

53
M660

Депозитарий

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

71409363

Акад. В. Ф. МИТКЕВИЧ

1966

ОСНОВНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ ВОЗЗРЕНИЯ

СБОРНИК ДОКЛАДОВ И СТАТЕЙ

ИЗДАНИЕ ТРЕТЬЕ,
ДОПОЛНЕННОЕ

Кадр. гр. БУ



49257
Библиотека БДУ

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР
МОСКВА 1969 ЛЕНИНГРАД

РЕСПУБЛИКАНСКАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА

Редактор изд-ва З. Н. Перля.

Технический редактор А. П. Дронов

Корректор Л. М. Шпловцева

Сдано в набор 3/IX 1939 г. Подписано к печати 10/XII 1939 г. Формат 60×92¹/₈. Бум. л. 6³/₄.
Объем 12³/₄ п. л. и 1 вкл. В 1 п. л. 46 000 печ. зп. Уч.-зав. л. 14,46. Тираж 3800 экз.
Уполн. Главлита А-19397 РИСО № 1105 АНИ № 1435. Заказ № 3792.
Цена 5 руб. 50 коп., переплет 3 руб.

1-я Образцовая типография Огиза РСФСР треста „Полиграфинга“, Москва, Валовая, 28.



M. Faraday

МИХАИЛ ФАРАДЕЙ

1791—1867

ПРЕДИСЛОВИЕ к 3-му изданию

Книга «Основные физические воззрения» — представляет собою сборник ряда моих докладов, статей и выступлений (начиная с 1930 по 1938 г.), в которых в той или иной степени затронуты вопросы нашего миропонимания. Касаясь почти исключительно области физики, основной науки о природе, я стремился возможно более четко и определенно проводить воззрения, вытекающие из общих установок диалектического материализма.

По сравнению со 2-м изданием этого сборника, вышедшим в 1936 г., 3-е издание дополнено тремя статьями. В основной части сборника (часть I) добавлены две статьи, опубликованные в журнале «Под знаменем марксизма» в 1938 г., а именно «О современной борьбе материализма с идеализмом в области физики» и «Значение книги Ленина «Материализм и эмпириокритицизм» в современной борьбе с идеализмом в области физики». В части II этого сборника, содержащей некоторые другие мои статьи, а также отдельные выдержки из моих статей и из стенограмм выступлений во время различных дискуссий, имевших отношение к затронутым в сборнике темам, — добавлена опубликованная в журнале «Под знаменем марксизма» в 1937 г. моя статья «По поводу статьи акад. А. Ф. Иоффе — «О положении на философском фронте советской физики».

Материалы, собранные в части II, являются некоторым развитием части I и кроме того они в значительной степени освещают современное положение вопроса о пересмотре наших основных физических воззрений, не всегда безупречных с материалистической точки зрения. Нередко мы оперируем представлениями, которые не имеют непосредственного отношения к подлинной природе физических явлений, но в ряде случаев оказываются лишь результатом ничем не оправдываемого объективирования математических абстракций. Последнее обстоятельство представляет собою одну из причин идеалистических уклонов в области физического мышления, которое в настоящее время иногда подменяется формально-математическими операциями, не контролируемые строгим анализом с точки зрения наших принципиальных научно-философских установок.

В своей длительной борьбе против подобных ошибочных уклонов я уделил значительное внимание вопросу об объективной реальности электромагнитного поля, вообще, и магнитного потока, в частности.

В связи с этим, стремясь отвлечься от всяких обстоятельств, до известной степени имеющих характер второстепенных подробностей, я подверг критическому рассмотрению современные основные представления о природе физических взаимодействий. Я полагаю, что в построении пока еще не существующей в законченном виде общей физической теории, которая являлась бы строго обоснованной и не содержащей внутренних противоречий системой взаимно-согласованных физических представлений, возможно полнее отражающих действительные соотношения в природе, — весьма ответственную роль должны играть наши принципиальные установки в отношении того, как именно объективно-реально осуществляются физические взаимодействия, без обязательного наличия которых не мыслимо никакое физическое явление. Совершенно несомненно, что эти взаимодействия составляют один из главных моментов во всех без исключения физических явлениях. Таким образом, мне пришлось коснуться противопоставления точки зрения действия на расстоянии и основной фарадее-максвелловской точки зрения, согласно которой всякого рода электромагнитные взаимодействия возможны не иначе, как при непосредственном участии материальной среды в пространстве, окружающем взаимодействующие центры или системы. Являясь решительным сторонником второй точки зрения, я вместе с тем полагаю, что старый спор между двумя указанными точками зрения должен быть разрешен не путем постановки каких бы то ни было специальных экспериментов, так как этого сделать нельзя, но только путем надлежащего анализа наших общих научно-философских установок в отношении их возможно большего соответствия всей совокупности имеющихся опытных данных о явлениях природы.

Идя по указанному пути и отстаивая объективную реальность электромагнитного поля и магнитного потока, в частности, я счел весьма целесообразным сформулировать вопрос,¹ который касается именно основных условий всякого физического взаимодействия и так построен, что допускает только один строго определенный ответ — «да» или «нет», при исключенном третьем. Вместе с тем я доказал, что формулировка моего вопроса вполне законна и правильна.

Я утверждаю, что указанный вопрос может и должен занять центральное место в борьбе против идеалистических уклонов в физическом мышлении и имеет исключительно важное значение, так как решение данного вопроса категорически требует от отвечающего вполне четких установок в отношении его основных представлений о внешнем мире вообще.

Мой вопрос в действительности включает в себе ряд других принципиальных вопросов, касающихся самых главных моментов в нашем мировоззрении. Ответ на сформулированный мною вопрос, ответ «да» или «нет», в полной мере зависит от того, как именно мы относимся к объективной реальности вещей и предметов внешнего мира,

¹ См. настоящий сборник, статьи II, III, VIII, XI, XII, XV, XVI, XVII и XX.

как мы смотрим на физическое пространство, как мы относимся к принципу причинности и закону сохранения энергии и т. д. и т. п. Все это более подробно разъяснено в конце статьи VI настоящего сборника, которая посвящена рассмотрению основных установок материалистического миропонимания. Сформулированный мною вопрос в скрытом виде касается всех этих принципиальных установок и по существу эквивалентен вопросу об их признании или об их отрицании.

Таким образом, четкий и недвусмысленный ответ на мой вопрос — четко и недвусмысленно выявляет основы нашего физического мышления (материалистические или идеалистические).

В этом и заключается смысл моего вопроса, этим именно и определяется его значение в борьбе за материалистическое миропонимание. Заостряя внимание на существенном конкретном моменте из области физических явлений, этот принципиальный вопрос дает возможность решительно отклонять всякие общие и многословные рассуждения, сводящиеся, как показывает опыт, к затушевыванию антагонизма материалистического и идеалистического воззрений на природу.

Некоторые из возражающих против проводимых мною физических представлений неоднократно упрекали меня по поводу якобы механистичности этих представлений. Ввиду того, что делавшие мне подобного рода упреки допускали ошибочное понимание сущности механицизма в физике и основывались нередко на формально-филологических признаках, я специально разобрал этот вопрос в статье «О механистической точке зрения в области основных физических представлений» (статья V настоящего сборника), а также коснулся данного вопроса и в ряде других своих статей (статья VI, например). Это было тем более необходимо, что указанные ошибки допускались не только со стороны тех моих критиков, которые придерживаются идеалистических позиций, но даже со стороны критиков, казалось бы, обязанных разбираться в вопросе о том, что такое механицизм. К сожалению, до сих пор возникает немало недоразумений на почве ошибочного отождествления терминов «механический» и «механистический».

Возражали мне также и по поводу самого метода вопросов, который я часто применял в научно-философской дискуссии. Неоднократно делались попытки всячески дискредитировать метод вопросов, обращаемых к противной стороне. По этому поводу напомним только следующее. В 1908 г. во время борьбы с махистами Ленин сформулировал 10 вопросов¹ для того, чтобы вскрыть ошибочные установки идейных противников, уклонявшихся от недвусмысленного выявления своих принципиальных установок подобно тому, как это случается и в настоящее время.

Мне, как автору этой книги, доставляют удовлетворение многочисленные отклики моих читателей, свидетельствующие о большом

¹ Ленин. Соч., 2-е изд., 1935 г., т. XIII, стр. 3—6.

интересе широких масс советской учащейся молодежи, физиков и техников к научно-философским вопросам. Ряд дискуссий, возникших, начиная с 1929 г. в связи с поднятыми мною вопросами, приобрел в некоторых случаях чрезмерно острый и напряженный характер, подчас выходящий из рамок простого высказывания своих мнений. В этом отношении необходимо, однако, со всей категоричностью отметить, что лично я, по существу бывший инициатором ряда дискуссий, никогда не делал первых шагов к нежелательному обострению той или иной дискуссии. Мне приходилось только отражать некоторые весьма резкие нападки со стороны моих идейных противников. В огромном большинстве случаев они не проявляли той уравновешенности и того спокойствия, которые столь полезны при ведении научно-философской дискуссии.

Я должен благодарить А. Ф. Иоффе, С. И. Вавилова, В. А. Фока, Я. И. Френкеля, И. Е. Тамма и других примыкающих к ним физиков за то, что своими высказываниями они несомненно помогли мне особенно отчетливо понять сущность наших принципиальных расхождений и в значительной степени уточнить формулировки тех основных положений, которые я защищаю. Я полагаю, что пройдет немного времени и мои идейные противники осознают свои расхождения с основными установками материалистического миропонимания, после чего их дальнейшая деятельность станет еще более плодотворной и мы все, лучше понимая друг друга, чем это было до сих пор, будем упорно работать на пользу советской физической науки. Во всяком случае, дискуссии, предметом которых являются общие представления о природе, должны способствовать развитию подлинно физического мышления у всех, стремящихся к этому и даже бывших сначала более или менее индифферентными в этом отношении.

В настоящем 3-м издании сборника внесены кое-какие мелкие исправления редакционного характера.

В некоторых случаях я в настоящее время выразился бы более определенно, характеризуя ряд противоречий, обнаруживающихся в области основных физических представлений. Однако, я счел необходимым сохранить старый текст, добавив лишь несколько примечаний, особо помеченных. В ряде моих статей и выступлений встречаются простые повторения того, что было уже сказано раньше. Я сделал это совершенно сознательно, так как иногда мне было затруднительно найти другие подходящие слова и обороты речи, чтобы возможно более отчетливо еще раз обратить внимание на то или иное весьма существенное, с моей точки зрения, обстоятельство.

В заключение считаю долгом выразить признательность З. Н. Перлю за весьма существенную помощь, оказанную мне при оформлении этой книги.

В. МИТКЕВИЧ

Февраль 1939 г.

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ

I

РАБОТЫ ФАРАДЕЯ В ОБЛАСТИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ИНДУКЦИИ В СВЯЗИ С ЕГО ОБЩИМИ ФИЗИЧЕСКИМИ ВОЗЗРЕНИЯМИ¹

1. Сто лет тому назад, в 1831 г., Фарадей открыл явление электромагнитной индукции тока. Открытие это ознаменовало собой новую эру в истории науки об электричестве и магнетизме и вместе с тем оно дало в руки человечества мощное средство для практического использования естественных энергетических ресурсов. Вся современная электротехника выросла на базе великого фарадеевского открытия, сущность которого заключается в следующем. Во всех без исключения случаях, когда мы имеем изменения в относительном расположении некоторого проводящего контура и магнитного поля, перпендикулярного контуру в целом или отдельным его частям, находящимся в поле, — в контуре возникают особые электродвижущие силы, так называемые индуцированные электродвижущие силы. Если алгебраическая сумма этих электродвижущих сил, т. е. полная электродвижущая сила, индуцируемая в контуре, не равна нулю и контур замкнут, в нем возникает индуцированный электрический ток. Во всех современных динамо-электрических генераторах, во всех трансформаторах переменного тока и в огромном количестве других электротехнических устройств используется это явление электромагнитной индукции тока.

2. Обращаясь к истории фарадеевского открытия, необходимо прежде всего отметить, что в период времени, непосредственно предшествовавший 1831 г., был сделан ряд открытий и научных работ, свидетельствовавших о необходимости нового подхода к явлениям электрическим и магнитным. Дело в том, что до того времени эти две группы физических явлений рассматривались как совершенно обособленные и не связанные одна с другой. В 1820 г. Эрстед открыл первое звено, связывающее электричество и магнетизм, показав, что электрический ток, который протекает по проводнику, присоединенному к полюсам вольтова столба, оказывает механическое дей-

¹ Речь, произнесенная 22 ноября 1931 г. в Академии Наук СССР на торжественном заседании, посвященном столетию открытия электромагнитной индукции.

ствие на расположенную вблизи магнитную стрелку и стремится повернуть ее так, чтобы она установилась перпендикулярно проводнику. Таким образом Эрстед обнаружил магнитное поле тока. В том же 1820 г. Араго при помощи электрического тока намагнитил кусок стали и Ампер представил в Парижскую академию наук доклад о своих опытах над механическим действием токов на токи и магнитов на токи. В 1821 г. Фарадей открыл, что проводник, по которому течет электрический ток, стремится вращаться вокруг полюса магнита. В 1823 г. Ампер дал свою теорию электродинамики и электромагнетизма. В 1824 г. Араго наблюдал успокаивающее действие медной пластины на качающуюся над ней магнитную стрелку. Баббедж и Гершель, тщательно изучая это таинственное явление и разнообразия обстановку опыта, добились обращенного эффекта. Именно, в 1825 г. они показали, что медный диск, вращающийся вокруг вертикальной оси, может увлечь в это вращение магнитную стрелку, так расположенную над медным диском, чтобы острие, на котором она покоится, находилось на оси диска, причем между стрелкой и вращающимся диском располагалась параллельная ему стеклянная пластина, исключавшая непосредственное действие на стрелку со стороны воздушных вихрей. В том же 1825 г. Стэрджен построил свой первый электромагнит.

С момента опубликования открытия Эрстеда весь ученый мир с лихорадочным возбуждением занялся исследованиями в области новых электромагнитных явлений. Нередко бывали случаи поспешных выступлений с описанием ошибочных наблюдений. Так, например, в заседании Парижской академии наук 6 ноября 1820 г. Френель в своем докладе заявил, что ему удалось разложить воду посредством магнита, неподвижно лежащего внутри проволочной спирали. Присутствовавший в том же заседании Ампер указал, что он также наблюдал нечто в роде возбуждения электрического тока помощью магнита. Через полтора месяца оба автора отказались от своих утверждений, признав их несоответствующими результатам тщательно поставленных проверочных опытов. В следующие годы Ампер неоднократно возвращался к этой теме, но, по свидетельству Беккереля, он в 1825 г. пришел к убеждению о невозможности получить электрический ток при помощи магнита.

В такой чрезвычайно напряженной атмосфере работала и научная мысль Фарадея. Он с большой настойчивостью искал новых явлений, характеризующих связь между электричеством и магнетизмом. Убежденный в единстве сил природы вообще, он не мог удовлетвориться допущением односторонней связи между физическими явлениями. Эта связь казалась ему не вполне установленной, пока какое-либо наблюдаемое физическое явление не могло быть обращено, пока не был открыт обратный эффект. Так и в случае электрического тока и магнитного поля. Движение электричества сопровождается магнитным полем. Должно существовать и обратное явление! В чем же оно состоит? В лабораторном дневнике Фарадея за 1822 г. есть запись: «Обратить магнетизм в электричество!»: Чтобы разрешить постав-

ленную перед собою задачу, ему пришлось проделать огромное количество опытов. С небольшими перерывами он, занимавший уже с 1825 г. пост директора лаборатории Королевского института, все возвращался к этой теме. Много раз он терпел неудачу и с огорчением отмечал в своем дневнике: «Безрезультатно». Наконец, 29 августа 1831 г. Фарадею удалось в первый раз произвести опыт, в котором с несомненностью выяснилось то, чего он так долго искал. В течение всего десяти рабочих дней в промежутках времени с 29 августа по 4 ноября этого года Фарадей не только открыл все основные явления из области электромагнитной индукции тока, но и полностью осветил их новыми физическими представлениями.

3. Первый, исторический опыт Фарадея был произведен с железным кольцом, на которое были нанесены две независимые обмотки из медной проволоки (по нынешней терминологии — первичная и вторичная). Вот как описывает Фарадей этот опыт в своем лабораторном дневнике:

«Я изготовил железное кольцо (из мягкого железа); железо взято круглое, в $\frac{7}{8}$ дюйма толщиной, и кольцо имело внешний диаметр в 6 дюймов. Вокруг железного сердечника было намотано много витков медной проволоки, причем половина обмотки отделена при помощи шнурка и коленкора. Было намотано (с одной стороны) три куска проволоки, каждый около 24 футов длиною, и они могли быть соединены в одну общую обмотку или употребляться раздельно. Изоляция отдельных частей этой обмотки была установлена путем проверки при помощи батареи. Будем называть эту сторону кольца А. На другой стороне, но с интервалами от первой обмотки, было намотано два куска проволоки общею длиною около 60 футов... Будем называть эту сторону В.

«Была заряжена батарея из десяти пар пластин по 4 кв. дюйма. Витки на стороне В составляли одну обмотку и концы ее были соединены медной проволокой, отходящей в сторону на некоторое расстояние и как раз над магнитной стрелкой, находившейся в 3 футах от кольца. Затем концы одной из обмоток на стороне А присоединялись к батарее: немедленно — заметное действие на стрелку. Она колебалась и, наконец, пришла в начальное положение. При прерывании соединения обмотки А с батареей — снова бросок стрелки».

На другой же день после этого опыта, 30 августа 1831 г., Фарадей уже совершенно отчетливо осознал связь открытого им явления с таинственными результатами экспериментов Араго над влияниями медного диска на магнитную стрелку.

В своих последующих опытах Фарадей наблюдал появление кратковременного индуцированного тока в катушке из медной проволоки при наличии внутри нее прямолинейного железного стержня, который намагничивался или размагничивался путем поднесения к нему постоянных магнитов или удаления их. Затем был проделан опыт, аналогичный первому опыту с железным кольцом, но при этом применялись катушки из медной проволоки без всякого железного

сердечника. Далее, постоянный полосовой магнит быстро вводился внутрь катушки, присоединенной к гальванометру, или выводился из нее. Были обнаружены кратковременные отбросы стрелки гальванометра то в одну, то в другую сторону и при этом было обращено особое внимание на необходимость наличия относительного движения проводника и магнитного поля. С совершенной очевидностью была установлена причина неудачи во время многочисленных предыдущих опытов, когда это обстоятельство не было учтено. В девятый день своих опытов с вновь открытым явлением Фарадей привел во вращение медный диск, расположенный между полюсами сильного подковообразного магнита, соединив с гальванометром ось и край диска при посредстве металлических щеток. При этом стрелка гальванометра длительно отклонялась. Фарадей возбуждал таким образом постоянный ток, используя явление электромагнитной индукции. Наконец, в десятый день Фарадей индуцировал ток простым движением проводника поперек магнитного поля подковообразного магнита, и в описании этого эксперимента уже говорит о пересечении магнитных линий проводником. Итак, вся фактическая сторона явления электромагнитной индукции была установлена с исчерпывающей полнотой и была выяснена качественная сторона общего закона электромагнитной индукции. Несколько позже Фарадей формулировал и количественные законы, которым подчиняется это явление.

4. Открытие Фарадея, значительно расширившее область соотношений между электрическими и магнитными явлениями, дало мощный импульс развитию науки. Ученые всего мира занялись дальнейшим изучением электромагнитного поля на основе того, что было открыто Фарадеем. Клерк Максвелл, гениальный продолжатель дела Фарадея, полностью воспринял его основные физические представления и облел в математическую форму многое из его идей. Как известно, сам Фарадей не владел математическим анализом и не пользовался им в своей научной работе. В полном соответствии с общим ходом мыслей Фарадея, Максвелл обобщил закон электромагнитной индукции, распространив его на случай какого угодно контура, независимо от того, проводящий он или непроводящий. По существу, половина максвелловых уравнений электромагнитного поля представляет собою не что иное, как именно дифференциальную форму обобщенного закона электромагнитной индукции. Как известно, Максвелл своими дифференциальными уравнениями положил начало математической теории электромагнитного поля и учению об электромагнитных волнах. Вместе с тем он установил электромагнитную природу света. Герц, продолжая работу Максвелла, на опыте воспроизвел электромагнитные волны сравнительно большой длины и показал, что они действительно обладают теми же свойствами, что и световые колебания. Вся современная радиотехника возбудилась к жизни после опытных исследований Герца.

Необычайная плодотворность научных достижений Фарадея теснейшим образом связана с его своеобразным подходом к пониманию физических явлений, с выработанными им простыми и отчетливыми

физическими представлениями. Это сказалось и в области практических применений открытого им явления электромагнитной индукции. Трудно, совершенно невозможно, напр., представить себе расчет различных электромагнитных механизмов, не основанный на применении фарадеевского метода для физического толкования этого явления.

5. Как известно, основным фоном научного мышления Фарадея было твердое убеждение в том, что все взаимодействия в природе вообще, и все электрические и магнитные взаимодействия в частности, совершаются не иначе, как при непрерывном участии промежуточной среды. Родившийся в рабочей семье,¹ не располагавший вследствие этого материальными средствами, которые позволили бы ему получить систематическое образование, с 13 лет начавший свою трудовую жизнь в качестве подмастерья переплетной мастерской, — Фарадей всеми своими научными знаниями был обязан исключительно себе. Он сам выработал свои физические воззрения, все свободное время посвящая самообразованию и с жадностью читая самые разнообразные научные книги, с которыми он сталкивался, между прочим, благодаря своему ремеслу переплетчика. Быть может, этой именно обстановкой, в которой вырос Фарадей, в значительной степени и объясняется его свобода от всякого рода предрассудков, которые царили и продолжают царить в официальной науке. Гипертрофированная математическая тренировка нередко приводит нас к тому, что реальный физический мир мы мыслим как пространство, в котором некоторым образом распределены различные математические символы, как то: материальные точки, векторы сил, функции ψ и т. п. При таком формально-математическом подходе к физическим явлениям становится совершенно естественным и в некотором смысле вполне правильным представление о действии одного физического центра на другой на расстоянии. Безусловно несомненно, что математическое описание физических явлений нередко чрезвычайно упрощается с точки зрения *actio in distans*, и в целом ряде случаев «все происходит так, как будто бы» физические центры взаимодействуют на расстоянии через «ничто». Но совсем иначе приходится рассуждать, когда мы стремимся углубиться в вопрос о природе взаимодействий, в вопрос о том, как именно эти взаимодействия осуществляются. Подобный вопрос может, конечно, совершенно не интересовать математика, посвятившего себя решению задач из области физики. Но великий физик Фарадей, в своих работах вскрывавший природу физических взаимоотношений, не мог удовлетвориться допущением взаимодействия через «ничто», как какого-то первичного физического явления, и всегда чувствовал определенную антипатию по отношению к точке зрения *actio in distans*. Мысль о физической несостоятельности этой точки зрения все более и более овладевала умом Фарадея. Он любил ссылаться на мнение Ньютона по этому поводу, совершенно четко выраженное в нижеследующих словах (третье письмо Ньютона к Бенглетю):

¹ Фарадей родился 22 сентября 1791 г. в семье лондонского кузнеца.

«Что тяготение должно быть врожденным, присущим и необходимым свойством материи, так что одно тело может взаимодействовать с другим на расстоянии через пустоту, без участия чего-то постороннего, при посредстве чего и через что их действие и сила могут быть передаваемы от одного к другому,—это мне кажется столь большим абсурдом, что я не представляю себе, чтобы кто-либо, владеющий способностью компетентно мыслить в области вопросов философского характера, мог к этому прийти. Тяготение должно обуславливаться каким-то агентом, действующим постоянно согласно известным законам...».¹

Здесь уместно будет указать, что О. Д. Хвольсон в томе I своего «Курса физики» говорит:

«Термином *«actio in distans»*, т. е. «действие на расстоянии», обозначается одно из наиболее вредных учений, когда-либо господствовавших в физике и тормозивших ее развитие...».

В предисловии к своему «Трактату об электричестве и магнетизме» Максвелл касается вопроса об особенном характере его труда, отличающем его от других трудов этого рода, опубликованных главным образом в Германии, и приводит по этому поводу следующие разъяснения:

«Одна из причин этого состоит в том, что прежде, чем я начал изучать электричество, я принял решение не читать никаких математических сочинений, посвященных данному вопросу, до прочтения фарадеевских «Опытных исследований по электричеству» от начала до конца. Я был осведомлен, что высказывалось мнение о различии между фарадеевским методом понимания явлений и методами математиков, так что ни Фарадей, ни математики не были удовлетворены языком друг друга. Я имел также твердую уверенность в том, что это разногласие не является результатом ошибок той или другой стороны. Я получил такую уверенность прежде всего благодаря сэрру Вильяму Томсону, советам и помощи, а также опубликованным трудам которого я очень многим обязан из того, что я изучил по этому вопросу.

«Когда я стал углубляться в изучение Фарадея, я заметил, что его метод понимания явлений также оказывается математическим, хотя и не представлен в условной форме математических символов. Я на-

¹ По поводу этой цитаты, приводимой и в других статьях настоящего сборника, С. И. Вавилов («Под знаменем марксизма» № 7 за 1937 г. стр. 59) упрекает меня в неосведомленности относительно окончания цитаты, в которой якобы отражаются религиозные воззрения Ньютона. Можно, однако, спорить о том, в какой мере Ньютон в своих заключительных словах к данному отрывку отдал дань религиозным предрассудкам своей эпохи. Именно, для того, чтобы не было поводов уклоняться в сторону от существа дела и не тратить времени на бесполезные в данном случае споры, я и опустил эти заключительные слова Ньютона, цитируя его в своих докладах в Академии Наук. Напомню, что цитата приведена полностью во всех трех изданиях моего курса «Физических основ электротехники» (1928 г., 1932 г. и 1933 г.). (Примечание, добавленное в 1939 г.)

В. М.

шел также, что этот метод может быть выражен в обычной математической форме и, таким образом, может быть сопоставлен с методами признанных математиков.

«Например, Фарадей своим мысленным оком видел силовые линии, проходящие по всему пространству, там, где математики видели центры сил, притягивающие на расстоянии. Фарадей видел промежуточную среду там, где они ничего не видели, кроме расстояния. Фарадей искал сущность явлений в том, что в действительности происходит в среде; другие удовлетворялись тем, что находили эту сущность в способности действия на расстоянии, которою одарены электрические жидкости.

«Когда я перевел то, что я рассматривал как фарадеевские идеи, в математическую форму, я нашел, что в общем результаты обоих методов совпадают, так что одни и те же явления учитываются обоими этими методами, и они приводят к одним и тем же законам действия...

«Я нашел также, что некоторые из наиболее плодотворных методов исследования, открытых математиками, могут быть много лучше выражены в терминах, вытекающих из идей Фарадея, чем в их оригинальной форме».

В связи со всем вышеизложенным становится совершенно очевидным, что формально-математический метод оперирует с внешним эффектом, обнаруживаемым в явлении, в фарадеевском же методе главным объектом внимания служит внутренняя обстановка, при наличии которой и благодаря которой возникает рассматриваемое явление. Ясно поэтому, что метод Фарадея должен приводить исследователя к более тесному контакту с тем, что в действительности происходит в природе.

6. Итак, Фарадей не мыслил никакого физического явления вне участия той среды, которая окружает действующие в этом явлении физические центры. Соображениями этого рода он руководствовался и в своих исследованиях в области электромагнитной индукции. На этой почве возникло и представление Фарадея о «физических силовых линиях» магнитного поля как о реально существующих нитеобразных элементах магнитного потока, называемых нами теперь просто магнитными линиями. Физическое содержание закона электромагнитной индукции, данное Фарадеем, заключается именно в том, что основной причиной возникновения индуктированного электрического тока является пересечение проводника магнитными линиями. Фарадея мы должны считать основателем учения о магнитном потоке, о его физических свойствах. Он установил принцип непрерывности магнитного потока, гласящий, что каждая магнитная линия, его составляющая, всегда образует принципиально замкнутый контур, который никогда не может претерпевать какого-либо разрыва. Фарадей установил, что магнитные линии обладают свойствами упругих нитей, в системе которых проявляются механические силы в форме продольных тяжений и бокового распора.

Мысль об особо важном, доминирующем значении магнитного

потока во всех электромагнитных явлениях принадлежит Фарадею. Работы последнего периода его научной деятельности, за время которого он подверг тщательному анализу все основные известные факты, касающиеся области магнитного поля, почти полностью посвящены обоснованию и развитию этой мысли. Все сказанное целиком относится и к тому электромагнитному комплексу, который мы называем электрическим током, протекающим по некоторому проводнику. В магнитном потоке, окружающем проводник с током и сцепляющемся с ним, Фарадей был склонен видеть нечто большее, чем просто явление, сопутствующее электрическому току. В высокой степени характерно, что Фарадей, открывший законы электролиза и тем самым, казалось бы, давший убедительное доказательство тому, что представление о движении электричества внутри проводника, несущего ток, имеет непосредственное отношение к действительности, все же обращает свой взор в пространство вне проводника, когда в связи с явлениями электромагнитной индукции ищет ответа на вопрос об основных и характерных свойствах электрического тока. В какой степени он стремился отрешиться от обычных представлений о токе, свидетельствуют нижеследующие его слова:

«Из двух предположений, весьма обычно принимаемых в настоящее время, о магнитных жидкостях и об электрических токах, первое необходимо признать ошибочным, а может быть и оба ошибочны» («Опытные исследования по электричеству», § 3303).

На почве подобных соображений возникло представление Фарадея об особом «электростатическом» состоянии среды в пространстве, окружающем проводник с током, т. е. там, где распределена вся электрокинетическая энергия тока, в точности равная, как это показал Максвелл, энергии магнитного потока самоиндукции.

7. В своей статье, помещенной в «Encyclopaedia Britannica», Максвелл написал следующие строки по поводу открытия электромагнитной индукции:

«Все величие и оригинальность фарадеевского достижения могут быть оценены путем рассмотрения последующей истории этого открытия. Как и следовало ожидать, оно немедленно сделалось предметом исследований со стороны всего ученого мира, но некоторые из наиболее опытных физиков оказались неспособными избежать ошибок в формулировке изучаемого явления, полагая при этом, что они применяют более научный язык, чем язык Фарадея. До настоящего времени математики, которые отвергли фарадеевский метод формулировки его закона как несоответствующий точности их науки, никогда не были в состоянии установить какое-либо существенно отличающееся соотношение для полного выражения содержания явлений без того, чтобы не вводить гипотез относительно взаимодействия вещей, которые физически не существуют, подобно, напр., элементам токов, которые вытекают из ничего, затем текут по проводнику и, наконец, опять входят в ничто.

«После почти полувековой работы этого рода мы можем сказать, что, хотя практические приложения фарадеевского открытия возросли

и продолжают каждый год возрастать в отношении их численности и ценности, ни одного исключения из формулировки этих законов, данной Фарадеем, не было открыто, ни одного нового закона не было добавлено к ним, и фарадеевская оригинальная формулировка остается по сей день единственной, которая выражает не более того, что может быть установлено экспериментом, и единственной, при помощи которой теория явления может быть представлена так, чтобы она была точна и количественно правильна, оставаясь в то же время в рамках простых методов изложения».

Эти строки были написаны свыше 50 лет тому назад и вместе с тем, однако, содержание их производит такое впечатление, как будто бы они написаны теперь, в наше время. Трудно себе представить более меткую характеристику того разрыва между указанными Фарадеем путями физического мышления и формально-математическими методами рассмотрения физических явлений, — разрыва, который, к сожалению, до сих пор имеет место и даже достиг в последнее время своего апогея. В связи с этим необходимо констатировать, что многое из фарадеевских научных достижений до сих пор еще недостаточно понято и еще недостаточно оценено. Его «Опытные исследования по электричеству» продолжают оставаться арабской книгой за семью печатями для тех, кто вследствие чрезмерного увлечения формальными методами исследования утратил в большей или меньшей степени способность понимать изложенное простыми словами.

Фарадей дал нам лучший образец того, чем должна быть физическая мысль. Он был физик-мыслитель в самом высоком значении этого слова.

Не подлежит никакому сомнению, что математика есть великое орудие, которым физик наших дней может и должен пользоваться при изучении явлений природы. Но зачем же заменять физическую мысль формально-математической символикой и на этом успокаиваться, как будто задачи науки об основных явлениях реального мира состоят именно в построении отвлеченных символических схем! Необходимо отбросить гордыню и кое-чему поучиться у «переплетчика» Фарадея. Надо последовать примеру Максвелла: отложить в сторону все прочее и перечитать от начала до конца фарадеевские «Опытные исследования по электричеству», вдумываясь в каждое слово, написанное их гениальным автором.

Библиотека БДУ

II

ОСНОВНЫЕ ВОЗЗРЕНИЯ СОВРЕМЕННОЙ ФИЗИКИ¹

1. Основные воззрения той или иной научной дисциплины представляют глубокий интерес как с чисто философской точки зрения, так и в отношении перспектив, открывающихся на пути дальнейшего развития этой дисциплины. Некоторый анализ господствующих воззрений можно признать особенно целесообразным при обозрении наук, которые достигли уже высокой степени развития благодаря большому накопленному материалу, но в то же время встречаются какие-либо затруднения в его надлежащем освоении и теоретическом сведении в стройное целое. Современная физика, являясь основной, ведущей наукой о природе в самом широком смысле этого слова, располагает по истине гигантским материалом опытного и теоретического характера. Вместе с тем, однако, быть может, именно благодаря обширности и универсальности современной физики и ее проникновению во все другие теоретические и практические дисциплины, ведущие человечество к овладению силами природы, — в значительной степени остро ощущается недостаток общих, признанных всеми руководящих идей, которые могли бы способствовать созданию единой стройной картины физических явлений, и желательность более или менее отчетливого освещения элементов противоречия, повидимому, обнаруживающегося в некоторых случаях. На этой почве возникло, не очень однако ясно оформившееся, тревожное настроение, выразившееся, между прочим, в указаниях на симптомы кризиса, признаки которого усматриваются в современной физике. Я полагаю, что было бы правильнее говорить о несколько своеобразных и вряд ли обоснованных уклонах в современной физической мысли.

2. Времена великих физиков-натурфилософов — времена Галилея, Декарта, Ньютона, Фарадея, Максвелла, Гельмгольца, Кельвина — уже прошли, но тем не менее каждый современный физик должен стремиться быть хотя до некоторой степени натурфилософом. Без определенного философского подхода к исследованию природы физических явлений трудно избежать односторонности и, в отдельных по крайней мере случаях, ошибочности наших физических представлений.

¹ Речь, произнесенная на торжественном годовом собрании Академии Наук СССР 8 февраля 1933 г.

назвать объективированными математическими абстракциями. И все это иногда допускалось без достаточного обследования новых представлений применительно к выяснению их физического значения и к их соотношению с тем, что может происходить в действительности. Упускалось из вида, в отдельных случаях, и то исключительно важное обстоятельство, что изучение некоторой физической проблемы может допускать использование весьма разнообразных методов математического анализа, каждый из которых требует введения своих особых вспомогательных понятий.

В связи со всем изложенным мы до последнего времени встречаемся с физическими воззрениями, в отношении которых не имеется объективных оснований для того, чтобы их можно было признать адекватными реальному содержанию тех или иных физических явлений.

4. Итак, следует чрезвычайно строго различать символы и вспомогательные понятия, которыми мы пользуемся в процессе математического анализа физических явлений, с одной стороны, и реальное содержание этих явлений, с другой стороны. Конечно, необходимо принять во внимание, что весьма трудно на практике провести указанное разграничение, так как мы познаем природу только через посредство наших ощущений, путем эксперимента, лишь в некоторых случаях имеющего дело непосредственно с ближайшими проявлениями чего-то реально существующего и нами обследуемого. Обычно же в большинстве случаев современный утонченный и сложный физический эксперимент предоставляет нам возможность судить только о каких-либо отдаленных проявлениях предполагаемой объективной реальности, и притом нередко свое окончательное заключение мы обосновываем на математическом анализе результатов опыта с известной лишь долей вероятности, используя иногда статистические методы. Все это совершенно справедливо, но тем не менее исследователь, изучающий физические явления, на какой бы принципиальной позиции он ни стоял, располагает, как физик, единственной возможностью: последовательно и без всяких отступлений проводить то положение, что предмет его изысканий объективно существует вне нашего сознания и независимо от нашего сознания и что в действительности происходит не то или иное в зависимости от нашей точки зрения, а нечто, совершенно определенное и, во всяком случае, совершенно не подчиненное нашим точкам зрения. Несмотря на все трудности, сопряженные с разделением мира на «субъект» и «объект», одна из основных задач физики заключается именно в проведении возможно более четкой границы между этими двумя областями познания.

5. Проблема пространства и времени издавна занимала умы всех натурфилософов. Последние десятилетия ознаменовались возобновлением углубленной критики наших представлений, относящихся к этой области, и ряд новых идей непосредственно коснулся физики. Эйнштейн в связи с разработкой общей теории относительности пришел к заключению, что пространственно-временная непрерывность,

в которой совершаются физические явления, не есть эвклидова непрерывность и что из этого вытекает ряд следствий, имеющих существенное значение и выражающихся в ощутимых на опыте отклонениях от установленных ранее физических закономерностей, по крайней мере в условиях космических масштабов. Но, во всяком случае, идея о той или иной пространственно-временной характеристике процессов природы составляет основной фон всякого физического мышления. Вне времени и трехмерного пространства мы не можем себе представить каких-либо физических явлений. Но я позволю себе утверждать более того. Каковы бы ни были наши представления о пространстве, в котором протекают во времени различные физические процессы, будет ли это пространство Эвклида, или пространство Лобачевского, или пространство Эйнштейна, или же, наконец, любое иное пространство, хотя бы подчиненное закону квантования, совершенно независимо от всего этого, сколь угодно малым объективно существующим элементам, участвующим в каком-либо физическом процессе, мы обязательно должны приписывать некоторые соответствующие им, не равные нулю, объемы нашего трехмерного пространства.

В дальнейшем, ради краткости, я буду называть физической реальностью всякую объективную реальность, участвующую в каком-либо физическом явлении в качестве носителя свойств, обнаруживаемых в этом явлении. Таким образом, я утверждаю, что всякая физическая реальность в целом или сколь угодно малая ее часть обязательно занимает некоторый объем нашего трехмерного пространства.

Настоящее утверждение, по существу, вытекает из всего опытного и теоретического материала, накопленного в области физики.

Еще Декарт положил в основание своих рассуждений представление о принципиальной объемной протяженности физических тел и физической субстанции вообще. Он выдвинул положение о немыслимости пространства, не заполненного вечно движущейся материей. До последнего времени физика не рассматривала каких-либо иных физических реальностей. Физика не имеет дела с такими реальностями, о которых можно было бы предположить, что они существуют в некотором пространстве, в число измерений которого не входили бы все три измерения нашего физического пространства. Трудно допустить, чтобы таковое особенное пространство вообще реально существовало. Вполне признавая большую ценность и целесообразность использования идеи о пространствах высших измерений в математических операциях, например, современной квантовой теории волн, признавая полную закономерность этих операций с математическими символами, мы должны строго различать подобные символы от могущих иметь к ним отношение физических реальностей, которые мы обязательно ассоциируем с некоторым объемом трехмерного физического пространства.¹

¹ В последнее время В. А. Фок открыл новые свойства материи, характеризующиеся тем, что к некоторым физическим реальностям якобы неприло-

Выдвигаемая мною на первый план объемная характеристика физической реальности, как я указал, по существу более или менее явно принимается во всех физических рассуждениях и построениях, но только без достаточной четкости и без надлежащего признания совершенной категоричности тех директив, которые отсюда вытекают. Может показаться, что я, выступая с требованием обязательности объемной характеристики, стучусь в открытую дверь. К сожалению, дело обстоит не так, и на этой почве наблюдаются некоторые нежелательные уклонения как в нашем научном языке, так и в нашем физическом мышлении.

6. Наши физические представления изобилуют образами, являющимися объективированными математическими абстракциями и символами, которые без должных оснований стоят в нашем мышлении рядом с физическими реальностями и весьма часто рассматриваются как нечто эквивалентное физическим реальностям или их подлинным взаимоотношениям.

Остановимся для начала на нескольких простейших примерах. Такие чисто геометрические понятия, как точка, линия, поверхность и объем, как таковой, не могут быть относимы к категории физических реальностей, несмотря на их безусловную полезность и даже абсолютную необходимость при общем и математическом рассмотрении физических процессов. Некоторый вполне определенный объем нашего трехмерного пространства, ничем не заполненный, представляет собою пример чистой абстракции, не имеющей никакого физического содержания. То же необходимо признать и в отношении геометрической поверхности, линии и точки, каждая из которых сверх того не обладает никаким объемом и, следовательно, не удовлетворяет требованиям объемной характеристики физической реальности.¹

Материальная точка, являющаяся объектом изучения в области теоретической механики, есть не что иное, как математическая абстракция, совершенно необходимая при анализе законов движения, но ни в коем случае не могущая быть рассматриваемой в качестве некоторого реального объекта физического эксперимента, так как объем, занимаемый материальной точкою, равен нулю. Все это, по-видимому, элементарно ясно, а между тем приходится встречаться с противоположными утверждениями и с мнением, что реальное физическое тело можно вообразить состоящим из совокупности определенного количества материальных точек, подлежащим образом распределенных в некотором объеме и, конечно, находящихся в каком-то движении.

Жмю понятие пространственно-временной локализации (см. напр., «Известия Академии Наук СССР», серия физическая, 1936, № 1—2, стр. 363; журнал «Под знаменем марксизма», 1938, № 1, стр. 152). Об этих вновь открытых свойствах материи сказано подробнее в статье VII настоящего сборника. (Примечание, добавленное в 1939 г.)

¹ Из сказанного, конечно, не следует, будто бы математические абстракции не отражают ничего реального. Речь идет только о том, что точка, линия, поверхность и объем, как таковой, не являются физическими реальностями в смысле данного выше определения. (Примечание, добавленное в 1939 г.)

Вследствие глубоко вкоренившейся всеобщей привычки к объективированию математических абстракций я несомненно встречу немало возражений против утверждения, что центр тяжести некоторого тела во всяком случае не есть такая реальность, с которой мы можем непосредственно иметь дело в каком-либо физическом эксперименте. Мне скажут, что ведь мы можем же непосредственно как бы осознать центр тяжести тела, можем подвесить тело за его центр тяжести и наблюдать таким образом равновесное состояние тела. На все возражения такого рода я, чтобы не отвлекаться подробным рассмотрением этого специального случая, отвечу кратко: попробуйте подвесить кольцо за его центр тяжести!

В качестве следующего примера объективирования представлений, возникших на почве математического анализа физических явлений, я назову всякого рода векторы. Мы привыкли оперировать с векторами механической силы, силы тяготения, электрических и магнитных сил и т. д., рассматривая их как некоторые физические реальности. Математические теории различных силовых полей составляют один из наиболее замечательных и разработанных отделов современной физики. А между тем все эти векторы являются не чем другим, как только известными математическими абстракциями, облегчающими нам описание и исследование взаимоотношений между несколькими физическими реальностями. Равнодействующая двух векторов есть такая же абстракция, как и исходные векторы или как любые составляющие, на которые данный вектор может быть разложен. Для выяснения этого вопроса представим себе, например, тяжелый шар, подвешенный на длинной тонкой нити в открытом пространстве при наличии горизонтального ветра. Мы знаем, что в этом случае нить подвеса отклонится от вертикали. С целью разрешения задачи об угле отклонения и в предположении, что давлением ветра на самую нить и ее весом можно пренебречь, а также можно пренебречь и расстоянием точки закрепления нити на поверхности шара от его центра тяжести,—мы должны сложить по правилу параллелограмма вертикальный вектор силы тяжести, равный весу данного шара, и горизонтальный вектор силы давления ветра на его поверхность. Равнодействующая этих двух сил своим направлением и определит угол отклонения нити подвеса от вертикали.

