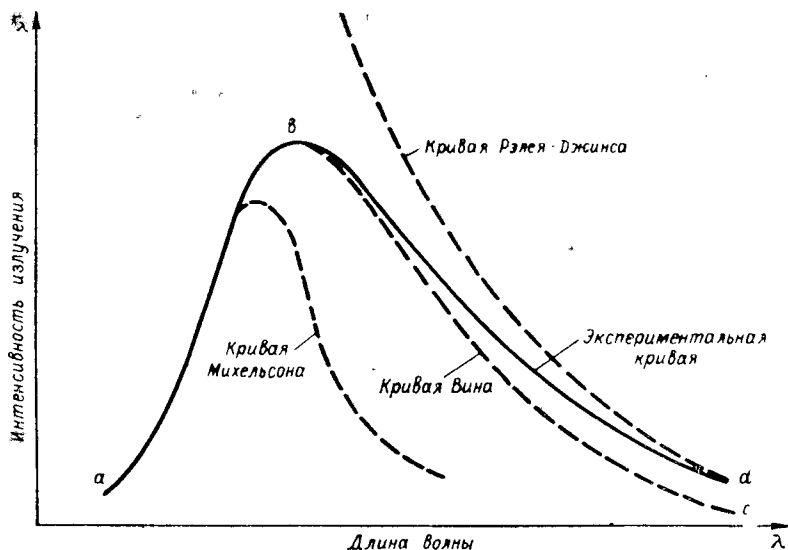


Рис. 1

данных, полученных Больцманом и мной чисто термодинамическим путем» (Winn, 1896, стр. 663). В результате этого Вин в значительной степени усовершенствовал расчеты Михельсона, но все же полного совпадения с экспериментальными данными не получил.

На рис. 1 представлены кривые распределения Рэля — Джинса и Вина в сопоставлении с кривой, полученной из непосредственного опыта. Даже беглый взгляд на рисунок показывает, насколько справедлива идея Вина — Михельсона о статистическом характере излучения и насколько далека от действительности (в области коротких волн) кривая Рэля — Джинса, основанная на излучении сплошного тела. Рассматривая спектр излучения как *следствие* процессов, совершающихся в излучателе, Михельсон и Вин поняли, что при статистическом распределении элементарных излучателей (осцилляторов) число этих излучателей должно быть ограничено как со стороны высокочастотных, так и со стороны низкочастотных колебаний — излучений. Именно поэтому кривые Михельсона и Вина приобрели точку максимума, сопоставимую с определенной скоростью молекул в распределении Максвелла — Больцмана.

Но привычка сопоставлять кривую Планка главным образом с кривой Рэля — Джинса часто приводит к таким высказываниям, которые никак не соответствуют действительности. Так, например, в учебнике С. Э. Фриша и А. В. Тиморевой сказано: «Вычисления, проведенные в конце прошлого столетия на основании представлений классической

физики, давали кривые, не имеющие максимума (разрядка наша. — Т. Л.) и уходящие одним из своих концов в область бесконечно больших излучений, что резко противоречит опыту» (1952, стр. 308).

Здесь явно не учитываются кривые Михельсона и Вина, имевшие максимум и построенные на основании классической статистики. Невозможно опровергнуть этот факт, поскольку названные исследователи целиком опирались на классические идеи Максвелла — Больцмана. Только учет статистического распределения атомных колебаний в излучателе мог дать те формулы (и соответственно кривые), которые были получены Михельсоном и Вином.

Вместе с тем, как уже говорилось, кривая Вина неполностью отвечает экспериментальным данным (см. рис. 1). Для окончательного совпадения кривой abc с экспериментальной кривой abd , видимо, требуются какие-то дополнительные факторы, которых не учел Вин. Он рассматривал излучатель в виде идеального газа. Но если перейти к практическому излучателю, то полость черного тела, несмотря на откачку, все же будет содержать большое количество реальных молекул воздуха. Считая, что колебание (и излучение) зависит от скорости движения (и столкновения) частиц, именно из этого факта можно получить вероятную поправку к кривой Вина. Каким образом? Известно, что столкновение молекул зависит от их «эффективного диаметра», который, в свою очередь, является функцией скорости частиц. Медленно движущиеся молекулы способны прореагировать (столкнуться) друг с другом, находясь на относительно большем расстоянии, чем быстро движущиеся частицы.

В излучателе Вина (идеальный газ) эти обстоятельства не имеют места. Однако в газонаполненном черном теле необходимо учитывать все факторы, способные повлиять на число столкновений молекул друг с другом. Ясно, что в таком излучателе количество длинноволновых колебаний, явившихся следствием столкновений медленных молекул, должно оказаться больше, чем в идеальном излучателе Вина. Именно по этой причине кривая Вина обязана занять свое истинное место, т. е. пойти по направлению abd .

Может возникнуть вопрос: не противоречат ли чисто классические побуждения В. Вина — В. А. Михельсона тем соображениям, которыми в своих работах руководствовался М. Планк и с помощью которых он окончательно решил проблему черного излучения? Конечно, не имеет смысла говорить о пунктуальном совпадении в исследованиях Михельсона, Вина и Планка.

Но если исходить из коренных предпосылок, заложенных в разработках названных авторов, то здесь явно обнаружится физическая общность их основных замыслов. Дело в том, что в своих исследованиях Михельсон, Вин и Планк, хотя и с различным успехом, но все же использовали вполне реальные правила и законы статистики. Так, например, Планк в своей научной автобиографии писал, что ему после успешных предварительных попыток предстояло найти некоторый закон распределения энергии в спектре, отвечавший экспериментальным измерениям, и что эта задача привела его «к рассмотрению связи между энтропией и вероятностью, т. е. к Больцмановскому ходу мыслей» (1958, стр. 28). (Об использовании статистики в работах Вина — Михельсона только что указывалось.)

Если внимательно и до конца продолжить сопоставление всех научных следствий, вытекающих из трудов Вина — Михельсона и Планка, то их общее соответствие выявится еще больше. Так, оба направления в конце концов замыкаются на дискретном характере любого излучения, как волнового, так и корпускулярного.

Иногда говорится, что волновой процесс представляет собой непрерывное образование. Однако сами по себе волны любой среды *дискретны*. На приемник они воздействуют не сплошным потоком, а с присущей им частотой. Кстати, длинные волны способны оказывать воздействие на весь предмет в целом, вовлекая его в макроскопическое колебательное движение. Но чем короче действующая волна, тем более локальным («острым») становится ее влияние на объект. Это может создать у нас впечатление, что данное тело подвергается воздействию «частиц», а не волн. Так, например, рыбы под влиянием ультракоротких колебаний (волн), создаваемых в аквариуме, могут быть раздроблены на мельчайшие доли (как бы под действием высокоактивных «частиц»), хотя хорошо известно, что здесь проявляют свою деятельность не «корпускулы», а короткие волны. Такое «двойственное» воздействие длинных и коротких волн на исследуемый предмет в какой-то степени может быть совмещено с малопонятным сейчас термином «частица-волна».