Спрашивается: существует ли равнодействующая двух рассмотренных сил объективно, т. е. вне нашего сознания? Конечно, нет. Ведь если бы она существовала объективно, то, следовательно, она действовала бы на шар одновременно с весом шара и давлением ветра на его поверхность, каковые две силы мы во всяком случае с большим правом могли бы считать объективно существующими, чем их равнодействующую. Таким образом получилось бы, что к шару одновременно приложены три силы, и натяжение нити подвеса оказалось бы вдвое больше, чем это есть в действительности. Следовательно, равнодействующая сила существует только в нашем воображении. Все происходит не так, как если бы она существовала объективно, т. е. вне нашего сознания. Но ведь и вертикальный вектор силы тяжести есть

в свою очередь равнодействующая большого количества элементарных сил тяжести, приложенных к отдельным материальным частицам шара. Аналогично и горизонтальная сила давления ветра есть лишь равнодействующая элементарных сил, проистекающих от удара отдельных частиц воздуха о поверхность шара. Наконец, и упомянутые элементарные силы, к которым можно свести все равнодействующие, являются лишь представлениями, символизирующими в нашем сознании тенденции к движению отдельных частей шара, возникающие под влиянием некоторых отчасти известных, отчасти же мало изученных физических процессов.¹

Ближайшее рассмотрение всех других видов векторов сил, также вообще других групп векторов (скорости, ускорения, вектор Пойнтинга и т. д.) позволяет вскрыть их происхождение как математических абстракций и в то же время, конечно, выяснить, с какими именно проявлениями тех или иных физических процессов их необходимо ассоциировать. Если же, говоря о природе явлений, мы попытаемся вложить в представление о векторе некоторое содержание, выходящее из рамок чисто математической абстракции, обычно весьма необходимой, то мы несомненно пойдем по ложному пути, который может привести нас и в отдельных случаях приводит к отнесению к категории физических реальностей или их физических же соотношений того, что является лишь вспомогательным понятием, вполне законным в процессе математического анализа, но не при рассмотрении сущности явлений.

Итак, на почве объективирования математических абстракций и символов мы иногда вводим в круг наших физических представлений воображаемые образы или фикции. Оперирование с подобными фикциями нередко имеет следствием возникновение ошибочных воззрений, относящихся к природе того или иного физического явления.

7. Я подробнее остановлюсь на особенно ярком и оставившем наиболее глубокий след в развитии физической науки случае объективирования математических абстракций. Я имею в виду *actio in distans*, т. е. действие на расстоянии. Представления, вытекающие из этой точки зрения, доминируют в настоящее время и составляют, вообще говоря, неизменный основной фон физической мысли.

¹ Здесь иллюстрируется фиктивность разного рода векторов сил (см. Энгельс, «Диалектика природы», 1932, изд. 6-е, стр. 138—140). Никакого противоречия диалектике общего и частного при этом мы не допускаем, вопреки утверждениям А. А. Максимова («Под знаменем марксизма», № 7 за 1937 г., стр. 31). В данном случае «общее» есть совокупность двух механических сил, каждая из которых есть «частное», «отдельное». Конечно, общее существует лишь в отдаленном, через отдельное. Однако, когда при анализе результирующего действия совокупности двух механических сил мы вводим понятие о векторе равнодействующей силы, мы имеем дело с фикцией. И хотя эта фикция весьма полезна в процессе анализа, так как она отражает действительные соотношения, но все же это есть фикция, а не объективная реальность, существующая в природе вне нашего сознания. (Примечание, добавленное в 1939 г.).

Известно, что идея о действии на расстоянии, рассматриваемом в качестве первичного физического явления, возникла в связи с работами Ньютона, который дал математическую формулировку открытого им закона всемирного тяготения. Сам Ньютон совершенно неповиновен в приписываемом ему некоторыми учеными введении в науку идеи о «физическом» действии на расстоянии. Он ясно понимал, что область применения представлений, казалось бы, диктуемых законом всемирного тяготения, ограничивается рамками математического анализа проявлений тяготения и ни в коем случае не должна быть распространяема на вопросы, касающиеся самой сущности тяготения. Великий математик, показавший весьма совершенные образцы надлежащего использования формулированного им закона и тем положивший основание всей небесной механике, Ньютон, будучи одновременно и великим физиком, вполне отчетливо и достаточно категорически высказал свое мнение о природе тяготения. По этому поводу он писал (в третьем письме к Бентлею): «Что тяготение должно быть врожденным, присущим и необходимым свойством материи, так что одно тело может взаимодействовать с другими на расстоянии через пустоту без участия чего-то постороннего, при посредстве чего и через что их действие и сила могут быть передаваемы от одного к другому, это мне кажется столь большим абсурдом, что я не представляю себе, чтобы кто-либо, владеющий способностью компетентно мыслить в области вопросов философского характера, мог к этому прийти. Тяготение должно обуславливаться каким-то агентом, действующим непрерывно согласно известным законам...»

В развитии математической теории электрических и магнитных явлений роль закона Ньютона сыграли аналогичные, всем известные законы Кулона, относящиеся к электрическим и магнитным взаимодействиям. На почве законов Кулона и их применений создались представления, которые мало-помалу начали внедряться в наше физическое мышление, вообще говоря, без достаточных оснований. Возникло представление о магнитных массах, которые стали трактоваться как некоторые физические реальности. Взаимодействия же этих масс, а также электрических зарядов на расстоянии начали рассматриваться в качестве первичных свойств, присущих им по самой природе вещей. Что касается электрических зарядов, то еще до работ Кулона они получили всеобщее признание в качестве физических реальностей. В какой мере Кулон может считаться причастным к введению в область физики новых представлений, которые совершенно не соответствуют действительности, явствует из следующего. В одном из своих мемуаров, посвященных магнетизму,¹ он говорит: «Из этих экспериментов следует, что, какова бы ни была причина магнитных явлений, все эти явления могли бы быть истолкованы и подвергнуты анализу при посредстве допущения, что в стальных пластинках или в их молекулах находятся две магнитных жидкости, причем частицы каждой такой жидкости взаимно отталкиваются пропорционально

¹ Coulomb. Collections de Mém. relatifs à la Physique, 3, p. 321.

их плотности и обратно пропорционально квадрату их расстояния и притягивают частицы другой жидкости в том же отношении...» Фиктивность магнитных масс вскрылась благодаря исследованиям Фарадея, и это признается в современной физике, хотя иногда и высказываются противоположные суждения.

Работы Максвелла поколебали было обычное представление об электрических зарядах как о чем-то, не зависящем от процессов, происходящих в окружающем пространстве, но развитие электронной теории отодвинуло на задний план идеи Максвелла, и до последних лет не было, казалось, сомнения в том, что электрический заряд, как таковой, есть нечто, самостоятельно существующее. В самое последнее время, однако, в связи с развитием волновой механики наши представления об элементарном электрическом заряде, т. е. об электроны, приобрели новый характер. Электрон перестает мыслиться в виде обособленной физической реальности, занимающей строго определенный объем. В наших современных представлениях электрон некоторым образом расплывается в окружающем пространстве, теряет свои резкие границы. Сохраняя все же признаки физического индивидуума, электрон как бы обобщается с соответствующим физическим процессом, происходящим вокруг него, и является только своего рода специфическим гребнем на фоне интерферирующих волн, что на языке квантовой теории волн называется волновым пакетом. Таким образом, намечается сближение с основными воззрениями Максвелла, с учетом, конечно, того богатого материала, которым располагает современная физика в связи с развитием мысли о квантовании в области электромагнитных процессов.

Что касается самой идеи действия на расстоянии, то необходимо со всею определенностью констатировать необычайную стойкость этой псевдо-физической идеи. До самых последних дней современная физика в лице многих своих представителей трактует действие на расстоянии как нечто, вполне отвечающее природе вещей, как первичное физическое явление. И это наблюдается, несмотря на глубоко философское содержание всех трудов Фарадея, Максвелла, Герца. Объяснение нужно искать в чрезмерном влиянии на наше физическое мышление методов математического анализа. Широкое и плодотворное использование высшего анализа при изучении физических явлений, необычайная утонченность и, я бы сказал, изящество многих методов этого анализа естественно приводят к тому, что ученые, работающие в области физики и, вообще говоря, весьма совершенно владеющие всем аппаратом высшего анализа, до известной степени непроизвольно объективируют формы и образы, являющиеся чистыми математическими абстракциями. Форма выдвигается на первый план, заслоняя собою содержание. В этом отношении мы имеем дело с чем-то, аналогичным наблюдаемому в литературе и в изобразительных искусствах, где время от времени возникают течения, ставящие форму выше содержания.

Как всем хорошо известно, точке зрения действия на расстоянии противопоставляется фарадеев-максвелловская точка зрения, утверж-

дающая, что все взаимодействия в природе осуществляются не иначе, как через посредство физических процессов, которые происходят в пространстве, окружающем взаимодействующие физические центры. Так как пространство не может быть физически мыслимо без заполняющей его какой-то среды, то, следовательно, фарадеев-максвелловская точка зрения считается с участием среды во всех физических взаимодействиях. Возникновение этой точки зрения становится вполне понятным с психологической стороны, если вспомнить, что гениальный Фарадей не обладал математическим образованием и своих идей никогда не выражал в математической форме. Его физическое мышление, таким образом, было совершенно свободно от какого бы то ни было влияния или гипнотизирующего воздействия со стороны математической символики. Фарадей оперировал непосредственно с конкретными физическими образами и представлениями, подвергая их всесторонней критике в процессе экспериментального обследования. Вместе с тем он не боялся философствовать и уделял большое внимание общему рассмотрению природы вещей и их соотношений. В частности, он высказал много глубоких по своему содержанию соображений по поводу роли среды, в противовес точке зрения действия на расстоянии, и при этом имел обыкновение ссылаться на авторитет Ньютона, напоминая цитированные выше слова из его переписки с Бентлеем. Нельзя не признать, что отмеченное выше устремление Фарадея в сторону содержания, а не формы, явилось одним из очень серьезных моментов, содействовавших развитию в нем способности дать нам высокие, никем не превзойденные образцы подлинно физической мысли.

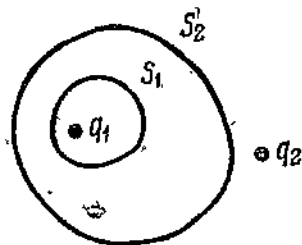
Максвелл, полностью разделявший с Фарадеем его основные воззрения и явившийся их интерпретатором, используя для этой цели язык математики, принял, если можно так выразиться, специальные меры к тому, чтобы в его мышлении форма не заслонила содержания. В предисловии к своему «Трактату об электричестве и магнетизме» Максвелл касается вопроса об особенном характере этого труда, отличающим его от других трудов такого же рода, опубликованных, главным образом, в Германии, и приводит по данному поводу следующее разъяснение: «Одна из причин состоит в том, что прежде чем я начал изучать электричество, я принял решение не читать никаких математических сочинений, посвященных настоящему вопросу, до прочтения фарадеевских «Опытных исследований по электричеству» от начала до конца».

Можно выразить сожаление, что пример Максвелла находит мало подражателей, а между тем это был бы один из лучших путей развития в нашем подрастающем поколении молодых физиков склонности к физическому мышлению, возможно более свободному от влияния математических абстракций.

8. Современная физическая мысль, как было уже отмечено выше, может быть охарактеризована отрицательным отношением к непрерывному участию среды во всякого рода физических взаимодействиях. Я позволю себе разобрать два примера, которые особенно наглядно

иллюстрируют на конкретных случаях принципиальные расхождения точки зрения действия на расстоянии и противоположной точки зрения. Представим себе два электрические заряда q_1 и q_2 , расположенные на определенном расстоянии один от другого (фиг. 1). Допустим, что некоторые две замкнутые поверхности S_1 и S_2 окружают со всех сторон заряд q_1 , нигде не касаясь одна другой и не пересекаясь. Спрашивается:

Могут ли заряды q_1 и q_2 взаимодействовать друг с другом так, чтобы при этом в слое, ограниченном поверхностями S_1 и S_2 , не происходило какого бы то ни было физического процесса?



Фиг. 1.

С точки зрения действия на расстоянии на этот вопрос необходимо ответить «да».

С точки зрения Ньютона, Фарадея и Максвелла единственным правильным ответом будет самое категорическое «нет».

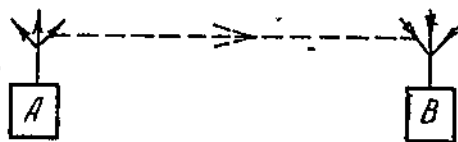
Ответ «да», казалось бы, включает в себе нарушение основных геометрических свойств физического трехмерного пространства. Объяснить действие на расстоянии можно было бы только путем допущения обязательной связи физических реальностей, в данном случае зарядов q_1 и q_2 , с какими-то процессами, происходящими где-то за пределами нашего трехмерного пространства. Но такого рода объяснения мы не называем физическими, и рассмотрение их лежит вне темы настоящего доклада.

Ответ «нет» представляется совершенно естественным с физической точки зрения и по существу вытекает из закона причинности и объемной характеристики всякой физической реальности. Строго говоря, ответ «нет» можно было бы обосновать одной только обязательностью этой объемной характеристики, так как самый закон причинности в том виде, как мы его понимаем при изучении физических явлений, теряет всякий смысл, если мы допустим существование физической реальности, не занимающей в нашем трехмерном пространстве никакого объема, т. е. являющейся одновременно физическим «ничто».

Цитированные выше слова проф. Эренфеста были сказаны именно по поводу вопроса, подобного тому, который мы теперь разбираем. Он кроме того выражал мнение, что спор между фарадеев-максвелловским взглядом и точкой зрения действия на расстоянии должен быть разрешен при помощи какого-либо специального *experimentum crucis*. Мне же представляется, что этот спор может и должен быть разрешен путем чисто логического рассмотрения простейших случаев. Какой бы *experimentum crucis* мы ни поставили, результаты его всегда можно пытаться трактовать математически и с той, и с другой точки зрения. Подтверждение сказанному можно найти в истории вопроса о распространении электромагнитных возмущений.

В качестве второго примера рассмотрим случай беспроводной

передачи электромагнитной энергии от некоторой радиостанции *A* (фиг. 2), сигналы которой получаются приемной станцией *B*. Предположим, что расстояние между этими станциями очень велико и равно, например, десяти световым годам. В то время, когда станция *A* посылает свои радиосигналы, приемная станция *B*, допустим, еще не существует. После того как станция *A* послала свою радиотелеграмму в окружающее пространство, мы можем ее совершенно разрушить, так что она больше не существует. Затем, по прошествии девяти лет приступим к сооружению приемной станции *B* и закончим ее до истечения десяти лет. Ясно, что ровно через десять лет с момента посылки радиосигналов станцией *A* мы приемем эти сигналы станцией *B*.



Фиг. 2.

Как необходимо понимать рассматриваемое явление с точки зрения Фарадея

и Максвелла и с точки зрения действия на расстоянии, на почве которой стоит современная электронная теория?

Фарадее-максвелловская точка зрения учит нас, что электромагнитная энергия, излученная радиостанцией *A* и являющаяся энергией какого-то специфического сложного движения среды, вместе с этим движением распространяется при ближайшем участии среды в более и более удаленных районах и, в конце концов, некоторая доля первоначально излученной энергии достигнет приемной станции *B*, возбуждая в ее антенне электрические колебания, усиливаемые далее надлежащим образом и воспринимаемые в качестве сигналов, посланных станцией *A*.

Точка зрения действия на расстоянии, сильно поколебленная в своих позициях открытиями Герца, выходит из затруднений при объяснении рассматриваемого явления введением в физическую науку представления о так называемом запаздывающем действии на расстоянии. Таким образом, с этой точки зрения электроны, колеблющиеся вперед и назад вдоль антенны отправительной радиостанции *A*, действием на расстоянии приводят в соответствующее колебание электроны в приемной антенне станции *B*, но только это действие на расстоянии запаздывает ровно на десять лет.

Внешне все как будто обстоит совершенно благополучно, и не может возникнуть никаких возражений с чисто формальной стороны. Однако дело принимает совсем иной оборот, если мы пытаемся задать вопрос: а где в течение десяти лет пребывала излученная радиостанцией *A* электромагнитная энергия?

Ответ с фарадее-максвелловской точки зрения не нуждается в пояснениях. Позиция же современной электронной теории приводит к ряду безвыходных противоречий. Действительно, если среда не принимает никакого участия в процессе передачи электромагнитной энергии от станции *A* до станции *B*, то необходимо утверждать, следовательно, что эта энергия, как таковая, вообще нигде не суще-

существует в течение десяти лет, другими словами, совершенно исчезает из нашего трехмерного пространства. Но в таком случае, по какой причине некоторая незначительная доля ее внезапно рождается в антенне станции *B* ровно через десять лет? Где даются директивы, во исполнение которых энергия вдруг появляется в физическом трехмерном пространстве в точно указанный момент? Здесь мы имеем дело с несомненным нарушением закона сохранения энергии и закона причинности.

Необходимо отметить, что в современной квантовой теории волн приходится встречаться с указаниями на необходимость отказа от закона причинности в применении к явлениям, протекающим в микрокосмических условиях. Разобранный пример показывает, что уклонение от фарадее-максвелловской точки зрения приводят нас к отказу не только от закона причинности, но и от закона сохранения энергии даже в масштабах макрокосмоса.

С точки зрения действия на расстоянии необходимо считать в высокой степени непоследовательным, что электронная теория, чтобы как-либо избавиться от явных противоречий в отношении излученной электромагнитной энергии, в конце концов вынуждена прибегнуть к указанному Максвеллом объемному интегрированию, дающему количество энергии электромагнитного поля и имеющему физический смысл только с фарадее-максвелловской точки зрения, от которой современная электронная теория четко отмежевывается. В таком же затруднительном положении эта теория оказывается и в ряде других случаев, между прочим, при решении вопроса о самом простом и самом важном случае проводимости, именно при рассмотрении сверхпроводимости, которая принципиально не может быть описываема на языке электронной теории, пока последняя будет игнорировать участие среды.

После всего изложенного выше можно в полной мере оценить глубокое значение слов О. Д. Хвольсона, который в своем «Курсе физики» говорит: «Термином *actio in distans*, т. е. действие на расстоянии, обозначается одно из наиболее вредных учений, когда-либо господствовавших в физике и тормозивших ее развитие...».¹

9. В последнее время приходится иногда встречать указания, что физик должен синтезировать такие две противоположности, как точку зрения действия на расстоянии и фарадее-максвелловскую точку зрения. Не отрицая большого значения синтеза противоположностей как мощного средства, которым мы должны пользоваться в научной работе, я все же полагаю, что, прежде чем обращаться к синтезу, необходимо предварительно подвергнуть тщательному анализу самые противоположности, с точки зрения их совместимости в данной области и соответствия природе вещей. Может оказаться, что некоторые две противоположности совершенно непримиримы. Например, вряд ли можно синтезировать в области тригонометрии два противоположных утверждения: $\cos \varphi \leq 1$ и $\cos \varphi > 1$. Но может

¹ О. Д. Хвольсон. Курс физики, т. I, 1923, стр. 181.

случиться, что данные противоположности, непримиримые в одной области, могут быть синтезированы в другой. Это именно и имеет место в отношении точек зрения действия на расстоянии и фарадеев-максвелловской. Они вполне примиримы, и их можно синтезировать в качестве методов математического анализа явлений природы. Как известно, Максвелл дал их математический синтез в своем «Трактате об электричестве и магнетизме» и показал, что обе точки зрения в ряде случаев математически совершенно эквивалентны и приводят к одним и тем же результатам, хотя практически они и не во всех случаях одинаково удобны. Путем простых математических преобразований легко можно перейти от символов, определяемых одной точкой зрения, к символам, соответствующим другой. Но совершенно иначе обстоит дело, если мы будем пытаться синтезировать эти точки зрения в области физического мышления в связи с вопросом о природе явлений. В этом случае они совершенно непримиримы и взаимно исключают одна другую. Одна, повидимому, соответствует природе вещей, а другая представляет собою математическую абстракцию, не имеющую физического смысла. Ведь в действительности имеет место некоторое совершенно определенное первичное физическое явление, которое не может быть либо тем, либо другим (в зависимости от нашей точки зрения), либо одновременно и тем, и другим. Как можно синтезировать ответы «да» и «нет» на вопрос, относящийся к фиг. 1? Мыслимо ли построить такую физическую теорию, чтобы можно было утверждать, что в слое между поверхностями S_1 и S_2 в одну и то же время и происходит какой-то физический процесс, и решительно ничего не происходит? Направляя нашу мысль на развитие обоснований такого утверждения, мы делали бы нечто подобное тому, как если бы мы, например, в области математики, стремились доказать одновременную справедливость двух положений: $2 \times 2 = 5$ и $2 \times 2 \neq 5$. Что-либо одно: либо «да», либо «нет», в зависимости, так сказать, от «точки зрения». Никакой синтез противоположностей в рассматриваемом случае неприменим. Допуская противное, мы вступаем на очень опасный путь, чреватый весьма печальными последствиями.

10. Перейдем теперь к рассмотрению одного из самых важных представлений, с которыми оперирует современная физика. Речь идет об идее квантования во всех физических процессах, вообще, и в области электромагнитных процессов, в частности. При этом термин «квантование» я понимаю в самом широком смысле. Трудно подобрать достаточно яркие слова для того, чтобы с необходимою отчетливостью вывить громадное значение, этого основного воззрения, которое должно признать поистине величайшим достижением современной физики, дающим нам ключ к углубленному пониманию явлений природы.

Сущность общего представления о квантовании заключается в признании того, что во всех наблюдаемых нами явлениях природы мы встречаемся с некоторыми элементарными реальностями, каждая из которых может быть рассматриваема в известном смысле как некое

самостоятельное целое. Так, мы имеем дело с молекулами и атомами материальных тел, с электронами и протонами, входящими в состав материального атома, с определенными порциями лучистой энергии, применительно к которым и был впервые введен термин «квант». В волновой механике своего рода квантом является волновой пакет. С представлением о квантовании мы встречаемся в современной физике повсюду, в особенности при изучении микрофизических явлений, к каковой области относятся и вопросы, касающиеся строения атома. Вне этого представления современная физическая мысль совершенно не может работать и развиваться.

Как известно, истоки идеи о квантовании надо искать в глубокой древности, в форме представления об атомах, из которых состоят все тела. Основные черты атомистического учения имеются в некоторых системах древнейшей индийской философии. У философов древней Греции — у Левкиппа, Демокрита, Эпикура — атом играет существенную роль в их представлениях о природе. Римский поэт и философ Лукреций пропагандирует атомистическое учение. В позднейшие времена идея об атоме, между прочим, весьма своеобразно отразившаяся в натурфилософских построениях Декарта, мало-помалу начинает приобретать все больше и больше сторонников, и в конце концов теперь, после ряда великих открытий в области физики и химии, мы уже перестали говорить об атоме как о некоторой гипотезе. Несомненно, современной физике мы обязаны последними, самыми трудными этапами на этом долгом и подчас извилистом пути.

Представление об элементарном количестве электричества преимущественно связано с атомистическим учением в области материи. Уже Фарадей, открывший законы электролиза, совершенно отчетливо понял, что эти законы требуют для своего объяснения, с одной стороны, признания интимной связи между материей и электричеством и, с другой стороны, существования некоторого минимального количества электричества, которое должно быть ассоциировано с зарядом самого легкого, т. е. водородного, иона и кратные которого являются зарядами всех без исключения других ионов. В связи с этим Фарадей определенно говорит об «абсолютном количестве электричества» именно в том смысле, в каком мы теперь говорим о зарядах электрона и протона, и даже объясняет, по каким мотивам он избегает применять в отношении элементарного количества электричества термин «атом».¹ После Фарадея те же законы электролиза дают повод Веберу, Максвеллу, Гельмгольцу и другим ученым высказывать свои соображения по вопросу об атомной структуре электричества и, таким образом, идея об элементарном количестве электричества в значительной степени созрела к моменту, когда ряд открытий из различных областей — проводимость газов, явление Зеемана, радиоактивность — позволили современной физике выполнить важнейшую, заключительную часть работы и создать представление

¹ Faraday. Experimental Researches in Electricity, §§ 852, 869, 870.

об электро́не, безусловно отвечающее определенной физической реальности.

С именем Планка мы связываем введение в круг физики представления о квантах лучистой энергии. Можно, конечно, усматривать преемственную связь между современной корпускулярной теорией излучения и ньютоновой теорией истечения, зерно истины в которой на долгие годы было заслонено классической волновой теорией света. Величайшая заслуга современной физики состоит в том, что она выявила это зерно истины и взрастила его, облечши в формы квантовой теории, которая, непрерывно развиваясь, привела к квантовой теории волн и, можно надеяться, закончит намечающийся уже теперь синтез корпускулярных и волновых представлений, обычно рассматриваемых в качестве некоторых противоположностей. Современная квантовая теория волн, по существу, подготавливает почву для этого синтеза не только в отношении электромагнитного излучения, но и в связи с нашими представлениями об элементах материального атома, каковыми являются электроны и протоны. Трудным местом в физическом освоении некоторых представлений этой теории является пока то обстоятельство, что она лишь в простейших случаях оперирует с волновыми процессами, интерпретируемыми как некоторые волны в пределах нашего трехмерного пространства, в общем же случае ее математические операции относятся к пространствам высших измерений. Но, конечно, квантовая теория волн является еще очень молодым, хотя и многообещающим, детищем современной физики, и можно далеко идти в своих ожиданиях в связи с несомненным ее дальнейшим развитием.

Наконец, идея о квантовании сыграла очень большую роль и в разработке современного учения о строении атома. Квантовым условиям подчиняются орбиты, по которым движутся электроны, входящие в состав атома. Надо полагать, что это должно будет найти себе объяснение в свойстве самих электронов претерпевать какие-то специфические изменения в пределах некоторых квантовых условий. Это тем более вероятно, что электрон теперь мыслится в качестве, недостаточно хотя еще изученного, сложного комплекса электромагнитного характера. Физически понять квантование орбит внутриатомных электронов иначе невозможно, так как орбиты, сами по себе, являются чисто геометрическими представлениями, при помощи которых мы лишь описываем поведение физических реальностей, образующих в совокупности атом. Но выяснение физического смысла принципиально необходимых постулатов Бора есть дело будущего.

В ряде отделов квантовой теории остается еще, само собою разумеется, очень много весьма ответственной работы; однако, во всяком случае то, что уже сделано, представляет собою одну из блестящих страниц в истории физики вообще.

Так как, по существу, электромагнитная концепция физических явлений все более и более укрепляется, так как квантовая теория, в конце концов, всегда имеет дело с каким-то электромагнитным

комплексом той или иной сложности, то будет уместно отметить к истории вопроса о квантах, что первые указания на квантование в области процессов электромагнитного характера можно и, по моему мнению, необходимо усмотреть не только в соображениях Фарадея по поводу законов электролиза, но и в его идеях о физически существующих элементах магнитного потока. Хотя физическая наука нашего времени в большинстве случаев не оперирует с этим представлением Фарадея, играющим столь важную роль в практическом использовании магнитного потока, однако общий ход развития этой науки позволяет думать, что она к нему так или иначе вернется, подобно тому, что мы можем уже констатировать в отношении ньютоновой корпускулярной теории света, т. е. теории истечения.

11. Математический аппарат квантовой волновой теории изобилует применением абстракций, многие из которых вряд ли могут претендовать на то, чтобы получить какое-либо физическое содержание. Не говоря уже о том, что некоторые математические абстракции этой теории явно выходят за пределы нашего трехмерного пространства, возбуждает тревогу определенная тенденция к отрицанию грани между объектом и субъектом. Это замечание в особенности касается так называемого соотношения неопределенности, которое может служить наиболее современным примером объективирования представлений, возникающих на почве математического анализа данных физического опыта. Не подлежит ни малейшему сомнению, что делается большой шаг вперед благодаря установлению пределов точности опытного определения отдельных положений электрона или какого-либо иного кванта, с которым мы встречаемся в области микрофизики. Весьма важно знать пределы, которых нельзя перейти по соображениям принципиального характера и наличие которых вносит известную неопределенность в наши суждения о результатах опыта. Все это завершает многолетнюю работу в области анализа и критики данных физического опыта и в указанном смысле является очень значительным достижением. Но, по моему мнению, необходимо отнестись весьма отрицательно к склонности современной физической мысли объективировать соотношение неопределенности, играющее сравнительно большую роль в микрофизических явлениях. Почему, например, выдвигается положение, согласно которому понятие «траектория движущегося электрона» должно терять свой смысл для области малых квантовых чисел? Из того, что на опыте в этом случае мы можем определить, допустим, одну единственную точку и то лишь с известной долей вероятности, отнюдь не вытекает отсутствие какого бы то ни было движения электрона в физическом трехмерном пространстве, если только представление об электроне соответствует некоторой физической реальности. Ведь если нам удастся определить только одно положение какой-либо впервые открытой малой планеты и затем она по той или иной причине сделается недоступной для наблюдения, мы никак не можем лишить себя права рассуждать о вероятной траектории движения этой пла-

петы или, в случае распадаения ее на части, о вероятных траекториях движения отдельных ее частей.

Можно было бы, конечно, говорить о том, что в области малых квантовых чисел или в каких-либо других условиях электрон лишь внезапно возникает в известном месте, а до этого момента и после него электрон, как таковой, вовсе не существует. Быть может, это иногда имеет место, в особенности, например, после момента наблюдения, когда мы воздействуем на электрон со стороны наблюдающей системы. Однако в таком случае периоду небытия электрона, как такового, должен соответствовать некоторый процесс (волнового, допустим, характера), и данный процесс должен иметь место не в области какого-то особого пространства высших измерений, вне пределов физического трехмерного пространства, а обязательно должен протекать именно в этом трехмерном пространстве, будучи надлежащим образом координирован относительно места последнего наблюдения электрона. Мы опять же будем иметь право говорить о траектории распространяющегося в пространстве процесса, понимая все это в более общем смысле.

Отказываясь от какого бы то ни было прямого или распространительного представления о траектории электрона, объективируя соотношение неопределенности в этом и ряде других случаев, а также, конечно, обязательно принимая все вытекающие отсюда последствия, физик рискует выйти весьма далеко за пределы физики и, в первую очередь, приходит к конфликту с законом причинности, о чем было упомянуто выше.

12. Представление о квантовании в самом широком его понимании заключает в себе идею о пространственной прерывности всех вообще физических процессов. И вместе с тем, оставаясь в области физической мысли и стремясь по возможности освободиться от чисто математических абстракций, мы должны совершенно отбросить какое бы то ни было оперирование с пространством, абсолютно пустым, в полном смысле этого слова. Следовательно, прерывность физических процессов мы не можем мыслить в связи с абсолютно пустыми промежутками между отдельными элементами — квантами, на которые мы расчленяем физическое содержание того, что происходит в природе. Подобные абсолютно пустые промежутки физически недопустимы. О них можно говорить только в пределах математического анализа. Таким образом, прерывности физически мыслимы только на фоне физической же непрерывности.

Мы никак не можем ограничиться констатированием сосуществования прерывности и непрерывности, приравняв его просто как основное положение, не требующее дальнейшего развития. Физическая мысль не может на этом успокоиться, а, наоборот, она должна стремиться и действительно стихийно стремится к синтезу этих противоположностей, каждая из которых несомненно выражает собою нечто объективно реальное. Должно признать, что на пути решения рассматриваемого, по существу, очень старого вопроса встречается

много затруднений, кажущихся почти непреодолимыми. Но как раз именно развитие квантовой теории волн, которым современная физика может по справедливости гордиться, явно ведет к тому, чтобы был, наконец, выполнен физический синтез прерывности и непрерывности.

Собственно говоря, для простейшего случая, когда можно говорить о пакете максвелловских волн, математический аппарат этой теории с формальной стороны уже выявил искомый синтез. Остается только задать вопрос: что именно колеблется в связи с волновым процессом? При этом, конечно, мы должны отрешиться от представления о простом колебательном движении, составлявшем предмет изучения в области классической волновой теории света, а иметь в виду колебательный характер какого-то специфического состояния той физической реальности, которой свойственно приобретать это состояние и которую мы на обычном нашем физическом же языке не умеем называть иначе, как некоторой средой. Помимо указанного пути трудно представить себе какой-либо иной метод физической трактовки понятий, вытекающих из квантовой теории волн. Необходимо подчеркнуть, что математик имеет полное основание не интересоваться тем, что именно колеблется, но для физика вопрос этот имеет принципиальное значение. Абсолютно пустое пространство, лишенное всякого физического содержания, не может служить ареной распространения каких бы то ни было волн.

Развивая мысли в намеченном направлении и стремясь использовать представление о волнах в трехмерном пространстве также в отношении самого общего случая, чего мы пока не умеем осуществить путем операций с уравнением Шредингера, мы можем надеяться прийти в конце концов к полному физическому синтезу указанных выше противоположностей — прерывности и непрерывности. При этом все прерывности представится в форме каких-то, более или менее ярко выраженных пучностей в процессе, который происходит на фоне физической непрерывности, заполняющей все трехмерное пространство, т. е. на фоне некоторой среды.

13. Мы подошли, наконец, к самому существенному вопросу, когда-либо занимавшему физическую мысль, — к вопросу о физической среде, без которой наше трехмерное пространство являлось бы только какой-то чисто математической абстракцией.

Современная физика, склонная усматривать в действии на расстоянии первичное физическое явление, относится отрицательно к этому вопросу. Представление о среде, заполняющей все пространство и непосредственно участвующей во всех физических процессах в качестве передатчика всякого рода взаимодействий, рассматривается теперь как некоторые, так сказать, леса, которые необходимы были при возведении здания современной физической теории. Когда сооружение здания закончено, леса могут быть разобраны и отброшены прочь, как нечто ненужное и уже окончательно сыгравшее свою подсобную роль. Все это совершенно верно с точки зрения формально-математического понимания того, чем должна быть

физическая теория. В этом отношении не может быть никаких возражений. Но дело представляется совсем в другом виде, если под физической теорией разуместь строго обоснованную и не содержащую внутренних противоречий систему взаимно-согласованных физических представлений. В этом случае роли меняются. Методы и язык математического анализа необходимо рассматривать только в качестве лесов, облегчающих возведение здания физической теории путем выявления количественных соотношений и характеристик физических реальностей. С развиваемой мною точки зрения, леса, облегчавшие построение физической теории, по окончании этой работы мы разбираем, но не отбрасываем прочь, и в дальнейшем пользуемся материалом этих бывших лесов, т. е. приемами математического анализа, при некоторых частичных надстройках, могущих потребоваться в связи с новыми открытиями, а также при всякого рода описании и практическом использовании физической теории. Таким образом, с точки зрения природы вещей математические построения и формулировки не составляют сущности физической теории, а играют в ней лишь подсобную, хотя и весьма важную роль.

По целому ряду причин, о которых я уже достаточно говорил, построение физической теории, охватывающей весь материал, накопленный наукою, немислимо без признания особенного значения среды, заполняющей все трехмерное пространство. На языке прошлых эпох, пережитых физикою, эта универсальная среда называется эфиром. За пенмением другого, быть может, более подходящего термина мы будем продолжать пользоваться словом «эфир» в смысле какой-то основной среды, непрерывно заполняющей пространство, хотя современная физика весьма тщательно избегает представления об эфире, как бы совершенно в нем не нуждаясь.

Специальная и общая теории относительности отвергают эфир, и вместе с тем, однако, Эйнштейн признает, что геометрические свойства пространства не самостоятельны, а обусловлены материей. Казалось бы, что это утверждение Эйнштейна влечет за собою отрицание физического смысла в представлении о каком-либо объеме пространства, абсолютно свободном от материи. Тем не менее из хода рассуждений общей теории относительности следует, что здесь речь идет лишь о гравитационной материи, а не о материи в более общем смысле некоторой физической среды, непрерывно заполняющей пространство. Такая универсальная среда не требуется согласно теории относительности, которая допускает существование областей трехмерного пространства, абсолютно ничем не заполненных. Все это, конечно, указывает на абстрактно-математический характер этой теории.

Теория относительности оперирует с полем тяготения. Современная теория электромагнитных явлений основана на развитии учения о полях электрических и магнитных. Но математическая теория силового поля, по существу, теснейшим образом связана

с идеей действия на расстоянии, простого или запаздывающего. Поэтому современное представление о каком-либо силовом поле является такой же математической абстракцией, как и действие на расстоянии, и точно так же обычно объективируется без достаточных оснований. Вложить физическое содержание в учение о силовых полях можно, только вернувшись к основным фарадеев-максвелловским воззрениям, касающимся обязательного участия некоторой среды во всех взаимодействиях, и тогда современное учение о силовом поле необходимо будет рассматривать в качестве весьма ценной математической характеристики физического силового поля. Итак, признание какой-то универсальной среды, скажем, эфира, безусловно необходимо для развития физической мысли, которая в противном случае приходит к ряду существенных противоречий.

В настоящее время мы не располагаем достаточными материалами для построения физической теории эфира. В этом отношении наибольшие затруднения возникают при рассмотрении вопроса о непрерывности эфира, который необходимо трактовать в качестве какой-то основной среды, являющейся первичной физической реальностью¹ и не оставляющей абсолютно незаполненными сколь угодно малые объемные участки нашего трехмерного пространства. Быть может, однако, мы никогда не будем в состоянии «понять» непрерывности эфира по чисто принципиальным причинам. Дело в том, что обычное «понимание» чего бы то ни было всегда так или иначе сопряжено с подчинением содержания данного объекта более общей² категории объектов. Так, например, понимание того, что представляет собою материальное тело, сводится к идее об атомах и об атомной структуре. Атомы мы понимаем как определенные комплексы электронов и протонов, а электроны и протоны мы теперь стремимся понять, хотя бы, как некоторые волновые пакеты. Мысля о предельной физической субстанции, об эфире, мы не можем, повидимому, идти по этому проторенному пути, так как мы не можем себе представить существования сверхпредельной физической субстанции, некоторого над-эфира. Эфир, по моему мнению, является в отношении его непрерывности своего рода «непознаваемым».³ В этом, вероятно, кроется основная причина затруднений в построении физической теории эфира, и я полагаю, что если это будет, наконец, когда-либо выполнено, то лишь на базе постулата о непре-

¹ Говоря об эфире как о первичной физической реальности, мы должны, конечно, это понимать в том смысле, что на данном этапе наших физических знаний представление об эфире является некоторым пределом конкретизации наших представлений о материи вообще. (Примечание, добавленное в 1939 г.)

² Более «общей» с точки зрения структуры объектов природы (1936).

³ Из этого утверждения, конечно, не следует, что эфир в полном смысле слова непознаваем. Речь идет лишь о том, что не следует рассматривать эфир по аналогии с обычной, так называемой, весомой материей и приписывать ему атомную структуру. Но мы должны стремиться познать эфир путем всестороннего изучения его проявлений в качестве совершенно необходимого и основного носителя свойств, обнаруживаемых в физических процессах, вообще, и в электромагнитных процессах, в частности (1936).

рывности эфира. Данный постулат, несомненно, должен быть внутренне связан с положением о физической немыслимости, о фиктивности абсолютно пустого пространства.

14. Из всего предыдущего вытекает, что создание физической теории, охватывающей самый широкий круг явлений, затруднительно и, вероятно, совершенно невозможно на почве отрицания первенствующего значения среды и на основе объективирования действия на расстоянии в качестве первичного физического явления. До настоящего времени общей физической теории еще не существует в законченном виде. Но можно с полным правом высказать уверенность, что в будущем физическая мысль возвратится к принципиальным воззрениям Фарадея и Максвелла, разовьет их путем учета всех новейших достижений и завершит построение общей физической теории. Действительно, уже намечается определенный, еще недостаточно осознанный, сдвиг в этом направлении. В подтверждение сказанного достаточно напомнить хотя бы только о квантовой теории волн, о метаморфозе наших представлений об электроны и о дифракции материальных лучей. Но во всяком случае фарадее-максвелловская точка зрения по вопросу о непрерывном участии среды во всех физических процессах представляется единственной мыслимой путеводной нитью для дальнейшего успешного развития современной физики, так много сделавшей и так много обещающей сделать.

III

О «ФИЗИЧЕСКОМ» ДЕЙСТВИИ НА РАССТОЯНИИ ¹

1. История науки изобилует примерами переходящих стадий в понимании явлений окружающего нас мира. Непрерывно, в процессе накопления новых фактов и длительной работы научной мысли, наши представления подвергались метаморфозе, последовательно освобождаясь от всего, не выдерживающего строгой критики, и постепенно рафинируясь в смысле возможно большего приближения к соответствию с тем, что происходит в действительности. Так, птоломеева система мира уступила место системе гелиоцентрической. Учение древних философов о четырех основных началах-стихиях: воздухе, воде, земле и огне — прошло путь долгой эволюции. В связи с этим можно, между прочим, упомянуть многочисленные, упорные искания алхимиков, приведшие к накоплению ряда новых конкретных данных о веществе, и мучительные блуждания человеческой мысли, стремившейся постигнуть энергетическую сторону явлений природы и делавшей на этом пути не мало ложных шагов вроде, например, увлечения теорией флогистона. Наконец, благодаря развитию химии и физики, древнее, кажущееся теперь наивным, учение о четырех основных началах трансформировалось в наши современные знания о строении вещества и о его превращениях, связанных с энергетическими процессами вообще, и тепловыми, в частности. Представление об атоме как о последней неделимой частице вещества, благодаря ряду великих открытий, имевших место в самое последнее время, заменилось картиной целого микрокосмоса, сложное строение и законы которого теперь так напряженно изучаются во всем мире. Физическая реальность, называемая электрическим зарядом, понимается в наши дни несколько иначе, чем 100 лет тому назад. Даже за последние 10 лет произошли несомненные сдвиги в этом отношении. Магнитная масса, считавшаяся некогда подлинною физическою реальностью, в настоящее время рассматривается лишь как некоторая фикция, имеющая чисто вспомогательный характер при математическом изучении свойств магнитного поля.

Во всяком случае несомненно, что и наши современные физические представления в ближайшем будущем претерпят некоторые

¹ Доложено в Общем собрании Академии Наук СССР 4 октября 1933 г.

изменения как в отношении формы, так и в отношении содержания, последовательно приближаясь к пределу, по вопросу о достижимости которого могут быть разные мнения.

2. В своей речи «Основные воззрения современной физики», читанной в годовом собрании Академии Наук СССР 2 февраля 1933 г.,¹ я коснулся господствующего в настоящее время представления о действии на расстоянии, рассматриваемом в качестве первичного физического явления и в этом смысле названном мною «физическим» действием на расстоянии.

Я утверждаю, что это представление не соответствует природе вещей, не выдерживает строгой критики и потому является переходящей стадией в наших общих физических воззрениях. Имея характер математической абстракции, ценной лишь в области формальной трактовки физических процессов, представление о действии на расстоянии не может служить базой при рассмотрении существа явлений, происходящих в реальной обстановке.

Два мотива руководили мною, когда я считал необходимым еще раз выступить по данному поводу и сделать некоторые дополнения к тому, что было уже сказано в моей речи.

Первый, основной мотив заключается в том, что признание возможности «физического» действия на расстоянии приводит к целому ряду весьма существенных выводов, с которыми, по моему мнению, никак нельзя примириться. В своей речи я уже отметил некоторые явные недоразумения, возникающие на почве отрицания фарадеев-максвелловского представления о непрерывном участии среды во всех физических взаимодействиях. Между прочим, я указал в виде примера, что современная электронная теория, четко отмежевывающаяся от основной фарадеев-максвелловской установки, оказывается вследствие этого бессильною объяснить самый простой и принципиально самый важный случай электрического тока, именно случай тока в сверхпроводящей цепи. Так или иначе, но наши основные физические воззрения должны быть достаточно тщательно проанализированы в отношении их вероятного приближения к сущности явлений природы. Блуждание физической мысли в принципиальном вопросе, касающемся общей обстановки всякого взаимодействия, совершенно не соответствует задачам науки.

Второй мотив настоящего моего выступления состоит в следующем. Работая в области физических основ электротехники, являющейся не чем иным, как одним из отделов прикладной физики, я особенно остро ощущаю разрыв между принципиальными установками современной физики и теми физическими представлениями, которыми оперирует электротехника. Я имею в виду, главным образом, созданное трудами Фарадея и Максвелла учение о магнитном потоке и его физических свойствах. С точки зрения современной физики, культивирующей представление о действии на расстоянии, магнитный

¹ См. настоящий сборник, статьи II.

поток есть чистая фикция, между тем как внимательное рассмотрение процессов, с которыми имеет дело электромеханика, убеждает нас в справедливости общих фарадее-максвелловских взглядов и заставляет нас трактовать магнитный поток в качестве объективной реальности. Я полагаю, что подобное разногласие между практикой и теорией должно быть подвергнуто критическому рассмотрению и изжито. По существу, его не должно быть. Устранение его не только может быть полезно как для практики, так и для теории, но и безусловно необходимо.