В обоих названных направлениях, кроме того, возникает некая постоянная величина, свойственная явлениям микромира. Однако разница состоит в том, что свои исследования Планк начал и завершил выявлением этой величины (квант действия h), а из работы Вина и тем более работы Михельсона не вытекало прямого численного значения указанного параметра. Но с этой величиной, по-видимому, связан так называемый «закон смещения Вина». При должном раскрытии этого закона соотношение $\lambda_{max} \cdot T = \text{const}$, вероятно, даст численное значение постоянной Планка*.

Уже было сказано, что квантовая теория открыла скачки в энергетических состояниях атомных систем, т. е. прерывное изменение свойств микрообъектов. Это безусловно является огромным достижением физики, поскольку такие квантовые переходы полностью отображают реальную природу микропроцессов. Зная, что все события в мире совершаются по законам диалектики, можно было бы ожидать, что открытие квантов тоже найдет свое естественное разъяснение. Этого, однако, не произошло. Уже было сказано, что кванты (скачки) были восприняты в новой физике как «неслыханное» доселе явление, как такие акты, с которыми исследователи никогда и нигде еще не встречались.

Но так ли это на самом деле? Действительно ли скачки являются неповторимой спецификой микроявлений? Скачки — нормальная и обязательная сущность в развитии любых процессов, это как раз те моменты перехода количества в качество, о которых уже давно знала диалектика. К сожалению, в новой физике скачки воспринимаются как внезапное проявление новых свойств, происхождение скачков детально не исследовалось, их загадочное возникновение считается полной противоположностью макроявлениям, которые будто бы всегда протекают постепенно и непрерывно.

Именно поэтому говорится, что в процессах макрофизики «энергия каждого образования изменяется непрерывно» (Лауэ, 1958, стр. 129), что «в классической механике движение непрерывно, поэтому частицы не могут «скакать», что невозможно сочетать две противоположные идеи: «классическую идею — о непрерывности движения и квантовую идею — о дискретности» (Ландау, 1958, стр. 103 и 99).

Однако диалектика не только сочетает эти противоположности, но именно в них видит действительное начало и завершение любых качественных превращений. Общеизвестно, что прежде всего происходит

* При расчете на одну степень свободы отношение Вина $\frac{E}{\nu} = \text{const}$, полученное из $\lambda_{max} \cdot T = \text{const}$, составляет величину, равную $0,1h$ (т. е. $0,662 \cdot 10^{-27}$ эрг·сек). См. об этом нашу брошюру «О некоторых дискуссионных вопросах современной физики» (Лебедев, 1956, стр. 71—72).

обязательное и непрерывное изменение какого-либо количественного фактора, а затем наступает момент качественного перехода (скачок).

Итак, квантовая механика ввела в круг научных истин скачкообразное изменение свойств микрообъектов. Но эта важная констатация по существу не доведена до логического конца, т. е. до своего полного физического раскрытия. В каждом отдельном случае это предстоит сделать с помощью конкретного использования диалектического метода, изучая переходы количества в качество.

Сейчас между старой и новой физикой протянута тонкая математическая ниточка (одни явления объявлены частным случаем других), а надо и можно перекинуть прочный связующий мост, поскольку в мире существует диалектическая связь между всеми явлениями природы.

* * *

Приведенный в данной главе перечень вопросов далеко не исчерпан. Но даже рассмотренные примеры показывают, что прежняя теория не является замкнутой системой взглядов, наоборот, она готова к дальнейшему продвижению вперед. Это полностью совпадает с требованиями диалектического материализма, который не ограничивает объективные теории жесткими рамками, а понуждает их к постоянному освоению все новых, более сложных качественных проявлений природы.

Можно быть уверенным, что и такие специфические разделы новой физики, какими, например, являются «взаимосвязь энергии и массы», «соотношение неопределенностей», «частица-волна», «кривизна пространства», различные «энергетические уровни частиц», «зависимость теплоемкости веществ от температуры» и пр., удастся последовательно и вполне доступно для нашего интеллекта рассмотреть с позиций единой, диалектически развивающейся теории. Вместе с тем исследователи по мере проникновения в суть новых явлений, естественно, будут выдвигать и новые понятия, отвечающие иным, более глубоким проявлениям природы.

ВЫВОДЫ

1. Современная физика благодаря развитию мощной экспериментальной базы достигла выдающихся и неоспоримых успехов. Однако ее теоретическое содержание, являясь во многом формально-математическим, нуждается в более полной физической интерпретации.

2. Первые создатели новой физики, обнаружив глубокие различия между микро- и макроявлениями, не вполне ясно сознавали, что противоположности и различия хотя и существуют в природе, но имеют всего лишь относительное значение (Ф. Энгельс). Недостаточный учет этого важнейшего факта послужил поводом к резкому обособлению разделов теории, получивших слишком независимое существование.

3. В философском плане последующее освоение теории шло преимущественно по пути диалектических пояснений и указаний на то, что существующее толкование отдельных явлений не противоречит диалектическому материализму.

Хотя подобного рода «пояснения» тоже могут играть свою положительную роль, но это всего лишь частичное (ограниченное) применение

ние марксистского диалектического метода. Его положения должны быть использованы при построении основ теории, которая в этом случае может окончательно освободиться от субъективного толкования фактов, когда видимость (кажимость) довольно часто принимается за действительность.

4. Это ставит неотложную задачу коллективного построения теории, в которой наряду с математической интерпретацией явлений достойное место могли бы занять физическое и философское восприятия единой и в то же время бесконечно многообразной и вечно изменяющейся природы.

5. Будущая теория должна отображать собой спираль, т. е. поступательное движение науки от одной ступени познания к другой.

В этой спирали классическая теория не только является частным случаем, полученным из чисто количественных соотношений, но в действительности она составляет то первоначальное звено, которое неразрывно входит в общую цепь развития природных явлений от простых к более сложным.

6. Построение единой теории, объединяющей как микро-, так и макроявления (со всеми их качественными переходами), не замедлит сказаться на дальнейшем развитии советской техники.

* * *

Ввиду того что в данной брошюре неоднократно говорится о неиспользованных возможностях классической физики, о необходимости ее дальнейшего развития, о том, что ее значение при построении основ новой физики гораздо выше, чем это обычно признается, — у некоторых читателей может возникнуть впечатление, что автором излишне прославляется классическая теория в ущерб достижениям современной физики.

Такое впечатление безусловно не соответствует содержанию работы, и оно не должно появиться при внимательном чтении брошюры. В конечном результате вопрос вовсе не сводится к обсуждению достоинств и недостатков отдельных теорий. Основная задача заключается в том, чтобы существующие теории объединить в единую развивающуюся систему.

Это можно и нужно сделать, если следовать указаниям диалектического материализма о единстве природы и ее всеобщих связях.

Строго говоря, теория одна. Не случайно Ф. Энгельс, указывая на такие различные вещи, какими являются, например, метеорит и человек, писал, что между этими объектами «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» (Маркс и Энгельс, 1961, стр. 547).