3. Было бы в высокой степени ошибочно усматривать в качестве мотива моей борьбы в защиту фарадее-максвелловской принципиальной установки и против точки зрения «физического» действия на расстоянии — какое-либо стремление вернуть науку вспять к эпохе Фарадея.

Когда мы идем в направлении некоторой определенной цели и при этом вместо того, чтобы продвигаться по открывающемуся перед нами кратчайшему пути, как-либо сбиваемся с данного правильного пути и попадаем на извилистые окольные дороги, есть полное основание обратить на это внимание. Хотя бы даже окольные дороги и позволяли нам, несмотря на ряд встречающихся тупиков, в общем приближаться к цели, рационально как можно скорее вернуться на правильный путь. Для этого, вообще говоря, нет никакой надобности обязательно возвращаться вспять к исходной точке. Достаточно только постараться просто перейти на правильный путь. В таком случае мы сохраним полностью все преимущества достигнутого уже приближения к цели и более уверенно пойдем дальше вперед.

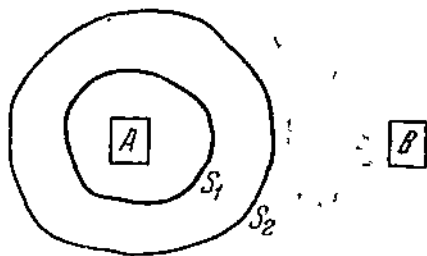
Точно так же дело обстоит и в отношении пропагандируемого мною возвращения на путь, указываемый нам основными установками Фарадея и Максвелла. Для этого вовсе не требуется забыть все, что дала физическая наука за последние десятилетия, и вернуться к какой-либо стадии наших знаний, соответствующей пережитым уже эпохам. Мы можем и, по моему мнению, должны, сохраняя все преимущества современного приближения к конечной цели — возможно большему познанию природы, осветить научные достижения наших дней с точки зрения Фарадея и Максвелла. Это даст только новую лицу физической мысли, откроет новые горизонты и позволит еще более быстрым темпом и более уверенно двигаться дальше в направлении стоящей перед нами цели.

4. Я стремился в своей речи возможно отчетливее вскрыть физическую непримиримость точек зрения фарадее-максвелловской и действия на расстоянии. С этой целью я сформулировал вопрос, который в наиболее общем виде сводится к следующему. Представим себе две взаимодействующие системы, A и B (фиг. 3), расположенные на каком угодно расстоянии одна от другой (сколь угодно малом или сколь угодно большом). Это могут быть две материальные массы, тяготеющие одна к другой, два электрические заряда, два магнита или электромагнита, две какие-либо электрические цепи, по которым протекают токи, и т. п. Допустим далее, что система A окружена со-

всех сторон двумя замкнутыми поверхностями S_1 и S_2 , нигде не касающимися между собою и не пересекающимися. Спрашивается:

Могут ли системы A и B взаимодействовать одна с другою так, чтобы при этом в слое, ограниченном поверхностями S_1 и S_2 , не происходило какого бы то ни было физического процесса?

5. Я полагаю, что всякий исследователь, стремящийся вникнуть в сущность физических явлений, и может, и должен дать на этот вопрос вполне определенный ответ: «да» или «нет». Совершенно невозможно допустить мыслимость некоторого третьего ответа. Не может быть также и речи о каком-либо синтезе этих принципиально противоположных и исключających друг друга ответов «да» и «нет», так как нельзя представить себе построение такой физической теории, согласно которой в слое между поверхностями S_1 и S_2 в одно и то же время и происходил бы некоторый физический процесс, и решительно ничего не происходило бы. Опыт, к сожалению, показывает, что обычно довольно затруднительно получить со стороны лиц, привыкших к современным физическим представлениям, определенный ответ на поставленный мною вопрос. Чрезвычайно редко можно услышать ответ «нет». В огромном большинстве случаев никакого определенного ответа не дается, а вместо этого иногда делаются попытки возражать против правильности и законности постановки сформулированного мною вопроса. Однако, возражения этого рода не трудно опровергнуть.



Фиг. 3.

Действительно, как бы мы ни смотрели на сущность происходящих в природе процессов, все мы принимаем за нечто безусловно достоверное тот факт, что системы A и B могут как-то физически взаимодействовать. Нельзя, далее, представить себе какие-либо доводы против утверждения, что в слое, ограниченном поверхностями S_1 и S_2 (фиг. 3), либо может, вообще говоря, происходить какой бы то ни было физический процесс, либо он может совершенно отсутствовать. Что-либо третье, кроме этих двух возможностей, не мыслимо, как я уже указывал выше. В связи с этим мы имеем полное право сопоставлять факт взаимодействия систем A и B с вероятностью наличия или с вероятностью отсутствия какого бы то ни было физического процесса в слое между поверхностями S_1 и S_2 и иметь по этому поводу суждение. Таким образом сформулированный мною вопрос, побуждающий нас взвесить вероятность того или другого, необходимо признать вполне допустимым, правильным и законным.

Речь могла бы идти только о том, что желательно, быть может, изыскать пример, более выпукло иллюстрирующий антагонизм между двумя рассматриваемыми принципиальными точками зрения, чем это

сделал я. *Feci quod potui, faciant meliora potentes*. Если это кому-либо удастся, могу только приветствовать.

6. С фарадеевско-максвелловской точки зрения, которая представляется мне единственно приемлемой, на сформулированный мною вопрос необходимо ответить «нет».

Ответ «да» логически вытекает из точки зрения действия на расстоянии, которой придерживается физика наших дней.

Всякое уклонение от прямого ответа на поставленный мною вопрос, всякие оговорки или имеющие характер таковых оговорок рассуждения клонятся обычно к оправданию ответа «да».

7. Обращаясь к внутреннему содержанию ответов «нет» и «да» на мой вопрос, необходимо прежде всего иметь в виду, что свойства, обнаруживаемые в каком бы то ни было физическом явлении, мыслимы только в непосредственной связи с каким-то носителем этих свойств, т. е. в связи с некоторою объективною реальностью, которую можно назвать физической реальностью. Далее, всякая физическая реальность или сколь угодно малая часть ее обязательно занимает соответствующий ей объем нашего трехмерного пространства.¹ Наконец, мы никак не можем представить себе пространственной разобщенности самой физической реальности и ее характерных свойств. Нельзя допустить, чтобы физическая реальность была расположена в одном месте, а ее свойства сами по себе, в оторванном виде, локализовались бы где-либо в другом месте. И то, и другое мы должны мыслить объединенным в одном и том же объеме.

Рассмотрим теперь систему *A*, наличие которой обуславливает возникновение некоторого физического действия на другую систему *B*, расположенную, вообще говоря, где угодно, на каком угодно расстоянии от системы *A*. Конкретно мы можем мыслить, например, о двух электрических зарядах. При отсутствии заряда *A* заряд *B* данного физического действия не испытывает. В связи с этим мы можем утверждать, что в каждой точке пространства вокруг электрического заряда *A* обнаруживаются какие-то физические свойства, именно способность действовать на заряд *B*.

По поводу рассматриваемых свойств могут быть сделаны два предположения.

Предположение первое. Эти характерные свойства возникают в некотором отдельном участке пространства только вследствие появления там заряда *B*.

Предположение второе. Эти свойства, определяемые наличием заряда *A*, как-то были уже распределены во всем окружающем заряд *A* пространстве совершенно независимо от появления заряда *B*, роль которого в таком случае сводится лишь к обнаружению данных свойств.

Первое предположение представляется в высокой степени неправдоподобным и противоречащим всей совокупности того, что мы знаем

¹ См. упомянутую выше речь — «Основные воззрения современной физики», стр. 19 настоящего сборника.

о силовом поле. В этом отношении можно, например, указать на следующее. В любой точке пространства, окружающего заряд A , свойство воздействовать на заряд B возникает лишь через некоторый промежуток времени, считая от момента появления заряда A , т. е. с каким-то запозданием. Однако, в случае предварительного установления силового поля заряда A , данное свойство поля мгновенно обнаруживается при внесении в него заряда B . На основании этого мы заключаем, что рассматриваемое свойство было приобретено всеми участками пространства, занятого силовым полем, благодаря какому-то подготовительному процессу еще до внесения заряда B .

Остается, следовательно, только второе предположение, а именно, что специфические свойства пространства, как-то закономерно ориентированные около центра, в котором расположен заряд A , имеют место независимо от наличия заряда B . Достоинство особого внимания то обстоятельство, что даже современная математическая теория силового поля, по существу, базируется на этом последнем предположении.

Принимая во внимание сказанное раньше о непосредственной связи свойств с их носителем, необходимо признать, что те или иные характерные свойства данного силового поля присущи какому-то реальному носителю этих свойств, т. е. физической реальности или, выражаясь обычным языком, некоторой среде, находящейся в пространстве именно там, где обнаруживается силовое поле, т. е. везде, где есть это поле.

Таким образом, мы имеем логические обоснования принципиальной фарадее-максвелловской установки, согласно которой все физические взаимодействия совершаются не иначе, как при непременно участии среды, окружающей взаимодействующие центры. Отсюда же совершенно естественно вытекает и ответ «нет» на сформулированный мною вопрос.

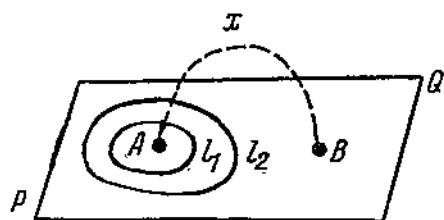
Считаю долгом указать, что весь ход мыслей, изложенных выше, целиком позаимствован мною у Фарадея и, по существу, почти ничего нового я не добавил.¹

8. Противоположная точка зрения, признающая возможность «физического» действия на расстоянии и в связи с этим приводящая к ответу «да» на мой вопрос, отвергает все вышеприведенные обоснования фарадее-максвелловской установки и допускает реальное существование абсолютно пустого пространства, решительно ничем не заполненного. Последнее допущение является главным моментом во всех рассуждениях с точки зрения действия на расстоянии, тогда как идея о пространстве абсолютно пустом, самом по себе, без заполняющей его какой-либо материи, в самом широком смысле этого слова, есть лишь один из примеров математической абстракции и не имеет, по моему мнению, прямого отношения к реальному миру физических явлений. Об этом я уже говорил в своей речи. Итак, первый,

¹ См., например, F a r d a y, Experimental Researches in Electricity, vol. III, pp. 571, 572.

основной упрек по адресу точки зрения действия на расстоянии состоит в том, что она вводит в круг физического мышления чистую фикцию — абсолютно пустое пространство.

Допустим, однако, на время, что абсолютно пустое пространство может реально существовать и что оно разделяет две взаимодействующие системы A и B (фиг. 3), занимая весь объем слоя между поверхностями S_1 и S_2 . Ясно, что в таком случае данный слой не содержит в себе никакой физической реальности, и поэтому мы должны считать его совершенно непроницаемым для какого бы то ни было физического процесса, способного осуществлять связь между взаимодействующими системами A и B в пределах нашего трехмерного пространства. Иными словами, при данных условиях мы не можем мыслить какой-либо проходящей через этот слой линии физической связи между системами A и B . Если системы все же взаимодействуют, т. е. если между ними все-таки существует некоторая связь, то очевидно, что она должна осуществляться как-то помимо замкнутого слоя,



Фиг. 4.

ограниченного поверхностями S_1 и S_2 . Но это значит, что линия связи между A и B выходит из пределов трехмерного пространства и протекает где-то в пространстве с большим, чем три, числом измерений, например, в четырехмерном пространстве.

Для пояснения сказанного я воспользуюсь аналогией, прибегнув к пространствам с пониженным числом измерений. Рассмотрим какое-нибудь двухмерное пространство, скажем, поверхность PQ (фиг. 4). Пусть точки A и B символизируют наши взаимодействующие системы. Окружим, далее, точку A двумя замкнутыми кривыми l_1 и l_2 , лежащими на поверхности PQ , нигде не касающимися одна другой и не пересекающимися. В таком случае, всякая линия геометрической связи между точками A и B , лежащая в пределах двухмерного пространства PQ , обязательно должна пройти через зону, ограниченную линиями l_1 и l_2 . Но если эта зона запрещена для геометрической связи между точками A и B , то искомая связь может быть осуществлена только помимо запрещенной зоны, а именно при помощи какой-либо линии x , соединяющей точки A и B вне рассматриваемого двухмерного пространства PQ , т. е. через трехмерное пространство, как это показано на фиг. 4 пунктирной линией.

Совершенно аналогичным образом и в случае взаимодействия систем A и B (фиг. 3), если слой между поверхностями S_1 и S_2 запрещен для какой-либо физической связи данных систем, а эту физическую связь мы всегда ассоциируем с линией геометрической связи между ними, — то эту последнюю мы вынуждены искать за пределами нашего трехмерного пространства, именно в четырехмерном пространстве.

Защитники точки зрения действия на расстоянии могут, конечно, мне указать, что связь физического взаимодействия систем A и B не нужно обязательно ассоциировать с какой-либо лишней геометрической связью между ними и что вовсе не нужно так примитивно рассуждать. На это я возражу следующим образом. Какая бы то ни было связь между системами A и B не может иметь места в условиях абсолютной изолированности этих систем. Благодаря наличию запрещенного слоя между поверхностями S_1 и S_2 , который совершенно разделяет наше трехмерное пространство на две разобщенные части, системы A и B оказываются принадлежащими к двум абсолютно изолированным одна от другой областям трехмерного пространства. Для того, чтобы эти системы все же могли быть связаны взаимодействием, они так или иначе должны быть объединены в одной и той же пространственной непрерывности. Формально можно допустить, что две отдельные трехмерные пространственные непрерывности охватываются одной общей четырехмерной пространственной непрерывностью, т. е. четырехмерным пространством. Это именно и констатируется возможностью построения линии геометрической связи между системами A и B сквозь незапрещенное четырехмерное пространство.

9. До настоящего времени физика не занималась явлениями, происходящими в четырехмерном пространстве, вне нашего трехмерного пространства. Все это увело бы нас в совершенно чуждую область. Герц, за которым нельзя не признать глубокого проникновения в сущность явлений природы, в своей гейдельбергской речи на тему «О соотношениях между светом и электричеством», касаясь попыток физического объяснения электрических явлений при помощи действия на расстоянии, указал, что таким путем мы привносим в науку элементы чего-то, имеющего спиритический характер.

Действительно, как известно, многие теоретики спиритизма и между ними некоторые выдающиеся ученые, привыкшие верить в существование спиритических явлений и пытавшиеся научно обосновать свое отношение к ним, обычно базировали свои суждения именно на допущении физической связи между явлениями, протекающими в нашем трехмерном пространстве и в охватывающем его четырехмерном пространстве. Однако, самая реальность спиритических явлений представляется более чем сомнительной. Об этом, между прочим, с полной достоверностью свидетельствуют результаты работ ряда специальных комиссий Лондонского общества для психических исследований, а также многочисленные труды одного из наиболее деятельных и объективных членов этого общества Франка Подмора. Совершенно несомненно, что спиритические явления вполне объясняются сознательным, а иногда даже подсознательным, введением участников сеансов в заблуждение, и все это обычно в высокой степени осложняется наличием массового гипноза или самогипноза. Одним словом, четырехмерное пространство тут совсем не при чем. Дело обстоит гораздо проще, и нет решительно никаких оснований привлекать к ответственности четырехмерное пространство.

Тем меньше оснований прибегать к четырехмерному пространству в случае рассмотрения вопроса о природе физических явлений.

10. Сказанное выше нисколько не противоречит закономерности и целесообразности использования идеи о многомерных пространствах в процессе математических операций, к которым иногда весьма полезно и даже необходимо прибегать в некоторых специальных отделах современной теоретической физики. В области высшего анализа не может быть никаких ограничений для формально правильного развития математических представлений. Но в области нашего физического мышления, в особенности при рассмотрении вопроса о вероятной природе физических явлений, несомненно приходится считаться с некоторыми ограничениями, вытекающими из наших общих принципиальных установок, и не выходить за пределы нашей нормальной пространственно-временной непрерывности, в которой эти явления имеют место.

11. Некоторые защитники точки зрения «физического» действия на расстоянии утверждают, что возражения против этого воззрения проистекают, главным образом, вследствие неспособности отдельных лиц, занимающихся вопросами физики, подняться несколько выше элементарных представлений, между тем как все дело в привычке. Указывается, что нам остается лишь преклониться перед фактом действия на расстоянии и, просто-напросто, к этому факту привыкнуть. Тот, кто к этому факту привык, будто бы не испытывает ни малейшего затруднения от того, что с этим фактом ему приходится оперировать.¹

Я совершенно согласен с тем, что ко многому можно привыкнуть, в особенности, добавляю от себя, если при этом мы не контролируем образующихся привычек и к тому же не сопротивляемся влиянию самогипноза или массового гипноза, наличие которого во многих случаях можно констатировать. Не чем иным, а именно слепым подчинением привычному методу мышления, в значительной степени объясняется и необычайная в свое время стойкость некоторых отживших уже научных теорий и воззрений. Напомним хотя бы о Птолемеевой системе мира, о невесомых жидкостях, о теории флогистона. Замечательно при этом, что несмотря на несомненную ошибочность некоторых научных воззрений старого времени они иногда позволяли все же неуклонно идти вперед по пути прогресса. Например, Сади Карно, считая теплоту за неразрушимый агент, что, как мы знаем теперь, не соответствует действительности, пришел к верному результату при рассмотрении вопроса о совершении работы паровой машины. И в наше время, конечно, вполне возможны аналогичные случаи. Но это не мотив для защиты некоторых привычных научных представлений, в частности, представления о «физическом» действии на расстоянии.

Во всяком случае, я не отрицаю весьма важного значения привычек в нашем научном мышлении, но ставлю вопрос, не представляет

¹ См., например, стенограмму третьей беседы о природе электрического тока, выступление Я. И. Френкеля, «Электричество», 1930, № 10, стр. 428.

ся ли целесообразным внимательно проанализировать их и начать совместную борьбу против иррациональных привычек.

12. Итак, на основании всего изложенного выше, я утверждаю, что господствующее теперь в науке привычное представление о действии на расстоянии, являясь по существу лишь математической абстракцией, иногда полезной и ценной, не должно быть объективируемо в качестве первичного физического явления, т. е. не должно трактоваться в качестве «физического» действия на расстоянии, так как это никоим образом не может соответствовать тому, что происходит в действительности.

Несмотря на, казалось бы, полную очевидность псевдофизического характера идеи о действии на расстоянии, она продолжает играть роль привычного основного фона современной физической мысли и накладывает на нее своеобразный отпечаток.

Все мои принципиальные физические установки прямо или косвенно, явно или неявно вытекают из категорического отрицания допустимости «физического» действия на расстоянии. Должен признаться, однако, что в этом отношении у меня пока имеются, к сожалению, более или менее серьезные расхождения со многими моими коллегами по Академии Наук, в том числе, например, с академиками А. Ф. Иоффе, С. И. Вавиловым, с членами-корреспондентами Академии — Я. Н. Шпильрейном, Я. И. Френкелем, И. Е. Таммом и Г. А. Гамовым. Степень указанного расхождения варьирует в очень широких пределах, от некоторого лишь различия в четкости основных установок до полной противоположности.

Едва ли мыслимы какие-либо возражения против того, что необходимо, наконец, подвергнуть тщательному обсуждению важнейший принципиальный вопрос о возможности «физического» действия на расстоянии. Я совершенно уверен, что наша совместная работа в Академии Наук представляет для этого все возможности и, в частности, страницы «Известий» Академии открыты каждому из нас для изложения своего суждения по данному поводу. Путем обмена мнений мы придем, конечно, к объединяющим нас основным установкам. Мои попытки вызвать в стенах АН обмен мнений по этому вопросу были до сих пор безрезультатны.

13. В заключение можно следующими положениями резюмировать все мои мысли касательно допустимости «физического» действия на расстоянии:

а) В современной теоретической физике представление о действии на расстоянии играет доминирующую роль без достаточных к тому оснований.

б) Действие на расстоянии не может быть рассматриваемо в качестве первичного явления, т. е. в качестве «физического» действия на расстоянии.

в) Принципиальная фарадеевско-максвелловская установка, выдвигающая на первый план непрерывное участие среды во всех физических взаимодействиях, совершенно несовместима с точкой зрения «физического» действия на расстоянии.

г) Ввиду своего псевдо-физического характера, представление о действии на расстоянии может быть допускаемо только при формально-математическом описании физических явлений, а также при анализе физических закономерностей.

д) Настоятельно необходим критический пересмотр основных установок современной физики, прямо или косвенно вытекающих из представления о «физическом» действии на расстоянии.¹

¹ См. выдержки из дискуссии по этому докладу. Часть II настоящего сборника, статья XVIII.

IV

О НЕКОТОРЫХ ОСНОВНЫХ ПОЛОЖЕНИЯХ, ОТНОСЯЩИХСЯ К ОБЛАСТИ ФИЗИКИ¹

В своих предыдущих докладах — «Основные воззрения современной физики» и «О «физическом» действии на расстоянии»² — я сделал попытку подвергнуть анализу, с самой общей точки зрения, содержание главнейших физических представлений и, в частности, особо остановился на условиях, необходимых для осуществления какого бы то ни было физического взаимодействия. Само собой разумеется, что ввиду чрезвычайной обширности затронутой мною темы не могло быть и речи о том, чтобы достаточно обстоятельно, явным образом, охватить все, что имеет для современной физики несомненно актуальное значение. В связи с этим, в настоящем докладе я предполагаю несколько развить и дополнить сказанное мною раньше, сосредоточив внимание на ряде положений, внутренне объединенных между собою и представляющих мне первоочередными.

Учитывая наличие серьезных разногласий касательно многих основных положений, относящихся к области физики, а также возникающие на этой почве недоразумения и поводы для взаимного непонимания, я стремлюсь надлежащей, более или менее отчетливой формулировкой, по крайней мере, некоторых принципиальных установок, наметить такой путь логических умозаключений, который в общем был бы приемлем в качестве соответствующего вероятной природе вещей.

Выдвигаемые мною положения представлены в виде серии вопросов, соподчиненных до известной степени и построенных, как мне кажется, таким образом, что на них можно ответить только «да» или «нет», при исключенном третьем. Содержание каждого из вопросов, в совокупности с ответом «нет», следует рассматривать как вполне определенное положение. В случае ответа «да», хотя бы на один из вопросов, некоторые из них теряют всякий смысл. Впереди идут вопросы, которые могут показаться очень примитивными и просто самоочевидными, но я полагаю, однако, что они весьма полезны и даже необходимы в качестве вводных, наводящих вопро-

¹ Доложено в Общем собрании Академии Наук СССР 28 апреля 1934 г.

² См. настоящий сборник, статьи II и III.

сов. С чисто формальной точки зрения, два первых вопроса не имеют решительно никакого отношения к области физики.

Итак, переходим к вопросам:

Вопрос 1. Можно ли разложить специфические качества художественного изваяния (например, какого-либо произведения Микель-Анджело) на элементарные свойства частиц мрамора, из которого это изваяние выполнено?

Вопрос 2. Правдоподобно ли предположение, что специфические качества какого-либо сложного механизма (например, точных астрономических часов или аэроплана), принадлежащие ему как некоторому целому, могут быть сведены к простой сумме элементарных свойств отдельных механических деталей, из которых состоит данный сложный механизм?

Вопрос 3. Соответствует ли вероятной природе вещей предположение, что какая-либо простейшая совокупность, состоящая из двух входящих в нее физических реальностей¹ (например, комбинация протона и электрона, являющаяся атомом водорода, или комбинация атома водорода и атома хлора, образующая молекулу соляной кислоты и т. п., или же, наконец, совокупность любых двух объектов одного и того же рода, вообще), обладает только такими качественными характеристиками, которые могут быть рассматриваемы как простая сумма элементарных свойств отдельных слагаемых?

Вопрос 4. Соответствует ли вероятной природе вещей предположение, что какая бы то ни было совокупность, состоящая из произвольного количества входящих в нее дискретных физических реальностей, обладает только такими качественными характеристиками, которые могут быть рассматриваемы как простая сумма некоторых свойств отдельных слагаемых?

Вопрос 5. Можно ли утверждать, что существует такой физический процесс, иными словами, такое движение в общепhilософском смысле слова (применительно к области физических явлений), в состав которого не включается какое бы то ни было механическое движение, понимаемое как пространственное перемещение некоторой физической реальности, соответствующей рассматриваемому процессу, или ее частей?

Вопрос 6. Соответствует ли вероятной природе вещей утверждение, что какой-либо физический процесс (например, электромагнитное поле или тепловой процесс и т. п.) обладает, как целое, только такими качественными характеристиками, которые могут быть сведены к простой сумме некоторых свойств, принадлежащих элементарным механическим движениям (см. вопрос 5), имманентно связанным

¹ Физическою реальностью называется объективная реальность, которая участвует в некотором физическом явлении в качестве носителя свойств, обнаруживаемых в этом явлении. См. настоящий сборник, статья II.

с данным физическим процессом, т. е. обязательно заключающимся в нем?

Вопрос 7. Соответствует ли вероятной природе вещей утверждение, что какой-либо сложный физический процесс обладает, как целое, только такими качественными характеристиками, которые могут быть сведены к простой сумме специфических свойств дискретных физических процессов, входящих в состав данного сложного процесса?

Вопрос 8. Правдоподобно ли предположение, что в некотором физическом процессе, как таковом, могут иметь место какие бы то ни было изменения количественного или качественного характера при полном отсутствии соответствующих изменений в элементарных механических движениях, имманентно связанных с данным физическим процессом?

Вопрос 9. Могут ли какие-либо два физических процесса взаимодействовать друг с другом так, чтобы при этом не имело места также и какое бы то ни было соответствующее взаимодействие между теми элементарными механическими движениями, которые имманентно связаны с каждым из данных физических процессов в отдельности?

Вопрос 10. Может ли наше заключение по предыдущему вопросу 9-му измениться в связи с тем, что вместо двух мы рассматриваем сколь угодно большое число дискретных физических процессов, как-то взаимодействующих между собою?

Вопрос 11. Могут ли случайность и необходимость в области физических процессов, вообще, трактоваться совершенно независимо от случайности и необходимости в отношении тех элементарных механических движений, которые имманентно связаны со всеми без исключения физическими процессами?

Вопрос 12. Могут ли случайность и необходимость в области физических процессов трактоваться вне всякой связи с механическим принципом причинности?

Вопрос 13. Можно ли, признавая механический принцип причинности и единство мира, допустить в области физических процессов существование таких причинных связей, которые были бы абсолютно независимы друг от друга?

Вопрос 14. Можно ли, признавая механический принцип причинности, допустить в области физических процессов объективную реальность абсолютной случайности, понимаемой как событие, абсолютно не подчиненное какой бы то ни было причинной связи с другими событиями, среди которых оно возникает?

Вопрос 15. Есть ли основание принципиально отрицать, что в области физических процессов, кроме прямой необходимости, может иметь место только относительная случайность, понимаемая как событие, неизбежно возникающее в результате соответственного комплекса причинных связей (причем это событие происходит всякий раз, когда указанный комплекс удовлетворяет надлежащим пространственно-временным условиям)?

Вопрос 16. Можно ли отрицать, что различные группы относительных случайностей в области физических процессов характеризуются свойственными им закономерностями и соответствующими специфическими качествами?

Вопрос 17. Можно ли, вообще, отрицать объективную реальность относительной „случайности“ в области физических процессов?

Совокупность ответов «нет» на все 17 вопросов обязывает нас принять вполне конкретную схему основных положений, в общем, по моему мнению, соответствующих тому, что действительно происходит в области физических явлений. Ясно, конечно, что некоторые из этих положений, по существу, выходят далеко за пределы физики, как таковой, имеют прямое отношение ко всем сторонам мироздания в целом (включая явления биологические, психические, социальные и т. д.) и вместе с тем предreshают ряд дальнейших выводов.

В заключение я считаю необходимым высказать предположение, что многие болезненные блуждания современной физической мысли (а, быть может, это относится и не только к физической мысли) должны сами собой устраниваться в случае, если бы было признано наиболее правильным на все сформулированные мною вопросы ответить безоговорочным «нет».

О МЕХАНИСТИЧЕСКОЙ ТОЧКЕ ЗРЕНИЯ В ОБЛАСТИ ОСНОВНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ¹

1. Грандиозные успехи современной физики настолько отвлекли внимание исследователей природы от некоторых совершенно здравых и непреложных утверждений старой, классической физики, что теперь считается чем-то весьма предосудительным говорить, например, о каких-либо механических движениях, сопровождающих то или иное физическое явление (электромагнитное поле, магнитный поток, дифракция электронов в связи с их волновой природой и т. п.). Нередко при этом рассмотрение подобных механических движений квалифицируется как приверженность к механистической точке зрения. На этой почве возникло и продолжает возникать немало недоразумений, являющихся серьезным препятствием к правильной постановке вопроса о возможно более глубоком понимании природы физических явлений. Данная статья представляет собою попытку хотя бы частично проанализировать и несколько разъяснить ряд недоразумений такого рода.

2. Так как в настоящее время самый термин «механическое движение» может казаться не вполне безупречным, в особенности при рассмотрении микрофизических явлений, то я во избежание в дальнейшем каких-либо недомолвок и неясностей считаю необходимым указать, какое именно содержание я вкладываю в этот термин. Стремясь дать возможно более общее определение, под механическим движением я буду понимать пространственное перемещение некоторой физической реальности, соответствующей рассматриваемому процессу, или частей этой физической реальности. Под физической же реальностью я разумею такую объективную, т. е. существующую вне нашего сознания, реальность, которая участвует в некотором физическом явлении в качестве носителя свойств, обнаруживаемых в этом явлении. При этом, каковы бы ни были наши представления о пространстве, в котором протекают во времени различные физические процессы, будет ли это пространство Евклида, или пространство Лобачевского, или пространство Эйнштейна, или же, наконец, любое иное пространство, — всякая физическая реальность в целом или

¹ Статья, написанная для сборника «Фридриху Энгельсу АН СССР».

сколь угодно малая ее часть обязательно занимает некоторый объем нашего трехмерного пространства. Наука о природе не знает физических реальностей, не занимающих никакого объема. Всякая попытка строить представление о физической реальности, отвлекаясь от обязательности ее объемной характеристики, должна быть рассматриваема как яркий пример ошибочного объективирования математических абстракций.¹

3. В своем докладе «О некоторых основных положениях, относящихся к области физики», сделанном в Общем собрании АН СССР 28 апреля 1934 года,² я сформулировал ряд общих положений в виде вопросов, на которые со своей стороны я отвечаю категорическим «нет». Некоторые из этих вопросов (именно 5—9) непосредственно касаются темы настоящей статьи. Считаю поэтому целесообразным остановиться на их содержании.

Вопрос 5. Можно ли утверждать, что существует такой физический процесс, иными словами, такое движение в общепhilosophическом смысле слова (применительно к области физических явлений), в состав которого не включается какое бы то ни было механическое движение, понимаемое как пространственное перемещение некоторой физической реальности, соответствующей рассматриваемому процессу, или ее частей?

В совокупности с ответом «нет» этот вопрос, подобно некоторым последующим вопросам, является в сущности лишь одним из тезисов диалектического материализма. Действительно, у Энгельса мы встречаем, между прочим, нижеследующие совершенно определенные суждения о связи всякого движения (т. е. в области физики — всякого явления или процесса) с механическим движением:

«Всякое движение включает в себе механическое движение и перемещение больших или мельчайших частей материи; познать эти механические движения является первой задачей науки, однако лишь первой. Само же это механическое движение вовсе не исчерпывает движения вообще».³

«Всякое движение связано с каким-нибудь перемещением — перемещением небесных тел, земных масс, молекул, атомов или частиц эфира. Чем выше форма движения, тем мельче это перемещение. Оно несколько не исчерпывает природы соответствующего движения, но оно неотделимо от него. Поэтому его приходится исследовать раньше всего остального».⁴

Казалось бы, ответ «нет» на мой вопрос пятый является совершенно обязательным для всякого физика, стремящегося углубленно рассматривать природу вещей, и должен составлять один из главных элементов нормального фона физического мышления. Однако в действительности обычно наблюдается обратное. В огромном большинстве случаев современный физик склоняется к ответу «да»

¹ См. настоящий сборник, статья II.

² См. настоящий сборник, статья IV.

³ Энгельс. «Диалектика природы», изд. 6-е, 1932, стр. 80.

⁴ Там же, стр. 130.

и допускает, таким образом, что существуют физические процессы, не сопровождаемые теми или иными механическими движениями, т. е. пространственными перемещениями. Например, в случае стационарного магнитного поля, связанного с постоянным магнитом, магнитный поток, пронизывающий некоторый объем пространства между полюсами магнита, может, якобы, существовать без каких бы то ни было пространственных перемещений соответствующей физической реальности в этом самом объеме. Можно, конечно, пытаться защищать точку зрения, согласно которой магнитное поле и, вообще, электромагнитное поле не являются реальными физическими процессами, а представляют собою лишь продукт нашего воображения, вводимый нами только для удобства и наглядности, но абсурдность подобного предположения была мною достаточно подробно выяснена в ряде выступлений и докладов,¹ и потому я на этом не буду здесь останавливаться.

4. Перехожу теперь к следующим моим вопросам.

Вопрос 6. Соответствует ли вероятной природе вещей утверждение, что какой-либо физический процесс (например электромагнитное поле или тепловой процесс и т. п.) обладает, как целое, только такими качественными характеристиками, которые могут быть сведены к простой сумме некоторых свойств, принадлежащих элементарным механическим движениям (см. вопрос 5), имманентно связанным с данным физическим процессом, т. е. обязательно заключающимся в нем?

Вопрос 7. Соответствует ли вероятной природе вещей утверждение, что какой-либо сложный физический процесс обладает, как целое, только такими качественными характеристиками, которые могут быть сведены к простой сумме специфических свойств дискретных физических процессов, входящих в состав данного сложного процесса?

Вопросы шестой и седьмой самым непосредственным образом касаются сущности механистической точки зрения в физике. В совокупности с четкими ответами «нет» эти вопросы представляют собою, как было выше уже указано, вполне определенные тезисы диалектического материализма, признание которых заставляет исследователя того или иного физического процесса не считать завершенной задачу изучения этого процесса, когда ему удастся выяснить, какие именно элементарные физические процессы, в пределе, какие именно пространственные перемещения (механические движения) имманентно входят в состав данного сложного процесса. Это есть первый этап изучения и только лишь первый. Остается еще большая работа по изучению специфических особенностей, новых качественных характеристик обследуемой совокупности, воспринимаемой нами как некоторый физический процесс, как некоторое физическое явление своего рода.

«Но если я не имею ничего другого сказать о теплоте, кроме

¹ См. настоящий сборник, статьи II и III.

того, что она представляет собою известное перемещение молекул, то лучше мне замолчать», — говорит Энгельс.¹

Ответы «да» на вопросы шестой и седьмой свидетельствуют именно о том, что исследователь придерживается механистической точки зрения, согласно которой качественные характеристики некоторой физической совокупности не представляют собою чего-либо в большей или меньшей степени нового, специфического для этой совокупности, но могут быть рассматриваемы как простая «механическая» сумма элементарных свойств, присущих отдельным составным частям данной совокупности, в пределе, присущих элементарным пространственным перемещениям (механическим движениям), которые имманентно связаны со всяким физическим процессом. Подобного рода воззрения в такой же степени ошибочны, как если бы мы утверждали, что специфические качества некоторого художественного изваяния (например, какого-либо произведения Микель-Анджело) могут быть разложены на элементарные свойства частиц мрамора, из которого это изваяние выполнено. Точно так же было бы весьма ошибочно утверждение, что специфические свойства, которыми обладают точные астрономические часы или аэроплан, как целое, могут быть рассматриваемы в качестве простой суммы элементарных свойств отдельных механических деталей, входящих в состав данных сложных механизмов.

Таким образом, сущность механистической точки зрения в области физических представлений состоит не в признании обязательного наличия соответствующего механического движения, т. е. пространственного перемещения, во всяком физическом процессе, во всяком движении (в общепhilosophическом смысле термина «движение»), а в ошибочном предположении, будто бы новые качественные характеристики, которыми всегда обладает любая сложная комбинация каких-либо элементарных составляющих, могут быть разложены на простейшие свойства этих элементарных составляющих, и, в частности, в попытках сведения специфических особенностей всякого физического процесса к свойствам элементарных механических движений. Признание эфира, в котором могут иметь место механические движения, т. е. пространственные перемещения элементарных объемов этой «первоматерии», непрерывно заполняющей все наше трехмерное физическое пространство, — само по себе еще не является признаком механистической точки зрения, подобно тому, как и оперирование, например, с «идеальной» жидкостью Гельмгольца вовсе не должно быть рассматриваемо как свидетельство об идеалистической установке. Нельзя рассуждать с точки зрения филологических признаков.

Б. Остаются еще два сформулированных мною вопроса, могущих до известной степени пролить свет на значение роли механических движений (пространственных перемещений), внутренние присущие физическим процессам всякого рода.

¹ Энгельс. «Диалектика природы», изд. 6-е, 1932, стр. 80.

Вопрос 8. Правдоподобно ли предположение, что в некотором физическом процессе, как таковом, могут иметь место какие бы то ни было изменения количественного или качественного характера при полном отсутствии соответствующих изменений в элементарных механических движениях, имманентно связанных с данным физическим процессом?

Вопрос 9. Могут ли какие-либо два физических процесса взаимодействовать друг с другом так, чтобы при этом не имело места также и какое бы то ни было соответствующее взаимодействие между теми элементарными механическими движениями, которые имманентно связаны с каждым из данных физических процессов в отдельности?

На первый взгляд может показаться, что ответы «нет» на выше-рассмотренные вопросы пятый и шестой не предвещают обязательно отрицательные же ответы и на вопросы восьмой и девятый. В действительности это не так. Некоторое архитектурное сооружение, сложенное из кирпичей, не может претерпеть каких-либо изменений качественного или количественного характера без того, чтобы при этом не имели места и соответствующие изменения, непосредственно касающиеся образующих здание кирпичей, т. е. касающиеся количества этих кирпичей или их расположения. Совершенно аналогичным образом дело обстоит и в отношении элементарных механических движений (пространственных перемещений), являющихся теми «кирпичиками», из которых построено «здание» любого физического процесса. Всякое изменение в элементарных механических движениях, имманентно входящих в состав какого-либо физического процесса, обязательно сопровождается и соответствующим изменением количественного или качественного характера в данном физическом процессе, как целом. Должно также иметь место и обратное соотношение. Совершенно невозможно представить себе какие-либо изменения в некотором физическом процессе без того, чтобы при этом обязательно же не происходили и изменения в соответствующих элементарных механических движениях. Далее, какое-либо взаимодействие между двумя физическими процессами, являющимися более или менее сложными комплексами, абсолютно не мыслимо иначе, как результат непосредственного или связанного с промежуточными процессами взаимного воздействия элементарных составляющих этих сложных комплексов. При этом, конечно, необходимо решительно отвергнуть предположение о возможности реальных проявлений таинственного действия на расстоянии (безразлично, мгновенного или запаздывающего).

6. Если, как это выяснено выше, пространственное перемещение содержится в качестве совершенно неотъемлемой части во всяком движении вообще, во всяком физическом процессе, то, следовательно, стремление познать это пространственное перемещение вполне правильно и целесообразно. Желательно по мере возможности составить себе, наконец, вероятную картину механических движений (пространственных перемещений), присущих каждому физическому явлению.

нию, но надо только помнить, что этим ни в коем случае еще не исчерпывается задача изучения и понимания данного явления со всей его многообразной спецификой. Таким образом, попытки классической физики дать некоторую схему пространственных перемещений, происходящих в электромагнитном поле, не являются сами по себе чем-то, заслуживающим принципиального осуждения. В исторической перспективе их надо рассматривать в качестве совершенно законных, хотя до сих пор и не вполне приведших к цели, попыток сделать то, что в конце концов должно быть сделано. Все эти попытки, кажущиеся некоторым безрезультатными, представляют собою, однако, весьма ценный материал для будущих исследователей. В частности, представляется весьма вероятным, что идея Максвелла о магнитном потоке как о совокупности элементарных вихревых линий в эфире имеет в основном характер чего-то вскрывающего истинную природу магнитного потока и вполне заслуживающего дальнейших изысканий и углублений.

Итак, представление о каких-либо физических процессах вообще (и в частности об электромагнитном поле, о магнитном потоке и т. д.) вне обязательной связи их с соответствующими элементарными пространственными перемещениями — безусловно ошибочно. Все это представляет собою явный признак физического идеализма, который несомненно является коренной причиной многих патологических уклонов в современной физической мысли. Указанная ошибочная точка зрения в отношении электромагнитного поля чрезвычайно распространена в настоящее время. С этим связаны обычно и все возражения против представления о мировом эфире, как о первичной физической субстанции, объемные элементы которой могут претерпевать какие-либо пространственные перемещения, т. е. находиться в состоянии механического движения.

Как известно, идею о «немеханическом» эфире, т. е. о таком «эфире», к отдельным объемным элементам которого нельзя применить понятие о пространственном перемещении, высказал еще Эйнштейн. Но подобный мистический «эфир» является чем-то, физически бессодержательным, и термин этот, понимаемый в эйнштейновском смысле, представляет собою в действительности не что иное, как лишь своеобразный синоним термина «абсолютная пустота». Конечно, нет никакого физического смысла говорить о пространственных перемещениях объемных элементов «абсолютной пустоты»! Сторонники эйнштейновского «эфира», таким образом, отрываются от физической действительности и уклоняются в сторону физического идеализма. «Мир есть движущаяся материя, ответим мы, и законы движения этой материи отражает механика по отношению к медленным движениям, электромагнетическая теория — по отношению к движениям быстрым» — так сказал Ленин,¹ немногими словами выразивший то, что является сущностью содержания настоящей статьи.

¹ Ленин. Соч., т. XIII, стр. 230, «Материализм и эмпириокритицизм».

7. Достоинo особого внимания, что все главнейшие успехи современной физики по существу тесно связаны с проникновением в характер тех пространственных перемещений, тех движений соответствующих физических реальностей, которые имеют место в различных процессах или в различных физических комплексах, воспринимавшихся ранее как нечто неделимое и самодовлеющее.

Так, например, атом обычной материи предстал теперь перед взором исследователя как целый микрокосмос, как обособленный микроскопический мир, части которого находятся в непрерывном движении. Эти составные части (электроны, протоны и т. д.), казавшиеся не так еще давно какими-то предельными физическими реальностями, в настоящее время, благодаря открытию диффракции материальных лучей и успехам квантовой волновой механики, рисуются в качестве специфических комплексов, имеющих волновую природу. Правда, методы формально-математического описания соответствующих волновых процессов основаны на использовании таких представлений (фазовые волны в многомерных пространствах сколько угодно большого числа измерений), которые не поддаются простой физической интерпретации и должны быть понимаемы лишь как чисто условное вспомогательное орудие, вполне законное при математическом анализе, но не при рассмотрении истинной природы явлений. Только весьма распространенной привычкой к ошибочному объективированию математических абстракций¹ можно объяснить то обстоятельство, что некоторые противники материалистической трактовки физических явлений утверждают, будто бы реальной причиной, обуславливающей диффракцию, например, электронов, являются фазовые волны, распространяющиеся в многомерных пространствах. Ясно, конечно, что подлинно реальной причиной диффракции электронов могут быть только волновые процессы, происходящие именно в физическом трехмерном пространстве и имеющие непосредственное отношение к природе электронов. Совершенно очевидно также, что реальные волновые процессы, связанные с электронами, не следует примитивно понимать как упругие колебания объемных элементов эфира, по примеру справедливо отброшенных теперь представлений классической оптики, но необходимо рассматривать эти волновые процессы как имеющее периодический характер специфическое движение сложной формы, в состав которого в конце концов должны входить и элементарные пространственные перемещения. Быть может, мы имеем в данном случае дело с каким-то вихревым движением. В настоящее время в этом отношении можно строить лишь догадки.

8. В заключение настоящей статьи я считаю долгом указать, что необходимо, наконец, вполне определенно реабилитировать «механическое движение», надлежащим образом модернизировав, конечно, содержание этого термина, и раскрепостить физическую мысль, признав за ней законное право оперировать пространственными

¹ См. настоящий сборник, статья II.

перемещениями соответствующих физических реальностей во всех случаях, когда мы стремимся познать конечную структуру того или иного физического процесса. Необходимо вместе с тем четко признать, что борьба с ошибочной научно-философской установкой, которая именуется механистической точкой зрения, не должна быть подменяема в современной физике совершенно необоснованным гонением на законные попытки рассмотрения тех механических движений, тех пространственных перемещений, которые несомненно составляют основу структуры всякого физического процесса, хотя никоим образом сами по себе не исчерпывают его сущности. Следует, наконец, перестать отождествлять термины «механический» и «механистический», как это, к сожалению, нередко имеет место в современной научно-философской и физической литературе.

VI

О СОВРЕМЕННОЙ БОРЬБЕ МАТЕРИАЛИЗМА С ИДЕАЛИЗМОМ В ОБЛАСТИ ФИЗИКИ ¹

1. «Суть кризиса современной физики состоит в ломке старых законов и основных принципов, в отбрасывании объективной реальности вне сознания, т. е. в замене материализма идеализмом и агностицизмом». ² Так сказал В. И. Ленин еще тридцать лет тому назад по поводу некоторых течений в физической науке, возникших в связи с бурным потоком открытий, которые, на первый взгляд, якобы требовали отказа от основных представлений принципиального характера. Своим глубоким анализом неправильных условий в трактовке физических явлений В. И. Ленин показал, что в действительности нет никаких поводов к тому, чтобы отходить от позиций материалистического миропонимания, и что, наоборот, каждое новое открытие, обогащающее физическую науку, только подтверждает установки диалектического материализма, знаменуя при этом новую ступень в непрерывной и совершенно закономерной эволюции наших физических воззрений.

Как всем хорошо известно, кризис в физике еще не изжит. Именно теперь, когда физическая мысль устремилась в область явлений атомного масштаба, когда наука обогатилась целым рядом новых фактов, касающихся строения вещества, и теоретическая физика сделала много чрезвычайно важных обобщений, — именно теперь кризис в физике приобрел особую остроту. Суть дела и в настоящее время заключается в том, что основные положения материализма, в целом или частично, разделяются не всеми представителями физической науки как за границей, так и в СССР. В связи с этим необходимо констатировать у некоторых современных физиков более или менее резко выраженные уклоны в сторону идеализма.

2. В зарубежных странах классовая идеология является одним из главных факторов, обуславливающих антиматериалистические течения в области науки о природе. В нашей стране остатки подобных течений в основном связаны с отсутствием надлежащего, критического отношения к высказываниям некоторых зарубежных ведущих

¹ Напечатано (в порядке обсуждения) в журнале «Под знаменем марксизма», 1938, № 8, стр. 111—137.

² Ленин. Соч., т. XIII, стр. 211, «Материализм и эмпириокритицизм».

физиков и, подчас, с простым подражанием им. Это не может не тормозить развития физической мысли у нас в Союзе и препятствует ей выйти на самостоятельный путь. Вместе с тем, однако, необходимо отметить, что в ряде случаев у тех советских физиков, которые еще не стали полностью на позиции диалектического материализма, наблюдается определенная тенденция к отмежевыванию от научно-философских течений, антагонизирующих с материализмом.

Дальнейшая борьба за искоренение идеалистических установок в области физического мышления может в значительной степени облегчиться и сделаться достаточно плодотворной при условии четкого формулирования некоторых основных положений, с которыми необходимо было бы считаться во всех без исключения случаях. Следующие 10 положений в полной мере соответствуют вероятной природе вещей и должны служить для правильной ориентировки при рассмотрении физических явлений.

Положение I. Предмет физических изысканий объективно существует вне нашего сознания и независимо от нашего сознания, так что в действительности происходит не то или иное в соответствии с нашей точкой зрения, а нечто, совершенно определенное и, во всяком случае, совершенно неподчиненное нашим точкам зрения.

Положение II. Материя есть «объективная реальность, существующая независимо от человеческого сознания и отображаемая им».¹

Положение III. «В мире нет ничего, кроме движущейся материи, и движущаяся материя не может двигаться иначе, как в пространстве и во времени».²

Положение IV. «...Пространство и время — не простые формы явлений, а объективно-реальные формы бытия».³

Следствие 1-е. Абсолютно пустое пространство или, иными словами, пространство, лишенное физического содержания, т. е. не содержащее вечно движущейся материи, есть абстракция.

Следствие 2-е. Абсолютное время, независимое от вечно движущейся материи, есть абстракция.

Положение V. Всякая физическая реальность, т. е. объективная реальность, участвующая в каком-либо физическом явлении, представляет собою некоторую форму движущейся материи.

Положение VI. Всякая физическая реальность характеризуется тем, что любая сколь угодно малая часть ее обладает некоторым объемом и локализована в пространстве и времени.

Положение VII. «Мир есть движущаяся материя... и законы движения этой материи отражает механика по отношению к медленным движениям, электромагнитическая теория — по отношению к движениям быстрым».⁴

¹ Ленин. Соч., т. XIII, стр. 214.

² Там же, стр. 144.

³ Там же, стр. 144.

⁴ Там же, стр. 230.

Положение VIII. «Всякое движение включает в себе механическое движение и перемещение больших или мельчайших частей материи; познать эти механические движения является первой задачей науки, однако лишь первой. Само же это механическое движение вовсе не исчерпывает движения вообще». ¹

Положение IX. В основе рассмотрения физических явлений должно лежать безоговорочное «признание объективной закономерности, причинности, необходимости в природе... наряду с подчеркиванием относительного характера наших, т.е. человеческих, приблизительных отражений этой закономерности в тех или иных понятиях». ²

Положение X. Во всяком сколь угодно малом или сколь угодно большом объеме полное количество энергии (с учетом энергетического эквивалента массы) может изменяться только в результате движения энергии из данного объема наружу или снаружи внутрь данного объема.

3. Вышеприведенные положения не представляют собою чего-либо нового для тех, кто стремится придерживаться материалистических установок. В отдельных случаях (положения II, III, IV, VII, VIII и IX) формулировки взяты непосредственно в виде цитат из работ В. И. Ленина и Ф. Энгельса, так как эти цитаты исключительно четко и ясно выражают сущность совершенно неоспоримых представлений о природе.

Из всей совокупности опытных данных вполне определенно вытекает, что мы не можем какими бы то ни было усилиями нашего сознания прекратить бытие того «ничто», которое составляет предмет физических изысканий. Констатирование этого принципиально важного обстоятельства есть не что иное, как признание объективной реальности материального мира, существующего вне нашего сознания.

Положение I, именно указывающее, что предмет физических изысканий объективно существует вне нашего сознания и независимо от нашего сознания, является основной предпосылкой для всего дальнейшего. Признание справедливости этого положения требует самого категорического осуждения таких крайних течений философской мысли, как солипсизм, а также вообще не допускает какого-либо соподчинения объективного субъективному. Как известно, солипсизм признает существование только своего собственного сознания. Он делает иногда некоторую уступку в виде признания по аналогии и чужих сознаний. Мир, с точки зрения солипсизма, есть лишь комплекс наших внутренних переживаний. Насколько непоследователен бывает сторонник этих крайних идеалистических взглядов, насколько он сам мало руководствуется ими в своей жизни и деятельности, явствует хотя бы из того, что он, конечно, принимает ежедневно пищу и, если он окажется, например, на железнодорожном пути, по которому мчится навстречу поезд, то сойдет с пути, несмотря на то, что на словах он отрицает существование чего бы то ни было, кроме

¹ Фридрих Энгельс. «Анти-Дюринг», стр. 249. Партиздат. 1934.

² Ленин. Соч., т. XIII, стр. 128.

собственного сознания, Правда, он говорит при этом, что лишь отдает дань общечеловеческим предрассудкам. Однако эти «предрассудки», обоснованные опытом многих поколений и свидетельствующие о существовании на свете чего-то, кроме человеческого сознания, постоянно руководят проявлениями чувства самосохранения, которым несомненно, обладает каждый солипсист. Таким образом, теоретики солипсизма на практике всегда оказываются чистейшими «материалистами» и своим неизбежным подчинением внешним обстоятельствам весьма убедительно доказывают абсурдность того, что им подсказывает неправильно работающее воображение.

В теснейшей внутренней связи с чистым солипсизмом стоит феноменализм всех оттенков, в том числе махизм, до последнего времени имеющий немало сторонников. Феноменализм вынужден допустить связь деятельности нашего сознания с ощущениями, но, вместо того чтобы сделать один шаг вперед и признать, что наши ощущения являются результатом воздействия на наши органы чувств со стороны объективной реальности, находящейся вне нас и лишь отображаемой в нашем сознании через посредство ощущений, — вместо этого феноменализм не идет дальше рассмотрения «комплексов ощущений», которые якобы и исчерпывают собой все содержание того, что мы обычно называем «вещами», «телами». В связи с этим феноменализм утверждает, что предметом физики является изучение закономерных соотношений не между вещами и телами, которые лишь кажутся существующими вне нас, а между комплексами наших ощущений. Бытие тех или иных вещей вне нас объявляется «гипотезой», «рабочей гипотезой». И как всякая гипотеза, подобного рода предположение не является чем-то незыблемым. В зависимости от точки зрения, в зависимости от «удобства» различные основные и дополнительные «рабочие гипотезы» считаются приемлемыми, лишь бы они не приводили к формальным противоречиям при анализе соотношений между «комплексами ощущений», которые мы называем «вещами» якобы только вследствие простой привычки.

Итак, главная установка феноменализма, как и солипсизма, заключается в том, что сознание есть нечто основное, первичное. Подчиненную по отношению к сознанию роль играют ощущения, на базе которых создаются «рабочие гипотезы» о существовании вне нашего сознания различных вещей с теми или иными свойствами. Указанная общая схема, в явном или скрытом виде, может быть прослежена во всех разновидностях феноменализма. В своих философских построениях Мах пытался, вступив на путь своеобразного эклектизма, использовать некоторые понятия, казалось бы, относящиеся к вещам, реально существующим вне нашего сознания, но все это приводится в такой сбивчивой форме, что его феноменализм, последовательно развиваемый, сближается с солипсизмом. Из рассуждений Маха неизбежно следует, что мир есть только наше представление.

В книге В. И. Ленина «Материализм и эмпириокритицизм» содержится исчерпывающий анализ махизма и выявлено его антиматериа-

листическое содержание. Вместе с тем В. И. Ленин показал в этой книге, что мирозерцание, наиболее соответствующее действительности, должно рассматривать в качестве первичного вещи и тела, которые объективно существуют вне нашего сознания и совершенно независимо от нашего сознания. К такому утверждению приводит весь многообразный опыт, приобретенный человечеством на протяжении ряда тысячелетий его существования. Это направление мысли проходит красной нитью через все естествознание, которое не могло бы развиваться, если бы в науке господствовало представление о мире как о чем-то лишь воображаемом. В отдельных случаях у некоторых естествоиспытателей бывали и бывают отклонения в сторону идеалистических установок, но в основном наука о природе стихийно идет по пути признания объективной реальности изучаемых предметов. Мир объективно существовал еще до появления мыслящего человека. С этой точки зрения, ощущения, связанные с восприятием нашими органами чувств воздействия со стороны внешнего мира, и затем наше сознание являются чем-то, соподчиненным внешнему миру по своей форме и содержанию. Наше представление о вещах внешнего мира есть отображение этих вещей в нашем сознании, отображение приблизительное, но непрерывно совершенствующееся по мере развития науки о природе и постепенно приближающееся к наибольшему соответствию с тем, что происходит в действительности.

4. Положения II и III содержат в высокой степени краткую формулировку сущности наших общих воззрений, касающихся материи как объективной реальности, без неперемennого участия которой принципиально не мыслимо какое бы то ни было физическое явление.

Представление о материи, в общеполософском смысле, охватывает собою не только так называемую гравитационную материю, т. е. вещество, из которого состоят обычные тела разного рода, но и вообще все то, что лежит в основе каких бы то ни было иных физических объектов (например электромагнитного поля, квантов лучистой энергии и т. п.).

Положение II говорит о том, что материя объективно-реально существует вне нашего сознания, независимо от нашего сознания. При нашем соприкосновении с внешним миром мы получаем разного рода ощущения через посредство органов чувств. Комплексы этих ощущений составляют основное содержание нашей мозговой деятельности, и таким именно образом материальный мир отображается в нашем сознании.

Положение III — «В мире нет ничего, кроме движущейся материи...» — отнюдь не отрицает объективной реальности нашего сознания, т. е. психической стороны в деятельности нервных центров, которыми обладают представители животного мира. Суть дела в том, что «материя, природа, бытие, физическое есть первичное, а дух, сознание, ощущение, психическое — вторичное».¹ С материалистической точки зрения, наше сознание не есть нечто самодовлеющее,

¹ Ленин. Соч., т. XIII, стр. 120.

существующее само по себе и независимо от чего бы то ни было другого. «Ощущение, мысль, сознание есть высший продукт особым образом организованной материи». ¹

В положении III говорится о движущейся материи. В ряде случаев иногда все происходит так, как будто бы материя остается неподвижной. Мы, например, весьма часто говорим о некотором неподвижном теле, имея при этом в виду неизменность взаимного расположения данного тела и других, окружающих его тел. Однако внимательное рассмотрение подобных случаев убеждает нас в том, что и здесь, по существу, мы имеем дело с движущейся материей. С одной стороны, всякая группа тел, кажущаяся неподвижной, в действительности участвует во вращении земли вокруг ее оси, в поступательном движении земли вдоль орбиты вокруг солнца и т. д. С другой стороны, вещество, образующее рассматриваемые тела, состоит из непрерывно движущихся молекул и атомов, которые в свою очередь состоят из электронов, протонов и тому подобных элементарных частей, также находящихся в непрерывном движении и не представляющих собою последней ступени в познании движущейся материи. Изучение всех без исключения физических процессов всегда делает шаг вперед, вскрывая те или иные пространственные перемещения, имманентно связанные с этими процессами. Представить себе материю, находящуюся в абсолютном покое, мы не можем. «Метафизический, т. е. антидиалектический, материалист может принимать существование материи (хотя бы временное, до «первого толчка» и т. п.) без движения. Диалектический материалист не только считает движение неразрывным свойством материи, но и отвергает упрощенный взгляд на движение и т. д.» ² Вместе с тем мы не можем себе представить и какое бы то ни было движение отделенным от того, что движется и что именно в связи с наличием движения оказывается носителем соответствующего количества движения и определенного количества энергии. Представление о движении вне обязательной ассоциации с материей, которая движется, так же как и представление об энергии в качестве чего-то, существующего самостоятельно и вне связи с материей, которая является носителем энергии, — такого рода представления неизбежно влекут за собою уклонение физической мысли в область антиматериалистических построений. «Существенно то, что попытка мыслить движение без материи протаскивает мысль, оторванную от материи, а это и есть философский идеализм». ³ «На деле, мысленное устранение материи, как «подлежащего» из «природы», означает молчаливое допущение мысли как «подлежащего» (т. е. как чего-то первичного, исходного, независимого от материи) в философию». ⁴

Наконец, в положении III указывается, что «движущаяся материя не может двигаться иначе, как в пространстве и во времени». Дей-

¹ Ленин. Соч. т. XIII, стр. 45.

² Там же, стр. 221.

³ Там же, стр. 220.

⁴ Там же, стр. 221.

ствительно, под движением (в узком смысле этого слова) мы разумеем изменение во взаимном расположении данного объекта и других, окружающих его объектов. С этим непосредственно связано представление о пространственном расположении рассматриваемых объектов и о самом пространстве как о чем-то, неразрывно связанном с существованием материи вообще. Сверх того, рассмотрение всякого движения, всякого изменения, которое происходит в системе тех или иных материальных объектов, приводит нас к констатации еще одного важного обстоятельства, характеризующего общие условия существования материи. Дело в том, что каждое движущееся тело может занимать и в действительности занимает в пространстве самые разнообразные положения по отношению к другим телам. Однако опыт показывает, что данное тело не находится и в одном месте, и в другом, и в третьем, и т. д. Мы можем только сказать, что это тело находится или в одном месте, или в другом месте, или в третьем месте, и т. д. Обязательность этого «или» связана с представлением о чередовании различных положений тела. Точно так же всякое изменение в состоянии того или иного объекта или системы объектов есть результат чередования отдельных состояний. Эти чередования отображаются в нашем сознании в виде представления о времени как о некоторой форме существования материи. Мы не можем мыслить что бы то ни было вне пространства и времени. Еще Гегель, говоря о движении в смысле пространственного перемещения, указывал: «Его сущностью является та черта, что оно есть непосредственное единство пространства и времени; оно есть существующее благодаря пространству реальное время, или, иначе говоря, теперь только благодаря времени подлинно различное пространство. Таким образом мы знаем, что в движение входит время и пространство...»¹

В развитие положений II и III можно привести еще нижеследующее высказывание Ф. Энгельса,² в котором он в высокой степени образно резюмирует сущность материалистических представлений о природе:

«Материя движется в вечном круговороте, завершающем свою траекторию в такие промежутки времени, для которых наш земной год не может служить достаточной единицей; в круговороте, в котором время наивысшего развития, время органической жизни и еще более жизни сознательных существ столь же скудно отмерено, как пространство в жизни и в самосознании; в круговороте, в котором каждая отдельная форма существования материи — безразлично, солнце или туманность, отдельное животное или живой вид, химическое соединение или разложение — одинаково преходяща, и в котором ничто не вечно, кроме вечно изменяющейся, вечно движущейся материи и законов ее движения и изменения. Но, как бы часто и как бы безжалостно ни совершался во времени и в пространстве этот

¹ Гегель. «Философия природы». Соч. т. II, стр. 59. Перевод под редакцией А. А. Максимова. Соцэкгиз. М. и Л. 1934.

² Ф. Энгельс. «Диалектика природы», стр. 99, Партиздат. 1933.

круговорот, сколько бы бесчисленных солнц и земель ни возникало и ни погибало, как бы долго ни приходилось ждать, пока в какой-нибудь солнечной системе, на какой-нибудь планете не появятся условия, необходимые для органической жизни, сколько бы бесчисленных существ ни должно было погибнуть и возникнуть, прежде чем из их среды разовьются животные с мыслящим мозгом, находя на короткий срок пригодные для своей жизни условия, чтобы затем быть тоже истребленными без милосердия, — мы все же уверены, что материя во всех своих превращениях остается вечно одной и той же, что ни один из ее атрибутов не может погибнуть и что поэтому с той же самой железной необходимостью, с какой она некогда истребит на земле свой высший цвет — мыслящий дух, она должна будет его снова породить где-нибудь в другом месте и в другое время».¹

5. Положение IV гласит, что «пространство и время — не простые формы явлений, а объективно-реальные формы бытия». Подобно тому как материя не есть продукт деятельности нашего сознания, а объективно-реально существует вне нашего сознания, точно так же и основные формы существования материи — пространство и время — объективно-реальны. «Человеческие представления о пространстве и времени относительны, но из этих относительных представлений складывается абсолютная истина, эти относительные представления, развиваясь, идут по линии абсолютной истины, приближаются к ней. Изменчивость человеческих представлений о пространстве и времени так же мало опровергает объективную реальность того и другого, как изменчивость научных знаний о строении и

¹ В природе мы весьма часто встречаемся с явлениями, имеющими характер круговорота. Так, мы наблюдаем круговорот земли вокруг солнца, круговорот земли вокруг ее оси и т. д. и т. п. вплоть до ряда явлений в области микрокосмоса. Но во всех этих случаях мы никогда не имеем дела с абсолютным круговоротом, т. е. с абсолютно точным повторением пройденного цикла изменений. По причине бесконечного разнообразия взаимотношений, которые имеют место среди бесчисленного множества физических реальностей всякого рода, в природе не может быть абсолютно точного повторения какого-либо пройденного цикла, а может встречаться лишь приблизительно повторение подобного цикла, причем степень приближения, представляется большей или меньшей в зависимости от общей обстановки и от того, насколько мы отвлекаемся от мироздания в целом, сосредоточивая внимание на определенном комплексе физических реальностей. Например, говоря о круговороте земли вокруг солнца, мы обычно отвлекаемся от большого количества других обстоятельств и, между прочим, от того несомненного факта, что вся солнечная система движется в пределах нашей галактики и, следовательно, изменяет свое расположение относительно других небесных тел и их систем. В то же время и на земле, и на солнце, и на всех других небесных телах происходят самые разнообразные изменения физико-химического, метеорологического, геологического и т. п. характера. Аналогичное можно утверждать и относительно всех без исключения других круговоротов, которые встречаются в действительности. Таким образом, говоря о том или ином круговороте во вселенной, необходимо иметь в виду относительность этого круговорота, который всегда происходит на фоне непрерывного и бесконечного развития всего мироздания в целом. И, конечно, в вышеприведенных словах Ф. Энгельса речь идет именно об относительном круговороте грандиозного по времени и пространству масштаба. (Примечание, добавленное в 1939 г.)

формах движения материи не опровергает объективной реальности внешнего мира». ¹

В общей теории относительности Эйнштейна, несомненно, отражаются начала материалистического миропонимания, когда пространство и время рассматриваются в неразрывной связи с гравитационной материей и именно как форма существования этой материи.

Пользуясь понятиями пространства и времени в научном языке и в обычной речи, мы весьма часто абстрагируем данные понятия и рассуждаем так, как будто бы эти основные формы существования материи представляют собою нечто самостоятельное и независимое от материи. Так например мы говорим о каком-либо объеме пространства, в котором размещены те или иные тела как в некоторомместилище. Разного рода физические процессы и происходящие при этом движения мы рассматриваем на фоне данного объема пространства как некоторой арены, существующей как будто вполне самостоятельно. Если все это делается с учетом того, что в действительности пространство есть лишь форма существования материи и неотделимо от нее, если такие обороты речи мы сознательно допускаем лишь как удобный условный язык, — в этом нет ничего антиматериалистического. Однако весьма часто забывают о такого рода условности и совершенно игнорируют ее. На этой почве возникло чисто идеалистическое представление об абсолютно пустом пространстве как о чем-то самодовлеющем, что может объективно-реально существовать само по себе. Это есть один из наиболее ярких примеров фетишизма в области физической науки.

На основании всего сказанного выше совершенно очевидно, что абсолютная «пустота» есть абстракция (следствие 1-е положения IV). Ведь пространство есть лишь форма существования материи, и потому оно не мыслимо без заполняющей его вечно движущейся материи. Встречаются софистические попытки оправдать представление об абсолютно пустом пространстве ссылкой на то, что в некотором теле может существовать внутренняя пустая полость и она якобы может быть абсолютно пустой, так как мы имеем право рассматривать охватывающую ее замкнутую поверхность в качестве внутренней границы (т. е. внутренней «формы») материи, образующей данное тело. Упускается при этом из вида, что внутри такой полости мы всегда можем выделить произвольный объем, не соприкасающийся с границей полости. В случае абсолютной пустоты в этой полости, рассматриваемый объем оказывается не имеющим никакого отношения к материи, которой не будет ни внутри данного объема, ни непосредственно снаружи его. Следовательно, этот произвольно выделенный объем не является формой существования какой-либо материи и не есть нечто объективно-реальное, а представляет собою такую же чистую абстракцию, как и вся якобы абсолютно пустая полость.

Итак, абсолютно пустого пространства в природе не бывает. Это есть лишь нечто воображаемое. И тем не менее мы знаем ряд случаев,

¹ Ленин. Соч., т. XIII, стр. 144.

когда пространство не содержит обычной материи и кажется нам совершенно пустым. На основании положения IV, такое пространство необходимо считать заполненным чем-то материальным. За неимением более подходящего термина для обозначения материального содержания «пустого» пространства приходится пользоваться словом «эфир». Оставляя пока в стороне вопрос о природе и о структуре эфира, мы можем утверждать только одно, а именно, что он непрерывно заполняет все пространство. В противном случае мы должны были бы допустить абсолютную пустоту хотя бы в пределах очень малых элементарных объемов пространства. В связи со сказанным мы приходим к заключению, что именно в эфире происходят те процессы, которые характеризуют электромагнитное поле, вообще, и электрическое поле, магнитное поле, в частности, а также гравитационное поле.

В современной физической науке господствует отрицательное отношение к эфиру как материальной основе процессов, происходящих в так называемом пустом пространстве. В стремлении придать материалистическую окраску вытекающим отсюда физическим представлениям концепцию материи иногда подменяют концепцией пространства и говорят о том, что само пространство материально и что перечисленные выше поля представляют собою не что иное, как свойство пространства. При этом, однако, мысль не доводится до конца и не указывается четко и ясно, что в этих рассуждениях пространство рассматривается не как форма существования материи, а в качестве самой материи. Все эти уклоны научной мысли необходимо отнести к области физического идеализма.

Заслуживает известного внимания вопрос о том, какое именно пространство мы должны иметь в виду, говоря о физических явлениях, совершающихся в этом пространстве. Иными словами, вопрос идет о том, сколькими измерениями обладает физическое пространство. Совершенно подобно тому, как поверхность, например, шара есть двумерное пространство несмотря на наличие его кривизны, точно так же и физическое пространство, которое представляет собой форму существования вечно движущейся материи и в котором происходят явления, изучаемые физической наукой, есть пространство трехмерное несмотря на его возможную кривизну, в соответствии с общей теорией относительности. Вся совокупность того, что мы знаем о природе, не допускает мысли о существовании физических объектов вне трехмерного пространства. В связи с идеалистическими течениями в физической науке, пытавшимися отрицать вышесказанное (и до настоящего времени иногда, к сожалению, вновь возрождающимися), В. И. Ленин в свое время сказал между прочим, следующее: «Естествознание не задумывается над тем, что вещество, которое им исследуется, существует не иначе, как в пространстве с 3-мя измерениями, а следовательно, и частицы этого вещества, хотя бы они были так мелки, что видеть мы их не можем, «обязательно» существуют в том же пространстве с 3-мя измерениями».¹

¹ Ленин. Соч., т. XIII, стр. 148.

Таким образом, рассматривая различные явления природы, мы всегда и неизменно должны иметь в виду трехмерное физическое пространство. Пытаясь выйти за пределы этого объективно-реального пространства, мы становимся на антиматериалистический путь.

Только что сказанное нисколько не противоречит закономерности использования идеи о многомерных пространствах в математических операциях; к которым иногда весьма целесообразно и даже необходимо прибегать в некоторых специальных отделах современной теоретической физики. В области математического анализа физических явлений не может быть никаких ограничений для формально правильного развития соответствующих операций. Но в области физического мышления, в особенности при истолковании физического значения полученных математическим путем результатов, несомненно, приходится считаться с некоторыми ограничениями, вытекающими из наших общих, принципиальных установок, и не выходить за пределы той пространственно-временной непрерывности, в которой имеют место физические явления.¹

Аналогично идеалистическому представлению о пространстве самом по себе, не ассоциируемом с движущейся материей, в науке существовало неправильное представление о времени самом по себе, вне какой бы то ни было ассоциации с процессами, протекающими в материальном мире. Теория относительности в значительной степени исправила эту ошибку, тесно связав временную протяженность с условиями существования гравитационной материи. Оставляя в стороне вопрос о том, в какой мере возможно говорить о всеобщем времени как форме существования всего мира в целом, необходимо во всяком случае категорически отвергнуть представление об абсолютном времени, совершенно независимом от вечно движущейся материи, и признать подобного рода представление чистой абстракцией (следствие 2-е положения IV).

Итак, «основные формы всякого бытия суть пространство и время, и бытие вне времени такая же бессмыслица, как бытие вне пространства».²

6. В положениях V и VI речь идет о физической реальности. В каждом явлении природы мы всегда имеем дело с разного рода объективными реальностями, которые играют роль носителей свойств, обнаруживаемых в этом явлении и изучаемых различными отделами естествознания. Физика, будучи основной наукой о природе, имеет дело с самыми общими свойствами этих объективных реальностей, которые можно назвать физическими реальностями, поскольку они участвуют в том или ином физическом явлении. Самое существенное, что можно утверждать о любой физической реальности, — это следующее: в каком бы виде она ни представлялась в процессе эксперимента, она есть не что иное, как некоторая форма движущейся материи (положение V). Других физических реальностей не существует в природе.

¹ См. акад. В. Ф. Миткевич. Сборник «Основные физические воззрения», стр. 51. 1936. 2-е изд. (настоящий сборник, статья III).

² Фридрих Энгельс. «Анти-Дюринг», стр. 36. Партиздат. 1934.

Можно привести бесчисленное количество примеров физических реальностей. Разного рода тела, состоящие из гравитационной материи (вещества), в том числе молекулы, атомы, электроны, протоны и прочие составные части атомов, струя жидкости или газа, воздушный вихрь (смерч), пламя, звуковая волна, электрический ток, электромагнитное поле, поток электрического смещения, магнитный поток, световой квант и т. д., — все это физические реальности, которые представляют собою лишь те или иные формы движущейся материи, в самом общем смысле этого слова. Различные формы, которые принимает движущаяся материя, проявляются в виде различных качественно отличающихся физических реальностей. И все это, конечно, справедливо как в отношении макрофизических, так и в отношении микрофизических явлений.

Объективно-реальное трехмерное пространство есть форма существования материи. При этом абсолютно пустого пространства в действительности не может быть. Абсолютная «пустота» есть нечто воображаемое, абстракция (следствие 1-е положения IV). Реальное пространство непрерывно заполнено материей. Следовательно, материю мы должны мыслить пространственно, т. е. каждую сколь угодно малую часть материи мы обязательно должны представлять себе не иначе, как заполняющей соответствующий ей объем трехмерного пространства. И этот объем, конечно, должен иметь строго определенную локализацию в пространственно-временной непрерывности. Соответственно этому и любая сколь угодно малая часть какой бы то ни было физической реальности обладает некоторым объемом не равным нулю и локализована в пространстве и времени (положение VI). Только таким образом и может осуществляться бытие какой-либо физической реальности в пространстве и времени. То, что не может быть локализовано в пространстве и времени, что не занимает в каждый данный момент времени определенного места в пространстве, существует вне пространства и времени, т. е. реально не существует, а есть лишь фикция, которой нет места в физическом мышлении.

Ярким примером незакономерного и вкоре антиматериалистического хода рассуждений могут служить некоторые своеобразные попытки физически интерпретировать отдельные выводы современной квантовой механики. Так, известное соотношение неопределенности и связанный с ним принцип дополнительности дают некоторым представителям физической науки повод утверждать, что, экспериментировав в области микрофизических явлений, мы имеем дело с объектами, которые принципиально не могут быть локализованы в пространстве и во времени, так что говорить о движении этих объектов по соответствующим траекториям не имеет никакого смысла. Совершенно очевидно, что какие бы то ни было объекты, находящиеся вне пространства и времени, являются не физическими реальностями, а продуктами идеалистических установок тех, кто их придумал. И, конечно, подобного рода нереальные объекты не могут принимать участия в каких-либо физических процессах. Суть дела в том, что соотноше-

ние неопределенности, несомненно, представляющее собой ценный результат математического анализа данных физического эксперимента в области явлений атомного масштаба, не должно быть интерпретируемо как доказательство каких-то мистических вновь открытых свойств материи, состоящих в том, что элементы материи будто бы могут временно прекращать свое бытие в трехмерном физическом пространстве. Это есть как раз та «бессмыслица», о которой в свое время говорил Ф. Энгельс.¹ Из того, что мы не умеем достаточно точно определить одновременно и место нахождения некоторого объекта и его скорость, отнюдь не следует, что теряет всякий смысл представление о траектории этого объекта и что он в действительности не локализован в пространстве и времени. Еще задолго до возникновения квантовой механики были известны случаи, когда по тем или иным причинам нельзя точно проследить траекторию каждого отдельного объекта, участвующего в каком-либо физическом явлении. Так, например, место нахождения некоторой данной молекулы газа в каждый момент времени и ее скорость недоступны точному наблюдению и определению. Тем не менее мы не сомневаемся в том, что данная молекула движется по некоторой определенной траектории и строго локализована в пространстве и времени. Подобным же образом физик, стоящий на материалистических позициях, не может подвергать сомнению неизменное пребывание внутриатомного электрона в пределах объективно-реальной пространственно-временной непрерывности. Точно так же не может быть и речи о том, будто бы теряет физический смысл самое представление о траектории внутриатомного электрона в связи с невозможностью точного определения этой траектории. Итак, отрицание объективно-реальной локализации внутриатомных электронов, световых и гравитационных квантов и т. п. в пространстве и времени, по существу, равносильно утверждению, что все эти предметы исследования в действительности не являются физическими реальностями, по крайней мере в течение промежутков времени между моментами, когда они внезапно порождаются в трехмерном пространстве, обнаруживаясь при соответствующем физическом эксперименте, и затем вновь уходят в небытие. Видеть в этом какие-то вновь открытые свойства материи, как это делают некоторые физики, это значит становиться на позиции чистейшего махизма и создавать себе фетиши. Идеалистический характер подобных рассуждений вполне очевиден несмотря на маскирование их под «материализм» путем оперирования термином «материя».

7. Положение VII и VIII представляют собой развитие основной мысли, содержащейся в положении III, где говорится, что «в мире нет ничего, кроме движущейся материи...»

Грандиозные успехи современной физики, в связи с некоторыми попытками антиматериалистической интерпретации результатов математического анализа физических явлений, настолько отвлекли вни-

¹ Фридрих Энгельс. «Анти-Дюринг», стр. 36.

мание исследователей природы от ряда совершенно здравых и непреложных утверждений старой, классической физики, что теперь считается чем-то весьма предосудительным говорить о пространственных перемещениях, входящих в состав таких физических процессов, в которых движение материи недоступно непосредственному наблюдению (например электромагнитное поле, магнитный поток, дифракция электронов и т. д.).¹ Нередко при этом рассмотрение подобных пространственных перемещений квалифицируется в качестве приверженности к механистической точке зрения. На этой почве возникло и продолжает возникать немало недоразумений, препятствующих правильной постановке вопроса о возможно более глубоком понимании природы физических явлений.

Положение VII констатирует, что «законы движения... материи отражает механика по отношению к медленным движениям, электромагнитическая теория — по отношению к движениям быстрым». Что касается движений, рассматриваемых в механике и обычно называемых механическими движениями, то в этом отношении не наблюдается особых поводов для антиматериалистических высказываний со стороны представителей современной физической науки. Но совершенно иначе обстоит дело в отношении вопроса о природе электромагнитных явлений.

В качестве примера идеалистических уклонов в современной физической науке можно привести отрицательное отношение к общим идеям Максвелла касательно процессов электромагнитного характера. Как известно, Максвелл в своей электродинамике, в строгом соответствии с материалистическими установкам Фарадея, исходит из представления об электрокинетической энергии системы токов, как энергии, определяемой движениями особого рода, происходящими в пространстве, которое окружает проводники с током и в котором находится весь магнитный поток, связанный с данной системой токов. Максвелл показал, что эта электрокинетическая энергия есть не что иное, как именно энергия магнитного потока системы токов. Таким образом, магнитный поток, играющий принципиально важную роль при всевозможных энергетических преобразованиях в современных электротехнических устройствах и механизмах, есть физическая реальность, т. е. представляет собой особую форму движущейся материи.

Насколько большое значение придавал Максвелл идее о движущейся материи как об основном фоне физического мышления, явствует из следующих его слов, сказанных по поводу энергии тока:

«Энергия электрического тока может быть отнесена или к той форме энергии, которая определяется действительным движением материи, или к той, которая определяется способностью приходить

¹ В настоящем пункте автор считает целесообразным повторить многое из того, что было сказано в его статье «О механистической точке зрения в области основных физических представлений». См. Сборник «Основные физические воззрения», стр. 58—66. 1936. 2-е изд. (настоящий сборник, статья V).

в движение под влиянием сил, действующих между телами, находящимися в определенных положениях одно относительно другого. Первый вид энергии, энергия движения, носит название кинетической, и, если углубиться в понимание этого вида энергии, он представляется столь фундаментальным фактом природы, что нам трудно вообразить себе возможность сведения его к чему-либо иному. Второй вид энергии, зависящий от положения, называется потенциальной энергией и обуславливается действием того, что мы называем силами, т. е. того, что имеет стремление изменять относительное положение. Что касается этих сил, то хотя мы и можем принять их существование как опытный факт, однако, всегда чувствуем, что всякое объяснение механизма, благодаря которому тела приводятся в движение, представляет собой реальный вклад в наше знание».¹

Современная физика в значительной степени отошла от вышеуказанных материалистических установок Фарадея и Максвелла и, вместо того чтобы руководствоваться ими при рассмотрении всех новейших достижений и открытий, уклонилась в сторону феноменологии и в огромном большинстве случаев довольствуется формально-математическим описанием физических явлений. Рассмотрение природы электромагнитного поля с точки зрения тех движений материи, которые в этом поле происходят, считается чем-то мало соответствующим достоинству подлинной науки.

В настоящее время обычно принято самым категорическим образом отвергать возможность того, что всякий электромагнитный процесс, вообще, и, в частности, всякий электрический или магнитный процесс обязательно включает в себе пространственные перемещения более или менее сложной формы. Но если допускать эти пространственные перемещения, мы неизбежно должны иметь в виду то, что перемещается, что движется. Придерживаясь материалистической точки зрения, мы говорим о перемещениях объемных элементов эфира, который непрерывно заполняет так называемое «пустое» пространство. Противоположная, идеалистическая установка, отрицающая объективную реальность эфира, постулирует существование абсолютно пустого пространства как чего-то самодовлеющего. С этой точки зрения, как было указано выше, электромагнитное поле не есть некоторая форма движущейся материи, а представляет собой лишь особое свойство пространства, причем делается антиматериалистическое утверждение, что подобное самодовлеющее пространство «материально». Понятно, что ни о каких пространственных перемещениях в данном случае не может быть и речи. К этой же категории идеалистических построений относится выдвинутое Эйнштейном и разделяемое некоторыми советскими учеными представление о так называемом «не-механистическом» эфире, т. е. о таком «эфире», к отдельным объемным элементам которого ни в коем случае нельзя

¹ J. C. Maxwell. «Treatise on Electricity and Magnetism». Vol. II. p. 211, § 568, 1893, third edition.

применять понятие пространственного перемещения. Однако подобный мистический «эфир» является чем-то физически бессодержательным, и термин этот, понимаемый в эйнштейновском смысле, представляет собой в действительности не что иное, как лишь своеобразный синоним термина «абсолютная пустота». Ясно, конечно, что нет никакого физического смысла говорить о пространственных перемещениях объемных элементов «абсолютной пустоты»! Сторонники эйнштейновского «эфира», таким образом, отрываются от объективной действительности и уклоняются в сторону физического идеализма. Ведь электромагнитная теория отражает законы движения материи «по отношению к движениям быстрым» (положение VII).

Достоинство особого внимания следующее обстоятельство, отмеченное еще в пункте 4-м настоящей статьи. Все главнейшие успехи современной физики, по существу, тесно связаны с выяснением тех движений, тех пространственных перемещений, которые происходят в различных процессах или в различных физических комплексах, воспринимавшихся ранее как нечто неделимое и неразложимое на составные части. Так например атом обычной материи предстал теперь перед взором исследователя как целый микрокосмос, как обособленный мир, части которого находятся в непрерывном движении. Эти составные части (электроны, протоны и т. д.), казавшиеся не так еще давно какими-то предельными физическими реальностями, в свою очередь, благодаря открытию дифракции материальных лучей и успехам теоретической физики, в настоящее время представляются в качестве специфических комплексов, имеющих волновую природу. Правда, методы формально-математического описания соответствующих волновых процессов хотя и отражают действительные соотношения, однако основаны на использовании таких представлений (фазовые волны в многомерных пространствах сколь угодно большого числа измерений), которые не поддаются простой, физической интерпретации и должны быть понимаемы лишь как чисто условное, вспомогательное орудие, вполне законное при математическом анализе, но не при рассмотрении истинной природы явлений. Только весьма распространенной привычкой к ошибочной интерпретации математических абстракций можно объяснить то, что некоторые противники материалистической трактовки физических явлений утверждают, будто бы реальной причиной, обуславливающей дифракцию, например, электронов, являются фазовые волны, распространяющиеся в многомерных пространствах. Ясно, конечно, что подлинно реальной причиной дифракции электронов могут быть только волновые процессы, происходящие именно в физическом трехмерном пространстве и имеющие непосредственное отношение к природе электронов. Совершенно очевидно также, что волновые процессы, связанные с электронами, не следует примитивно понимать как упругие колебания объемных элементов эфира, по примеру справедливо отброшенных теперь представлений классической оптики, но необходимо рассматривать эти волновые процессы как имеющие периодический характер специфическое движение сложной формы, в состав которого, в конце

концов, должны входить и элементарные пространственные перемещения.

Необходимо отметить еще одно обстоятельство, очень характерное для современной борьбы на научно-философском фронте. Некоторые ученые, совершенно определенно придерживающиеся идеалистических установок, весьма решительно высказываются против признания движений материи в качестве основы всякого физического процесса якобы по тем мотивам, что механицизм есть неправильное течение научно-философской мысли. Конечно, необходима самая решительная борьба с механицизмом, но вместе с тем необходимо твердо помнить, что диалектический материализм не допускает существования какого бы то ни было физического процесса, т. е. движения в общепhilosophическом смысле, не заключающего в себе механических движений или вообще перемещений больших или мельчайших частей материи. Познавать эти пространственные перемещения «является первой задачей науки, однако лишь первой» (положение VII).

Сущность механистической точки зрения в области физических представлений состоит не в признании обязательного наличия механических движений или вообще пространственных перемещений материи во всяком физическом процессе, а в ошибочном предположении, будто бы новые качественные характеристики, которыми всегда обладает любая сложная комбинация каких-либо элементарных составляющих, могут быть разложены на простейшие свойства этих элементарных составляющих, и, в частности, в попытках сведения специфических особенностей всякого физического процесса к свойствам элементарных пространственных перемещений материи. Признание эфира, который непрерывно заполняет все наше трехмерное физическое пространство и объемные элементы которого участвуют в движении, характеризующем, например, магнитное поле, само по себе еще не является признаком механистической точки зрения. Специалист в области теоретической механики не должен быть отнесен к категории приверженцев механицизма только потому, что он занимается изучением механических движений. Нельзя в данном случае рассуждать с точки зрения филологических признаков.

Положение VIII весьма четко констатирует, что задача изучения того или иного физического процесса, т. е. движения, понимаемого в общепhilosophическом смысле, ни в коем случае не исчерпывается, как это допускают некоторые сторонники механицизма, познанием связанных с данным процессом и заключающихся в нем механических движений или вообще пространственных перемещений материи. Это есть лишь первая задача науки. «Открытие, что теплота представляет собой молекулярное движение, составило эпоху в науке. Но если я не имею ничего другого сказать о теплоте, кроме того, что она представляет собою известное перемещение молекул, то лучше мне замолчать».¹ Эти слова Энгельса являются ценным руководящим указанием, направляющим исследователя природы на путь диалек-

¹ Фридрих Энгельс. «Анти-Дюринг», стр. 249.

тического материализма. В связи с этим мы ни в коем случае не можем считать завершенной задачу изучения некоторого физического явления, когда нам удастся выяснить, какие именно элементарные физические процессы в пределе, какие именно пространственные перемещения материи имманентно входят в состав данного сложного процесса. Остается еще большая работа по изучению специфических особенностей, новых качественных характеристик обследуемой совокупности, воспринимаемой нами как некоторое физическое явление своего рода. Здесь говорится о новых качественных характеристиках в том смысле, что они не могут быть рассматриваемы в качестве простой суммы некоторых свойств, принадлежащих элементарным процессам, которые заключаются в данном сложном явлении.

Во избежание каких бы то ни было недоразумений необходимо твердо помнить, что в общепhilosophическом смысле «движение вовсе не есть простое перемещение, простое изменение места, в надмеханических областях оно является также и изменением качества. Мышление есть тоже движение».¹ Как мы указывали выше, с диалектической точки зрения, и всякий физический процесс есть движение. Однако, повторяем еще раз, в состав любого движения обязательно входит и простое движение материи, т. е. пространственное перемещение больших или мельчайших ее частей. «Всякое движение связано с каким-нибудь перемещением — перемещением небесных тел, земных масс, молекул, атомов или частиц эфира. Чем выше форма движения, тем мельче это перемещение. Оно несколько не исчерпывает природы соответствующего движения, но оно неотделимо от него. Поэтому его приходится исследовать раньше всего остального».²

Наиболее доступная непосредственному наблюдению форма движения материи есть так называемое механическое движение, т. е. пространственное перемещение обычной гравитационной материи. С механическим движением мы встречаемся во всех случаях, относящихся к области механики, теоретической и прикладной, в таких физических явлениях, как генерация и распространение звука, тепловое состояние вещества, вихревые образования в газах и в жидкостях и т. д. Но в случае, например, электромагнитных явлений мы имеем дело с какими-то, еще недостаточно изученными пространственными перемещениями особой материи (эфира).