В теоретической физике тоже есть и всегда будут присутствовать физически последовательные «члены ряда», отображающие собой то единое и целое, что и составляет предмет наших развивающихся знаний о природе и ее свойствах.

ЛИТЕРАТУРА

- Ленин В. И. 1961а. Полн. собр. соч., т. 18. Госполитиздат.
 Ленин В. И. 1961б. Полн. собр. соч., т. 26. Госполитиздат.
 Ленин В. И. 1963а. Полн. собр. соч., т. 29. Госполитиздат.
 Ленин В. И. 1963б. Полн. собр. соч., т. 41. Госполитиздат.
 К. Маркс и Ф. Энгельс. 1960. Соч., т. 23. Госполитиздат.
 К. Маркс и Ф. Энгельс. 1961. Соч., т. 20. Госполитиздат.
 Александров А. Д. 1959. В сб.: «Философские вопросы современного естествознания». Изд. АН СССР.
 Баженов Л. Б. 1966. В сб.: «Философия естествознания». Политиздат.
 Баскаков А. В. 1966. В сб.: «Проблемы философии». Изд. «Высшая школа».
 Блохинцев Д. И. 1952. В сб.: «Философские вопросы современной физики». Изд. АН СССР.
 Блохинцев Д. И. 1959. В сб.: «Философские проблемы современного естествознания». Изд. АН СССР.
 Бор Н. 1963. В сб.: «Элементарные частицы», вып. 2. Физматгиз.
 Бранский В. П. 1962. В сб.: «Философские вопросы современного учения о движении в природе». Изд. ЛГУ.
 Вавилов С. И. 1933. Сборник памяти Карла Маркса. Изд. АН СССР.
 Вавилов С. И. 1950. В сб.: «Великая сила ленинизма». Изд. АН СССР.
 Вавилов С. И. 1952а. Собр. соч., т. II. Изд. АН СССР.
 Вавилов С. И. 1952б. В сб.: «Философские вопросы современной физики». Изд. АН СССР.
 Вавилов С. И. 1956. Собр. соч., т. IV. Изд. АН СССР.
 Вопросы советской науки. 1957. Изд. АН СССР.
 Гарднер М. 1965. Теория относительности для миллионов. Атомиздат.
 Герловин И. Л. 1966. Некоторые вопросы систематизации «элементарных» частиц. Изд. ГАО АН СССР.
 Гуревич Л. Э. 1957. Теория относительности. Изд. «Знание».
 Кедров Б. М. 1966. «Коммунист», № 13.
 Ландау Л. Д. 1958. В сб.: «Макс Планк». Изд. АН СССР.
 Ландау Л. Д., Ю. Б. Румер. 1960. Что такое теория относительности? Изд. «Советская Россия».
 Лауэ М. 1956. История физики. Гостехиздат.
 Лауэ М. 1958. В сб.: «Макс Планк». Изд. АН СССР.
 Лебедев Т. А. 1954, 1955, 1956, 1957. О некоторых дискуссионных вопросах современной физики, вып. 1—4. Изд. ЛПИ.
 Мальковский Г. П. 1961. О массе и энергии в современной физике. Изд. Казанского ун-та.
 Мандельштам Л. И. 1950. Собр. трудов, т. V. Изд. АН СССР.
 Омельяновский М. Э. 1956. Философские вопросы квантовой механики. Изд. АН СССР.
 Планк М. 1958. В сб.: «Макс Планк». Изд. АН СССР.
 Путилов К. А. 1954. Курс физики, т. I. Изд. технико-теоретич. литературы.
 Синельников К. Д. 1956. В сб.: «Философские проблемы современной физики». Изд. АН СССР.
 Смородинский Я. А. 1955. Предисловие к кн.: Я. И. Фрепкель. Принципы теории атомных ядер. Гостехиздат.
 Смородинский Я. А. 1956. «Природа», № 6.
 Соколов В. А. 1951. «Успехи физических наук», т. XLIII, вып. 2.

- Сорокин В. С. 1958. В сб.: «Философские вопросы современной физики». Изд. АН СССР.
- Терлецкий Я. П. 1951. «Вопросы философии», № 5.
- Терлецкий Я. П. 1955. В сб.: «Вопросы причинности в квантовой механике». Изд. ИЛ.
- Фабрикант В. А. 1965. «Наука и жизнь», № 10.
- Фейнман Р., Р. Лептон, М. Сэндис. 1965. Фейнмановские лекции по физике, т. 2. Изд. «Мир».
- Философия естествознания. 1966. Сборник. Политиздат.
- Философская энциклопедия. 1960, т. 1.
- Форд К. 1965. Мир элементарных частиц. Изд. «Мир».
- Франк Г. М., В. А. Энгельгардт. 1959. В сб.: «Философские проблемы современного естествознания». Изд. АН СССР.
- Фриш С. Э., А. В. Тиморева. 1952. Курс общей физики, т. III. Изд. технико-теоретич. литературы.
- Хвольсон О. Д. 1928. Физика наших дней. Госиздат.
- Шпольский Э. В. 1963. Атомная физика, т. I. Физматгиз.
- Штофф В. А. 1958. «Вопросы философии», № 12.
- Эйнштейн А. 1955. Сущность теории относительности. Изд. ИЛ.
- Эйнштейн А. 1965. Собр. научн. трудов, т. I. Изд. «Наука».
- Эйнштейн А. и Л. Инфельд. 1948. Эволюция физики. ОГИЗ.
- «Электричество», 1930, № 10 (стенограмма дискуссии на тему «Природа электрического тока»).
- Юнг Р. 1960. Ярче тысячи солнц. Изд. ИЛ.
- Brillouin L. 1949. „Amer. Scient.“ Okt.
- Dirac P. 1951. „The Nature“, vol. 166.
- Winn W. 1896. „Ann. Physik u. Chemie“, Bd. 58.
-

ПРИЛОЖЕНИЕ I

ВЫВОД ПРЕОБРАЗОВАНИЙ ЛОРЕНЦА ИЗ УСЛОВИЙ КОНТРАКЦИОННОЙ ГИПОТЕЗЫ

Считая, что с помощью гипотезы Фицджеральда можно объяснить отрицательные результаты опытов Майкельсона — Морлея, Г. Лорентц математически оформил связь между координатами и временем в системах K и K' , написав свои преобразования.