Таким образом, при рассмотрении разного рода физических процессов необходимо иметь в виду, кроме обычных механических движений, еще некоторое специфическое движение, которое можно назвать электромагнитным движением материи. В связи с достижениями современной физической науки все более и более вскрывается электромагнитная природа мельчайших составных частей обычного вещества, т. е. гравитационной материи. Не исключена возможность, что при дальнейшем развитии науки вся гравитационная материя с ее наиболее характерным свойством — массой — предстанет

¹ Фридрих Энгельс. «Анти-Дюринг», стр. 249.

² Ф. Энгельс. «Диалектика природы», стр. 130. Партиздат. 1933.

перед взором физика как весьма сложный комплекс элементарных процессов электромагнитного характера. Возможно также, что в будущем и электромагнитная интерпретация явлений природы претерпит ту или иную метаморфозу. Диалектический материализм не видит предела в развитии наших представлений о природе, непрерывно приближающихся по мере углубления наших знаний ко все большему и большему соответствию с тем, что происходит в действительности. При этом ни в коей степени не отрицается объективная реальность наиболее высоких форм проявления движущейся материи. «Это, конечно, сплошной вздор, будто материализм утверждал «медьюую» реальность сознания или обязательно «механическую», а не электромагнитную, не какую-нибудь еще неизмеримо более сложную картину мира, как движущейся материи».¹

8. Проблема причинности занимает в современной физике одно из главных мест. Разногласия по этому поводу в высокой степени выпукло отражают делящуюся на всем протяжении истории естествознания и философии борьбу двух мировоззрений — материалистического и идеалистического. В. И. Ленин на страницах своей книги «Материализм и эмпириокритицизм» подверг беспощадной критике неправильные установки по вопросу о причинности. Касаясь материалистического характера взглядов Л. Фейербаха, В. И. Ленин говорит:

«Итак, Фейербах признает объективную закономерность в природе, объективную причинность, отражаемую лишь приблизительно верно человеческими представлениями о порядке, законе и проч. Признание объективной закономерности природы находится у Фейербаха в неразрывной связи с признанием объективной реальности внешнего мира, предметов, тел, вещей, отражаемых нашим сознанием. Взгляды Фейербаха — последовательно материалистические. И всякие иные взгляды, вернее, иную философскую линию в вопросе о причинности, отрицание объективной закономерности, причинности, необходимости в природе, Фейербах справедливо относит к направлению фидеизма. Ибо ясно, в самом деле, что субъективистская линия в вопросе о причинности, выведение порядка и необходимости природы не из внешнего объективного мира, а из сознания, из разума, из логики и т. п. не только отрывает человеческий разум от природы, не только противопоставляет первый второй, но делает природу частью разума, вместо того, чтобы разум считать частичкой природы. Субъективистская линия в вопросе о причинности есть философский идеализм (к разновидностям которого относятся теории причинности у Юма и Канта), т. е. более или менее ослабленный, разжиженный фидеизм. Признание объективной закономерности природы и приблизительно верного отражения этой закономерности в голове человека есть материализм».²

Положение IX представляет собой констатацию вышеуказанной

¹ Ленин. Соч., т. XIII, стр. 229.

² Там же, стр. 127.

основной материалистической установки, причем приведенные в этом положении слова В. И. Ленина сказаны им в качестве характеристики взглядов Энгельса по рассматриваемому вопросу.

Такие понятия, как причина и следствие, служат для описания соподчиненности некоторых двух событий, вообще говоря, следующих одно за другим во времени и лишь иногда кажущихся нам одновременными. При этом «человеческое понятие причины и следствия всегда несколько упрощает объективную связь явлений природы, лишь приблизительно отражая ее, искусственно изолируя те или иные стороны одного единого мирового процесса».¹ Таким образом, соотношение причины со следствием, т. е. так называемая причинная связь, с материалистической точки зрения, не есть простой продукт деятельности нашего сознания, но является отображением в нашем сознании объективно-реальных и закономерных связей между вещами и событиями во внешнем мире. «Мы видим далее, что причина и следствие суть понятия, имеющие значение лишь в применении к отдельному явлению, но что если рассматривать то же явление в его общей мировой связи, то эти два понятия соединяются и переходят в представление о всеобщем взаимодействии, в котором причина и следствие постоянно меняются местами, и то, что теперь или здесь является следствием, то станет там или тогда причиной и наоборот».²

Одним из наиболее ярких доказательств того, что в общем ходе явлений природы все вещи и события действительно связаны между собой закономерными соотношениями, служит широкое и плодотворное применение математического анализа при рассмотрении физических явлений, т. е. основных явлений природы. Математика не есть область знания, стоящая независимо от внешнего мира. Математика, несомненно, отражает в себе свойства и взаимные связи разнообразных физических реальностей, так как она развилась из всестороннего опытного изучения вещей и явлений, объективно-реально существующих вне нашего сознания. Отбрасывая все второстепенное и абстрагируя основные закономерные соотношения между вещами и явлениями внешнего мира, математика пришла к представлению о функциональной зависимости, о функциях. Главное содержание высших отделов математики составляет именно учение о функциях. Таким образом, математический язык есть, вообще говоря, абстрагированный до последней степени способ описания закономерных процессов, происходящих в природе. Понятно поэтому, что математический анализ, трактующий различные функциональные зависимости в самой обобщенной форме, оказывается столь ценным при рассмотрении физических явлений. Ведь этот математический язык действительно соответствует функциональным соотношениям между вещами и явлениями природы, т. е. соответствует причинным связям и закономерностям внешнего мира.

¹ Ленин, Соч., т. XIII, стр. 128.

² Фридрих Энгельс. «Анти-Дюринг», стр. 15.

Необходимо, однако, иметь в виду, что при математическом обобщении и абстрагировании закономерностей, наблюдаемых в природе, нередко допускается разного рода экстраполирование, которое при всей его формальной безупречности может увести нас за пределы физической пространственно-временной непрерывности и породить представления, не имеющие прямого отношения к реальному миру физических явлений. На этой почве иногда возникают уклоны в сторону физического идеализма, связанные с приписыванием природе воображаемых свойств, например, бытия в многомерных пространствах. В других случаях подобное же приписывание природе воображаемых свойств основывается на идеалистической интерпретации совершенно правильных результатов математического анализа данных физического эксперимента, как это имеет место, например, в случае ошибочной трактовки соотношения неопределенности, которое якобы заставляет допустить существование мистических «вновь открытых свойств материи» (см. пункт 6-й настоящей статьи).

В непосредственной связи с этими «вновь открытыми свойствами материи» стоят попытки отрицания причинных связей в некоторых явлениях атомного масштаба. Исследователь-физик настолько прочно стоит на позициях интуитивного признания полного соответствия между объективной закономерностью событий, происходящих во внешнем мире, и методами математического их описания, что, сталкиваясь с неопределенностью при математической трактовке микрофизических явлений, иногда делает неправильное заключение, заключающееся в отрицании причинных связей в явлениях этого рода. Сущность возникающей в подобных случаях ошибки в отношении изучаемой закономерности состоит в игнорировании «относительного характера наших, т. е. человеческих, приблизительных отражений этой закономерности в тех или иных понятиях» (см. положение IX). Ясно, следовательно, что с материалистической точки зрения соотношение неопределенности надо понимать не как повод к отрицанию закона причинности при рассмотрении движений отдельного микрофизического объекта (например электрона), а как простое указание на то, что в некоторых предельных случаях математический анализ данных опыта еще не в достаточной степени отражает закономерное протекание того или иного процесса. Однако неопределенность в математическом описании отдельных событий атомного масштаба, протекающих, конечно, столь же закономерно, как и явления макрокосмические, компенсируется значительно большей определенностью достигаемой методами статистической физики, которые приводят к менее искаженному отражению в нашем сознании общего хода явлений, происходящих во внешнем мире. Итак, нет решительно никаких оснований к отрицанию принципа причинности в отношении явлений микрокосмического порядка и к приписыванию электронам какой-то «свободной воли», как это делалось и делается некоторыми физиками, придерживающимися идеалистических установок. Статистические закономерности, каковыми являются многие законы, формулированные физической наукой, так относятся к элементарным

причинным связям, которым подчиняются отдельные события (безразлично, в макром мире или в микромире), как новые качественные характеристики всякой совокупности вообще относятся к элементарным свойствам отдельных слагаемых. При этом одно несомненно, а именно, что в объективно-реальном мире могут иметь место только такие события, каждое из которых находится в той или иной причинной зависимости от других событий. «Идея, будто познание может «создавать» всеобщие формы, заменять первичный хаос порядком и т. п., есть идея идеалистической философии. Мир есть закономерное движение материи, и наше познание, будучи, высшим продуктом природы, в состоянии только отражать эту закономерность».¹

С проблемой причинности находится в тесной связи проблема случайности и необходимости. В этом отношении до настоящего времени существует немало недоразумений, отчасти основанных на недостаточной договоренности по поводу того, что именно мы называем случайностью. Здесь надлежит прежде всего констатировать, что, с материалистической точки зрения, является чистым абсурдом представление об абсолютной случайности, понимаемой как событие, абсолютно не подчиненное какой бы то ни было причинной связи с другими событиями, среди которых оно возникает. Речь может идти только об относительной случайности, представляющей собой событие, которое неизбежно возникает как результат некоторого ограниченного комплекса причинных связей, когда эти причинные связи удовлетворяют надлежащим пространственно-временным условиям.²

Всякое событие мы должны рассматривать в его общей мировой связи и как одно из звеньев всеобщего взаимодействия. Следовательно, и событие, называемое относительной случайностью, вообще говоря, должно быть рассматриваемо как необходимое на фоне всеобщей закономерности явлений природы. Остановимся, например, на случае падения метеора в данном месте земной поверхности. Для того чтобы рассматриваемое случайное событие произошло, т. е. для того, чтобы метеор упал именно в данном месте земной поверхности, требуется осуществление целого ряда обстоятельств. Земля должна встретиться в космическом пространстве с роем метеорной пыли. В то же время земля, вращающаяся вокруг своей оси, должна занимать определенное положение по отношению к направлению вектора скорости той составной части метеорного роя, которая, вступив в область земной атмосферы, в конце концов упадет в данном месте. Начальная масса метеора должна быть достаточно велика и т. д. и т. д. При наличии всех этих условий падение метеора в данном месте земной поверхности оказывается совершенно необходимым событием. Иными словами, относительная случайность необходима. Таким образом, нельзя разделять все со-

¹ Ленин. Соч., т. XIII, стр. 138.

² См. акад. В. Ф. Миткевич. Сборник «Основные физические воззрения», стр. 57. 1936, 2-е изд. (настоящий сборник, статья IV).

бытия на две резко обособленные категории: случайное и необходимое. Обе эти категории внутренне едины.

Касаясь метафизического противоположения случайности и необходимости, с одной стороны, и механического детерминизма, вообще отрицающего случайность, с другой стороны, Ф. Энгельс, между прочим, говорит:

«В противовес обоим этим взглядам выступает Гегель с неслыханными до того утверждениями, что случайное имеет основание, ибо оно случайно, но точно так же не имеет никакого основания, ибо оно случайно; что случайное необходимо, что необходимость сама определяет себя как случайность и что, с другой стороны, эта случайность есть скорее абсолютная необходимость (Logik, книга II, отдел: Действительность). Естествознание предпочло игнорировать эти положения как парадоксальную игру слов, как противоречащую себе самой бессмыслицу, закоснев теоретически в бессодержательности вольфовской метафизики, согласно которой нечто либо случайно, либо необходимо, но ни в коем случае ни то, ни другое одновременно, или в столь же бессодержательном механическом детерминизме, который на словах отрицает случайность в общем, чтобы на практике признать ее в каждом отдельном случае».¹

Само собой разумеется, что Ф. Энгельс имеет в виду не абсолютную случайность, а именно относительную случайность.

Применительно к рассмотрению проблемы случайного и необходимого все возможные причинные связи можно разбить на две категории: причинные связи безусловные и причинные связи условные.

Безусловная причинная связь между двумя событиями или обстоятельствами А и В характеризуется тем, что возникновение А всегда и неизбежно влечет за собой возникновение В, причем в данном случае А является безусловной причиной, а В — безусловным следствием. Так, например, безусловную причинную связью характеризуется соотношение между двумя событиями или обстоятельствами в следующих случаях:

а) Протекание через раствор медного купороса некоторого количества электричества (причина А) и выделение на катоде соответствующего количества меди (следствие В).

б) Прерывание цепи постоянного электрического тока (причина А) и прекращение тока (следствие В).

в) Разрыв нити, на которой висит камень (причина А) и падение камня (следствие В).

г) Адиабатическое сжатие газа (причина А) и повышение температуры газа (следствие В).

д) Столкновение двух молекул газа (причина А) и изменение скоростей движения данных молекул (следствие В).

В рассмотренных примерах вероятность события В при наличии события А равна 100%. Именно этой стопроцентной вероятностью

¹ Ф. Энгельс. «Диалектика природы», стр. 109.

некоторого события определяется его квалификация в качестве события необходимого.

Условная причинная связь между двумя событиями или обстоятельствами А и Б характеризуется тем, что возникновение А только тогда сопровождается возникновением Б, когда имеются в наличии и другие события или обстоятельства, при этом удовлетворяющие надлежащим пространственно-временным условиям. В рассматриваемой обстановке А является условною причиною, а Б — условным следствием.

Ввиду того, что в природе не существует абсолютно изолированных систем физических реальностей, но все мироздание представляет собой единое целое, части которого прямо или косвенно взаимно связаны между собой, мы весьма часто встречаемся именно с условными причинными связями. Так как рассматриваемые обстоятельства, причина А и следствие Б, всегда входят в состав более или менее сложного комплекса обстоятельств, вообще говоря, взаимно влияющих одно на другое, то, по существу, речь может идти только о степени вероятности следствия Б при наличии данной причины А. В этом смысле безусловная причинная связь является тем предельным случаем условных связей, который характеризуется вероятностью следствия Б, равной 100%, как это было указано выше.

В качестве примеров более или менее резко выраженной условности причинных связей можно указать на следующие:

а) Возможность наблюдения солнечного затмения в некотором, наперед заданном месте является следствием (Б) надлежащего относительного расположения данной точки земной поверхности, Солнца и Луны (причина А), при условии, однако, если в течение соответствующего промежутка времени погода достаточно благоприятна, т. е. если отсутствует облачность.

б) Камень падает с горы (следствие Б) под влиянием земного поля тяготения (причина А), но это может случиться только тогда, когда что-либо нарушает устойчивое равновесие камня вверху горы. В этом отношении возможны самые разнообразные дополнительные причины, как, например откалывание камня от отвесной скалы под влиянием атмосферных условий, импульс со стороны другого падающего камня, землетрясение и т. п.

в) В данном месте прорастает некоторое растение, например одуванчик (следствие Б), но для этого здесь должно упасть на поверхность почвы семя одуванчика (причина А). Однако все это может произойти только при условии, если ветер принесет в данное место семя одуванчика, отделившееся от материнского растения, иногда очень отдаленного. Это в свою очередь обусловлено наличием ветра надлежащего направления и силы. Кроме того необходимо, чтобы такой ветер дул как раз во время созревания семени и отделения его от материнского растения.

г) Некоторая газовая молекула после соударения (причина А) с другой молекулой приобретает определенную наперед заданную скорость (следствие Б). Для того чтобы это случилось, должен иметь

место ряд дополнительных обстоятельств. Начальные скорости обеих молекул не могут быть какие угодно, а должны удовлетворять надлежащим условиям. В соответствии с начальными скоростями молекул их угол встречи должен быть тот или иной. Наконец, молекулы должны двигаться именно так, чтобы встретились, т. е. чтобы могли оказаться в один и тот же момент времени в месте пересечения их траекторий. Все указанные дополнительные обстоятельства в свою очередь необходимо определяются предшествовавшими столкновениями обеих данных молекул с другими молекулами и т. д. и т. д.

В выше рассмотренных примерах условных причинных связей событие Б происходит не всякий раз, когда возникает событие А, но только в некоторых случаях, в зависимости от наличия других событий или обстоятельств. Степень подчиненности следствия Б причине А определяется вероятностью события Б при данной общей обстановке. Условность причинной связи выражается именно в том, что эта вероятность всегда меньше 100%. Событие или обстоятельство, вероятность которого при данной обстановке меньше 100%, мы и называем случайностью.

Как мы указывали выше, ввиду внутреннего единства всего мироздания в целом, конечно, не может быть и речи об абсолютной случайности, т. е. о событии, абсолютно не подчиненном какой бы то ни было причинной связи с другими событиями, среди которых оно возникает. Случайность же относительная, обычно называемая просто случайностью, представляет собой не что иное, как событие, подчиненное условной причинной связи с другими событиями.

Рассматривая некоторое событие как случайность, характеризуемую известной степенью вероятности (меньшей 100%), мы всегда должны иметь в виду более или менее сложный, но все же ограниченный комплекс обстоятельств, играющих роль общей обстановки, в которой возникает данное событие или явление природы. В области ограниченного комплекса обстоятельств случайность тех или иных событий есть нечто объективно-реальное. В то же время каждое случайное в указанном смысле событие, при надлежащей общей обстановке, необходимо возникает в качестве звена безусловной причинной связи с каким-то определенным предшествующим событием (вероятность 100%). Так, молекула газа,двигающаяся с некоторой скоростью, обязательно приобретает новую, наперед заданную скорость после соударения с другой молекулой, надлежащим образом двигающейся. Такая случайность, как отсутствие солнечной погоды, есть безусловное следствие облачности и т. д. Вместе с тем безусловная необходимость всякого события вытекает и из общей закономерности того, что совершается в природе и что в каждом частном случае вполне определяется бесконечной совокупностью разнообразных причинных зависимостей. Иными словами, всякая случайность необходима.

Однако в некотором определенном и четко ограниченном комплексе обстоятельств данное событие является лишь более или менее

вероятным, т. е. случайным. Та или иная погода в данный момент, конечно, представляет собой необходимый результат бесконечной совокупности предшествовавших обстоятельств, влиявших на атмосферные условия на земном шаре. Но в ограниченном комплексе атмосферных условий, имевших место, например, в Европе в течение ряда дней, солнечная погода в Москве в один из этих дней есть лишь относительная случайность, характеризуемая соответствующей вероятностью. Вообще всякое событие, обычно понимаемое нами как совершенно необходимое, на фоне ограниченного и в то же время достаточно сложного комплекса обстоятельств должно быть рассматриваемо как относительная случайность.

Итак, всякое событие и необходимо и случайно. Оно необходимо, во-первых, как часть минимально ограниченного комплекса событий (безусловная причина и безусловное следствие), и, во-вторых, как часть бесконечного комплекса событий, закономерно совершающихся в природе и взаимно связанных между собой. Оно случайно как часть некоторого более или менее сложного, но определенно ограниченного комплекса событий. В этом заключается смысл парадоксального на первый взгляд утверждения, что случайное необходимо, а необходимое случайно.

Количественное различие вероятностей случайного и необходимого (меньше 100% и 100%) не есть нечто воображаемое, а представляет собой действительное различие специфических характеристик событий и обстоятельств в зависимости от их сочетаний и совокупностей. Все это является основанием для того, чтобы признать качественное различие случайного и необходимого. Таким образом, понятия случайного и необходимого отображают в себе объективно-реальные соотношения между вещами и явлениями природы.

Неполноценность механического принципа причинности, ошибочно понимаемого иногда в качестве якобы всеобъемлющей и исчерпывающей формулировки закономерностей, которым подчиняются явления природы, заключается именно в игнорировании качественных сторон этих закономерностей и в отрицании всякой случайности вообще.

Представление о пространственных перемещениях разного рода физических реальностей (или их частей) как основе какого бы то ни было явления природы и, в частности, развитие этой идеи применительно к наиболее изученным механическим движениям, т. е. перемещениям гравитационной материи, привело к такому представлению о явлениях природы, согласно которому достаточно знать начальные условия движения какой-либо системы, чтобы можно было определить движение этой системы в дальнейшем. В целом ряде случаев, между прочим в области движения небесных тел, были достигнуты блестящие результаты на базе механического принципа причинности, и это служило подтверждением таких совершенно верных положений механического материализма, как необходимость всего совершающегося в природе или обусловленная ею невозможность абсолютной случайности в явлениях природы. Вместе с тем, однако,

недостаточность механического принципа причинности в приложении к всестороннему рассмотрению процессов, протекающих во внешнем мире, обнаружилась в отрицании даже относительной случайности, а также в ряде затруднений, с которыми наука столкнулась при описании более сложных явлений, например явлений электромагнитного характера, в особенности микрофизических явлений.

Более высокую ступень в понимании общей закономерности всего происходящего в природе представляет диалектико-материалистическая трактовка принципа причинности. С этой точки зрения, в бесконечном разнообразии взаимодействий между событиями и обстоятельствами имеют место и причинные связи, качественно отличающиеся от чисто механических причинных связей. Сказанное полностью относится, между прочим, к области электромагнитных явлений. Всеобщий принцип причинности охватывает собой не только закономерности, которым подчиняются механические движения, но и специфические закономерности, характеризующие различные немеханические области явлений природы (электромагнитизм, оптика, термодинамические процессы, внутриатомные явления и т. д.).

Из всего вышесказанного с очевидностью вытекает, что всеобщий принцип причинности не отвергает механического принципа причинности, а заключает его в себе. Оба они находятся, таким образом, в теснейшей связи друг с другом. В этом отношении имеется полное соответствие с утверждением, что всякий физический процесс «заключает в себе механическое движение и перемещение больших или мельчайших частей материи» (см. положение VIII), а также может быть проведена аналогия с тем, что признание специфических качеств всякой физической реальности не находится в противоречии с основным положением, согласно которому она «представляет собою некоторую форму движущейся материи» (см. положение V).

Итак, всеобщий принцип причинности качественно отличается от механического принципа причинности. Всякое уклонение от диалектического понимания принципа причинности ведет нас к механицизму.

9. Положение X содержит формулировку закона сохранения энергии. Характеризуя собой объективно-реальную активность, вечно присущую движущейся материи, энергия с количественной стороны является мерой этой активности. Подобно тому, как материя не мыслима без движения, точно так же была бы ошибочна мысль, «будто «энергия» есть нечто внешнее для материи, нечто привитое ей».¹ Таким образом, идея об энергии самой по себе, не связанной с материей, столь же абсурдна, как и идея о движении, не ассоциируемом с тем, что движется. Представления об энергии, движении и материи внутренне, теснейшим образом связаны между собой и неотделимы одно от другого. Попытки рассматривать энергию в качестве самостоятельной сущности, лежащей в основе всего совершающегося в природе, ведут к антиматериалистическим установкам.

Формы движения и соответственно этому виды энергии, с кото-

¹ Ф. Энгельс. «Диалектика природы», стр. 138.

рыми мы встречаемся в физических явлениях, бывают весьма разнообразны. В природе мы везде имеем дело с превращениями одной формы движения в другую, одного вида энергии в другой. С такого рода превращениями связано понятие работы в общезначимом смысле, так как «работа это — изменение формы движения, рассматриваемое с его количественной стороны».¹

«Превращение энергии рассматривается естествознанием, как объективный процесс, независимый от сознания человека и от опыта человечества, т.-е. рассматривается материалистически».² При этом существенно то, что энергия никогда не исчезает, не превращается в ничто и никогда не возникает из ничего. Она может только переходить из одного вида в другой, в строго эквивалентных соотношениях, или пространственно перемещаться в связи с передачей движения из одного места в другое, чему обычно сопутствуют и различные преобразования форм этого движения. Таково содержание закона сохранения энергии.

Как известно, очень многие законы физики относительно и, будучи в ряде случаев выражением статистических закономерностей природы, представляют собой лишь приблизительно верное отображение в голове человека реальных соотношений между вещами и событиями. Совершенно особенное положение занимает закон сохранения энергии, который является основным положением, характеризующим количественную сторону важнейших закономерностей в природе. Ф. Энгельс следующим образом формулировал этот закон: «Любая форма движения, оказывается, способна и должна превращаться в любую иную форму движения». При этом он добавляет: «В этой форме закон достиг своего последнего выражения. Благодаря новым открытиям мы можем найти новые доказательства его, придать ему новое, более богатое содержание. Но к самому закону, как он здесь выражен, мы не можем прибавить, более ничего. В своей всеобщности, в которой одинаково всеобща форма и содержание, он неспособен к дальнейшему расширению; он — абсолютный закон природы».³

Итак, закон сохранения энергии, бывший предметом подчас интуитивных исканий на всем протяжении истории физической науки и осознанный, конечно, лишь в результате обобщения огромного количества опытных данных, должен рассматриваться как утверждение, беспредельно приближающееся к действительному содержанию того, что совершается в природе.

Соотношение эквивалентности массы и энергии (включающее в себе квадрат скорости некоторого движения) является весьма важным достижением современной физики и обогатило закон сохранения энергии новым содержанием. В связи с этим в положении X сделано соответствующее дополнение. Самый закон стал, таким образом, еще более всеохватывающим и приобрел еще больший смысл в качестве

¹ Ф. Энгельс. «Диалектика природы», стр. 151.

² Ленин. Соч., т. XIII, стр. 222.

³ Ф. Энгельс. «Диалектика природы», стр. 102.

основного закона природы, выражающего собою принципиальную закономерность исключительного значения.

В последнее время рассмотрение микрофизических явлений дало повод некоторым ученым, как за границей, так и в СССР, утверждать, будто бы закон сохранения энергии верен лишь статистически, подобно многим иным законам физики. Высказывалось предположение, что этот закон теряет свою силу в применении к индивидуальным событиям атомного масштаба. Эти уклоны в сторону физического идеализма внутренне связаны с ошибочным толкованием соотношения неопределенности и с утверждением ряда физиков, будто бы в области микрофизических явлений открыты новые свойства материи, заключающиеся в том, что ее элементы могут на время исчезать из трехмерного физического пространства. Правда, новейшие исследования достаточно убедительно показали, что закон сохранения энергии остается справедливым и в явлениях атомного масштаба. Однако всеобщее признание этого закона делается безусловно необходимым фоном физического мышления тогда и только тогда, когда основные установки материалистического миропонимания станут полностью и безоговорочно разделяться представителями физической науки.

10. Остановимся на внутренней связи положений IX и X, выражающих принцип причинности и закон сохранения энергии. По существу, закономерность в области энергетических соотношений между вещами и событиями в природе представляет собой лишь важнейший случай в ряду разнообразных закономерностей, характеризующих единство мироздания и обобщаемых нашим сознанием в формулировке всеобщего принципа причинности.

Все явления природы, вообще говоря, сопровождаются процессами обмена энергии и превращения ее из одного вида в другой. Не существует таких явлений природы, которые не были бы как-либо связаны с энергетическими процессами. При этом энергия в том или ином виде претерпевает пространственные перемещения и перераспределения, переходя из одних частей пространства в другие либо вместе с соответствующими физическими реальностями, играющими роль носителей энергии, либо путем иных форм энергетического обмена между различными физическими реальностями. Причинные связи, с которыми мы всегда и неизменно встречаемся в области физических явлений, не могут быть изучаемы при полном игнорировании энергетической стороны этих связей. Наоборот, только принимая во внимание степень и форму участия энергетических процессов в самом осуществлении причинных зависимостей в области физических явлений, мы можем, вообще говоря, углубиться при рассмотрении объективного содержания понятий «причина» и «следствие» применительно к этим явлениям.

Можно утверждать, что всегда существует закономерное энергетическое соотношение между событием-причиной и событием-следствием. При этом в ряде случаев физический процесс, рассматриваемый как событие-следствие, происходит полностью за счет энергии,

притекающей из той части пространства, где имеет место событие-причина. Так например тепловые процессы на солнце являются причиной многих физических процессов на земле, происходящих вследствие поглощения ее атмосферой и поверхностью лучистой энергии солнца. Внешняя работа расширяющегося газа совершается вследствие того, что этот газ обладает внутренним запасом энергии, причем величина внешней работы в точности равна убыли данного запаса энергии. Разного рода приемники электрической энергии (электродвигатели, источники света, нагревательные устройства) функционируют по причине того, что на электрической станции генерируется электрическая энергия, в которую преобразуется работа первичных механических двигателей (паровых или гидравлических) и т. п. В других случаях событие-причина играет роль своего рода спускового механизма, действие которого обуславливает возникновение события-следствия. При этом хотя возникающие вследствие некоторой причины физические процессы протекают, с точки зрения энергетической, совершенно самостоятельно и независимо от какого-либо притока энергии из того места, где произошло событие-причина, однако для надлежащей эффективности некоторого события-причины всегда оказывается необходимым, чтобы количество энергии, которое расходуется для приведения в действие «спускового механизма», было в данных условиях не меньше какого-либо определенного предела. Так обстоит дело в случае спуска курка у заряженного ружья, в случае элементарного фотоэффекта, когда от атома вещества отщепляется электрон под влиянием импульса со стороны достаточного по интенсивности кванта лучистой энергии, в случае ионизации газа коллизией и т. п.

Во всяком случае, каковы бы ни были те или иные причинные связи как в смысле природы рассматриваемых физических явлений, так и в отношении общей обстановки, при которой эти явления происходят, осуществление этих причинных зависимостей всегда бывает внутренне связано с выполнением соответствующих условий энергетического характера.

Итак, принцип причинности и закон сохранения энергии по своей сущности тесно переплетаются друг с другом и выражают собой единую всеобщую закономерность всего того, что совершается в природе. Отделять их один от другого, как это иногда теперь делается представителями физической науки, утверждать, например, что в области микрофизических явлений эти два основных положения могут не соблюдаться одновременно, — это значит совершать большую ошибку в отношении основных установок материализма. Нельзя, признавая справедливость закона сохранения энергии в отдельных событиях атомного масштаба, допускать в отношении этих событий, какие-либо изъятия из всеобщего принципа причинности. Поступать так, значит вступать на путь физического идеализма.

11. Всякого рода причинные связи, о которых мы говорили выше, обнаруживаются в бесконечном разнообразии явлений природы при взаимодействии физических реальностей, участвующих в этих явле-

нийх. Любое простейшее явление природы не может протекать иначе, как в форме взаимодействия минимум двух физических реальностей. Вопрос о том, как именно и при соблюдении каких именно главнейших условий возможно осуществление подобных взаимодействий, играет важную роль в смысле образования наших основных физических представлений. Дело в том, что правильное с материалистической точки зрения решение указанного вопроса требует с нашей стороны совершенно четкого и определенного отношения к рассмотренным выше десяти положениям вообще. При рассмотрении вопроса о необходимых условиях и способах осуществления всякого физического взаимодействия внимание фиксируется на всех основных моментах нашего мирозерцания. Особенное значение имеют наши принципиальные установки, касающиеся трехмерного физического пространства, принципа причинности и закона сохранения энергии (положение IV, IX и X).

Как уже было отмечено выше (пункт 8-й настоящей статьи), всеобщий принцип причинности охватывает собой и механический принцип причинности. В связи с этим никакая физическая реальность не может испытывать каких бы то ни было влияний извне иначе, как по причине непосредственных элементарных воздействий на нее со стороны тех частей вечно движущейся материи, которые вступают в прямой контакт с этой физической реальностью. С материалистической точки зрения, взаимодействие каких-либо двух физических реальностей, находящихся на произвольном расстоянии одна от другой, сколь угодно большом или сколь угодно малом, может осуществляться только по причине последовательного распространения элементарных воздействий от одной части движущейся материи к другой сквозь трехмерное пространство, в котором находятся рассматриваемые физические реальности, или же по причине соответствующего пространственного перемещения некоторой третьей физической реальности, которая играет роль посредника в отношении переноса энергии и количества движения от одной из взаимодействующих физических реальностей к другой. Предположение, будто в явлениях природы взаимодействия могут осуществляться каким-либо иным способом, выводит нас за пределы трехмерного физического пространства и подвергает в область мистики.¹

В целом ряде случаев взаимодействия физических реальностей мы знаем только реальный факт этого взаимодействия, но еще недостаточно осведомлены о том, как именно и через что передается рассматриваемое действие. В таких случаях, при общем описании явлений природы и при их математическом анализе, мы обычно вводим понятие о «силе», имея в виду интегральное действие неизвестных или трудно учитываемых причин. При этом мы оставляем в стороне вопрос об исчерпывающем описании обстановки, в которой совершается то или иное взаимодействие, и о самом механизме этого

¹ См. акад. В. Ф. Миткевич. Сборник «Основные физические воззрения», стр. 48—51. 1936. 2-е изд. (настоящий сборник, статья III).

взаимодействия. По этому поводу поучительно привести следующие слова Ф. Энгельса:

«Представление о силе заимствовано, как это признается всеми (начиная от Гегеля и кончая Гельмгольцем), из проявлений деятельности человеческого организма по отношению к окружающей его среде. Мы говорим о мускульной силе, о поднимающей силе рук, о прыгательной силе ног, о пищеварительной силе желудка и кишечника тракта, о силе ощущения нервов, о секреторной силе желез и т. д. Иными словами, чтобы избавиться от необходимости указать реальную причину, изменения, вызванного какой-нибудь функцией нашего организма, мы сочиняем некоторую фиктивную причину, соответствующую этому изменению, и называем ее силой. Мы переносим затем этот удобный метод и во внешний мир и таким образом сочиняем столько же сил, сколько существует различных явлений».¹

Само собой разумеется, что рассмотренный выше, единственно возможный способ осуществления физических взаимодействий решительно отвергает мысль о каких-либо мгновенных взаимодействиях между удаленными одна от другой физическими реальностями и допускает только такие «действия на расстоянии», которые распространяются с некоторой конечной скоростью. Все это полностью соответствует тому, что дает нам опыт в отношении реальных физических процессов. Вместе с тем опыт показывает, что энергетический обмен между взаимодействующими физическими реальностями всегда совершается в пределах объективно-реального трехмерного пространства, как это и следует из рассмотренной общей схемы всякого физического взаимодействия.

Таким образом, вопрос об основных условиях, при которых могут осуществляться какие бы то ни было физические взаимодействия, тесно связан с целым комплексом наших принципиальных представлений о природе. Та или иная точка зрения по указанному вопросу полностью выявляет наши научно-философские установки и предопределяет общий фон физического мышления (материалистический или идеалистический). Именно поэтому представители физической науки, уклоняющиеся в сторону идеализма, систематически возражают против самой постановки данного вопроса и делают попытки отрицать в нем какой-либо физический смысл. Именно поэтому такой весьма актуальный до настоящего времени вопрос с успехом может занять центральное место в борьбе против идеалистических установок в области физической науки. Ведь он, по существу, затрагивает все основные позиции материалистического миропонимания и в то же время касается совершенно конкретного момента, имеющего принципиальное значение для всех физических явлений.²

¹ Ф. Энгельс. «Диалектика природы», стр. 138.

² Ведя в течение ряда лет непрерывную борьбу против идеалистических установок в физике, автор настоящей статьи счел весьма целесообразным сформулировать специальный вопрос, касающийся взаимодействия двух физических реальностей или, вообще говоря, двух физических систем. Вопросу этому придана самая общая форма, для того чтобы не дать повода уклоняться от пря-

12. «Современная физика лежит в родах. Она рождает диалектический материализм. Роды болезненные». ¹ Так образно выразился В. И. Ленин в 1908 году. К сожалению, приходится констатировать, что эти болезненные роды затянулись до наших дней. Хотя установки диалектического материализма приобретают все больше и больше сторонников среди физиков как в СССР, так и за границей, однако волна идеализма, поднявшаяся за последние годы, требует еще преодоления, для того, чтобы процесс рождения новой физики, прочно стоящей на базе единственно правильного мирозерцания, можно было считать в общем закончившимся. На представителях советской физической науки лежит ответственная обязанность быть в передовых рядах в борьбе за диалектический материализм, в борьбе против фетишизма и идеалистических уклонов.

«Наука потому и называется наукой, что она не признает фетишей, не боится поднять руку на отживающее, старое и чутко прислушивается к голосу опыта, практики». ² Эти руководящие слова И. В. Сталина должны служить маяком для тех, кто стремится вперед по пути познания природы, по пути научного творчества. Только строгий анализ наших основных физических воззрений, только беспощадное изобличение ложных установок, не могущих соответствовать объективно-реальному содержанию внешнего мира, позволят науке отбросить ряд фетишей, которые засоряют физическое мышление. И этого можно будет достигнуть только при чутком отношении «к голосу опыта, практики». Иными словами, в процессе переоценки наших представлений о природе мы должны отчетливо осознавать исключительное значение тех указаний, которые нам дает непосредственный контакт с практическими приложениями достижений физической науки, и на каждом шагу внимательно проверять степень соответствия наших принципиальных физических установок с тем, что является самым существенным в функционировании того или иного чисто технического устройства. Связь науки с техникой, отображаемая в нашем сознании как внутреннее единство теории и практики, — вот что всегда оплодотворяет эти две стороны деятельности человека и что в конце концов, несомненно, приведет к полному торжеству диалектического материализма в области физического мышления.

мого и четкого ответа путем всякого рода рассуждений о деталях, имеющих в известном смысле второстепенное значение (см. статьи II, III, VIII, XII, XV, XVI, XVII, XIX и XX настоящего сборника). Автор дал исчерпывающее доказательство правды и законности постановки подобного вопроса, заостряющего внимание на весьма существенных сторонах нашего мирозерцания и прямо или косвенно затрагивающего все положения I X. Это не есть случайный вопрос. Постановка его заставляет нас внимательно и всесторонне проанализировать весь комплекс основных физических воззрений.

¹ Ленин. Соч., т. XIII, стр. 256.

² И. В. Сталин. Речь на Первом всесоюзном совещании стахановцев, стр. 22.

VII

ЗНАЧЕНИЕ КНИГИ ЛЕНИНА «МАТЕРИАЛИЗМ И ЭМПИРИОКРИТИЦИЗМ» В СОВРЕМЕННОЙ БОРЬБЕ С ИДЕАЛИЗМОМ В ОБЛАСТИ ФИЗИКИ¹

30 лет тому назад в своей гениальной книге «Материализм и эмпириокритицизм» Ленин следующими словами резюмировал все сказанное им по поводу тяжелого положения, создавшегося в науке о природе при освоении вновь открываемых фактов:

«Суть кризиса современной физики состоит в ломке старых законов и основных принципов, в отбрасывании объективной реальности вне сознания, т.-е. в замене материализма идеализмом и агностицизмом».²

Этот чрезвычайно меткий диагноз болезненного состояния физической мысли полностью сохраняет свою силу и в наши дни. Кризис физики еще не изжит. Именно теперь, когда физическая мысль особенно устремилась в область явлений атомного масштаба, когда наука обогатилась целым рядом новейших открытий, касающихся строения вещества, и теоретическая физика пришла к чрезвычайно важным результатам, — именно теперь кризис в физике приобрел большую остроту. В связи с этим глубокие мысли, высказанные Лениным, имеют особо важное значение в настоящее время. Волна идеализма, поднявшаяся в зарубежных странах, находит отклики и в СССР. Данный Лениным великий синтез основных установок материалистического миропонимания является мощным оружием в современной борьбе с идеализмом в физике, ведущей науке о природе.

Два мировоззрения — материалистическое и идеалистическое — борются на всем протяжении истории естествознания. Как всем хорошо известно, антагонизм этих двух направлений в миропонимании сводится, по существу, к исходным моментам. Именно: материализм исходит из признания объективно-реального существования вещей и предметов вне нашего сознания и совершенно независимо от нашего сознания; идеализм же со всеми его оттенками и разновидностями кладет в основу миропонимания идеи, т. е. продукт психической дея-

¹ Журнал «Под знаменем марксизма», 1938, № 12, стр. 18—26.

² Ленин. Соч., т. XIII, стр. 211.

тельности человеческого мозга, и считает чем-то вторичным, производным те вещи и предметы, которые якобы лишь кажутся существующими независимо от нашего сознания.

Ленин исчерпывающим анализом вскрыл реакционный характер идеалистических течений в науке о природе и показал, в чем заключается отрицательное общественное значение этих течений. Он выявил, каким образом сторонники идеалистического мировоззрения стремятся использовать каждое открытие в области естествознания для борьбы с материализмом, который в своем победном шествии все больше и больше раскрепощает человеческую мысль от всякого рода мистики и последовательно приближает наше понимание явлений природы ко все большему соответствию с тем, что происходит в действительности. Как это ярко и лаконично отмечено в «Курсе истории ВКП(б)», «книга Ленина является... защитой теоретических основ марксизма — диалектического и исторического материализма — и материалистическим обобщением всего важного и существенного из того, что приобретено наукой и, прежде всего, естествознанием за целый исторический период, за период от смерти Энгельса до появления в свет книги Ленина «Материализм и эмпириокритицизм».¹

Именно этот период, конец XIX и самое начало XX в., ознаменовался рядом великих открытий в области физики. Старое, сложившееся веками, представление о том, что атом есть последняя ступень делимости вещества, потерпело крах. Было открыто много новых фактов, неопровержимо свидетельствующих о том, что атом в действительности представляет собою очень сложное образование, в состав которого входят более мелкие материальные части. Выяснилось, что эти составные части атома по своим свойствам сильно отличаются от обычного вещества. Самым замечательным открытием науки в отношении строения атома является то, что в состав всех без исключения атомов, образующих тела природы, входит положительное и отрицательное электричество. Атом, однако, в обычном своем состоянии кажется совершенно ненаэлектризованным, так как он содержит одинаковое количество электричества обоих знаков. Замечательно еще то, что все атомы построены из одних и тех же простейших составных частей. Атомы различаются между собой количеством этих простейших частей и их общим расположением в том постоянном движении, в котором они пребывают и которое до известной степени подобно движению небесных тел (планет) вокруг центрального тела (Солнца).

Таким образом, все известные до того атомы разнообразных химически простых тел внезапно предстали перед взором исследователя природы в виде сложных микромиров электромагнитного характера. Особенное внимание вначале было уделено входящим в состав всех атомов элементарным зарядам отрицательного электричества, обычно называемым электронами. Оказалось, что электрон обладает наименьшим известным в природе электрическим зарядом и

¹ «Краткий курс истории ВКП(б)», стр. 98.

приблизительно в 1840 раз легче самого легкого атома, именно — атома водорода. Стало очевидным, что химическое сродство имеет в своей основе электрические процессы. Открытие радия и других радиоактивных элементов, атомы которых сами собой претерпевают непрерывный распад, сопровождающийся выделением свободных электронов и образованием атомов гелия, привело к полному крушению старых представлений о неизменности атомов и химических простых тел. Накопился ряд фактов, свидетельствующих о возможности превращения химических элементов друг в друга. Вместе с тем обнаружались явления, казалось бы, не укладывавшиеся в рамки таких незыблемых законов природы, как закон сохранения материи и закон сохранения энергии. В процессе внутриатомных преобразований в радиоактивных телах с несомненностью было установлено исчезновение некоторой доли массы материальных частей, из которых состоит атом, и появление эквивалентного количества энергии.

Все перечисленные открытия потрясли до основания устои старых физических представлений. Ленин по этому поводу говорит: «Неразрушимые и неразложимые элементы химии, число которых продолжает все возрастать точно в насмешку над единством мира, оказываются разрушаемыми и разложимыми». ¹ Исчезает масса, возникает энергия, якобы нарушается принцип причинности и т. д. и т. д.

Основные представления физической науки, сложившиеся ко времени указанных открытий в весьма определенной форме и, казалось бы, совершенно окончательно, потребовали пересмотра. До этих открытий верили в чисто механическое объяснение природы. Считалось установленным, что физика есть лишь более сложная механика, именно — молекулярная механика. Расхождение было только в вопросе о приемах сведения физики к механике, о деталях механизма. После этих открытий зрелище, которое представляла физическая наука, оказалось совершенно обратным: крайние разногласия сменили прежнее единодушие, и притом разногласие не в деталях, а в основных и руководящих идеях.

Сторонники идеализма всех оттенков (махисты и т. п.) не замедлили воспользоваться вновь открытыми фактами для ожесточенной атаки против основ материалистического мировоззрения. Был провозглашен лозунг «Материя исчезает».

В своей книге «Материализм и эмпириокритицизм» Ленин подверг сокрушительной критике все попытки идеалистически трактовать явления природы, разоблачил принципиальную ошибочность подобной трактовки и с исчерпывающей ясностью показал, что все открываемое нам через изучение природы не только не противоречит материалистической точке зрения, но, наоборот, гармонично укладывается в рамки материалистических представлений о природе и что эти представления находят себе лишь подтверждение в каждом новом открытии, непрерывно углубляясь по мере развития естествознания.