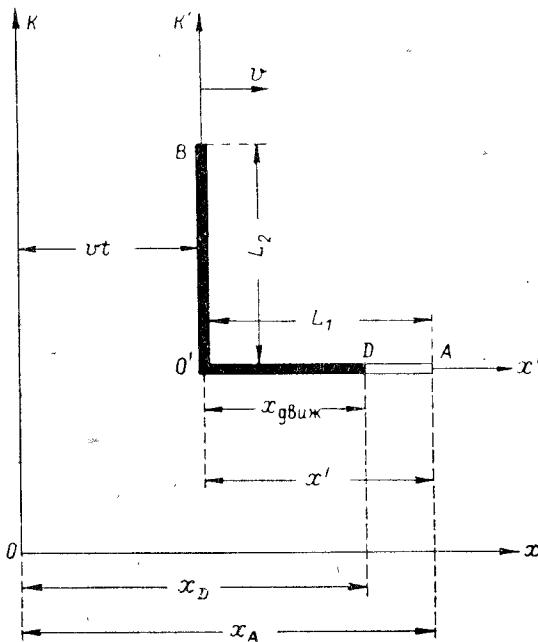


Рис. 2

Имея в виду плечи интерферометра, по которым проходит свет в прямом и обратном направлениях, Лорентц писал: „Допустим, что два отрезка внутри весомого тела, из которых один параллелен движению, а другой ему перпендикулярен и которые в неподвижном теле имеют одинаковую длину, во время движения относятся друг к другу, как

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

(Г. Лорентц. Теория электронов, 1953, стр. 284, 293, изд. технико-теоретической литературы).

Используя коэффициент k , указывал далее Лорентц, можно объяснить отрицательный результат интерференционных и всех других аналогичных опытов.

На рис. 2 схематически представлены плечи интерферометра Майкельсона — Морлея $O'A$ и $O'B$ ($L_1 = L_2$), которые расположены таким образом, что плечо $O'A$ (L_1) направлено вдоль орбитального движения Земли. Так как путь света туда и об-

ратно по отрезкам $O'A$ и $O'B$ во время движения прибора не одинаков, то длину светового пути (по Лорентцу) можно уравнивать с помощью коэффициента k , т. е.

$$O'A \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = O'B. \quad (2)$$

Это вытекает из соотношения (1) и рис. 2. Важно подчеркнуть, что равенство путей света вдоль отрезков $O'A$ и $O'B$ становится возможным только потому, что плечо $O'A$ соответственно укорачивается, т. е. возникает неравенство $O'A < O'B$.

Если бы интерферометр находился в покое ($v=0$), то из равенства (2) вытекает, что путь света по $O'A$ равен пути света по $O'B$. При теоретической скорости прибора $v \rightarrow c$ длина пути света по отрезку $O'A$, согласно формуле (2), должна стремиться к нулю. Покажем вывод преобразований Лорентца, руководствуясь схемой, представленной на рис. 2. Система $K'O'x'$ отображает собою движение Земли вокруг Солнца со скоростью v (30 км/сек). Координаты KOx связаны (по Лорентцу) с абсолютно неподвижным эфиром, и поэтому они должны находиться в абсолютном покое.

Отрезок $O'A$, находящийся в движущейся системе $K'O'x'$, согласно контракционной гипотезе, несколько сокращается, что дает возможность записать

$$x_{\text{движ}} = O'D \quad (3)$$

или, принимая во внимание коэффициент Лорентца k , сократившееся плечо интерферометра $O'D$ можно представить в виде

$$O'A \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = O'D. \quad (4)$$

Выражения (3) и (4) дают равенство

$$x_{\text{движ}} = O'A \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}. \quad (5)$$

Рис. 2 показывает, что свет, распространяясь по сокращенному плечу $x_{\text{движ}}$ пройдет в неподвижной системе KOx расстояние x_D , равное

$$x_D = vt + x_{\text{движ}}, \quad (6)$$

откуда

$$x_{\text{движ}} = x_D - vt. \quad (7)$$

Сравнивая (5) и (7), получаем путь света (туда и обратно) вдоль движущегося и сокращенного плеча $O'D$ в сопоставлении с расстоянием x_D в неподвижной системе KOx , т. е.

$$O'A \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = x_D - vt. \quad (8)$$

Поскольку размеры плечей интерферометра $O'A$ и $O'B$ можно взять любой (но одинаковой) величины, то начальный размер «сокращающегося» плеча $O'A$ допустимо обозначить через x' . Таким образом, из (8) будем иметь

$$O'A = x' = \frac{x_D - vt}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}. \quad (9)$$

Это представляет собою полный вид преобразования координаты по Лорентцу. Так как стержень по Лорентцу — Фицджеральду сокращается только в направлении своего движения, то для поперечных его размеров Лорентц записал следующие соотношения между координатами

$$y' = y, \quad (10)$$

$$z' = z. \quad (11)$$

Для завершения (в математическом плане) теории неподвижного эфира Лорентц не ограничился только преобразованиями координат (9), (10) и (11). М. Борн отмечал, что Г. Лорентц выдвинул в своей работе еще одно важное положение, согласно которому в равномерно движущейся системе необходимо применять другую меру времени, так называемое «местное время» (М. Борн. Эйнштейновская теория относительности, 1964, стр. 268, изд. «Мир»).

Однако Лорентц не раскрыл физического смысла введенного им «местного времени». Он писал: «Мое местное время t' должно рассматриваться не более как вспомогательная математическая величина» (Г. Лорентц. Теория электронов, 1953, стр. 438, изд. технико-теоретической литературы).

Между тем можно показать, что местное время Лорентца имеет вполне определенное физическое содержание, если до конца использовать контракционную гипотезу.

Поскольку выражение (9) представляет собою путь света туда и обратно по движущемуся стержню $O'A$, то время прохождения света по этому же пути должно определиться из соотношения $\frac{\text{путь}}{\text{скорость света}}$, т. е.

$$t' = \frac{x_D - vt}{c \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}. \quad (12)$$

Так как $x_D = ct$, то выражение (12) можно представить в виде

$$t' = \frac{ct - vt}{c \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad (13)$$

или

$$t' = \frac{t - \frac{vt}{c}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{t - \frac{vct}{c^2}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{t - \frac{vx_D}{c^2}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}. \quad (14)$$

Это последнее выражение полностью совпадает с преобразованием времени по Лорентцу.

Выше (см. стр. 26) было написано модернизированное преобразование времени по Галилею

$$t' = t - \frac{vx}{c^2}.$$

Чем оно отличается от преобразования (14)?

По Галилею длина движущегося стержня, при всех условиях инерциального перемещения, остается неизменной. Поэтому координата x_A (см. рис. 2) не может зависеть от длины сокращающегося стержня $O'A$, так как это «сокращение» в принципе отрицается. Таким образом, следуя Галилею, будем иметь $x_{\text{движ}} = x' = O'A$,

т. е. коэффициент $\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ всегда равен единице.

Что касается гипотезы Лорентца, то она требует зависимости координаты x_D от $x_{\text{движ}}$ (см. рис. 2), и эта зависимость может исчезнуть только при $v = 0$.

Если же v будет стремиться к скорости света, то по Лорентцу стержень $O'A$, превращаясь в точку, дает возможность записать

$$x_{\text{движ}} \rightarrow 0,$$

$$vt \rightarrow 0,$$

$$x_D \rightarrow 0.$$

При всех скоростях $v < c$ преобразования Лорентца будут представлены выражениями (9) и (14), а модернизированные преобразования Галилея соответственно

$$x' = x_A - vt, \quad (15)$$

$$t' = \frac{x_A - vt}{c} \quad (16)$$

или

$$t' = t - \frac{vx_A}{c^2} \quad (17)$$

РЕЛЯТИВИСТСКИЕ ЭФФЕКТЫ — ОБЪЕКТИВНО-КАЖУЩИЕСЯ ЯВЛЕНИЯ

Поскольку «новые» представления о пространстве и времени возникли в связи с релятивистскими эффектами, необходимо еще раз вернуться к этому вопросу. Исходя из самой сути теории А. Эйнштейна, надо без всяких колебаний признать, что названные эффекты представляют собой кинематические, т. е. в конечном результате объективно-кажущиеся явления. В нашей повседневной практике встречаются многочисленные примеры подобного рода. Нам, например, кажется (объективно), что железнодорожные рельсы в перспективе сходятся в одной точке; быстро движущийся мимо нас предмет кажется нам сокращенным; чайная ложка, опущенная в стакан с водой, будто бы получила «излом» и т. д.

Какое же отношение имеют все эти объективно-кажущиеся явления к сокращению длины предметов, о чем говорится в теории Эйнштейна? Дело в том, что по теории относительности тела сокращаются не сами по себе, не в результате динамического воздействия самого движения (как это трактует Г. Лорентц), а только потому, что они движутся по отношению к данной системе отсчета, из которой ведется наблюдение.

Возьмем для примера сверхскоростной поезд и оценим те впечатления, которые могут возникнуть у пассажира поезда и у дежурного по станции, стоящего на платформе. Для дежурного поезд может показаться очень коротким, способным даже превратиться в узкую вертикальную черту, если скорость поезда окажется весьма высокой. Однако пассажир, в свою очередь, скажет, что станционная платформа промелькнула мимо него в виде отрезка весьма малой протяженности. Кто же прав? Теория относительности, имея дело с такими же в принципе кинематическими эффектами, отвечает, что оба наблюдателя правы, каждый из них может считать себя покоящимся, а движущийся объект «сокращенным» по своим размерам (подобный пример приведен в книге Л. Д. Ландау и Ю. Б. Румера «Что такое теория относительности», 1960, стр. 50, изд. «Советская Россия»). Но если «сокращение» является взаимным, т. е. в конечном результате объективно-кажущимся эффектом, то из всех этих наблюдений нельзя делать каких-либо дополнительных, более глубоких и практически ценных выводов.

Характеризуя сущность изменений длины и времени согласно теории относительности, П. Бергман пишет: «...движущееся тело кажется сокращенным в направлении движения...; если часы движутся относительно наблюдателя со скоростью v , их ход кажется ему замедленным» (Введение в теорию относительности, 1947, стр. 63, изд. Иностранной литературы; эту книгу фактически редактировал сам А. Эйнштейн). Здесь явно говорится о кажущихся явлениях, которые по своей природе не могут играть в науке слишком большой роли (такой вывод вполне естественно напрашивается). Хотя, надо заметить, что изучение названных явлений конечно не лишено определенного интереса.

Заметный разлад в толкование релятивистских эффектов вносят те исследователи, которые, считая себя последователями А. Эйнштейна, фактически трактуют названные эффекты по Г. Лорентцу (что совершенно несовместимо). Так, например, Л. Э. Гуревич, обсуждая вопрос о времени жизни мезонов, пишет, что при высоких скоростях эти частицы уменьшают свои размеры в тысячи раз (в системе Земли) и «это уменьшение размеров очень сильно сказывается на всех их свойствах», что приводит к особенностям торможения мезонов в земной атмосфере (Л. Э. Гуревич. Теория относительности, 1957, стр. 16, изд. «Знание»).

Но уже говорилось, что так называемые «отношения» никоим образом не могут изменить каких-либо физических свойств материальных объектов. Наделяя мезоны «особым торможением» (вследствие проявления в них релятивистских эффектов), автор фактически становится здесь на позиции контракционной гипотезы Лорентца — Фицджеральда, которая, как известно, коренным образом отличается от идеи «отношений», использованной А. Эйнштейном в своей теории. Кстати, надо добавить, что движение мезонов, не являясь инерциальным, вообще не дает нам права применять формулы специальной теории относительности для исследования поведения этих частиц.

Несовместимое сочетание теории Эйнштейна с теорией Лорентца, в части физического толкования релятивистских эффектов, наблюдается и в более широком плане. Об этом свидетельствует венгерский академик Л. Яноши. Считая взгляды Лорентца правильными, т. е. разделяя его мнение, что эффект релятивистского сокращения движущегося стержня происходит вследствие взаимодействий (проявления межатомных сил), Яноши пишет, что фактически такую же позицию (позицию Лорентца) занимают некоторые классики теории относительности, «которые, как, например, Лауэ и Паули, ясно излагают это в своих работах, написанных по теории относительности» (Сборник «Философские вопросы современной физики». Материалы к симпозиуму, 1966 г., вып. 2, стр. 108, изд. «Наука»).

Подобного рода непоследовательность некоторых крупных ученых вносит большое противоречие в толкование теории Эйнштейна, хотя она имеет довольно простые и вместе с тем вполне ограниченные очертания.

Здесь надо либо до конца стоять на точке зрения «отношений» и, твердо усвоив, что отношения не могут изменять свой ств изучаемых объектов, не извлекать из релятивистских эффектов то, чего они дать не могут; либо, приняв в этой области взгляды Лорентца, придется неизбежно отступить от теории Эйнштейна. Никакого промежуточного мнения в этом вопросе быть не может, так как дело касается принципиальных основ современных теорий.

ПРИЛОЖЕНИЕ III

ОБ ИНОМ ТЕМПЕ ВРЕМЕНИ В ИНЕРЦИАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ ПО ЭЙНШТЕЙНУ

Модернизированное преобразование времени по Галилею (см. стр. 26), записанное в духе воззрений Фарадея — Максвелла, естественно не имеет релятивистского множителя $\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$, но в общем его физический смысл совпадает

с идеями Г. Лорентца о существовании «местного времени», которое зависит от скорости сигнала и от расстояния между наблюдателями. В противовес этому А. Эйнштейн ввел понятие «иного темпа времени» в относительно движущихся системах, что и является, согласно его учению, истинной причиной неодинакового показания часов у различных исследователей.

Но если бы это было так, то даже при мгновенной информации все же в относительно движущихся системах могла бы накапливаться некоторая разность в показаниях часов, зависящая от скорости системы. Однако преобразование времени по Лорентцу — Эйнштейну, при $c = \infty$ дает $t' = t$, т. е. обнаруживается, что никакой разности в показаниях часов при мгновенных сигналах не возникает.

Академик Л. И. Мандельштам, обсуждая данный вопрос, писал: «...если бы в природе имелась бесконечная скорость сигнала, то все было бы «в порядке», преобразование было бы галилеевым, и время во всех системах одним и тем же» (Л. И. Мандельштам. Сборник трудов, 1950, том V, стр. 255, изд. АН СССР). Таким образом, здесь ясно говорится, что разность в показаниях часов в конечном результате целиком определяется скоростью сигнала, с помощью которого обмениваются наблюдатели K и K' .