¹ Ленин. Соч., т. XIII, стр. 205.

Наука о природе, по существу, не может не быть материалистической. Всякое соприкосновение человека с внешним миром, непреложность того, что вещи и предметы внешнего мира никакими усилиями нашего сознания не могут быть устранены из обстановки физического эксперимента, и, наконец, повседневный опыт, свидетельствующий о необходимости так или иначе согласовывать деятельность человека с наличием этих вещей и предметов, — все это приводит нас к представлению об объективной реальности вещей и предметов внешнего мира. То, что лежит в основе этих вещей и предметов, мы называем материей. Таким образом «понятие материи... не означает гносеологически ничего иного, кроме как: объективная реальность, существующая независимо от человеческого сознания и отображаемая им».¹

С представлением о материи неразрывно связано представление о вечном ее движении. Ленин говорит: «В мире нет ничего, кроме движущейся материи, и движущаяся материя не может двигаться иначе, как в пространстве и во времени».² Понятия материи и движения неотделимы одно от другого. Как не существует движения без того, что движется, т. е. без материи, так не существует и материи без движения. Материя пребывает в вечном движении, и эта постоянная активность материи проявляется в виде энергии, которая так же, как и движение, неотделима от материи.

Что касается пространства и времени, то Ленин неоднократно и настойчиво указывает, что «пространство и время — не простые формы явлений, а объективно-реальные формы бытия».³ Ленин напоминает следующие слова Энгельса:

«Основные формы всякого бытия... суть пространство и время; бытие вне времени есть такая же величайшая бессмыслица, как бытие вне пространства».⁴

Сущность общей материалистической установки Ленин формулирует в следующих словах: «...материя, природа, бытие, физическое есть первичное, а дух, сознание, ощущение, психическое — вторичное».⁵ С материалистической точки зрения, наше сознание не есть нечто самодовлеющее, существующее само по себе и не зависимое от материи. Ленин указывает: «Ощущение, мысль, сознание есть высший продукт особым образом организованной материи».⁶

Эти основы материалистического миропонимания теснейшим образом связаны с диалектическим методом познания явлений природы, которые рассматриваются не как нечто окончательно установившееся, а как нечто вечно движущееся, изменяющееся и развивающееся. С диалектической точки зрения, развитие природы в целом есть результат развития противоречий в природе, результат взаимодей-

¹ Ленин. Соч., т. XIII, стр. 214.

² Там же, стр. 144.

³ Там же, стр. 144.

⁴ Там же, стр. 145.

⁵ Там же, стр. 120.

⁶ Там же, стр. 45.

ствия противоположных сил в природе. «Развитие есть «борьба» противоположностей». ¹ Вместе с тем непрерывно возникающие совокупности различных вещей и обстоятельств приводят к появлению новых качеств, характеризующих эти вновь создавшиеся совокупности. Диалектическое развитие надо рассматривать как непрекращающийся переход от количественных изменений к качественным изменениям. И в бесконечном разнообразии вещей и явлений природы, взаимосвязанных и непрерывно влияющих друг на друга, мы можем встречаться только с бесконечным же разнообразием совокупностей этих вещей и явлений.

Поэтому диалектический метод считает, что процесс развития следует понимать не как движение по кругу, не как простое повторение пройденного, а как движение поступательное, как движение по восходящей линии, как переход от старого качественного состояния к новому качественному состоянию, как развитие от простого к сложному, от низшего к высшему». ²

Проблема причинности занимает в современной физике одно из главных мест. Разногласия по этому поводу чрезвычайно выпукло отражают борьбу двух мировоззрений — материалистического и идеалистического. Ленин на страницах своей книги «Материализм и эмпириокритицизм» разоблачил неправильные, идеалистические установки по вопросу о причинности. В основе рассмотрения физических явлений должно лежать безоговорочное «признание объективной закономерности, причинности, необходимости в природе... наряду с подчеркиванием относительного характера наших, т. е. человеческих, приблизительных отражений этой закономерности в тех или иных понятиях». ³ Ленин сверх того указывает: «Признание объективной закономерности природы и приблизительно верного отражения этой закономерности в голове человека есть материализм». ⁴

Все наши представления о вещах внешнего мира являются отражениями этих вещей в нашем сознании, отражениями приблизительными, непрерывно совершенствующимися по мере развития науки и постепенно приближающимися к наибольшему соответствию с тем, что происходит в действительности.

Закон сохранения энергии, в котором мы должны видеть одно из проявлений универсальной закономерности всего происходящего в природе, Ленин также относит к числу основных положений материализма. ⁵ Между прочим, Ленин говорит: —

«Преобразование энергии рассматривается естествознанием, как объективный процесс, независимый от сознания человека и от опыта человечества, т. е. рассматривается материалистически». ⁶

¹ Ленин. Соч., т. XIII, стр. 301.

² «Краткий курс истории ВКП(б)», стр. 102.

³ Ленин. Соч., т. XIII, стр. 128.

⁴ Там же, стр. 127.

⁵ Там же, стр. 272 (примечание).

⁶ Там же, стр. 222.

На целом ряде примеров Ленин показал, к каким извращениям физической мысли приводят отступления от основных установок материализма и как подобные отступления уводят исследователя на путь физического идеализма. В особенности резко обнаруживаются патологические уклоны физической мысли в различных попытках идеалистической трактовки новых открытий.

Как указано было выше, открытие непостоянства массы в процессе внутриатомных преобразований дало противникам материализма повод говорить об исчезновении материи. Подвергнув обстоятельному разбору подобного рода высказывания, основанные на ошибочном отождествлении таких понятий, как масса и материя, Ленин в следующих замечательных словах разъясняет истинное значение упомянутого открытия:

«Материя исчезает» — это значит исчезает тот предел, до которого мы знали материю до сих пор, наше знание идет глубже; исчезают такие свойства материи, которые казались раньше абсолютными, неизменными, первоначальными (непроницаемость, инерция, масса и т. п.) и которые теперь обнаруживаются, как относительные, присущие только некоторым состояниям материи. Ибо единственное «свойство» материи, с признанием которого связан философский материализм, есть свойство быть объективной реальностью, существовать вне нашего сознания».¹

С точки зрения диалектического материализма, вечно движущаяся материя неисчерпаема в своих проявлениях. Ленин определенно указывает:

«Электрон так же неисчерпаем, как и атом, природа бесконечна, но она бесконечно существует, и вот это-то единственно категорическое, единственно безусловное признание ее существования вне сознания и ощущения человека и отличает диалектический материализм от релятивистского агностицизма и идеализма».²

Ленин разоблачил попытки Маха и других идеалистов трактовать пространство и время антиматериалистически. В связи с этим он со всей решительностью осуждает предположение, будто бы элементарные материальные частицы материи и, в частности, электроны могут существовать вне трехмерного пространства. По этому именно поводу Ленин говорит:

«Естествознание не задумывается над тем, что вещество, которое им исследуется, существует не иначе, как в пространстве с 3-мя измерениями, а следовательно, и частицы этого вещества, хотя бы они были так мелкие, что видеть мы их не можем, «обязательно» существуют в том же пространстве с 3-мя измерениями».³

¹ Ленин. Соч., т. XIII, стр. 213.

² Там же, стр. 215.

³ Там же, стр. 148.

Нет ни одной основной физической проблемы, ни одного принципиального научно-философского вопроса, ложное толкование которых идеалистами всех оттенков не было бы проанализировано и опровергнуто Лениным, исчерпывающе выяснившим истинные причины кризиса в физике и уклонов в сторону физического идеализма.

Ленин отмечает, что все эти уклоны объясняются недостаточным знакомством естествоиспытателей с диалектическим материализмом, и в заключение говорит:

«Современная физика лежит в родах. Она рождает диалектический материализм. Роды болезненные. Кроме живого и жизнеспособного существа, они дают неизбежно некоторые мертвые продукты, кое-какие отбросы, подлежащие отправке в помещение для нечистот. К числу этих отбросов относится весь физический идеализм, вся эмпириокритическая философия вместе с эмпириосимволизмом, эмпириомонизмом и др. и т. п.»¹

К сожалению, приходится признать, что эти болезненные роды затянулись до наших дней. Как было уже отмечено выше и как всем хорошо известно, кризис физики окончательно еще не изжит и в последнее время даже приобрел особую остроту. Однако необходимо со всей определенностью констатировать, что установки диалектического материализма находят все больше и больше сторонников среди физиков не только в СССР, но и за границей. В целом ряде случаев у тех советских физиков, которые полностью еще не стали на позиции диалектического материализма, наблюдается тенденция к отмежевыванию от научно-философских течений, имеющих явно идеалистический характер. За границей имеется уже немало физиков, которые руководствуются в своей работе установками диалектического материализма. Ведущим среди этих физиков является крупнейший мировой ученый, друг Советского Союза, член Парижской Академии наук П. Ланжевен.

Остановимся теперь на некоторых главнейших примерах современных идеалистических уклонов в физике. У нас есть еще, к сожалению, отдельные представители физической науки, которые вопреки четким и ясным установкам диалектического материализма, развитым Лениным, пытаются воскресить в новых вариациях антиматериалистический лозунг «Материя исчезает». Ошибочно интерпретируя математические соотношения квантовой механики, они провозглашают «вновь открытые свойства материи»², сущность которых якобы заключается в том, что некоторые материальные объекты атомного масштаба принципиально не могут быть локализованы в пространстве и времени, — следовательно, обладают каким-то магическим свойством, хотя бы на короткое время, прекращать свое бытие в пределах нормальной пространственно-временной непрерывности. Однако, с мате-

¹ Ленин. Соч., т. XIII, стр. 256.

² См., напр., статью В. А. Фока в «Под знаменем марксизма», № 1 за 1933 г., стр. 152. (Примечание, добавленное в 1939 г.).

риалистической точки зрения, бытие вне пространства и времени есть величайшая бессмыслица, о чем и говорит Ленин в приведенной выше цитате.

Основная ошибка, которую делают некоторые наши физики, занимающиеся вопросами квантовой механики, заключается в том, что они недостаточно критически относятся к явно махистским теоретико-познавательным установкам Бора, Гейзенберга и других зарубежных физиков. А эти установки, как известно, основаны на принципиальном отрицании возможности рассматривать всякий микрофизический объект как объект, реально существующий в пространстве и времени совершенно независимо от наблюдающего субъекта и вообще от каких бы то ни было вспомогательных наблюдательных приборов. Речь в данном случае должна идти вовсе не о том, умеем ли мы или не умеем достаточно точно установить локализацию в пространстве и времени того или иного микрофизического объекта, изучаемого нами. Это — излюбленная тема физиков, идеалистически интерпретирующих соотношение неопределенности и принцип дополнительности. Речь идет о совершенно другом, а именно о том, что всякий реальный объект — безразлично макрофизического или микрофизического масштаба — в каждый данный момент времени обязательно и безусловно должен занимать определенное место в пространстве, т. е. может и должен иметь совершенно определенную пространственно-временную локализацию. Если что-либо принципиально не может быть локализовано в пространстве и времени, следовательно, это «нечто» не существует объективно-реально вне нашего сознания и независимо от нашего сознания, а представляет собой фантастический вымысел идеалистического характера, могущий служить лишь предметом псевдофизических спекуляций.

Указанные мистические «вновь открытые свойства материи» находятся в теснейшей связи с отрицанием универсальности принципа причинности, с отрицанием всеобщей и безусловной закономерности всего происходящего в природе, не допускающей никаких изъятий для области явлений атомного масштаба.

Несмотря на исчерпывающее разъяснение Ленина по вопросу о том, в какой мере признание универсальной закономерности в явлениях природы отражает нашу материалистическую установку, у нас есть еще физики, утверждающие вслед за зарубежными физиками-идеалистами, что принцип причинности сохраняет свою полную силу только в отношении явлений макрофизического масштаба, в явлениях же атомного масштаба могут иметь место случаи, когда этот принцип является неприменимым. Но ведь отказ от признания абсолютной универсальности принципа причинности обозначает не что иное, как допущение существования явлений, не стоящих ни в какой связи с другими явлениями, т. е. допущение возможности чудес.

Современный физик-исследователь настолько прочно стоит на позициях интуитивного признания полного соответствия между объективной закономерностью происходящих в природе явлений и методами математического их описания, что, сталкиваясь с неопределен-

ностью при математической трактовке микрофизических явлений, иногда делает неправильное заключение,¹ сводящееся к отрицанию причинных связей в самих явлениях. Сущность возникающей в подобных случаях ошибки состоит в игнорировании настойчиво указываемого Лениным «относительного характера наших, т.-е. человеческих, приблизительных отражений... закономерности в тех или иных понятиях». ¹ Ясно, следовательно, что, с материалистической точки зрения, соотношение неопределенности надо понимать не как повод к отрицанию принципа причинности при рассмотрении движений отдельного микрофизического объекта (например электрона), но лишь как простое указание на то, что в некоторых предельных случаях математический анализ данных опыта еще не в достаточной степени отражает закономерное протекание того или иного процесса. Однако, неопределенность в математическом описании отдельных явлений атомного масштаба, протекающих, конечно, столь же закономерно, как и явления макрокосмические, компенсируется значительно большей определенностью, достигаемой статистическими методами, которые приводят к менее искаженному отражению в нашем сознании общего хода явлений, происходящих в природе.

Итак, нет решительно никаких оснований к отказу от принципа причинности в отношении явлений микрокосмического порядка и к уделению электронов мистической «свободой воли», как это делалось и делается некоторыми физиками, придерживающимися идеалистических установок. Одно несомненно, а именно, что в объективно-реальном мире могут иметь место только такие явления, которые находятся в той или иной объективно-реальной же причинной зависимости от других явлений. Ленин говорит:

«Идея, будто познание может «создавать» всеобщие формы, заменять первичный хаос порядком и т. п., есть идея идеалистической философии. Мир есть закономерное движение материи, и наше познание, будучи высшим продуктом природы, в состоянии только отражать эту закономерность». ²)

Сомнения по поводу применимости принципа причинности в области явлений атомного масштаба совершенно естественно привели и к попыткам усмотреть нарушения закона сохранения энергии в некоторых явлениях того же масштаба. Идеалистический характер подобных попыток совершенно очевиден. По существу, закономерность всякого рода энергетических процессов в природе представляет собой лишь важнейший пример в ряду разнообразных закономерностей, характеризующих единство мироздания и обобщаемых нашим сознанием в формулировке всеобщего принципа причинности.

И в наше время, несмотря на полную определенность установок диалектического материализма, несмотря на четкие указания Ленина в его книге «Материализм и эмпириокритицизм», считается, к сожа-

¹ Ленин. Соч., т. XIII, стр. 128.

² Там же, стр. 138.

нию, допустимым говорить о пространстве как о чем-то самодовлеющем, не являющемся лишь объективно-реальной формой существования вечно движущейся материи. В физической науке еще находит себе место такой фетиш, как «абсолютно пустое пространство», хотя вполне очевидно, что форма бытия материи немислима сама по себе, т. е. не может существовать отдельно от материи.

Уклоны в сторону физического идеализма в вопросе о пространстве иногда принимают такой характер, что некоторые по существу своему идеалистические утверждения могут с внешней стороны кому-либо показаться материалистическими. Так, некоторые наши физики утверждают, что пространство само материально и что, например, электромагнитное поле есть лишь свойство этого «материального пространства».¹ При этом концепция материи подменяется концепцией пространства.

В какой степени последнее утверждение является идеалистическим, явствует из нижеследующих слов Лейбница:

«Метафизический, т. е. антидиалектический, материалист может принимать существование материи (хотя бы временное, до «первого толчка» и т. п.) без движения. Диалектический материалист не только считает движение неразрывным свойством материи, но и отвергает упрощенный взгляд на движение и т. д.»²

Таким образом, подменяя концепцию материи концепцией пространства, мы приходим к необходимости рассматривать движение материального пространства и, между прочим, должны говорить о пространственных перемещениях элементов пространства, так как, с диалектико-материалистической точки зрения, всякое движение вообще обязательно включает в себе и пространственные перемещения.³ Но совершенно очевидно, что идея о пространственных перемещениях элементов пространства, как такового, бессодержательна и абсурдна. Несомненно, вполне отдавая себе в этом отчет, идеалистически мыслящие физики так настойчиво и так резко протестуют против какого бы то ни было рассмотрения пространственных перемещений, неизбежно входящих в состав всякого электромагнитного поля. Однако подобным протестом эти физики совершенно отчетливо демонстрируют свои антиматериалистические установки.

Итак, некоторой части физиков у нас в СССР, к сожалению, еще не достаточно ясно, какое великое значение имеют установки диалектического материализма для правильного развития науки о природе.

Не подлежит ни малейшему сомнению, что современная волна идеализма в физической науке будет преодолена совокупными усилиями материалистически мыслящих представителей физики. Залогом тому

¹ См. напр., статью С. И. Вавилова в «Под знаменем марксизма», № 7 за 1937 г., стр. 61. (Примечание, добавленное в 1939 г.).

² Ленин. Соч., т. XIII, стр. 221.

³ Подробнее об этом говорится в статьях V и VI настоящего сборника. (Примечание, добавленное в 1939 г.)

служит путеводный маяк — знаменитая книга Ленина «Материализм и эмпириокритицизм», вдохновляющая и направляющая всех борющихся против идеализма. Эта задача в значительной степени облегчается руководящими указаниями товарища Сталина — великого продолжателя дела Ленина.

На представителях советской физической науки лежит почетная и ответственная обязанность — бороться в передовых рядах за диалектический материализм в науке о природе.

ЧАСТЬ ВТОРАЯ

VIII

ВЫДЕРЖКИ ИЗ СТЕНОГРАММЫ ДИСКУССИИ О ПРИРОДЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА

(происходившей в 1929 и 1930 гг. в Ленинградском Политехническом институте)¹

ВТОРАЯ БЕСЕДА

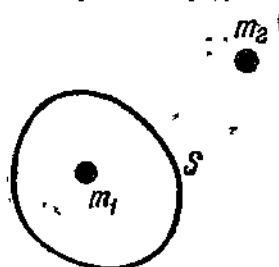
(3 января 1930 г.)

В. Ф. Миткевич. — Когда мы говорим о природе какого-либо физического явления, мы, конечно, не должны обольщать себя мыслью будто бы нам, при современном состоянии физики, доступно проникновение во все детали того, что происходит в действительности. Это является лишь идеалом физики, отдаленным маяком, манящим исследователя. Практически же мы можем только медленно, шаг за шагом, приближаться к этой отдаленной цели. Ясно, что в такой, подчас очень трудной, работе мы можем и должны руководствоваться некоторыми точками зрения, возникающими в процессе изучения явлений. Но эти точки зрения мы обязаны подвергнуть самой беспощадной критике, прежде чем дерзать на основе их создавать вероятную картину того, что происходит в действительности. Сверх того, если мы хотим рассуждать как физики, мы должны понимать, что в действительности происходит не то или иное, в зависимости от нашей точки зрения, а нечто совершенно определенное и во всяком случае нечто, не подчиненное нашей точке зрения.

Чем же мы можем и должны руководствоваться при этой предварительной критике различных точек зрения на данное физическое явление? Единственный ответ, который, по моему мнению, можно дать на этот вопрос, заключается в том, что мы всегда должны прежде всего руководствоваться степенью физического смысла, присутствующей той или иной точке зрения. Я поясню сказанное классическим примером из области теории тяготения. Ньютон открыл закон всемирного тяготения и сформулировал его, затем он воспользовался им для математической разработки ряда вопросов, касающихся движения небесных тел. Достигнутые в области небесной механики результаты были таковы, что математик Ньютон мог бы в полной мере гордиться ими и получить полное удовлетворение. Но посмот-

¹ «Электричество», 1930, №№ 3, 8 и 10.

рим, что думал физик Ньютон по поводу явления тяготения. Прежде всего нужно напомнить, что он в самой формулировке закона тяготения указывал, что «все происходит так, как будто бы тела притягиваются». Дальше я позволю себе прочесть отрывок из третьего письма Ньютона к Бентлею, где он говорит следующее: «Что тяготение должно быть врожденным, присущим и необходимым свойством материи, так что одно тело может взаимодействовать с другим на расстоянии через пустоту без участия чего-то постороннего, при посредстве чего и через что, их действие и сила могут быть передаваемы от одного к другому, — это мне кажется столь большим абсурдом, что я не представляю себе, чтобы кто-либо, владеющий способностью компетентно мыслить в области вопросов философского характера, мог к этому прийти. Тяготение должно обуславливаться каким-то агентом, действующим непрерывно, согласно известным законам...». Так сказал физик Ньютон. К сожалению, до последнего времени среди лиц, занимающихся физикой, нет достаточно ясного



Фиг. 5.

ного понимания этих слов физика Ньютона, и поэтому я позволю себе на элементарном примере показать, что мы должны разумеать под «абсурдом» и в чем он заключается.

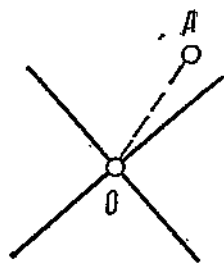
Представим себе массу m_1 и массу m_2 (фиг. 5). Предположим, что эти массы действительно могут влиять друг на друга на расстоянии. Это значило бы следующее. Пусть некоторая поверхность S , совершенно замкнутая, окружает со всех сторон массу m_1 . Если кто-либо допускает, что масса m_1 действует на расстоянии на массу m_2 ,

то, следовательно, он считает возможным осуществление этого действия без того, чтобы какой-нибудь физический агент в какой-либо части поверхности S проникал сквозь нее.

Конечно, это можно себе представить, если призвать на помощь спиритические или медиумические явления, но физики до последнего времени обычно этим не пользовались и обходятся без этого. Поэтому для всякого ясно, что физик не может говорить о такой схеме физического представления иначе, как о величайшем абсурде. Таким образом, математик Я. И. Френкель, подобно математике Ньютону, имеет законное право и иногда, быть может, должен при математическом рассмотрении вопросов из области электромагнетизма пользоваться идеей действия на расстоянии, но если Я. И. Френкель желает говорить как физик, он должен помнить прочитанные мною золотые слова физика Ньютона, должен учитывать всю физическую абсурдность идеи действия на расстоянии и ставить *actio in distans* на надлежащее место.

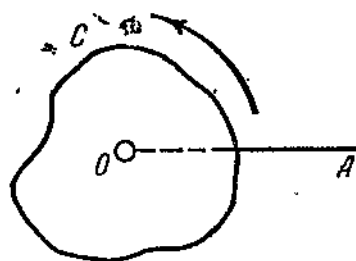
Можно привести бесчисленное множество примеров, когда при математическом рассмотрении какого-либо вопроса, какого-нибудь физического явления мы представляем себе его не так, как оно происходит в действительности. Это бывает математически удобно и

совершенно законно в этом смысле. Я остановлюсь на нескольких элементарных примерах для того, чтобы пояснить свою мысль. Представим себе некоторую материальную точку, которая вдоль направляющей рейки перемещается по прямой линии из точки O в точку A (фиг. 6). Это есть вполне определенный физический процесс. Математик или теоретик механики совершенно законно применяет разложение этого перемещения на какие-либо составляющие, в частности можно как угодно провести одну ось, проходящую через точку O , и перпендикулярно к ней вторую ось, а затем перемещение материальной точки из O в A разложить на две составляющие по этим осям. Таких разложений существует бесчисленное множество. Все они абсолютно законны с математической точки зрения. Но из всех комбинаций разложения, которые все одинаково законны при математическом рассмотрении вопроса, единственное разложение, соответствующее действительности, есть такое разложение, при котором одна из осей проходит через точки O и A . Тогда одна составляющая есть полное перемещение, а другая равна нулю.



Фиг. 6.

В виде второго примера представим себе некоторое тело C , которое вращается вокруг оси O , перпендикулярной плоскости чертежа (фиг. 7). Предположим, что угол поворота мы отсчитываем от неподвижного направления OA . Допустим, что тело C вращается в положительную сторону и делает n оборотов в секунду. Это есть действительное физическое явление. Математик или теоретик механики совершенно законно в известных случаях может рассматривать это вращение, как происходящее



Фиг. 7.

следующим образом. Одновременно с вращением в положительную сторону со скоростью n оборотов в секунду, можно представить себе еще добавочное вращение в ту же сторону со скоростью в 10^7 оборотов в секунду. Представим себе далее и одновременное вращение в другую сторону со скоростью — 10^n оборотов в секунду. Результат от этого несколько не изменится, но в математическом исследовании это построение может оказаться полезным, и мы иногда пользуемся таким построением, причем n может быть какое угодно число, может быть даже миллион, миллион миллионов, миллион в миллионной степени, все что угодно. Однако физически это не приемлемо, физически есть только определенное вращение, считаемое от направления OA . Физический смысл имеет только предположение, что $n = \infty$, а математический смысл имеет любое предположение.

Последний пример возьмем из области нам более близкой, из области теории магнетизма. Мы привыкли пользоваться представлением о магнитной массе. Представление о единице магнитной массы лежит в основании абсолютной электромагнитной системы единиц. Это есть, так сказать, законное использование фиктивного представления, которое является результатом математической трактовки вопроса, но никому из нас теперь и в голову не придет мысль, что магнитная масса в действительности существует. Это есть лишь величина, которою с большою выгодой пользуются и должны пользоваться при математическом исследовании. Итак, некоторые точки зрения на данное физическое явление могут быть чрезвычайно плодотворными и ценными в математическом отношении и в то же время могут быть совершенно неприемлемыми в решении вопроса о том, что происходит в действительности.

Я перехожу теперь к теме нашей беседы, вернее сказать, нашего спора о природе электрического тока. Как совершенно определенно выяснилось в прошлый раз, здесь есть две, по моему мнению, совершенно непримиримые точки зрения. Первая точка зрения, — ее наиболее ярким выразителем является Я. И. Френкель, — отстаивает действие на расстоянии. Другая точка зрения, которую защищаю я, кладет в основу своих рассуждений участие промежуточной среды, окружающей центр или ось, вокруг которых ориентируется то или иное электромагнитное явление. Я не думаю, чтобы после того, что я уже сказал, необходимо было много говорить относительно физической состоятельности той или другой точки зрения, но все-таки позволю себе добавить еще несколько слов. Если точка зрения простого действия на расстоянии является физическим абсурдом, то тем большим физическим абсурдом является точка зрения запаздывающего действия на расстоянии. Это есть ценный математический прием, придуманный Лоренцом. Прием этот может много дать при формальном описании электромагнитных явлений, но это, конечно, абсолютный физический абсурд. В дополнение к тому, что я здесь говорил относительно физической абсурдности идеи действия на расстоянии, представим себе, что у нас имеется некоторая система, способная излучать электромагнитную энергию. Допустим, что радиостанция *A* в некоторый момент времени начинает генерировать очень мощное излучение, распространяющееся на колоссальное расстояние. Возьмем расстояние столь большое, что оно проходит электромагнитным излучением в десять лет, пока оно не дойдет до некоторого удаленнейшего радиоприемника *B*. Предположим, что после того, как радиостанция *A* уже поработала, мы ее совершенно уничтожим. Допустим, что радиоприемник *B* в момент излучения может даже не существовать и лишь потом, в конце десятого года, мы можем успеть построить приемную систему. Через десять лет излученная электромагнитная энергия будет принята системой *B*. А в промежутке, в течение десяти лет, где находится излученная энергия, где находится физический агент, который должен в конце концов воздействовать на приемник *B*? С точки зрения Я. И. Френкеля, нигде. Такое объ-

108

яснение физически не допустимо. Если мы рассуждаем как физики, подобное объяснение мы должны квалифицировать как полный абсурд. Но при формально-математическом рассмотрении вопроса мы имеем законное право иногда так рассуждать. Как математик, Ньютон правильно пользовался теми положениями, которые, как физик, считал абсурдными.

В прошлый раз в словах Я. И. Френкеля я усмотрел некоторый упрек по адресу метода мышления Фарадея. Он сказал, что Фарадей «не мог себе представить действия на расстоянии», и сказал это с некоторым оттенком осуждения. Я далек от мысли защищать Фарадея от нападков со стороны Я. И. Френкеля, но полагаю необходимым указать, что Фарадей потому именно и считается нами величайшим из физиков, что он в недостижимой для других степени обладал способностью различать физически приемлемое от физически абсурдного. Поэтому-то он и оказался способным обогатить науку рядом достижений, сделавших эпоху. Защищаемая мною точка зрения Фарадея, развитая далее трудами Максвелла, имеет все признаки физически состоятельной точки зрения. Конечно, возможно, что фарадее-максвелловская точка зрения требует некоторых дальнейших уточнений и дополнений, но в общем она вполне может служить нам путеводной нитью при построении вероятной картины того, что происходит в действительности в том электромагнитном процессе, который мы сейчас разбираем.

В прошлый раз П. С. Эренфест, исходя из благородного побуждения примирить спорящие стороны, сказал: «В теперешний момент эти две точки зрения эквивалентны». Да, конечно, они эквивалентны в математическом отношении, при математическом описании явления электрического тока, но ведь это вовсе не относится к теме нашей беседы. В то же время эти две точки зрения абсолютно неэквивалентны в отношении их физического смысла. П. С. Эренфест предложил поставить специальный опыт — *experimentum crucis*, при помощи которого можно было бы решить, какая точка зрения правильна, какая ошибочна. Я не вижу никакого физического смысла в таком эксперименте. Он ни к чему не приведет. Ввиду математической эквивалентности этих двух точек зрения, конечно, любой эксперимент мы можем и должны описать и тем, и другим способом. Но совершенно ясно, что одна точка зрения при всей ее математической законности и ценности является физическим абсурдом, а другая — физически состоятельна и вполне приемлема. Это совершенно очевидно уже теперь, и я поэтому очень возражаю против пессимизма П. С. Эренфеста, который сказал, что может быть нам придется умереть раньше, чем наш спор приведет к какому-нибудь заключению. Умирать не надо, надо жить. По моему, спор решается уже сейчас в плоскости простого здравого смысла.

А. Ф. Иоффе в своем выступлении сказал: «правильно понимаемая электронная теория должна являться дополнением и развитием максвелловской теории». Прекрасные слова, подписываюсь под ними. При этом под правильным пониманием я подразумеваю полный учет

всех тех следствий, которые вытекают из признания абсолютной физической абсурдности идеи действия на расстоянии. Когда этот полный учет будет осуществлен, тогда, конечно, не будет противоречий между большими достижениями электронной теории и представлением Максвелла об электрическом смещении, которое явилось одним из базисов его физической теории.

Итак, в дальнейшем при рассмотрении вопроса о природе электрического тока, занимаясь физическим, а не математическим описанием, мы можем, мы обязаны считаться с фарадеев-максвелловской точкой зрения, которая оказывается единственной физически состоятельной. Я буду основываться на том положении, которое вызвало особенно ожесточенный спор в прошлый раз, а именно, что в каждом элементе объема в пространстве вокруг проводника с током содержится некоторый запас энергии. Этот запас энергии мы не можем, рассуждая как физики, не связывать с каким-то процессом, происходящим в этом же объеме, причем процесс должен быть таковым, чтобы картина его способна была более или менее охватить все стороны, все свойства электромагнитного поля. Делая попытку в этом направлении, Дж. Дж. Томсон в свое время воспользовался представлением о единичных трубках электрического смещения, названных им фарадеевскими трубками. Дж. Дж. Томсон вместе с Пойнтингом дал целый ряд чрезвычайно интересных построений, которые иллюстрируют с этой точки зрения процесс электрического тока в самых разнообразных случаях. Все это необычайно изящные картины, помогающие очень глубоко проникнуть в тонкости процесса электрического тока. С точки зрения Дж. Дж. Томсона и Пойнтинга, магнитное поле надо представлять себе, как форму нашего восприятия движущихся фарадеевских трубок. Однако эта точка зрения приводит в целом ряде случаев к непреодолимым трудностям. С этой точки зрения, например, чрезвычайно трудно уяснить существование магнитного поля вокруг сверхпроводника, по которому течет ток. Далее, с этой точки зрения чрезвычайно трудно объяснить магнитное вращение плоскости поляризации света и т. д. В виду этого я сделал попытку обратиться к магнитному полю и положить именно его в основание картины того физического процесса, который является носителем энергии в случае электрического тока. Здесь я обратился к старым, мало использованным работам Максвелла, в которых он трактует вопрос о вероятной природе магнитного поля. К этому же вопросу он обратился и довольно основательно его еще раз разобрал в одной из последних глав второго тома своего Трактата. Проанализировав открытое Фарадеем явление магнитного вращения плоскости поляризации света, и в полном соответствии с некоторыми ранее высказанными идеями Вильяма Томсона (Кельвина), Максвелл пришел к необходимости утверждать, что в магнитном поле мы имеем дело с каким-то вращением. В каждом элементе объема магнитного поля мы имеем такое вращение, причем это вращение совершается вокруг оси, совпадающей с направлением вектора магнитной силы. Идя по этому

пути, мы вместе с Максвеллом приходим к заключению, что физическое магнитное поле, воспринимаемое нами, как магнитный поток, должно состоять из некоторых вихревых нитей. Отдельные математические работы, которые Максвелл посвятил исследованию этого вопроса, анализируют представление о магнитных вихревых нитях. В этом отношении невольно напрашивается сближение максвелловских вихревых нитей с гельмгольцевскими замкнутыми вихревыми нитями в идеальной жидкости. Целый ряд основных свойств тех и других в значительной мере совпадает. Таким образом, мы подходим к некоторой конкретизации мысли Фарадея о «physical lines of force», о физически существующих магнитных линиях. В своих работах Максвелл очень обстоятельно исследовал вопрос о возникновении электрического смещения при движении магнитных вихрей и показал, что на почве представления о магнитных вихрях имеется возможность очень простого и естественного подхода к объяснению возникновения деформации электрического смещения при движении магнитных вихревых нитей. Таким образом, беря в основу дальнейших рассуждений физически существующие магнитные линии, понимаемые мною как магнитные вихри, мы имеем в своих руках нечто, способное охватить весь комплекс электромагнитных явлений, и в этом я вижу большую ценность такого представления.

Пользуясь представлением о магнитных линиях как о реально существующих элементах магнитного потока, я в ряде своих последних работ¹ подверг обследованию свойства магнитного потока. Мне удалось предвидеть и обнаружить на опыте две составляющие магнитного потока взаимной индукции. Поток взаимной индукции мы обычно выражаем через $M_n i_1$, где i_1 — ток в первичной цепи, а M_n — нормальный коэффициент взаимной индукции. Я установил, что есть некоторая другая составляющая, которая выражается через $-M_a \frac{di_1}{dt}$, т. е. через первую производную тока по времени. Существование этой аномальной составляющей потока взаимной индукции есть необходимое следствие основного фарадеевского представления о магнитном потоке как о совокупности реально существующих замкнутых магнитных линий. Через M_a я обозначил аномальный коэффициент взаимной индукции. Таким образом, полный поток взаимной индукции, сцепляющийся со вторичною цепью, получает следующий вид:

$$\Phi_2 = M_n i_1 - M_a \frac{di_1}{dt}.$$

Далее я предвидел и обнаружил на опыте вторую составляющую электродвижущей силы взаимной индукции. Нормальная составляющая выражается, как известно, через $e_n = -M_n \frac{di_1}{dt}$; аномальная же составляющая выражается соотношением $e_a = M_a \frac{d^2 i_1}{dt^2}$, т. е. выра-

¹ См. «Доклады Академии Наук СССР», серия А, 1929, стр. 131, 136, 171, 259 и 289.

жается через вторую производную первичного тока по времени. Это опять-таки непосредственно следует из основных представлений Фарадея. Полная электродвижущая сила взаимной индукции во вторичной цепи при условии постоянства геометрических координат выражается, следовательно, так:

$$e_2 = -M_n \frac{di_1}{dt} + M_a \frac{d^2 i_1}{dt^2}.$$

В связи с указанными результатами я с тем большим правом в своих дальнейших построениях буду пользоваться представлением о магнитных линиях, как об исходных элементах при объяснении явлений, происходящих в электромагнитном поле.

.....

В. Ф. Миткевич. — Я нахожусь в чрезвычайно тяжелом положении, отвечая на то, что говорит Я. И. Френкель. Я прямо смущен до чрезвычайности. Он применил особый полемический прием. Я стремился поспорить с физиком Я. И. Френкелем, а он подменил физика чистым математиком. У нас нет общего языка. Я не знаю, как говорить. Если вы, Яков Ильич, как физик действительно можете примириться с тем невероятным абсурдом, что некоторая масса m_1 (фиг. 5) может действовать на расстоянии на массу m_2 без того, чтобы какой-либо физический агент проникал сквозь замкнутую поверхность, окружающую массу m_1 , то я вынужден заподозрить вас в том, что вы тайный адепт спиритизма. Иного объяснения нет! Повторю, математик Я. И. Френкель имеет право так рассуждать, законное, абсолютное право. Собственно говоря, все, что на эту тему Я. И. Френкель говорил, он говорил как математик. Мне очень трудно с ним спорить потому, что все продолжается в таком же роде. Если математик Я. И. Френкель со мной спорит, то ясное дело, что он говорит попрежнему с точки зрения дальнего действия. Я ведь с самого начала напомнил, что мы совсем не занимаемся вопросами математического описания явлений тока, мы хотим подойти к вероятной картине того, что в действительности происходит. У меня создалось такое ощущение, будто бы я не говорил этого совсем. Я указывал, что в силу математической эквивалентности разных точек зрения, я не считаю нужным производить тот опыт, о котором П. С. Эренфест в прошлый раз говорил. Этот опыт не имеет физического смысла потому, что формальное описание какого угодно физического явления должно быть возможно и с той, и с другой точки зрения. Далее я утверждаю, что, придерживаясь темы нашей беседы, нужно категорически ясно сказать, какова при современном состоянии знаний вероятная картина того, что происходит в действительности. Я не понимаю, о чем можно еще говорить по вопросу о природе электрического тока.

.....

ТРЕТЬЯ БЕСЕДА

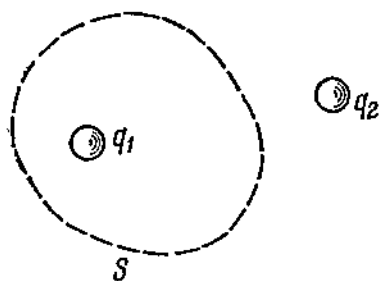
(14 марта 1930 г.)

В. Ф. Миткевич. — Я буду очень краток, для того чтобы дать Я. И. Френкелю время изложить физическое содержание его представлений о природе электрического тока. Я хочу подвести итоги того, что выяснилось в связи с моими выступлениями на двух предыдущих беседах. Речь идет, как М. А. Шателен подчеркнул, о природе электрического тока, а не об электрическом токе вообще. Следовательно, к теме беседы имеют отношение только не математические методы описания электрического тока, а именно только наши физические представления об электрическом токе. Математические соотношения интересны для нас лишь постольку, поскольку они дают материал для суждения о том, что в действительности происходит. Анализируя наши общие физические представления и стремясь осветить основу этих представлений, я в прошлый раз дошел до простейшего случая, до такого примера, который в высокой степени просто выявляет физическую состоятельность различных возможных точек зрения. Я имею в виду случай взаимодействия двух каких-либо физических центров. Иллюстрируя физические взгляды Ньютона, я говорил о двух тяготеющих массах. Совершенно также, конечно, обстоит дело и в случае взаимодействия двух, например, электрических зарядов. Представим себе электрический заряд q_1 , электрический заряд q_2 и некоторую замкнутую поверхность S , окружающую со всех сторон заряд q_1 (фиг. 8). В прошлый раз я поставил вопрос, который могу сейчас сформулировать применительно к электрическим зарядам. Вопрос заключается в следующем: может ли электрический заряд q_1 взаимодействовать с зарядом q_2 без того, чтобы какой-либо физический агент проникал сквозь замкнутую поверхность S ? Вот тот вопрос, который я поставил и который имеет весьма существенное значение при обсуждении всего, что касается природы электрического тока. Необходимо совершенно ясно и четко сказать «да» или «нет». Либо «да», либо «нет». Либо то, либо другое. Середины не может быть!

Подвожу теперь итог того, что выяснилось во время предыдущих бесед. Я самым решительным образом утверждал, что мы должны категорически отрицать возможность ответа «да» и говорить только «НЕТ». С этим ответом связано определенное физическое мировоззрение. Если не может иметь места взаимодействие между q_1 и q_2 без того, чтобы некоторый физический агент проникал сквозь замкнутую поверхность, значит какой-то промежуточный агент есть. Как его мыслить, это совершенно другой вопрос. Можно себе представить, например, что из зарядов q_1 и q_2 вылетают какие-то особые физические кванты. Можно представлять себе это как угодно иначе. Мне кажется, лучше всего стоять на точке зрения Фарадея-Максвелла и мыслить некоторую промежуточную среду, представляющую собою основной физический фон, на котором разви-

ваются все электромагнитные процессы. Но так или иначе, имеется физический посредник между этими двумя зарядами q_1 и q_2 .

Я. Г. Дорфман в прошлый раз выступил с совершенно определенным ответом на поставленный мною вопрос и сказал «ДА»! Он откровенно и смело утверждал, что именно полным абсурдом является мысль о физическом посреднике между взаимодействующими на расстоянии центрами. Я. И. Френкель не считал возможным дать прямой ответ на принципиальный вопрос, касающийся взаимодействия двух физических центров (фиг. 8), но он так много говорил в защиту точки зрения действия на расстоянии, что я, конечно, не рискую ошибиться, если скажу, что он так же рассуждает, как и Я. Г. Дорфман, т. е. что он так же считает абсурдом предположение, будто физические центры не могут взаимодействовать на расстоянии через пустоту, в полном смысле этого слова, без физического посредника. Таким образом, ответом Я. И. Френкеля на поставленный мною вопрос надо признать определенное «ДА».



Фиг. 8.

Итак, мы имеем две совершенно определенные исходные точки зрения: точку зрения Фарадея-Максвелла и точку зрения *actio in distans*. Это — противопоставляемые в нашем споре исходные физические воззрения. Я указывал, что, рассматривая вопрос о природе электрического тока и исходя из фарадее-максвелловских основных

воззрений об участии промежуточной среды — физической первоосновы, на фоне которой проявляются электромагнитные процессы, можно различными способами пытаться построить вероятную картину того, что происходит в действительности. Я упоминал о воззрениях Дж. Дж. Томсона, о картине, в основу которой кладутся физически существующие фарадеевские трубки электрического смещения. Это — стройная картина, которая многое красиво объясняет. Мне представляется, однако, что в ряде случаев не все легко объяснить. Поэтому я пытаюсь построить другую картину и при этом исхожу из представления о реально существующих магнитных линиях. Это мне кажется особенно интересным, потому что Фарадей, который сам говорил вначале об электрических «*physical lines of force*», к концу своей деятельности, после тщательного анализа всего того, что им было открыто, склонялся к преимущественному значению идеи о реально существующих магнитных линиях. Можно далее говорить об электронной теории, учитывающей промежуточную среду. Это будет самая законная электронная теория, которая должна являться тем, о чем говорил А. Ф. Иоффе, т. е. дальнейшим развитием и углублением фарадее-максвелловской теории. Наконец, может быть, со временем будет создана некоторая теория «Х», которая даст более полную и стройную картину того, что происходит в действитель-

ности в случае электрического тока. Но так или иначе все это представляет собою возможные пути развития основной фарадеев-максвелловской точки зрения. С другой стороны, можно построить наше представление о природе электрического тока, исходя из точки зрения *actio in distans*. Здесь можно говорить об электронной теории, не учитывающей промежуточной среды. Можно, наконец, представить себе, что появится некоторая новая теория, исходящая из *actio in distans*. Назовем ее теорией «У». Вот, собственно говоря, общая схема нашего спора. Я все время пытался свести то, что говорилось, в плоскость данной схемы, полагая, что в этом суть дела. Может показаться, что наш спор бесплоден. Я полагаю, однако, что в нашем споре был большой физический смысл и что в сумме было сказано не мало ценного. Это дало возможность заострить нашу мысль и если не окончательно разрешить вопрос о природе тока; то во всяком случае продвинуть вперед анализ всего того, что имеет самое непосредственное отношение к вопросу о природе тока.

В. Ф. Миткевич.

Я скажу теперь несколько слов по поводу очень интересного доклада Я. И. Френкеля. Во-первых, я констатирую тот факт, что с точки зрения Якова Ильича проводниковый электрический ток не есть непрерывный, сплошной физический процесс, как это мною мыслится, но представляет собою лишь комбинацию, так сказать, точечных токов. В тех местах, где есть электроны, есть изолированные точечные токи. В других местах ничего нет. Это — комбинация совершенно обособленных точечных токов. Повидимому, это безусловно так?