Что касается А. Эйнштейна, то по его теории само по себе движение часов может создать в системе «иной темп времени» и тем самым вызвать разницу в показаниях часов (А. Эйнштейн. Сущность теории относительности, 1955, стр. 26. Изд. иностранной литературы).

Но если встать на эту точку зрения, то преобразование времени по Эйнштейну должно было бы иметь вид

$$t' = \frac{t - \frac{vx}{c^2}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} + tf(v),$$

где слагаемое $tf(v)$ представляло бы величину, зависящую только от самого движения системы со скоростью v . Именно в этом случае наблюдатели, находящиеся в различных системах, даже при наличии мгновенных сигналов (информации), могли бы зафиксировать разность в показаниях часов, численно равную $tf(v)$. Но так как этого члена в преобразовании (9) не имеется (см. стр. 39), то «иное время» должно быть не чем иным, как «местным временем» Г. Лорентца.

Против «иного темпа времени» в движущихся системах фактически свидетельствует также следующее высказывание В. А. Фока: «Иногда говорят, что в движущейся системе время идет медленнее, чем в неподвижной. Такая формулировка, однако, неправильна, так как на основании принципа относительности всегда можно поменять ролями движущуюся и неподвижную системы, и тогда получится противоречие» (В. А. Фок. Теория пространства, времени и тяготения, 1961, стр. 63. Изд. технико-теоретической литературы).

Можно ли тем не менее в принципе отказаться от признания иного темпа времени в различных системах?

Если какие-то системы будут находиться в различных условиях существования, т. е., другими словами, они будут по-разному взаимодействовать с окружающим миром, то физические, химические, биологические и даже ядерные реакции могут, по-видимому, протекать в них с разной скоростью и, следовательно, в другом темпе времени. В этом случае можно было бы действительно зафиксировать иной ритм времени в различных системах независимо от скорости передачи сигналов между этими системами.

Часто говорится, что «иной темп времени» подтверждается наблюдением различного срока жизни мезонов. Но, как уже говорилось, это явление требует другого объяснения (см., например, нашу брошюру «О некоторых дискуссионных вопросах современной физики», 1956, вып. 3, изд. ЛПИ).

ПРИЛОЖЕНИЕ IV

О ФОРМУЛЕ СЛОЖЕНИЯ СКОРОСТЕЙ ПО ЭЙНШТЕЙНУ

Формула (11) (см. стр. 39) считается в теории относительности вполне справедливой и с этим надо согласиться, если придерживаться волновой теории света. Однако особенностью теории Эйнштейна является то, что в ней ни при каких обстоятельствах не отличается $v_{\text{приемника}}$ от $v_{\text{источника}}$ света. Другими словами говорится, что движение того и другого не влияет на скорость распространения электромагнитных волн.

В этом утверждении скрыта одна важная деталь, которая требует должного обсуждения. Вопрос касается взаимоотношений между c (скорость света) и v (скорость приемника света). Безусловно надо признать, что любое движение приемника света, являясь движением самостоятельным, не может само по себе, только потому, что оно существует, оказать какое-либо влияние на скорость света. Это две независимые скорости, которые в общем случае не связаны друг с другом каким-либо физическим (силовым) взаимодействием (кроме случая, когда практически нельзя пренебречь давлением света). Итак, свет и приемник света могут двигаться относительно друг друга и не оказывать взаимного влияния на их собственную, присущую им скорость. В этой части теория относительности права, считая, что ни $v_{\text{источника}}$, ни $v_{\text{приемника}}$ не влияют на скорость распространения света.

Но почему Эйнштейн не захотел признать относительной скорости $c \pm v_{\text{приемника}}$ света? Ведь это признание нисколько не нарушило бы того, о чем только что говорилось. Измерение скорости света относительно приемника нисколько не вынуждает нас признавать, что движение приемника света будто бы влияет на саму скорость света, поскольку величина $c \pm v_{\text{приемника}}$ может быть больше или меньше c . Эта величина относительная, она свидетельствует всего лишь о реальности того факта, что можно не только двигаться навстречу световым волнам, но и убежать от них.

Поэтому, осуществляя измерение скорости света относительно движущегося приемника, мы можем (и должны) получить относительную величину $c \pm v_{\text{приемника}}$, где $c = \text{const}$.

Отрицая такую возможность, Эйнштейн выдвигал соображение, согласно которому скорость света не может зависеть от направления, ибо об этом свидетельствуют отрицательные результаты опытов Майкельсона—Морлея. Говорится, что если световой луч имеет в системе K скорость c , то нельзя признать другой скорости света в движущейся системе K' (А. Эйнштейн. Сущность теории относительности, 1955, стр. 27. Изд. иностранной литературы).

Но ведь было сказано, что речь вовсе не идет о нарушении скорости света от движения какой-либо системы K' , K'' , K''' и т. д. Сама по себе скорость света в обычных условиях всегда постоянна (в вакууме). Поднятый вопрос касается измерения скорости c по отношению к данному приемнику и здесь не следует утверждать, что наличие относительной величины $c \pm v_{\text{приемника}}$ будто бы может изменить саму скорость света. Эти факты имеют совершенно различную природу и их никоим образом нельзя отождествлять друг с другом. Другое дело, что Эйнштейн, ссылаясь на опыты Майкельсона—Морлея, пишет, что величина $c \pm v_{\text{приемника}}$ света не была обнаружена (кстати, гораздо чаще говорится, что не была обнаружена величина $c \pm v_{\text{источника}}$, но с этим фактом, кроме сторонников корпускулярной теории света, никто не спорит). Насколько же убедительной является ссылка Эйнштейна на отрицательные опыты Майкельсона—Морлея? Она была бы приемлемой, если бы Эйнштейн мог с точки зрения своей теории объяснить названные опыты (см. Приложение V). Но даже такое наблюдение, которое было сделано еще в XVII столетии (О. Рёмер), показывает, что при годичном удалении или приближении Земли к Юпи-

теру свет его спутника (начало и конец его затмений) явно связан с величиной $c + v$ и $c - v$ приближения или удаления Земли.

Итак, нет оснований зачеркивать относительную величину $c \pm v_{\text{приемника}}$, которая, во-первых, отвечает некоторым бесспорным фактам (эффект Доплера, астрономическая абберация света, опыт Физо и др.) и, во-вторых, не наносит ущерба теории относительности, поскольку существование этой величины не отменяет второго постулата Эйнштейна («Каждый луч света движется в «покоящейся» системе координат с определенной скоростью c , независимо от того, испускается ли этот луч света покоящимся или движущимся телом». — А. Эйнштейн. Собр. научн. трудов, том I, 1965, стр. 10, изд. «Наука»).

Кстати, если бы $c \pm v_{\text{источника}}$ и $c \pm v_{\text{приемника}}$ были вполне идентичны, то во всех случаях появления величины $c \pm v$ к ней следовало бы применять правило сложения скоростей по Эйнштейну, т. е. формулу (11) (см. стр. 39). В преобразованиях Лорентца — Эйнштейна (8) и (9) имеются величины $c \pm v$, которые, казалось бы, тоже требуют использования формулы (11). Почему же этого не делается, хотя по теории относительности все такие сложения — вычитания ($c \pm v$) неизменно приводят к величине c ?

Противоречие между формулой (11) и формулами (8) и (9) снимается, если снабдить их соответствующими индексами:

$$W = \frac{c \pm v_{\text{источника}}}{1 \pm \frac{v_{\text{источника}}}{c}} = c, \quad (a)$$

$$x' = \frac{t(c - v_{\text{приемника}})c}{\sqrt{(c - v_{\text{приемника}})(c + v_{\text{приемника}})}}, \quad (b)$$

$$t' = \frac{t(c - v_{\text{приемника}})}{\sqrt{(c - v_{\text{приемника}})(c + v_{\text{приемника}})}}. \quad (в)$$

Ясно, что в случае физического разграничения скоростей $v_{\text{источника}}$ и $v_{\text{приемника}}$ формула (a) не может быть использована в соотношениях (б) и (в), в которых относительная величина $c \pm v_{\text{приемника}}$ может быть больше — меньше c , хотя сама по себе скорость $c = \text{const}$.

ПРИЛОЖЕНИЕ V

ОБЪЯСНИЛ ЛИ ЭЙНШТЕЙН ОТРИЦАТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОПЫТОВ МАЙКЕЛЬСОНА — МОРЛЕЯ?

Говоря об использовании в теории относительности идеи «отношений», нельзя пройти мимо толкования опытов Майкельсона — Морлея, которое было предложено А. Эйнштейном. Правильно отвергая абсолютную систему отсчета Г. Лорентца (абсолютно покоящийся эфир), А. Эйнштейн вместе с тем пришел к выводу, что для объяснения отрицательных результатов названных опытов все же надо согласиться с гипотезой Фиддджеральда — Лорентца, которые предположили, что прибор (интерферометр) несколько сокращается в направлении своего движения. Используя, однако, идею отношений, Эйнштейн писал, что прибор Майкельсона — Морлея «не сокращается в системе отсчета, движущейся вместе с Землей, но сокращение происходит относительно системы, покоящейся относительно Солнца» (А. Эйнштейн. Собр. научн. трудов, 1965, том I, стр. 557, изд. «Наука»).

Как понимать это высказывание? Представим себе экспериментатора, работающего с интерферометром. Должен ли он, руководствуясь соображениями Эйнштейна, заметить в приборе отсутствие сдвига интерференционных полос при вращении прибора? Свойство «отношений», как об этом пишет Эйнштейн, не может проявиться для земного наблюдателя, следовательно, никакого сокращения интерферометра в системе Земли не произойдет и поэтому не возникнет компенсации хода лучей по вертикальному и продольному направлениям прибора. В результате экспериментатор (судя по высказыванию Эйнштейна) должен был бы зафиксировать положительный эффект, т. е. сдвиг интерференционных полос при вращении установки.

Но это противоречит многократным наблюдениям, которые всегда (кроме недостоверных опытов Миллера) обнаруживали отрицательный результат в устройстве Майкельсона — Морлея.

В чем же тогда заключается смысл «отношений», привлеченных Эйнштейном к объяснению интерференционных опытов? Эйнштейн не отрицает эффекта сокращения прибора, но пишет, что это сокращение происходит относительно системы, находящейся вне Земли (в системе Солнца), т. е. там, где никакого наблюдателя не было. Оказывается, что только для этого внеземного наблюдателя (по Эйнштейну) могло бы произойти соответствующее сокращение прибора и только этот исследователь мог бы зафиксировать отрицательный результат в опытах Майкельсона — Мерлея.

Легко видеть, что подобного рода условия противоречат обстановке, в которой протекали эксперименты названных исследователей.

ПРИЛОЖЕНИЕ VI

О ВЗАИМОСВЯЗИ МЕЖДУ МАССОЙ И ЭНЕРГИЕЙ

Собственная энергия частицы определяется формулой

$$m_0 c^2 = E. \quad (1)$$

Формула (1) может быть дополнена выражением, когда переход вещества в излучение становится совершившимся фактом, т. е.

$$m_{\text{излуч}} c^2 = E_{\text{излуч}}. \quad (2)$$

При сопоставлении (1) и (2) фиксируется переход одной формы материи в другую (вещество $\rightarrow$ излучение) с полным эквивалентом соответствующих масс ($m_0 = m_{\text{излуч}}$). Подобного рода переходы могут совершаться при «аннигиляции» достаточно медленных частиц и античастиц.

Иная, более сложная задача возникает в случае изменения массы частицы с изменением ее скорости, что выражается формулой

$$\Delta E = \Delta \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}. \quad (3)$$

Если бы исследуемый объект, например электрон, действительно был точкой и если бы он двигался в абсолютной пустоте, то соотношение (3) имело бы единственный физический смысл: масса обязательно должна увеличиваться согласно зависимости

$\frac{m_0}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} = m$. Но эти первоначальные допущения в настоящее время опровергнуты фактами, поэтому вопрос изменения массы со скоростью все еще нуждается в физическом объяснении. Это явление остается неясным, поскольку не удается показать, почему частица в виде точки способна воспринимать энергию за счет увеличения своей массы.

Учитывая сложность происходящих процессов при движении структурной частицы в материальном вакууме, видимо, в первом приближении формулу (3) можно переписать в виде

$$E = \frac{m_0 v^2}{2} + E_1 + E_2. \quad (4)$$

Величина E представляет собою затрату энергии на создание данной скорости частицы, а правая часть уравнения (4) должна в сумме отобразить расход (накопление) полученной энергии.

Вместо единственного источника накопления энергии за счет увеличения массы объекта при увеличении его скорости из формулы (4) следует, что получаемая энергия по крайней мере может распределяться по трем направлениям:

$\frac{m_0 v^2}{2}$ — энергия, приобретаемая частицей в виде увеличения поступательного движения;

E_1 — эффект возбуждения частицы, который, возможно, при определенных условиях может иметь резонансный (ступенчатый) характер;

E_2 — энергия, связанная с возбуждением «вакуума», т. е. с возникновением присоединенной массы электромагнитного поля (вместе с тем должна существовать и некоторая потеря энергии частицы в связи с появлением расходящихся возмущений — волн в пространстве).

Если частица под влиянием воздействия E приобретает скорость меньше 0,2—0,25 скорости света ($v < 0,2\text{—}0,25\ c$), то величины E_1 и E_2 почти не обнаруживаются.

В современном понимании это свидетельствует о практическом отсутствии релятивистских эффектов (коэффициент $\frac{1}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$ стремится к единице), поэтому в данном случае частица движется и ведет себя согласно классическому закону $E = \frac{m_0 v^2}{2}$. Применение высказанной здесь гипотезы по отношению к «элементарным» частицам могло бы привести к предположению, что, скажем, μ^- -мезон, не являясь «тяжелой» частицей (по сравнению с электроном), «нагружен» внутренней энергией возбуждения E_1 (+ E_2).