Я. И. Френкель. Так.

В. Ф. Миткевич. Меня очень смущает некоторая недомолвка Я. И. Френкеля. Он не увязал (своей мысли, касающейся энергии электромагнитного поля, с тем утверждением, которое по существу делает относительно моего основного вопроса (фиг. 8). По Я. И. Френкелю, вне электрона ничего нет, абсолютно пустое пространство! Предположим, что мы имеем какой-то контур проводника, по которому течет ток. Здесь движутся электроны. Согласимся на время с Я. И. Френкелем, что это и есть реальный процесс тока. Допустим далее, что вокруг проводника абсолютная пустота и что следовательно никакого физического процесса в этой пустоте нет.

Я. И. Френкель. Никакого процесса движения!

В. Ф. Миткевич. Ничего нет! Абсолютная пустота. Нет никакого реального физического процесса! В таком случае я задам вопрос: где находится электрокинетическая энергия этого тока? Хотя Я. И. Френкель и говорит об объемном интегрировании для получения электромагнитной энергии, но, по его мнению, это лишь удобный математический прием. Если вне проводника с током нет никакого реального физического процесса, следовательно, по Я. И. Френкелю, электрокинетическая энергия тока находится внутри

проводника. Это вытекает из общих утверждений Я. И. Френкеля, начиная от этого «ДА» (показывает на доску, где выписаны ответы на вопрос, относящийся к фиг. 8). Итак, по Я. И. Френкелю, энергия тока находится внутри проводника, а в пространстве, окружающем проводник, ничего нет! Теперь представим себе какую-либо передачу электрической энергии на большое расстояние. Я спрошу: где течет энергия, передающаяся вдоль этой линии передачи? Напоминаю: проводник в абсолютной пустоте, где ничего нет. Я. И. Френкель, очевидно, полагает, что энергия течет внутри проводника. Ничего иного нельзя себе представить с его точки зрения. Здесь кроется глубокое недоразумение и явная недоговоренность со стороны Я. И. Френкеля. Он говорил, правда, что физик должен сделать над собою усилие и привыкнуть к точке зрения *actio in distans*. Сделаем допущение, что для обычного случая, для проводника нормального, можно как-то «привыкнуть» к точке зрения Я. И. Френкеля. Но что будет, если мы возьмем сверхпроводящую линию? Предположим, что передается энергия переменного тока. Во всех точках внутри сверхпроводника H является константой. Никакого переменного магнитного поля не будет во всех точках внутри проводника. Как же это энергия переменного тока течет внутри проводника? Не могу понять. Какая-то неувязка в физических представлениях Я. И. Френкеля о природе электрического тока. Впечатление такое, что ему хочется пользоваться фарадеевско-максвелловскими представлениями, но он не считает возможным это открыто признать. Иначе никак невозможно объяснить то, что говорит Я. И. Френкель. Наконец, позволю себе задать еще вопрос. Если мы имеем два тока i_1 и i_2 , через что осуществляется физическое взаимодействие, механическое или индуктивное, между двумя контурами тока? Я даю известный всем присутствующим ответ. Я. И. Френкель дает такой ответ: «Без участия какого-либо промежуточного физического агента». Ни через что! Верно?

Я. И. Френкель. Верно.

В. Ф. Миткевич. Я констатирую факт. Я, пожалуй, могу этим и ограничиться. Еще только маленькое замечание по поводу того, что Я. И. Френкель говорил о некоторых приемах математического описания, как об очень «удобных» и потому, якобы, могущих лечь в основание наших физических представлений. Я думаю, что это недостаточный критерий для того, чтобы этими математическими приемами пользоваться при описании вероятной картины того, что происходит в действительности. Математически это удобно, а физического смысла в этом нет! Тут необходим другой критерий. Пока этим ограничусь.

В. Ф. Миткевич. Яков Ильич, я смущен тем, что слышал. Вы говорите, что с защищаемой мною точки зрения Фарадея-Максвелла действие распространяется с бесконечной скоростью, а с нашей точки зрения — с конечной. Я очень удивлен. Как раз именно фарадеевско-

светловская точка зрения внесла в физику представление о конечном распространении электромагнитного действия, и опыт подтверждает теорию. Вывод Максвелла в свое время поверг в смущение всех защитников идеи действия на расстоянии. Они считались только с мгновенной передачей, и всем, кто пережил эту эпоху, одно время казалось, что тут произнесен смертный приговор над *actio in distans*. Но Лорентц придумал очень красивый математический прием запаздывающего *actio in distans*, и, таким образом, удалось формально описать то, что Максвелл получил, исходя из представления об участии промежуточной среды. Итак, как раз максвелловское воззрение внесло в науку представление о конечной скорости распространения электромагнитных действий, а точке зрения *actio in distans* пришлось изобрести корректив для того, чтобы спастись и иметь возможность математически увязаться с тем, что Максвелл получил, исходя из представления о промежуточной среде. В общем то, что Я. И. Френкель сказал в своем последнем выступлении, клонится к тому, что можно рассуждать и так, можно рассуждать и иначе, т. е. что обе точки зрения математически абсолютно эквивалентны. Но ведь это совершенно не относится к теме нашей беседы и потому никого сейчас не должно сколько-нибудь интересовать. Я уже говорил, что не согласен с П. С. Эренфестом, который любил, что специальным экспериментом можно показать справедливость одной или другой из точек зрения. Математически они всегда будут эквивалентны. Лорентц наглядно показал, как можно в случае надобности дополнить некоторую точку зрения, когда необходимо объяснить новые факты. Я не спорю, быть может, необходимо внести некоторые дополнения и в фарадеев-максвелловскую точку зрения, чтобы все хорошо объяснить. Всякое новое достижение в области физики может повлечь за собою некоторый корректив, ничего не меняющий в существе данной точки зрения. Суть дела в том, что одна точка зрения физически состоятельна, а другая в этом отношении очень грешит и приводит к физическому абсурду. Я очень рад, что оказываюсь не в единственном числе, что выступавшие здесь философы в основном присоединились ко мне. Итак, точка зрения *actio in distans* физически несостоятельна, как указал еще Ньютон. А Ньютон как будто бы является некоторым авторитетом для нас. Великий математик и великий физик! Как математик он с успехом пользовался идеей *actio in distans*, но как физик он говорит — «это абсурд». Я. И. Френкель говорил об условной возможности локализации энергии. Конечно, это есть лишь формально математический ответ на вопрос, касающийся природы физического явления — электрического тока. Все-таки в конце концов, по существу, у Я. И. Френкеля остается то, что вокруг проводника с током абсолютно никакого физического процесса нет. Абсолютная пустота! Если в данном элементе объема вокруг проводника с током есть физический процесс, то мы обязаны признать, что там есть нечто реальное. Математик, конечно, может говорить иначе, а физик не может иначе говорить. Энергия есть реальный физический агент. Если в пространстве вокруг проводника с

током нет никакого физического процесса, то, следовательно, там не может быть локализована какая-либо энергия. Следовательно, с точки зрения Я. И. Френкеля, электрокинетическая энергия тока содержится внутри проводника. Так выходит из его основных положений (ответ «ДА»). Мы ясно видим, однако, что у Я. И. Френкеля есть в то же время тенденция использовать некоторые весьма удобные для него как математика представления Фарадея и Максвелла. Я. И. Френкель не может обойтись без максвелловского объемного интеграла энергии, распространенного по пространству, окружающему проводник с током, рискуя в противном случае обязательством открыто утверждать, что электрокинетическая энергия тока локализована внутри проводника. Правда, он не хочет сказать этого ясно и определенно. Я за него это говорю! Итак, в физических представлениях Я. И. Френкеля о природе электрического тока встречаются глубокие противоречия, которые являются следствием его стремления видеть в идее *actio in distans* нечто большее, чем простой математический прием.

Я должен кончать, потому что уже поздно. В заключение позволю себе воспользоваться образным научным языком, на котором во время первой беседы выражали свои мысли Я. И. Френкель и А. Ф. Иоффе. Я. И. Френкель упрекал меня в том, что я, как бы увлекаясь идеей о каком-то «чорте», стремлюсь решить вопрос, есть ли у чорта хвост или нет. Теперь я каюсь: действительно, я ловил долгое время, многие годы, и во время наших трех бесед продолжал ловить «чорта». Этот «чорт» есть *actio in distans*! Мне кажется, что я его, наконец, уловил, что я оборвал ему «хвост», так что он теперь «без хвоста». А. Ф. Иоффе рассказывал нам красивую басню о медведе и неосторожном охотнике. Я полагаю, что эти образы хорошо олицетворяют те непримиримые точки зрения, которые столкнулись здесь во время наших бесед о природе электрического тока. Какая точка зрения есть медведь, а какая — неосторожный охотник, об этом я предоставляю судить присутствующим.

IX

ВЫДЕРЖКИ ИЗ СТАТЬИ «К ВОПРОСУ О ПРИРОДЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА»¹

1. При описании разного рода явлений мы нередко пользуемся терминологией, исторически сложившейся в условиях недостаточно полного понимания природы этих явлений. По инерции мы продолжаем обычно применять подобную терминологию и тогда, когда общий прогресс знаний уже с очевидностью свидетельствует о том, что она в большей или меньшей степени не соответствует действительности. В целом ряде случаев от этого не происходит никаких недоразумений. Мы, например, говорим: «солнце всходит и заходит», отдавая себе полный отчет в том, что на самом деле этого нет и нам только так кажется. При быстрой езде на автомобиле или при полете на аэроплане в безветренную погоду мы, пользуясь обычным языком, говорим: «ветер дует нам в лицо», и это нисколько не мешает нам совершенно ясно понимать, о чем идет речь. Иногда, однако, старая привычная терминология как бы гипнотизирует нас, удерживая во власти ошибочных точек зрения, и таким образом тормозит правильную оценку вновь открываемых фактов. В этом отношении один из наиболее ярких примеров мы имеем в случае электромагнитного явления, называемого электрическим током.

2. «Из двух предположений, весьма обычно принимаемых в настоящее время, о магнитных жидкостях и об электрических токах первое необходимо признать ошибочным, а быть может и оба ошибочны».² Это суждение было высказано Фарадеем еще в 1854 г. в результате тщательного анализа всего известного ему из области электромагнитных явлений. Однако многое из того, что совершенно отчетливо было понято Фарадеем, этим величайшим физиком-мыслителем, до настоящего времени недостаточно оценено и, вообще говоря, почти совершенно не нашло себе отражения в последующей работе других физиков, между тем как накопление новых опытных материалов, казалось бы, диктует настоятельную необходимость, так сказать, реконструировать наши представления об «электрическом

¹ «Социалистическая реконструкция и наука», 1932, № 3.

² Faraday. Experimental Researches in Electricity. § 3303.

токе» и попытаться вложить в этот старый термин новое содержание, более соответствующее действительности.

Необходимость коренного пересмотра наших основных представлений об электрическом токе вполне ясно ощущал также Энгельс, который в своей «Диалектике природы» заканчивает главу, посвященную электричеству, следующими словами: «И действительно, учение о гальванизме, а за ним и учение о магнетизме и статическом электричестве может получить твердую основу только в химически-точной генеральной ревизии всех традиционных не проверенных, основывающихся на оставленной наукой точке зрения, опытов и в тщательном исследовании превращения энергии, с устранением на время всех традиционных теоретических представлений об электричестве». (Разрядка автора настоящей статьи.)

Приведенные строки были написаны Энгельсом в период 1878—1882 гг. Он пришел к своему заключению на основании критического рассмотрения, главным образом, области электрохимических явлений и, собственно говоря, совершенно не касался явлений электромагнитных, которые дали Фарадею повод высказать мнение, приведенное выше. Энгельс совершенно самостоятельно пришел к констатированию неудовлетворительности установившихся воззрений на сущность электрических и магнитных явлений. Тем ценнее это полное совпадение основных выводов Фарадея и Энгельса, которые оба стремились при анализе явлений природы возможно более освободиться от предвзятых точек зрения и оба в высокой степени ясно сознавали, насколько вредно для прогресса науки слепое подчинение традиции.

Цель настоящей статьи заключается в некоторой систематизации современных и старых материалов, которые необходимо принять во внимание при пересмотре вопроса об электрическом токе.

3. Во всем дальнейшем мы будем строго придерживаться фарадее-максвелловской точки зрения, допускающей *actio in distans*, т. е. действие на расстоянии, только в качестве формально-математического метода описания физических явлений и признающей, что на самом деле все взаимодействия в реальном мире физических явлений и, в частности, электрические и магнитные взаимодействия совершаются не иначе, как при непременно участии среды, окружающей взаимодействующие центры и находящейся между ними. Вопрос о правильности фарадее-максвелловской точки зрения и о ее соответствии тому, что совершается в действительности, имеет принципиальное значение. До последнего времени, однако, в физике точка зрения *actio in distans* имеет еще очень много приверженцев. Так, например, общераспространенная электронная теория рассматривает действие на расстоянии как первичное физическое явление и, вообще говоря, не считается с участием промежуточной среды. Непримиримость этих двух точек зрения весьма рельефно выявилась, между прочим, во время трех диспутов на тему о природе электрического тока, имевших место в 1929 и 1930 гг. в стенах Ленинградского политехниче-

ского института.¹ С целью возможно глубже вскрыть истинные корни существующих разногласий автор настоящей статьи, принимавший участие в упомянутых диспутах, сформулировал в развитие высказывавшихся им ранее мыслей нижеследующие десять вопросов:

Вопрос 1. Может ли физическое явление² протекать вне пространства и времени?

Вопрос 2. Может ли физическое явление протекать без всякого участия в нем какой-либо физической субстанции, представляющей собою носителя свойств, обнаруживаемых в явлении?

Вопрос 3. Может ли физическая субстанция не иметь пространственного распределения?

Вопрос 4. Может ли физическая субстанция в целом или отдельные ее части, сколь бы малы они ни были, не занимать никакого объема?

Вопрос 5. Можно ли рассматривать энергию, как нечто, не являющееся ни самостоятельной физической субстанцией,³ ни каким-либо состоянием или свойством некоторой физической субстанции?

Вопрос 6. Может ли энергия (в том или ином ее понимании) не иметь пространственного распределения?

Вопрос 7. Может ли какая-либо физическая субстанция или энергия возникнуть в некотором объеме из ничего или превратиться в ничто?

Вопрос 8. Может ли физическая субстанция или энергия возникнуть в объеме, в котором их не было, или прекратить существование в объеме, в котором они перед тем были, иначе как путем пространственного перемещения извне внутрь этого объема или изнутри этого объема наружу?

Вопрос 9. Может ли некоторое тело (например, наэлектризованное) притти в движение в связи с приближением к нему другого тела (также, например, наэлектризованного), если при этом энергия ни в каком виде не притекает извне в объем, занимаемый первым телом?

Вопрос 10. Может ли точка зрения «actio in distans», т. е. «действия на расстоянии», рассматриваться не как математический метод, пригодный для формального описания какого-либо физического явления, а как основное воззрение, имеющее непосредственное отношение к существу физического явления?

¹ См. стенограмму этих диспутов в журнале «Электричество», 1930, №№ 3, 8 и 10.

² Во избежание разного рода философских дебатов на тему о том, что мы должны понимать под термином «физическое явление», условимся иметь в виду явления, трактуемые, например, в пяти томах «Курса физики» О. Д. Хвольсона.

³ Категорически, конечно, отрицая самостоятельное существование энергии (без материи), автор счел целесообразным допустить такую формулировку в вопросе 5 для того, чтобы сосредоточить внимание только на «физическом действии на расстоянии» и чтобы не дать возможности защитникам этой псевдофизической точки зрения как-либо уклониться в сторону от основной цели, преследуемой данными вопросами 1—10. (Примечание, добавленное в 1939 г.).

Совокупность безоговорочных и четких ответов «нет» на все десять вопросов выражает собою признание участия промежуточной среды, т. е. принятие фарадее-максвелловской точки зрения. Ответ «да» хотя бы на один из этих вопросов или недостаточно категорический ответ «нет» неизбежно приводит нас прямо или косвенно к допущению действия на расстоянии в качестве первичного явления. Физическая несостоятельность подобного воззрения весьма определенно охарактеризована Ньютоном в нижеследующих словах (см. третье письмо Ньютона к Бентлею): «Что тяготение должно быть врожденным, присущим и необходимым свойством материи, так как одно тело может взаимодействовать с другим на расстоянии через пустоту без чего-то постороннего, при посредстве чего и через что их действие и сила могут быть передаваемы от одного к другому, — это мне кажется столь большим абсурдом, что я не представляю себе, чтобы кто-либо, владеющий способностью компетентно мыслить в области вопросов философского характера, мог к этому притти. Тяготение должно обуславливаться каким-то агентом, действующим постоянно, согласно известным законам...»

О. Д. Хвольсон в I томе своего «Курса физики» по тому же поводу говорит: «Термином *actio in distans*, т. е. действие на расстоянии, обозначается одно из наиболее вредных учений, когда-либо господствовавших в физике и тормозивших ее развитие...».

В связи со всем вышеизложенным мы имеем достаточно основание решительно отвергнуть точку зрения действия на расстоянии при рассмотрении вопросов, касающихся природы электрического тока. Мы будем трактовать сущность процесса, происходящего в цепи какого-либо электрического тока, исключительно с точки зрения участия промежуточной среды. Полная обоснованность физического содержания этой точки зрения была доказана всей научной деятельностью Фарадея и блестящей математической интерпретацией его идей, данной Максвеллом.

4. «Электрический ток не может быть рассматриваем иначе, как явление кинетическое. Даже Фарадей, который постоянно стремился освободить свою мысль от влияния представлений, невольно вызываемых выражениями «электрический ток» и «электрическая жидкость», говорит об электрическом токе как «о чем-то продвигающемся, а не о простом расположении». ¹ Этими строками Максвелл начинает § 569 своего «Трактата об электричестве и магнетизме». Действительно, представление об электрическом токе как о физическом явлении, в котором мы имеем дело с каким-то движением, необходимо рассматривать как нечто, наиболее бесспорное из всего того, что мы знаем о природе тока. Максвелл, особенно обстоятельно анализировавший ряд следствий, вытекающих из кинетической природы тока, и опиравшийся при этом на идеи и экспериментальные исследования Фарадея, между прочим, так выражается по поводу движений электро-

¹ Something progressive, and not a mere arrangement (Faraday, Experimental Researches in Electricity. § 283).

магнитного характера, которые происходят в системе (двух) токов: «...Эта движущаяся материя, какова бы она ни была, не ограничивается объемом проводников, несущих два тока, но, вероятно, простирается по всему пространству, окружающему их».¹ В высокой степени характерно, что Фарадей, открывший законы электролиза и тем самым, казалось бы, в достаточной степени убедительно показавший, что представление о движении электричества внутри проводника, несущего ток, имеет непосредственное отношение к действительности, все же устремляет свой взор в пространство, окружающее проводник, когда в связи с анализом явлений электромагнитной индукции ищет ответа на вопрос об основных и наиболее общих свойствах электрического тока. Мысль Фарадея очень напряженно работала в указанном направлении, и на этой почве у него возникло представление об особом «электротоническом»² состоянии среды в пространстве, окружающем проводник с током, т. е. там, где распределен магнитный поток, органически связанный с током, и где находится вся электрокинетическая энергия тока, в точности равная, как показал Максвелл, энергии этого магнитного потока. Самый проводник, по которому течет электрический ток, Фарадей склонен был рассматривать как «axis of power», т. е. как некоторую ось, вокруг которой соответствующим образом ориентирован основной энергетический процесс, теснейшим образом связанный с магнитным потоком (самоиндукции или взаимной индукции).

Все современные достижения науки об электромагнитных явлениях в полной мере подтверждают ту существенно важную мысль, что в явлении электрического тока кинетический процесс ни в коем случае не ограничивается объемом проводника, но происходит и в пространстве, его окружающем. Даже более того: можно считать достоверным, что в процессе передачи электрической энергии по проводам доминирующую роль играет именно движение, которое имеет место в диэлектрике, окружающем проводник. Передаваемая энергия течет не внутри проводов, но вдоль проводов через диэлектрик, их окружающий. То движение электричества, которое несомненно обычно (при $r \neq 0$) происходит в объеме проводников и которое имеет самую тесную связь с электромагнитным процессом в целом, в отношении передачи электрической энергии, повидимому, само по себе не играет никакой роли.

5. В полном соответствии с общими идеями Фарадея, Максвелл установил, как известно, принцип непрерывности электрического тока, гласящий, что всякий электрический ток есть процесс, который мы обязательно должны ассоциировать с некоторым замкнутым контуром, являющимся «осью» процесса. Пользуясь обычной терминологией, мы можем сказать, что всякий электрический ток протекает по замкнутой цепи. Токов, протекающих по незамкнутой цепи, не существует. В отдельных случаях нам может казаться, что цепь тока разомкнута,

¹ Maxwell. Treatise on Electricity and Magnetism. § 572.

² Faraday. Experimental Researches in Electricity. §§ 60, 71, 231, 242, 1114, 1661, 1729, 3172, 3269.

по в действительности, по Максвеллу, этого не бывает. Например, представим себе обычный металлический проводник, концы которого присоединены к обкладкам некоторого конденсатора. При возникновении в какой-либо части металлического проводника постоянной электродвижущей силы по этому проводнику потечет ток, заряжающий конденсатор, и, во все время процесса заряжения его, через диэлектрик, разделяющий обкладки конденсатора, согласно теории Максвелла, будет течь ток электрического смещения в направлении, так согласованном с направлением проводникового тока, что в результате мы будем иметь замкнутую цепь полного тока в рассматриваемой системе. Когда упругая деформация электрического смещения в диэлектрике достигнет максимального значения, определяемого величиной электродвижущей силы, ток смещения прекратится. В тот же момент прекратится и проводниковый ток, так как разность потенциалов между обкладками конденсатора сделается по абсолютной величине равной электродвижущей силе и уравнивает ее. Таким образом, в случае неполной проводниковой цепи при $\varepsilon = \text{const}$ мы не можем получить длящегося сколь угодно долго постоянного тока, как это было бы при наличии полной проводниковой цепи с сопротивлением, не равным нулю. Если, далее, электродвижущая сила в рассматриваемой цепи прекратит свое существование, то упругая деформация смещения в диэлектрике начнет убывать, и это, по теории Максвелла, будет сопровождаться появлением между обкладками конденсатора тока смещения обратного направления, согласованного с обратным током в соединяющем обкладки конденсатора металлическом проводнике. Мы обычно описываем этот процесс, говоря, что конденсатор разряжается. Максвелл установил количественные законы, характеризующие токи электрического смещения. В каждый данный момент сила проводникового тока, протекающего через поперечное сечение металлического проводника, будет в точности равна силе тока смещения, протекающего через поперечное сечение диэлектрика конденсатора, и так как направления этих токов всегда строго согласованы, принцип непрерывности тока в цепи будет неизменно соблюдаться.

Ток, протекающий по металлическому проводнику, принято в настоящее время рассматривать как течение электронов в объеме проводника. Получающиеся с этой точки зрения количественные соотношения не подлежат ни малейшему сомнению. Что же касается тока электрического смещения, то мы не умеем описывать его на языке электронной теории. Только в самое последнее время делаются некоторые попытки в этом направлении.¹ Во всяком случае необходимо в связи с представлением об электрическом смещении считаться со следующими словами Максвелла:² «Что бы ни представляло собою электричество и как бы мы ни понимали движение электричества,

¹ Alex. Véronnet. *Théorie électronique de l'éther de la lumière, de l'électromagnétisme et de la gravitation*. «*Révue Générale de l'Électricité*», 1931, t. XXIX, pp. 651 et 702.

² Maxwell. *Treatise on Electricity and Magnetism*. § 62.

явление, которое мы называли электрическим смещением, есть движение электричества в том же смысле, как и перенос определенного количества электричества по проводнику представляет собою движение электричества; различие только в том, что в диэлектрике имеет место сила так называемой электрической упругости, которая действует против электрического смещения и принуждает электричество двигаться обратно, когда электродвижущая сила перестает действовать; в то же время в проводнике электрическая упругость непрерывно уступает под действием электродвижущей силы, так что возникает действительный проводниковый ток...

Пуанкаре,¹ излагая теорию Максвелла и касаясь электрического смещения, указывает, что то электричество, которое согласно этой теории мы должны представлять себе смещающимся в процессе установления электрической упругой деформации в эфире, т. е. в так называемой «пустоте», представляет собою нечто, отличающееся от обычно рассматриваемого электричества. Быть может это и так, а быть может, что более вероятно, намечающаяся теперь эволюция наших представлений о природе электрона приведет к устранению кажущегося различия между двумя видами «электричества». Дело в том, что примитивная электронная теория, отмежевывающаяся от основных идей Фарадея и Максвелла, до последнего времени оперировала с электронами, рассматриваемыми как некоторые элементарные корпускулы, строго ограниченного объема, обладающие врожденной способностью взаимодействовать одна с другой на расстоянии, через ничто. С этой точки зрения, движущиеся электроны представляют собою, так сказать, точечные токи, друг с другом не связанные непрерывно, причем, конечно, не может быть и речи о максвелловском принципе непрерывности тока. Но эта примитивная электронная теория начинает претерпевать метаморфозу, обнаруживающую здоровые симптомы сближения с фарадее-максвелловской точкой зрения. Именно, в связи с развитием волновой механики, с одной стороны, и на основе экспериментальных данных из области дифракции электронов, с другой стороны, вырастает представление об электроне как о некотором центре сложного электромагнитного процесса, происходящего в пространстве. Таким образом, электрон теряет резко очерченные границы, как бы расплывается в окружающем пространстве и по природе своей сближается с тем, что вообще имеет место в этом пространстве, т. е. в первичной физической субстанции (эфире).²

Принцип непрерывности тока лежит в основе целого ряда важных соотношений, которыми характеризуется электромагнитное поле, и справедливость его в полной мере подтверждается всей совокупностью

¹ H. Poincaré. *Électricité et Optique*, 1901.

² Говоря об эфире как о первичной физической субстанции, мы, конечно, должны это понимать в том смысле, что на данном этапе наших физических знаний представление об эфире является некоторым пределом конкретизации наших общих представлений о материи (Примечание, добавленное в 1939 г.).

оправдывающихся на опыте следствий, вытекающих из максвелловской теории. Математическую формулировку этого принципа можно представить в следующем виде:

$$\int_s J \cos \alpha \, ds = 0,$$

где J есть плотность электрического тока в некоторой точке произвольной замкнутой поверхности s , α — угол между вектором тока и внешней, например, нормалью к поверхности в данной точке, а интегрирование производится по всей этой замкнутой поверхности. Следовательно, полный ток сквозь любую замкнутую поверхность равен нулю; другими словами, сила тока, протекающего сквозь эту произвольно взятую поверхность в направлении снаружи внутрь, в точности равна силе тока, протекающего сквозь соответствующие участки той же поверхности в обратном направлении, т. е. изнутри наружу.

6. Как известно, всякий электрический ток органически связан с магнитным потоком, который обычно называется потоком самоиндукции. Этот магнитный поток, сцепляющийся с контуром тока, является весьма существенным и совершенно неотъемлемым признаком тока. Можно себе представить электрический ток в проводящей цепи при полном отсутствии электродвижущей силы, при отсутствии электрических сил в объеме проводника и каких бы то ни было разностей потенциалов между отдельными его сечениями, при отсутствии, наконец, обычного течения электронов в объеме проводника. Мы имеем в виду случай постоянного тока в сверхпроводящей цепи, т. е. при $r = 0$. Единственным, неизменным и безусловно всегда наблюдаемым признаком тока является его магнитный поток самоиндукции. Представить себе электрический ток, не связанный с магнитным потоком, мы абсолютно не в состоянии. Подобного тока в природе не существует. Так называемый закон магнитодвижущей силы отражает в себе сказанное выше о внутреннем единстве магнитного потока и связанного с ним тока. Закон этот математически формулируется, как известно, следующим образом:

$$\int H \cos \alpha \, dl = 4\pi i,$$

где линейный интеграл магнитной силы H берется вдоль произвольного замкнутого контура и i есть полный ток, проходящий сквозь контур интегрирования в положительном направлении. Если за контур интегрирования избрать контур некоторой магнитной линии потока самоиндукции данной цепи тока, то будем иметь:

$$\cos \alpha = 1,$$

и закон магнитодвижущей силы принимает следующий упрощенный вид:

$$\int H \, dl = 4\pi i$$

Таким образом, наличие тока i эквивалентно наличию (потока) самоиндукции (Φ_s). Отсутствие потока самоиндукции свидетельствует об отсутствии тока в данной цепи. Это — основное, принципиальное положение. Линейный интеграл магнитной силы вдоль замкнутого контура есть не что иное, как мера силы тока сквозь этот контур. Коэффициент 4π есть случайный результат неудачного выбора единиц, которыми мы обычно пользуемся. Рационализовав эти единицы, можно совершенно исключить 4π из рассматриваемого соотношения. Выражая, например, силу тока в единицах Хевисайда, мы получаем наиболее простую форму соотношения, характеризующего силу тока через физические свойства магнитных линий потока самоиндукции:

$$i = \int H dl$$

Производя же интегрирование вдоль контура, не в точности совпадающего с контуром магнитной линии, мы в хевисайдовых единицах получаем:

$$i = \int H \cos \alpha dl$$

Однако, в силу чисто исторических причин эту же силу тока мы обычно выражаем скоростью протекания электричества через любое поперечное сечение цепи тока и пишем:

$$i = \frac{dq}{dt},$$

имея в виду, в случае проводникового тока, количество электричества, суммирующееся из зарядов электронов и ионов, текущих по цепи. Односторонность и даже возможную ошибочность такого взгляда на явление, называемое электрическим током, мы попытаемся в дальнейшем выяснить.

7. Представление о магнитном потоке явилось результатом работ Фарадея, которого мы по существу должны считать основателем учения о физических свойствах магнитного потока вообще. С самого начала и до последних дней своей научной деятельности он не переставал всесторонне исследовать природу магнитного поля и, базируясь на категорическом отрицании действия на расстоянии, он пришел к представлению о «физических силовых линиях» магнитного поля, которые мы можем в дальнейшем называть просто магнитными линиями. В полном соответствии с представлениями Фарадея мы будем разуметь под термином «магнитная линия» реально существующий нитеобразный элемент магнитного потока, т. е. элементарную трубку магнитной индукции. Согласно Кельвину и Максвеллу, при математическом описании магнитного поля в качестве такой элементарной трубки фигурирует единичная трубка магнитной индукции. Итак, если придерживаться фарадеев-максвелловской точки зрения, то мы обязаны представлять себе магнитное поле как пространство, в котором распределен реально существующий магнитный поток, являющийся совокупностью магнитных линий. Замечательно, что все основ-

ные свойства магнитных линий в высокой степени подобны свойствам гелимгольцевских вихревых нитей в безграничной идеальной жидкости. По Кельвину и Максвеллу, магнитные линии представляют собой именно некоторые вихревые нити.

На основании своих многочисленных экспериментов Фарадей установил принцип непрерывности магнитного потока, согласно которому каждая магнитная линия образует неизменно замкнутый контур. В разного рода электродинамических процессах магнитные линии могут претерпевать какие угодно преобразования,¹ но только не разрыв. Физика не знает случаев, когда мы имели бы дело с незамкнутым контуром магнитной линии, с обозначенными концами ее. Таковые концы магнитных линий мы должны были бы воспринимать как действительные магнитные полюсы, но их не существует в природе, и самая мысль об этом представляется в настоящее время абсурдной.

Со стороны некоторых современных физико-математиков, не стоящих на фарадеевской точке зрения, делаются попытки формально опровергнуть принцип непрерывности магнитного потока. Так, например, Я. Н. Шпильрейн² в одной своей работе, посвященной этому вопросу, приходит к заключению, что с формальной точки зрения возможно себе представить случай, когда магнитная линия не будет замкнута и когда, следовательно, будет иметь место разрыв ее. Он при этом не договаривает, что в таком случае мы будем иметь дело с реальным магнитным полюсом. Все рассуждения Я. Н. Шпильрейна по существу сводятся к утверждению, что отношение между силами двух токов может непрерывно изменяться как угодно и, в частности, может быть иррациональным числом, т. е. числом, которое не является отношением между какими-либо двумя целыми числами. Это эквивалентно утверждению, что сила тока ни в коем случае не квантуется и может принимать какие угодно значения. В настоящее время подобное утверждение в высокой степени рискованно и, повидимому, оно совершенно не соответствует природе явлений. Наоборот, анализ, электромагнитных явлений привел современную физику к представлению о квантовании как об основном моменте разного рода процессов, относящихся к этой области, и потому трудно себе представить, чтобы явление, называемое нами электрическим током, было изъято из закона квантования.

Объективно подходя к оценке установленного Фарадеем представления о реально существующих нитеобразных элементах магнитного потока, мы должны будем признать, что физическое содержание этого представления в целом именно является первым по времени указанием на квантование в области электромагнитных явлений, и все, что за последнее время сделано наукой в этом отношении,

¹ В. Ф. Миткевич. О преобразованиях магнитного потока. Доклады Академии Наук СССР, А, 1929, стр. 131.

² Jean Spielrein Über ungeschlossene Wirbellinien, «Archiv für Elektrotechnik», В. XVIII, 1927, S. 366. См. также: И. Е. Тамм. «Основы теории электричества», т. I, 1929, стр. 228, 229 и 230.

является по существу лишь дальнейшим логическим развитием того миропонимания, фундамент которого был заложен трудами Фарадея. Как показал Максвелл, магнитный поток в целом играет роль некоторого момента количества движения во всяком электрокинетическом процессе. Условной единичной трубке магнитной индукции мы должны приписать электрокинетический момент количества движения, равный единице. Конечно, реально существующей магнитной линии мы должны приписать некоторый иной, но тоже неизменный, момент количества движения, который гораздо меньше единицы, принимаемой в абсолютной электромагнитной системе. Замечательно однако то, что этот элементарный момент количества движения абсолютно не зависит от формы и размеров данной замкнутой магнитной линии. Это есть некоторая определенная константа, которая характеризует физическую сущность магнитной линии. Трудно отрешиться от мысли, что не простой лишь случайностью объясняется то обстоятельство, что планковская постоянная h также имеет характер некоторого элементарного момента количества движения. Это знаменательное совпадение было впервые отмечено М. В. Шулейкиным.

8. В области теоретической механики мы начинаем с изучения движений материального тела в пустоте, т. е. при полном отсутствии какой-либо среды, могущей оказывать сопротивление движению тела. В таком случае свойства материальной инерции выступают особенно рельефно и мы можем в самом чистом виде изучать различные основные проявления кинетической энергии движущегося тела. Это есть простейший случай движения материальной системы, причем постоянная скорость движения может иметь место только при полном отсутствии приложенной к телу внешней механической силы (движущей силы). В достаточной степени освоившись со всем, что происходит при отсутствии сопротивления среды, мы затем с полным сознанием всех существенных сторон этого процесса переходим к рассмотрению случая движения материального тела в какой-либо среде, наличие которой сильно изменяет общие условия изучаемого движения. Мы знаем, в частности, что в этом случае для получения постоянной скорости движения необходимо приложить к телу непрерывно действующую постоянную движущую силу. Если бы мы начинали изучать движение материального тела, исходя из случая достаточно вязкой среды, в которую помещено рассматриваемое тело, то основные законы динамики материальной системы были бы в высокой степени замаскированы привходящими обстоятельствами, связанными с сопротивлением среды, и потребовались бы значительные усилия для того, чтобы суметь отвлечься от различных вторичных сопровождающих явлений и выдвинуть на первый план принципиальные свойства движущейся системы. К счастью, наблюдение многих явлений природы и надлежащим образом поставленный эксперимент позволяют нам без всяких затруднений исследовать реальный процесс движения материального тела при отсутствии или, точнее сказать, при почти полном отсутствии сопротивления среды. Мы привыкли совершенно отчетливо разбираться в основных законах динамики, исходя из

простейших случаев. Но если бы человечество существовало в некоторой достаточно вязкой среде, от которой оно не умело бы освободиться и за пределами которой оно не могло бы ничего наблюдать, то весьма возможно, что, изучая движение материального тела в обычной обстановке, мы привыкли бы смотреть на добавочные движения сопротивляющейся среды и на обусловленный наличием среды постоянный расход энергии при движении в ней некоторого тела как на существенную и принципиально неотъемлемую сторону изучаемого движения. Нечто в высокой степени аналогичное мы можем констатировать в отношении наших традиционных представлений об электрическом токе, протекающем, например, по некоторой проводниковой цепи, сопротивление которой обычно не равно нулю. Мы очень склонны рассматривать как нечто весьма естественное и имеющее принципиальное значение в вопросе о природе тока то движение электронов, которое несомненно имеет место в объеме обыкновенного проводника и обуславливает выделение джоулева тепла. Нам чрезвычайно трудно отказаться от подобной точки зрения, и это кажется совершенно невозможным. Все это происходит вследствие того, что до последнего времени мы не знали проводников, лишенных способности преобразовывать энергию электромагнитного процесса в тепло, т. е. в энергию беспорядочного движения элементов вещества в объеме проводника. Мы привыкли рассуждать только о таком токе, который нагревает проводники цепи, и создали терминологию применительно к данной обстановке, благодаря чему нам очень трудно отрешиться от установившихся взглядов, когда мы пытаемся понять основные процессы, происходящие в простейшем случае электрического тока, т. е. тока в сверхпроводнике.

В настоящее время проводник, у которого $r=0$, не есть нечто воображаемое, нереальное. В 1911—1914 гг. Камерлинг-Оннес открыл, что некоторые металлы (например, ртуть, свинец и др.), будучи сильно охлаждены, до температуры всего лишь в несколько градусов от абсолютного нуля, внезапно делаются сверхпроводящими, т. е. их электрическое сопротивление становится практически равным нулю. В цепи, составленной из сверхпроводников, Камерлинг-Оннесу удалось возбудить ток, который затем при полном отсутствии какой бы то ни было электродвижущей силы сохранялся, практически не ослабевая, в течение ряда часов. Таким образом, теперь уже есть возможность получать самый настоящий электрический ток в сверхпроводящих цепях. Это несомненно есть наиболее простой случай электрокинетического процесса, называемого током. Ясно, конечно, что основные свойства электрического тока должны выявляться на этом простейшем случае весьма рельефно, не будучи замаскированы привходящими обстоятельствами. Следовательно, именно на токе в сверхпроводящей цепи необходимо сосредоточить наше внимание, если мы считаем своевременным пересмотреть вопрос о природе тока и по возможности приблизиться к пониманию того, что имеет особое существенное значение в этом электромагнитном явлении.

9. Вопрос об электрическом токе в сверхпроводящем слое был

в общих чертах рассмотрен еще Максвеллом.¹ Сущность основных положений, установленных им, можно сформулировать следующим образом.

а) Нормальная составляющая магнитной индукции сохраняет постоянное значение во всех точках сверхпроводящего слоя.

б) Если сверхпроводящий слой образует замкнутую поверхность, никакие изменения магнитного поля вне этой поверхности не могут влиять на величину магнитной индукции внутри объема, ограничиваемого этой поверхностью.

в) Объем, ограниченный со всех сторон сверхпроводящим слоем, оказывается совершенно непроницаемым для магнитных линий внешнего (по отношению к данному объему) потока.

Через 40 лет после установления Максвеллом этих положений они были полностью подтверждены непосредственными опытами Камерлинг-Оннеса, которому удалось, наконец, реально осуществить сверхпроводник.

Как непосредственное следствие результатов, к которым пришел Максвелл, и в полном согласии с экспериментальными достижениями Камерлинг-Оннеса, мы можем к трем вышеприведенным положениям добавить еще следующие положения.

г) Если некоторый объем заполнен сверхпроводящим веществом, во всех точках этого объема магнитная индукция и магнитная сила неизменно сохраняют свою величину, т. е. имеют место соотношения:

$$B = \text{const}$$

и

$$H = \text{const}.$$

д) Магнитный поток, сцепляющийся с некоторым контуром, полностью состоящим из сверхпроводника, неизменно сохраняет свою величину и не может быть изменен никакими физическими воздействиями.²

10. Анализируя различные случаи электрического тока, «протекающего» по сверхпроводнику, мы встречаемся с целым рядом обстоятельств, не вполне гармонирующих с нашими традиционными представлениями об этом электрокинетическом процессе. В случае сверхпроводников особенно ярко выступает на первый план роль магнитного потока самоиндукции, как некоторого основного фактора, определяющего собою общий характер процесса, называемого электрическим током. Исходя из рассмотрения потока самоиндукции, мы всегда можем элементарно просто получить количественные соотношения, которыми определяется электрический ток в сверхпроводя-

¹ Maxwell. Treatise on Electricity and Magnetism. §§ 654, 655.

² Lippman. Comptes Rendus de l'Académie des Sciences (Paris), t. 168, 1919, p. 73; В. Ф. Миткевич. О природе электрического тока. Труды 8-го Всеросс. электр. съезда, 1921, вып. I, стр. 99. Перепечатка в журнале «Телеграфия и телефония без проводов», 1922, № 15. См. также: Второй диспут о природе электрического тока, журнал «Электричество», 1930, № 8 и «Физические основы электротехники», 3-е изд., 1933, стр. 119 и 120.

щей цепи. Сказанное полностью приложимо и к основному опыту Камерлинг-Оннеса, который индуктировал ток в замкнутой сверхпроводящей цепи (из свинцовой проволоки). До охлаждения этой проволоки, т. е. когда сопротивление ее еще не было равно нулю, он располагал замкнутую цепь во внешнем магнитном поле так, чтобы с нею сцеплялся определенный поток Φ_0 . Проволока далее охлаждалась до температуры кипящего гелия, причем сопротивление ее становилось равным нулю, и затем сверхпроводящая цепь удалялась от источника внешнего магнитного поля. Магнитный поток, сцепляющийся с контуром проводника, при этом сохраняется неизменным по своей величине, но только теперь он воспринимается наблюдателем как поток самоиндукции (Φ_s), связанный с индуктированным током i . Обозначая коэффициент самоиндукции цепи через L , мы можем, таким образом, написать:

$$\Phi_s = \Phi_0 = Li,$$

откуда получаем:

$$i = \frac{\Phi_s}{L}.$$

Это есть простейший и совершенно точный метод определения силы тока, индуктированного в сверхпроводящей цепи.

18. Необходимо обратить особенное внимание на то обстоятельство, что движение электронов и ионов в объеме проводника имеет непосредственно отношение, повидимому, только к процессу преобразования электромагнитной энергии в джоулево тепло. Превращение кинетической энергии частиц вещества проводника следует рассматривать именно как результат движения электронов и ионов под влиянием и за счет притекающей к проводнику электромагнитной энергии. Если в проводнике джоулево тепло не выделяется, то нет никаких оснований говорить об особом движении электронов и ионов при прохождении тока. Следовательно, надо полагать, что в случае электрического тока в сверхпроводящей цепи, когда джоулево тепло не выделяется, отсутствует и соответствующее движение электронов вдоль цепи. В таком случае становится понятным, почему электронная теория оказалась совершенно несостоятельной при объяснении явлений, протекающих в сверхпроводниках. По всей вероятности, явления эти выходят из рамок того, что может быть формально описано на языке электронной теории, область которой при описании электрической проводимости ограничивается случаями, когда выделяется джоулево тепло, т. е. когда сопротивление цепи не равно нулю.

В связи со всем вышесказанным можно высказать и некоторые предположения относительно вопроса о критическом магнитном поле и о критической силе тока, при которых сверхпроводник теряет свои особенные свойства и начинает нагреваться под действием тока. Весьма возможно, что по достижении указанных критических значений

тока и магнитного поля создаются условия, при которых силы, стремящиеся привести в движение электроны вдоль сверхпроводящей цепи, оказываются в состоянии преодолеть силы, удерживающие эти электроны в атомных группировках, и начинают увлекать их в соответствии с тем специфическим движением, которое присуще реально существующим нитевидным элементам магнитного потока самоиндукции, представляющим собою, по Максвеллу, некоторые вихревые нити.