Превращаясь при определенных условиях в электрон, он по существу теряет не избыточную вещественную массу, а «сбрасывает» с себя, энергию E_1 и E_2 , которая в виде $E_{\text{кин}}$ продуктов «распада» ($e^- + \bar{\nu} + \bar{\nu}$) рассеивается в пространстве. По существу этот процесс следует отождествить с так называемым «дефектом массы», при котором $E_{\text{кин}}$ продуктов реакции вызывает $m_{\text{в}} c^2$, где $m_{\text{в}}$ — масса «вакуума», введенная в волнообразное движение.

Если не «переводить» $E_{\text{кин}}$ в массу и наоборот, то можно показать, что все мезоны (μ , π и K) фактически являются набором электронов и позитронов с разной степенью возбуждения, сопровождаемых нейтрино.

Производя с этой точки зрения корректировку массы нейтрона, т. е. не приписывая ему «потерянной» массы в момент превращения нейтрон $\rightarrow$ протон, будто бы унесенной продуктами его распада (как уже отмечалось, в пространстве рассеивается не избыточная «масса», а кинетическая энергия продуктов распада), можно получить следующую массу нейтрона:

$$939,508 - E_{\text{кин}} = 939,508 - 0,783 = 938,725 \text{ Мэв.}$$

Сопоставляя эту, как нам кажется, действительную массу нейтрона с массой протона, имеем:

$$938,725 - 938,214 = 0,511 \text{ Мэв.}$$

Другими словами, разница между массой нейтрона и протона составляет массу одного электрона. По существу это возвращает нас к прежней электронно-протонной гипотезе происхождения ядерных сил. Эта гипотеза была давно оставлена, поскольку она противоречила некоторым фактам.

Указывалось, например, что ядро азота N^{14} должно было бы состоять по этой гипотезе из 21 частицы, что в случае присутствия в ядре электронов его магнитный момент был бы во много раз больше экспериментально найденного. Кроме того, электронно-протонная гипотеза противоречила некоторым релятивистским соотношениям (см. Ф. Рамзай. Сборник «Экспериментальная ядерная физика», 1955, т. 1, стр. 421 — 422. Иод. иностранной литературы).

На это можно ответить, что электрон, находящийся внутри ядра и участвующий в ядерном взаимодействии, не может обладать своими обычными свойствами. Возбужденный до состояния « π -мезона», он, естественно, должен изменить свое качественное проявление (состояние) и поэтому от него нельзя ожидать привычных свойств. Что касается некоторого противоречия с теорией относительности, то сейчас возникли серьезные сомнения в правомерности применения этой теории к внутриядерным процессам. В заключение необходимо отметить, что электронно-протонная гипотеза не может (и не должна) отменить существующую нейтронно-протонную теорию, поскольку она не отвергает существования нейтронов, а всего лишь ставит вопрос об их физическом происхождении.

Обсуждение всей этой сложной проблемы имеет предварительный характер. Некоторые предположительные данные о распадении гиперонов и нейтральных мезонов (в духе высказанных здесь соображений) см. в нашем докладе на физической секции МОИП «К расчету ядерных реакций» (март 1965 г.).

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	5
I. О некоторых проблемах современной физики	7
1. Разногласия среди ученых	8
2. О чем они спорят?	10
3. «Старые» и «новые» физики	—
4. Роль математики в новой физике	11
5. Для чего нужны «безумные» идеи?	12
6. Чем заменить «безумные» идеи?	13
7. Где кончается прежняя теория физических явлений?	17
II. Диалектика и физика	19
1. Пассивная диалектика	20
2. Диалектическое отрицание отрицания	21
3. Повторение якобы старого	22
4. Аналогии — наглядное отображение взаимосвязей в природе	24
5. О механицизме	25
III. О преемственности физических теорий	26
1. О мгновенных сигналах	27
2. Свойства и отношения	28
3. Пространство и время	30
4. Существует ли абсолютная одновременность и неодновременность событий?	32
5. Принципиальный вопрос: «Существует ли мировая среда?»	35
6. Можно ли устранить понятие «количество вещества»?	38
7. Инерциальное движение. Можно ли наблюдать абсолютную скорость?	40
8. О сложении скоростей по Эйнштейну	45
9. Идея квантов	47
Выводы	49
Литература	52
Приложение I. Вывод преобразований Лорентца из условий контракционной гипотезы	53
Приложение II. Релятивистские эффекты — объективно-кажущиеся явления	54
Приложение III. Об ином темпе времени в инерциальных системах по Эйнштейну	55
Приложение IV. О формуле сложения скоростей по Эйнштейну	56
Приложение V. Объяснил ли Эйнштейн отрицательные результаты опытов Майкельсона — Морлея?	
Приложение VI. О взаимосвязи между массой и энергией	

CONTENTS

Foreword	5
I. Some Problems of Modern Physics	7
1. Disagreements between scientists	8
2. What do they argue about?	10
3. The „old“ and the „new“ physicists	—
4. Mathematics in the new physics	11
5. What are „foolish ideas“ for?	12
6. What are „foolish ideas“ to be substituted with?	13
7. Where is the end of the old theory of physical phenomena?	17
II. Dialectic and Physics	—
1. Passive dialectic	19
2. The dialectical negation of negation	20
3. The repetition of what has supposedly taken place	21
4. Analogy is the obvious reflection of interrelations in nature	22
5. On mechanicism	24
III. The Sequence of the Physical Theories	25
1. On instantaneous signals	26
2. Properties and relations	27
3. Space and time	28
4. Do the absolute simultaneity and non-simultaneity exist?	30
5. The question of principle: does the medium exist in the universe?	32
6. Can we eliminate the notion of „quantity of matter“?	35
7. Inertial movement. Can we observe the absolute velocity?	38
8. The addition of velocities according to Einstein	40
9. The idea of quanta	45
Conclusions	47
Bibliography	49
Appendix I. The derivation of Lorentz transformations from the contraction hypothesis	52
Appendix II. The relativistic effects are objectively seeming phenomena	53
Appendix III. The different velocity of the flow of time in the inertial systems according to Einstein	54
Appendix IV. The formula of velocities addition according to Einstein	55
Appendix V. Did Einstein explain the negative results of the Michelson—Morley experiments?	56
Appendix VI. The interrelation between mass and energy	

Труды Ленинградского общества естествоиспытателей, том LXX, вып. 5

Тимофей Алексеевич Лебедев

О преемственности физических теорий

Редактор *О. Л. Петровичева*

Корректор *В. М. Николаева*

Сдано в набор 9-I-68 г.	М 11340.	Подписано к печати 19-III 1968 г.
Формат бумаги $70 \times 108 \frac{1}{16}$.	Печ. л. 3,75 (условных 5).	Бум л. 1,88.
Тираж 2500.	Зак. 1031.	Цена 15 коп.
Издательство ЛОЛГУ им. А. А. Жданова.		

Лаборатория полиграфических машин Ленинградского ордена Ленина
политехнического института им. М. И. Калинина.
Ленинград, К-251, Политехническая ул., 29.