19. Обращаясь к энергетической стороне явления, называемого электрическим током, необходимо прежде всего отметить, что мы никоим образом не будем в состоянии вычислить величины электрокинетической энергии T_e , которую обладает данная цепь тока i , если будем иметь дело лишь с объемом проводника и движущимися в пределах этого объема электронами и ионами. Для вычисления T_e безусловно необходимо оперировать с пространством, окружающим проводник, т. е. с тем пространством, в котором распределен магнитный поток самоиндукции, играющий с фарадеев-максвелловской точки зрения основную роль в процессе тока и являющийся именно носителем всей его электрокинетической энергии T_e . Эта энергия T_e как раз в точности равна магнитной энергии потока самоиндукции, вследствие чего всегда имеет место соотношение:

$$T_e = \frac{1}{2} Li^2 = \frac{1}{2} \Phi_s i = \frac{1}{8\pi} \int \mu H^2 dv,$$

где интегрирование должно быть распространено по всему объему, занятому потоком самоиндукции.

Электронная теория, имеющая ряд несомненных и весьма ценных достижений в некоторых областях, оказывается абсолютно бессильной в решении задачи о вычислении T_e , если, вопреки явным указаниям фарадеев-максвелловской теории, она настаивает на том, что процесс электрического тока ограничивается явлениями, происходящими в объеме проводника, и не имеет принципиального отношения к каким-либо обстоятельствам вне этого объема. Такая электронная теория неизбежно должна рассматривать движение электромагнитной энергии вдоль линии передачи от генераторной станции к приемным устройствам как процесс переноса энергии электронами, движущимися внутри проводов через их поперечное сечение, подобно тому, что будет иметь место в случае передачи энергии, например, по паропроводу или по водопроводной трубе. Эта схема электронной передачи энергии находится в полном противоречии с результатами работ Пойнтинга, который показал, в развитие теории Максвелла, что электромагнитную энергию мы должны считать передающейся не внутри проводов, а вдоль проводов через диэлектрик, окружающий эти провода, играющие лишь роль направляющих (axis of power, по Фарадею). Пойнтинг показал, что джоулево тепло, выделяющееся в объеме некоторого участка проводника, образуется в нем не за счет энергии, притекающей через ограничивающие этот объем сечения проводника, а за счет проникающей через его боковую поверхность

части электромагнитной энергии, передаваемой вдоль проводника через пространство, его окружающее. Полная точность количественных результатов теории Пойнтинга не подлежит ни малейшему сомнению. Если представить себе, что провода линии передачи совершенно не обладают способностью нагреваться при прохождении тока, т. е. если линия будет состоять из сверхпроводников, то выводы, к которым пришел Пойнтинг, становятся самоочевидными. В этом случае физически немыслим реальный процесс передачи энергии иначе, как именно через диэлектрик, окружающий сверхпроводники.

После всего того, что было сказано выше, нельзя не признать, что термин «электронный транспорт», начинающий в последнее время входить в употребление для обозначения электрической передачи энергии, является результатом глубокого недоразумения, основанного на полном игнорировании всего того, что сделано Фарадеем, Максвеллом и Пойнтингом. Как можно электрическую передачу энергии называть «электронным транспортом», когда объем проводника линии передачи с движущимися в нем электронами является только своего рода кладбищем электромагнитной энергии, как таковой! Если «электронный транспорт» и играет некоторую роль при передаче энергии, так только в качестве паразитного процесса, который обуславливает тепловые потери в линии передачи и понижает коэффициент полезного действия установки.

20. Цель настоящей статьи ограничивалась лишь тем, чтобы возможно более обнажить ряд недоразумений, вытекающих из наших традиционных представлений об электрическом токе, и показать, что мысль о вероятной ошибочности этих представлений имеет достаточные основания. Будущим исследователям в области электромагнитных явлений предстоит сделать еще не мало в направлении дальнейшего физического анализа этих явлений и вскрытия истинной природы электрического тока. В этом отношении особенно важно надлежащим образом согласовать фарадеевскую идею о реально существующих магнитных линиях с представлениями Максвелла об электрическом смещении, стационарном и изменяющемся. Во всяком случае, весьма трудно отказаться от убеждения в том, что основные физические воззрения Фарадея и Максвелла представляют собою верную путеводную нить, следование которой должно будет в конце концов дать нам ключ к пониманию сущности того, что принято называть «электрическим током».

Х

ОБ ОТВЕТАХ М. Л. ШИРВИНДТА И Ю. П. ШЕИНА ПО ПОВОДУ ДЕСЯТИ ВОПРОСОВ¹

1. Редакция ЛЭМИ обратилась к ряду лиц — главным образом, к физикам и к теоретикам диалектического материализма — с просьбою дать свой ответ на мои 10 вопросов² или высказаться более подробно по их существу и постановке. Под этим углом зрения я и буду рассматривать присланные пока только два ответа М. Л. Ширвиндта и Ю. П. Шеина. Тот факт, что они оба сочли необходимым в той или иной форме дать ответы на все мои 10 вопросов, доказывает отсутствие каких-либо принципиальных неправильностей в постановке этих вопросов, или чего-либо неприемлемого по существу. Таким образом, получение от М. Л. Ширвиндта и Ю. П. Шеина ответов на 10 вопросов, совершенно независимо от содержания этих ответов, позволяет мне думать, что формулировка моих вопросов целесообразна и не содержит ничего, противоречащего тому направлению философской мысли, которое представляется мне единственно правильным при рассмотрении природы физических явлений.

2. И М. Л. Ширвиндт, и Ю. П. Шеин в отношении всех десяти вопросов присоединяются к моим отрицательным ответам («нет»). Ясно, конечно, что на мой 5-й вопрос М. Л. Ширвиндт отвечает именно «нет». Ведь я спрашиваю: «Можно ли рассматривать энергию как нечто, не являющееся ни самостоятельной физической субстанцией, ни каким-либо состоянием или свойством физической субстанции?» М. Л. Ширвиндт отвечает: «Энергия не является субстанцией. Энергия — качество материи, определенная форма ее активности». Следовательно, он признает, что энергия не есть что-либо третье, мною не предусмотренное, т. е. он отвечает «нет». Указание М. Л. Ширвиндта, что формулировка моего 9-го вопроса представляется ему «не вполне ясной», совершенно непонятна. Ведь то обстоятельство, что он счел необходимым ответить на 9-й вопрос именно «нет», а не «да» и не нашел оснований уклониться от четкого ответа показывает, что вопрос достаточно ясен в тех пределах, которые

¹ ЛЭМИ, Труды Ленинградского электромеханического института, 1934, № 1, стр. 3.

² См. настоящий сборник, статья IX.

необходимы для принципиального признания неприемлемости «действия 'на расстоянии'» в качестве первичного физического явления. Суть в том, что при формулировке своих вопросов я старался сообщить им характер возможно более общий для того, чтобы дать повод познакомившемуся с этими вопросами и попытавшемуся ответить на каждый из них подойти к некоторым принципиальным установкам, совершенно независимо от его представлений, относящихся к менее существенным деталям, к рассмотрению каковых необходимо затем, конечно, обратиться.

3. Опубликовав свои 10 вопросов, я сопровождал их следующими словами: Ответ «да» на любой из десяти вопросов или недостаточно категорический ответ «нет», хотя бы на один из этих вопросов, неизбежно приводят нас к допущению действия на расстоянии в качестве первичного физического явления.¹

Ответы М. Л. Ширвиндта и Ю. П. Шенна служат прекрасной иллюстрацией справедливости моего вышеприведенного утверждения. Дело в том, что их ответы «нет» сопровождаются рядом соображений, имеющих характер оговорок, что неминуемо в конце концов приводит обоих авторов этих оговорок к большей или меньшей реабилитации «действия на расстоянии». Напоминаю: речь идет не о чем либо ином, а именно о том, можно ли рассматривать «действие на расстоянии» как первичное физическое явление, т. е. как то основное явление, с которым вообще безусловно необходимо считаться при суждении о природе физических процессов.

М. Л. Ширвиндт справедливо указывает, что представление об участии промежуточной среды встречает не мало трудностей при последовательном его проведении для объяснения физических явлений. Главное затруднение он видит в том, что мы не обладаем еще достаточным знанием свойств эфира, без признания которого, по его мнению, мною вполне разделяемому, обойтись невозможно. Он говорит по данному поводу: «Словом, мы пока не располагаем данными, позволяющими сконструировать физическое понятие эфира». На основании этого он считает необходимым указать: «В этой силе теории дальнего действия, при всей ее внутренней слабости и описательной беспомощности». Так как мною были поставлены вопросы именно с очевидною целью выявить физическую неприемлемость точки зрения «действия на расстоянии», то оговорки М. Л. Ширвиндта я не могу понять иначе, как признание того, что несмотря на «внутреннюю слабость и описательную беспомощность», эта точка зрения все же имеет пока некоторое право на признание при рассмотрении природы физических явлений. Правда, М. Л. Ширвиндт все-таки полагает, что бороться с этой точкою зрения нужно, но не так, как это делаю я, когда доказываю ее физическую несостоятельность, т. е., выра-

¹ В. Ф. Миткевич. «Физические основы электротехники», Кубуч, 1932. Предисловие ко 2-му изданию. Та же мысль и почти в тех же словах выражена и в статье «К вопросу о природе электрического тока», «Социалистическая реконструкция и наука», 1932, № 3, стр. 43 (См. статью IX настоящего сборника.)

жаясь языком Ньютона, ее физическую абсурдность. Конечно, я буду чрезвычайно признателен теоретикам диалектического материализма за помощь, которую они мне окажут в борьбе с точкой зрения физического «действия на расстоянии», но только в том случае эта помощь будет действительной, если они вместо того, чтобы давать мне полезные по их мнению советы, сами откроют серьезную борьбу против этой точки зрения и поведут такую борьбу, быть может, более успешно, чем я. Но пока этого нет, я считаю рассуждения М. Л. Ширвиндта некоторой, хотя и очень осторожной, попыткой реабилитировать «действие на расстоянии».

Гораздо более определенно высказывает свои соображения Ю. П. Шенин. С одной стороны, он присоединяется к ответам «нет» на все поставленные мною 10 вопросов, с другой же стороны, он считает необходимым добавить «но...», за которым следует длинный ряд соображений, последовательно приводящих его к весьма четкой реабилитации «действия на расстоянии». Еще раз повторяю, что речь идет об основном физическом воззрении, а не о методах математического анализа физических явлений. Ю. П. Шенин признает, что я правильно делаю, подчеркивая противоположность двух концепций: фарадеевской точки зрения и точки зрения «действия на расстоянии». Однако здесь же он добавляет: «Но нужно было бы подчеркнуты также и то, что факты современной физики, как и общий диалектический взгляд, требуют того, чтобы эти противоположности были преодолены и синтезированы. Не «либо» среда, «либо» свойства самих тел, но иная постановка проблемы, которая синтезировала бы оба противоположных утверждения в высшем органическом единстве — повидимому единственно соответствует действительности».

Что касается «фактов современной физики», требующих синтеза точек зрения «действия на расстоянии» и фарадее-максвелловской, то я решительно ничего не слышал о подобных фактах. Мне они представляются совершенно невероятными. Если бы Ю. П. Шенину действительно удалось найти такие факты, то это надо было бы признать исключительно важным открытием, расширяющим границы физики и вводящим в ее область ряд новых явлений, которые мы до сих пор не склонны были называть физическими. Пока же он не опубликует точных данных об открытых им фактах, я буду иметь право утверждать, что ссылка на них совершенно не обоснована.

Теперь остановимся на своеобразном понимании Ю. П. Шениным общего диалектического подхода к трактовке рассматриваемых противоположностей. Кто может возражать против того, что синтез противоположностей есть очень мощное орудие анализа процессов, происходящих в природе? Но нельзя же без особых размышлений, так сказать автоматически, стремиться синтезировать всякие противоположности! Быть может, с очень общей философской точки зрения и допустимо синтезировать любые противоположности независимо от их содержания, но если мы имеем в виду определенный круг явлений или представлений, то повидимому следует считаться с некоторыми ограничениями. Так, например, можно ли, имея в виду область мате-

математического анализа, синтезировать правильное решение какого-либо уравнения и неправильное решение того же уравнения? Или же, оперируя с тою же областью математики, можно ли синтезировать противоположные утверждения: $\cos \varphi < 1$ и $\cos \varphi > 1$? Вообще, можно ли и нужно ли синтезировать всякое справедливое утверждение и противоположное ему несправедливое утверждение? Можно ли и нужно ли синтезировать точку зрения, имеющую отношение к природе физических явлений, и точку зрения, являющуюся в этом отношении абсурдной? Ведь не может быть сомнения в том, что точка зрения Фарадея и Максвелла имеет непосредственное отношение к действительно происходящим процессам и, в то же время, точка зрения «действия на расстоянии», в качестве чисто физического воззрения, не может быть квалифицирована иначе, как физический абсурд.¹ Зачем же их синтезировать в условиях, когда мы говорим именно о природе физических явлений? Эти противоположные точки зрения можно, однако, синтезировать, имея, например, в виду методы математического анализа физических явлений. Как известно, такого рода синтез и был уже выполнен Максвеллом в его «Трактате об электричестве и магнетизме», где он с полной убедительностью показывает, что обе точки зрения, надлежащим образом использованные, в ряде случаев приводят к одним и тем же результатам (в виду их внутреннего единства в математическом отношении). Выдвигать же требование подобного синтеза в связи с ответами на сформулированные мною 10 вопросов — это, по моему мнению, в высокой степени ошибочно. Вопреки указаниям Ю. П. Шенна я полагаю, что при суждении о природе физических явлений не может быть и речи о каком-либо синтезе точек зрения «действия на расстоянии» и фарадеев-максвелловской. Либо одно, либо другое. В данном случае эти точки зрения абсолютно непримиримы и совершенно исключают одна другую. Для физика иного выхода нет и быть не может. Неужели физик при исследовании природы явлений должен синтезировать элементы материалистического и идеалистического мировоззрений? Допустимо ли вообще с диалектической точки зрения требование синтеза таких двух типичных противоположностей, как материализм и идеализм? Быть может, как я уже указывал выше, с общеполитической точки зрения это и представляет некоторый интерес, но я утверждаю, что в области физики подобный синтез ничего не дает, кроме полного хаоса в самых существенных наших представлениях, и никоим образом не может содействовать изживанию того кризиса, который так остро чувствуется в настоящее время.

Итак, в рассуждениях Ю. П. Шенна есть несомненная ошибка, вознившая на почве слишком прямолинейного понимания директив одного из основных положений диалектики (о синтезе противополож-

¹ См., например, В. Ф. Миткевич. Основные воззрения современной физики. Речь, читанная в торжественном годовом собрании Академии Наук СССР 2 февраля 1933 года. (См. настоящий сборник, статья II.)

ностей), что и привело его к признанию точки зрения «действия на расстоянии» в качестве физического воззрения.

Диалектика нас этому не учит. Наоборот, диалектический подход к физическим явлениям требует от нас самого тщательного анализа трактуемой проблемы.

В связи со всем вышеизложенным невольно вспоминаются слова В. И. Ленина: «Самое верное средство дискредитировать новую политическую (и не только политическую) идею и повредить ей состоит в том, чтобы во имя защиты ее довести ее до абсурда. Ибо всякую истину, если ее сделать «чрезмерной»..., если ее распространить за пределы ее действительной применимости, можно довести до абсурда, и она даже неизбежно, при указанных условиях, превращается в абсурд».¹

4. М. Л. Ширвиндт и Ю. П. Шейн, в связи со своими ответами по поводу моих 10 вопросов, высказывают мнение, что я борюсь с идеализмом в физике, исходя из механистических воззрений. Термин «механистическое» в последнее время очень часто применяется и кстати, и не кстати. Разговор о механистичности моих воззрений, по моему мнению, не имеет никакого отношения к сути дела, т. е. сформулированным мною 10 вопросам. Интересно знать, где именно и в чем именно М. Л. Ширвиндт и Ю. П. Шейн нашли в моих вопросах нечто, свидетельствующее о механистичности моих исходных позиций. Отсутствие определенных и ясных указаний по этому поводу позволяет мне считать их утверждение бездоказательным и голословным, подобно тому, как, например, было бы совершенно голословным мое простое, ничем не подкрепленное утверждение, что в ответе Ю. П. Шейна по поводу моих вопросов я имею основание усматривать элементы идеалистического мировоззрения.

Во всяком случае, чрезвычайно непонятным является то обстоятельство, что и М. Л. Ширвиндт и Ю. П. Шейн все же не могли совсем воздержаться от ответов на мои 10 вопросов, несмотря на их якобы «механистичность», а сочли себя вынужденными так или иначе присоединиться к моим «нет». Я в праве из этого заключить, что в моих 10 вопросах содержится нечто более общее и более существенное, чем простое отражение какой-либо механистичности или немеханистичности индивидуальных воззрений их автора. Это обстоятельство, как видно, осталось совершенно не замеченным и не отмеченным ни М. Л. Ширвиндтом, ни Ю. П. Шейным.

5. М. Л. Ширвиндт указывает, что среди формулированных мною вопросов нет основного и решающего вопроса, именно вопроса о характере среды — передатчика взаимодействий, каковую среду мы обычно называем эфиром, и попутно отмечает, что я в своем курсе «Физических основ электротехники» фактически придерживаюсь гипотезы «механического эфира». При этом он подчеркивает необходимость принимать гипотезу «немеханического эфира». По этому поводу я должен сказать следующее. Вопрос о свойствах эфира яв-

¹ Ленин. Соч., т. XVII, стр. 151.

ляется еще величайшей загадкой, которая стоит перед физиком, и говорить о «механичности» или «немеханичности» эфира пока очень трудно, в особенности если принять во внимание, что само содержание терминов «механический эфир» и «немеханический эфир» весьма спорно, и каждый натурфилософ может по-своему их понимать. Поэтому было бы очень ценно, если бы М. Л. Ширвиндт высказался по этому поводу более или менее определенно и к тому же сформулировал те дополнительные вопросы, которых, по его мнению, нехватает в серии моих десяти вопросов. Лично же я полагаю, что этих десяти вопросов совершенно достаточно для решения поставленной мною проблемы о допустимости «действия на расстоянии» в качестве первичного физического явления. Наконец, позволительно спросить М. Л. Ширвиндта, почему он не допускает, что содержание моих десяти вопросов охватывает в общем и его «немеханический эфир», все же являющийся, насколько я понимаю, основной физической субстанцией, а не чем-то метафизическим.

6. Ю. П. Шенн, разбирая содержание моих десяти вопросов, неоднократно говорит о затронутой в них проблеме пространственной характеристики физических процессов, но при этом совершенно умалчивает о том весьма существенном обстоятельстве, что я в своих вопросах иду дальше и не ограничиваюсь лишь требованием примитивной пространственной характеристики этих процессов и их элементов, а выдвигаю на первый план их объемную характеристику. Если ограничиться лишь требованием пространственной характеристики, то можно представить себе физическое тело как некоторый объем, в котором как-то распределены соответственным образом движущиеся материальные точки. Такого рода заблуждение, как мне неоднократно пришлось убедиться, весьма распространено. Таким образом, не соответствует действительности утверждение Ю. П. Шенна, что «никем ведь и не оспаривается» требуемая мною пространственная характеристика физических процессов, а я ведь требую признания пространственной характеристики в расширенном ее понимании в отношении объемности сколь угодно малых элементов, участвующих в физическом процессе. Хотя Ю. П. Шенн формально и присоединяется к моим «нет» на все 10 вопросов (вполне очевидно, что иначе он никак не может поступить, стремясь придерживаться материалистических воззрений), однако вышеуказанное недоразумение не позволило ему вникнуть в сущность моих вопросов. Он высказал далее соображение, что признание обязательного значения пространственной характеристики не исчерпывает принципиальных вопросов о физических явлениях, но при этом он совершенно упускает из вида, что я и не стремился к исчерпанию данной общей проблемы, когда формулировал свои 10 вопросов, имеющих очевидную и непосредственную цель выявить роль точки зрения «действия на расстоянии». Вместе с тем Ю. П. Шенн предостерегает против проводимой мною «геометризации» физических явлений. Из этого можно заключить, что он не признает за объемной характеристикой физических процессов первенствующего значения. Повидимому, он может мыслить о ка-

ких-то физических явлениях, которые не укладываются в рамки указанной объемной характеристики, имеющей, с моей точки зрения, принципиальное значение.

7. Можно было бы сказать многое и по поводу других утверждений Ю. П. Шенна, высказанных им в связи с моимидесятью вопросами. Но, чтобы не отвлекаться от основного в сторону деталей, я ограничусь еще только одним замечанием, касающимся «*regressus in infinitum*», о котором он говорит, критикуя основную фарадеевскую идею о физический существующих элементах магнитного потока. Не полагает ли Ю. П. Шенн, что к такому же «*regressus in infinitum*» мы должны прийти и в отношении других квантов, с которыми мы встречаемся в электромагнитных процессах, если только будем последовательно отвергать «действие на расстоянии». Следуя его методу рассуждений, необходимо признать, что для объяснения взаимного отталкивания электронов есть только два пути: либо допустить существование каких-то электронов «второго порядка», «третьего порядка» и т. д. до бесконечности, либо прибегнуть к «синтезу» точки зрения «действия на расстоянии» и точки зрения участия среды. К сказанному добавлю, что в рассуждениях Ю. П. Шенна есть и прямая ошибка. Его физически существующие «радиальные» магнитные линии «второго порядка» будет вызывать сближение магнитных линий «первого порядка», а не взаимное отталкивание и, таким образом, им никак не удастся «выполнять с похвальной успешностью свои функции», которые им приписывает Ю. П. Шенн.

XI

К ВОПРОСУ ОБ УСЛОВНОСТИ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ТРАКТОВКИ ФИЗИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ¹

1. Математика бесспорно является одним из самых мощных орудий, которым мы располагаем при изучении физических явлений. Язык математики позволяет уточнять формулировку количественных соотношений, характеризующих эти явления. Приемы и методы математики помогают нам достигать широких обобщений, с одной стороны, и углубляться в анализ деталей физических явлений, с другой стороны. В связи со всем этим представления и образы, безусловно необходимые и вполне законные в процессе математических операций, мало-помалу проникают в наше физическое мышление и оказывают сильное влияние на образование тех представлений, которыми мы пользуемся при описании физических явлений. Однако не все подобные представления, будучи весьма полезными при математическом анализе, могут быть признаны в то же время строго соответствующими реальному содержанию физических явлений. Дело в том, что некоторые представления явились результатом простого объективирования математических абстракций без должного физического анализа данных абстракций. В известных случаях этот анализ и не мог быть своевременно осуществлен, в виду того что трактуемые физические явления еще не были достаточно изучены экспериментально. Но по мере накопления опытного материала в свете современных физических открытий необходимо периодически подвергать пересмотру наши физические представления, нередко являющиеся лишь отражением математической символики. В других случаях ошибочность некоторых физических представлений, возникших на почве объективирования математических абстракций, могла бы быть выяснена по существу еще давно. Во всяком случае это должно быть, наконец, сделано теперь путем чисто логического рассмотрения простейших примеров, относящихся к той или иной группе физических явлений.

2. В статье С. Н. Шипкова, напечатанной в № 12 журн. «Электричество» за 1933 г. под заглавием «Условность строго математиче-

¹ «Электричество», 1933, № 12, стр. 1.

ской интерпретации мгновенного значения силы электрического тока», содержатся весьма ценные соображения по вопросу о необходимости различать математическое определение силы электрического тока и реальное содержание этого электромагнитного явления. Он совершенно справедливо указывает, что структура обычного математического определения силы тока

$$i = \frac{dq}{dt}$$

внушает идею о возможности непрерывного изменения силы тока, между тем как современная физика заставляет признать возможность только скачкообразных изменений силы тока в связи с квантованием электричества.

Я считаю полезным добавить несколько слов к соображениям С. Н. Шипкова, касающимся квантования силы электрического тока, и сверх того привести из области электрических и магнитных явлений другие примеры условности и даже физической несостоятельности некоторых наших представлений, являющихся следствием недостаточно закономерного использования математических абстракций за пределами их действительной применимости.

3. Необходимо прежде всего, по моему мнению, отметить то обстоятельство, что квантование тока должно быть внутренне связано не только с квантованием электричества, т. е. существованием элементарных неделимых зарядов, но также и с вероятным квантованием скорости электронов. Как известно, современная квантовая механика в своем развитии приходит к представлению о квантовании пространства-времени. Эта идея на первый взгляд кажется совершенно парадоксальной, но то зерно истины, которое в ней содержится, состоит, повидному, именно в том, что скорости электронов не могут претерпевать непрерывного изменения, а как-то квантуются. Таким образом в выражении для силы тока, вытекающем из электронной теории:

$$i = nev_s,$$

при неизменном заряде электрона e и некотором неизменном сечении провода S , по всей вероятности квантуются величины n и v , т. е. число электронов в единице объема и средняя скорость электронов. Если бы скорость v могла претерпевать какие угодно изменения, то были бы мыслимы непрерывные изменения силы тока, несмотря на квантование количества n .

4. Из того, что количество электричества q не может претерпевать непрерывных изменений, а квантуется в связи с существованием элементарного заряда e , вытекает необходимость признать и квантование э. д. с. E , которую мы обычно выражаем математически в формах, не учитывающих этого важного обстоятельства. Для пояснения сказанного представим себе некоторую проводящую цепь, в которой действует постоянная э. д. с. E и которая замкнута на конденсатор с неизменной емкостью C . В таком случае мы можем написать

$$E = \frac{q}{C}.$$

Так как количество электричества q квантуется, то, следовательно, квантуется и э. д. с. E . Признав таким образом, что свойство квантования присуще э. д. с. E , и принимая сопротивление некоторой проводящей цепи r неизменным, рассмотрим теперь случай постоянного тока в подобной цепи, замкнутой накоротко. Из соотношения

$$E = ri$$

вытекает, что даже при отсутствии каких-либо иных указаний на квантование тока мы должны были бы это признать, исходя из квантования э. д. с. И обратно, признав квантование тока, мы должны на основании последнего соотношения утверждать, что и э. д. с. всегда вообще квантуется, т. е. изменяется не непрерывно, а некоторыми скачками, которых мы практически не замечаем только вследствие их чрезвычайной малости.

5. Квантование э. д. с. несомненно должно обуславливаться физическими причинами, ее порождающими. В случаях, например, э. д. с. контактного характера основную роль играет количество электронов, прошедших через некоторую поверхность раздела двух проводящих сред. А это количество электронов, конечно, может быть только целым числом. В случае индуктированной э. д. с. объяснения, очевидно, надо искать в признании квантования магнитного потока. Что это должно быть именно так, следует, между прочим, из рассмотрения потока самоиндукции Φ_s , сцепляющегося с неизменяемой цепью некоторого тока i . Коэффициент самоиндукции L при неизменности цепи есть величина постоянная. Исходя из соотношения

$$\Phi_s = Li,$$

необходимо заключить, что магнитный поток квантуется, так как сила тока i квантуется. Следовательно, реальный физический процесс, происходящий в магнитном поле, мы должны признать состоящим из отдельных дискретных элементов. Таким образом, мы имеем полное подтверждение справедливости основной идеи Фарадея о «физических силовых линиях» магнитного поля. Пользуясь современным языком, мы можем говорить о физически существующих элементарных трубках магнитной индукции. В абсолютной электромагнитной системе мы обычно пользуемся представлением об единичной трубке магнитной индукции и для обозначения ее применяем более краткий и практически более удобный термин «магнитная линия», имея в виду ось единичной трубки. При этом в понятие о магнитной линии мы должны вкладывать реальное содержание, в точности соответствующее фарадеевской идее о «физической силовой линии» магнитного поля. Итак, магнитный поток Φ , математически обычно рассматриваемый у нас и как величина, могущая претерпевать непрерывные изменения, в действительности может изменяться только скачкообразно, так как реально существуют дискретные элементы магнитного потока.

6. В выше рассмотренных примерах условность математических соотношений надо понимать в том смысле, что они по существу выражают собою лишь закономерности статистического характера

и, совершенно правильно учитывая общий ход изменений среднего значения некоторой физической величины, не могут претендовать на то, чтобы исчерпывающим образом описывать все отдельные стадии этих изменений. Но есть случаи, когда условность математического соотношения носит более существенный характер и когда на почве слишком примитивной трактовки этого соотношения возникают ошибочные принципиальные установки. Наиболее яркий пример этого рода мы имеем в виде «физического действия на расстоянии», т. е. действия на расстоянии, рассматриваемого в качестве какого-то первичного физического явления. Происхождение этой псевдофизической идеи коренным образом связано с объективированием понятий, вытекающих из математической формулировки ньютоновского закона всемирного тяготения и кулоновских законов взаимодействия электрических зарядов и магнитных масс. Несмотря на ясно выраженное мнение Ньютона, что представление о действии на расстоянии не имеет никакого физического смысла, являясь лишь базой математической трактовки явлений тяготения, и что оно, рассматриваемое в качестве первичного физического явления, представляет собою полный абсурд, несмотря на совершенно определенные указания Кулона, что формулированные им законы имеют только чисто описательный характер, ничего не говоря о природе явления, — несмотря на все это, мало-помалу с течением времени идея физического действия на расстоянии начала все больше и больше внедряться в научное мышление и в настоящее время доминирует в физике.

А между тем достаточно самого элементарного рассмотрения простейших случаев для того, чтобы убедиться в абсурдности идеи о физическом действии на расстоянии. Рассмотрим, например, взаимодействие двух электрических зарядов q_1 и q_2 или взаимодействие двух магнитов N_1S_1 и N_2S_2 . Предположим далее, что заряд q_1 или магнит N_1S_1 окружен со всех сторон двумя замкнутыми поверхностями S_1 и S_2 , нигде не касающимися и не пересекающимися.

Зададим теперь вопрос: могут ли электрические заряды q_1 и q_2 или магниты N_1S_1 и N_2S_2 взаимодействовать так, чтобы при этом в слое между замкнутыми поверхностями S_1 и S_2 не происходило какого бы то ни было физического процесса?

С точки зрения действия на расстоянии на этот вопрос необходимо ответить категорическим «да».

С точки зрения Фарадея и Максвелла единственным возможным ответом является самое решительное «нет».

Казалось бы, ответ «да» включает в себе признание участия каких-то, так сказать, спиритических факторов в физических процессах. Ответ же «нет» естественно приводит нас к признанию участия среды, окружающей взаимодействующие физические центры. И тем не менее в подлунное время в науке чрезвычайно распространено допущение физического действия на расстоянии и полное отрицание участия среды. С целью математического описания явлений распространения электромагнитных возмущений в представлении о действии на расстоянии, сильно поколебленное в своих позициях.

открытиями Герца, была внесена поправка, а именно было введено в науку понятие о запаздывающем действии на расстоянии. Но это последнее является еще большим физическим абсурдом, чем простое действие на расстоянии, и при рассмотрении сущности явлений приводит к явному нарушению закона сохранения энергии и закона причинности.¹

Итак, условность идеи о действии на расстоянии (простом или запаздывающем) заключается в том, что использование этой идеи вполне целесообразно и совершенно законно лишь в области математического описания и анализа физических явлений, но при трактовке вопроса о вероятной природе реальных физических процессов мысль о действии на расстоянии явно абсурдна и потому недопустима.

Приходится, к сожалению, отметить, что защитники физического действия на расстоянии, как показал опыт, всемерно уклоняются в большинстве случаев от прямого и четкого ответа на вопрос, подобный сформулированному мною. Выражаясь словами проф. П. С. Эренфеста, можно сказать, что защитники физического действия на расстоянии «боятся философствовать».² Вместо обсуждения принципиальной стороны дела они обычно отвлекаются в сторону рассмотрения различных второстепенных подробностей, и это приводит только к замаскированию сущности вопроса. Например, делаются попытки опровергнуть принципиальную необходимость участия среды во всех физических взаимодействиях сведением фарадеевско-максвелловской точки зрения к наивным представлениям о «физических силовых линиях» как о грубо материальных нитях из какого-то неведомого вещества. При этом противники фарадеевско-максвелловской точки зрения игнорируют то обстоятельство, что в настоящее время даже элементы обычной материи — электроны, протоны — мыслятся в виде некоторых пакетов волн, которые должны быть понимаемы, конечно, как результат соответствующих волновых процессов, происходящих на фоне какой-то физической, а не воображаемой среды, т. е. на фоне какой-то физической первоматерии, заполняющей все наше трехмерное пространство. Ясно, что и «физические силовые линии» надо понимать как оси, характеризующие специфический процесс на фоне той же основной среды. Быть может, это — процесс волновой же природы, а быть может, это — процесс вихревого характера. Не в этом суть принципиального вопроса, сформулированного мною.

7. Из всего изложенного выше отнюдь не следует выводить неправильное заключение, будто «бы я хочу сказать, что приемы математического анализа физических явлений опасны, ошибочны и т. п. Совсем наоборот, язык математического анализа совершенно необходим при описании и исследовании физических явлений,

¹ В. Ф. Миткевич. Основные воззрения современной физики. Речь, читанная на торжественном годовом собрании Академии Наук СССР 2 февраля 1933 г. (См. настоящий сборник, статья II.)

² См. 2-ю беседу о природе электрического тока, «Эл.ктричество», 1930, № 8, стр. 349.

и применение его приводит к весьма ценным результатам. Надо только помнить, что математические формулировки, дающие нам, вообще говоря, точное описание общего хода явления и касающиеся нередко только внешнего эффекта, обнаруживающегося в физическом явлении, иногда ничего не говорят о внутреннем содержании этого явления, о его природе. Следует во всяком случае иметь в виду, что язык и формы математического анализа не составляют сущности физической теории, а играют при ее построении и описании лишь вспомогательную, хотя и весьма важную роль. Физическая же теория представляет собою строго обоснованную и не содержащую внутренних противоречий систему взаимно согласованных физических представлений.

XII

ПО ПОВОДУ СТАТЬИ ПРОФ. Д. Б. ГОГОБЕРИДЗЕ «К ВОПРОСУ ОБ УСЛОВНОСТИ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ТРАКТОВКИ ФИЗИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ»¹

1. В № 1 журнала «Электричество» за текущий год помещена статья проф. Д. Б. Гогоберидзе под вышеуказанным заглавием,² представляющая собой попытку критики некоторых моих взглядов по вопросу о природе электромагнитных явлений. Я с большим удовлетворением прочел эту статью, так как она весьма убедительно доказывает, что довольно трудно подыскать хорошо аргументированные возражения против точки зрения, которая представляется мне единственно правильной в области основных физических представлений. Со многими соображениями и суждениями проф. Д. Б. Гогоберидзе я, конечно, не могу никак согласиться. Остановлюсь на главнейшем.

2. Проф. Д. Б. Гогоберидзе совершенно правильно понял мое определение того, чем должна быть физическая теория. Но он ошибается, требуя от современных систем физических представлений полной законности и полного приближения к идеалу, к которому мы должны стремиться по мере развития наших физических знаний. До настоящего времени общей физической теории еще не существует в законченном виде. На это я совершенно определенно указываю в заключительной части своей речи «Основные воззрения современной физики».³ В виду сказанного в каждом частном случае речь может идти только о степени приближения некоторой системы физических представлений к стоящему перед нами пока еще отдаленному идеалу, и с этой точки зрения данное мной определение необходимо рассматривать как критерий при сравнительной оценке различных современных теоретических построений.

3. Проф. Д. Б. Гогоберидзе не прав, говоря о моей теории электромагнитного поля. О подобной теории я ничего не слышал.

¹ «Электричество», 1934, № 7, стр. 40.

² Упомянутая статья проф. Д. Б. Гогоберидзе написана им в ответ на мою статью под тем же заглавием. (См. настоящий сборник, статья XI.)

³ Речь, читанная в торжественном годовом собрании АН СССР 2 февраля 1933 г. См. сборник «Карлу Марксу Академия Наук СССР» и введение к 3-му изд. курса «Физические основы электротехники», 1933. (См. также настоящий сборник, статья II.)

Мне можно приписать только упорную защиту системы основных физических представлений, разработанной Фарадеем и развитой далее Максвеллом, а также указание на некоторые логически вытекающие отсюда следствия. Что касается моих разногласий с Дж. Дж. Томсоном по вопросу о том, что же является основной реальностью — магнитные линии или трубки электрического смещения, то необходимо отметить следующие мотивы моей позиции. В последних сериях своих исследований (III том *Experimental Researches in Electricity*) Фарадей дает обстоятельный анализ всего, известного ему из области электромагнитных явлений, и неоднократно подчеркивает особо важную роль той стороны этих явлений, которую мы воспринимаем в качестве элементов магнитного поля. Таким образом в своем стремлении опираться на представление о магнитных линиях, как на исходное, я лишь делаю попытку возможно ближе подойти к общему ходу идей Фарадея.

4. Искусство чтения чужих мыслей, несомненно, представляет большой интерес, но едва ли оно может найти целесообразное применение в научной дискуссии о природе физических явлений. Дело в том, что при этом можно впасть в ошибку, как это и случилось с проф. Д. Б. Гогоберидзе. Он приписал мне целый ряд представлений о мировом эфире, которых никогда не было в моих мыслях. Основываясь только на предположениях, он пишет; «...однако можно думать, что согласно фарадеевой идее он (Миткевич) рассматривает мировой эфир как одну из разновидностей обычной материи, имеющую очень малую массу, но чрезвычайно большую упругость...». И дальше проф. Д. Б. Гогоберидзе, конечно, без труда разбирает эти устарелые представления, которые, кстати сказать, ни в коем случае не должны быть ассоциируемы с именем Фарадея. Как известно, Фарадей с очень большой осторожностью и при том, в немногих лишь случаях прибегал к идее о мировом эфире и никаких соображений касательно его основных свойств сам не высказывал. Совершенно несомненно, что в связи с общей эволюцией наших физических представлений вопрос об эфире должен получить новое освещение, и многое из того, что говорилось раньше об этой субстанции, необходимо отбросить. В вышецитированной своей речи — «Основные воззрения современной физики» — я указываю, что в настоящее время мы не располагаем достаточными материалами для построения физической теории эфира. В этом отношении придется еще много поработать. Но все же говорить о мировом эфире необходимо. Без этого основного представления не может развиваться физическая мысль, стремящаяся связать разрозненные факты в стройное целое.

5. Совершенно непонятно, где в моих работах проф. Д. Б. Гогоберидзе усмотрел утверждение, «что фазовые волны имеют место в нашем трехмерном пространстве на фоне физической первоматерии». Приписывая мне подобное утверждение, он во второй раз делает ошибку на почве неудачной попытки чтения моих мыслей. Всем хорошо, конечно, известно, что многомерное конфигурационное пространство никак нельзя отождествлять с физическим трехмерным

пространством. Но также хорошо известно и то, что в простейшем случае отдельного, например, электрона этот последний может рассматриваться как пакет максвелловских волн в нашем трехмерном пространстве, т. е. в этом простейшем случае представления квантовой теории волн приобретают весьма простой физический смысл. Таким образом мы приходим к некоторой конкретной схеме строения отдельного электрона или протона, вполне подтверждаемой известными опытами с дифракцией материальных лучей. Не может быть, однако, чтобы природа этих физических реальностей претерпевала принципиальное изменение в случаях более сложных, когда мы имеем дело с совокупностями электронов и протонов. Правда, математический аппарат квантовой теории волн пока еще оперирует в этих случаях с фазовыми волнами в многомерных, абстрактно-математических пространствах и мы еще не умеем осмыслить физическое значение этих операций. Но из этого, повторяю, не следует, чтобы представление о физической природе данных объективных реальностей должно было коренным образом изменяться только потому, что эти реальности входят в состав некоторой их совокупности. Наоборот, надо надеяться, что дальнейшее развитие квантовой теории волн, этой весьма молодой отрасли теоретической физики, даст еще не мало материала для физического понимания ее выводов. Обо всем этом я также говорю вполне ясно и определенно в п. 12 своей речи «Основные воззрения современной физики». Итак, возражения проф. Д. Б. Гогоберидзе по данному поводу необходимо признать не имеющими какого-либо серьезного значения.

6. Упрекая меня в «грубо-механистических концепциях» в отношении электромагнитного поля, проф. Д. Б. Гогоберидзе, к сожалению, не дает четких указаний, в каких именно моих утверждениях выявляется по его мнению грубый механицизм. В виду этого есть полное основание считать его упрек совершенно бездоказательным. С гораздо большим правом можно усмотреть в суждениях проф. Д. Б. Гогоберидзе элементы тонко-идеалистических тенденций. Дело в том, что он решительно возражает против попыток представить себе те механические движения, которые обязательно должны иметь место в эфире в связи с электромагнитным полем. Он, между прочим, говорит: «Не стоит перечислять всех неудачных и противоречивых попыток дать, исходя из механических моделей эфира, картину явлений, происходящих в электромагнитном поле...» Проф. Д. Б. Гогоберидзе возражает не против неправильного использования механических моделей эфира при рассмотрении процессов, происходящих в электромагнитном поле, а против самого оперирования с подобными моделями. Таким образом он игнорирует то обстоятельство, что всякое движение (в общепринятом смысле слова), всякий физический процесс, обязательно включает в себе некоторое механическое движение, которое хотя и не исчерпывает собой природы соответствующего процесса, но совершенно неотделимо от него.

Сущность механистической точки зрения в области физических представлений состоит не в признании обязательного наличия

механического движения, т. е. пространственного перемещения, во всяком движении вообще, во всяком физическом процессе, а в кашибочном предположении, что новые качественные характеристики, которыми всегда обладает любая сложная комбинация каких-либо элементарных движений, могут быть разложены на простейшие свойства этих элементарных движений, и, в частности, в попытках сведения специфических особенностей всякого физического процесса к свойствам чисто механических движений. Признание эфира, в котором могут иметь место механические движения, само по себе еще не является свидетельством о механистической точке зрения, подобно тому, как и оперирование, например, с «идеальной» жидкостью Гельмгольца вовсе не должно быть рассматриваемо в качестве признака идеалистической установки. Нельзя рассуждать с точки зрения филологических признаков. Суть дела не в словах, а в содержании слов.

Само собой разумеется, что, если механическое движение содержится как совершенно неотъемлемая часть во всяком движении вообще, во всяком физическом процессе, то стремление познать это механическое движение вполне правильно и целесообразно. Желательно по мере возможности составить себе, наконец, вероятную картину механических движений, присущих каждому физическому процессу; но надо только помнить, что этим ни в коем случае еще не исчерпывается задача изучения и понимания данного процесса. Таким образом попытки классической физики дать некоторую общую схему механических движений, происходящих в электромагнитном поле, не являются самц по себе чем-то, заслуживающим безусловного осуждения. В исторической перспективе их надо рассматривать в качестве совершенно законных, хотя до сих пор и не удачных попыток сделать то, что в конце концов должно быть сделано. Все эти пока безрезультатные попытки представляют собой, однако, весьма ценный материал для будущих исследователей.

Итак, представление о каком-либо физическом процессе вообще или об электромагнитном процессе в частности вне обязательной связи их с какими-то элементарными механическими движениями — принципиально ошибочно, совершенно подобно тому, как будет принципиально ошибочно представление о материи самой по себе. Все это представляет собой явный признак физического идеализма, который, несомненно, является коренной причиной многих патологических уклонов в современной физической мысли. Указанная ошибочная точка зрения в отношении электромагнитного поля чрезвычайно распространена в настоящее время. С этим связаны обычно и все возражения против представления о мировом эфире как о физической субстанции, объемные элементы которой могут претерпевать какие-либо пространственные перемещения, т. е. находиться в состоянии механического движения.¹

¹ См. например И. Е. Тамм, «Под знаменем марксизма», № 2, 1933, стр. 225—227; Э. Кольман, «Под знаменем марксизма», № 4, 1933, стр. 230; М. Л. Ширвиндт, Сборник Ленинградского электромеханического института (ЛЭМИ), № 2, 1933, стр. 9; Ю. Л. Шенн, ЛЭМИ, № 2, 1933, стр. 11.

Как известно, идею о «немеханическом» эфире, т. е. о таком «эфире», к которому нельзя применять понятие механического движения, высказал еще Эйнштейн. Но подобный «эфир» является чем-то физически бессодержательным, и термин этот в эйнштейновском смысле представляет собой в действительности не что иное, как лишь своеобразный синоним термина «абсолютная пустота». Сторонники «немеханического» эфира, таким образом, отрываются от физической действительности, возражая против «механистических моделей» эфира, против «механического» или «полумеханического» эфира.

7. В заключение я скажу несколько слов по поводу основной темы статьи проф. Д. Б. Гогоберидзе — условности математической трактовки физических явлений, — лишь мимоходом затронутый и до существу им совершенно не освещенный. Возражая мне в связи с опубликованием мной статьи на ту же тему,¹ он коснулся только вопроса о квантовании тока, между тем как я связываю это с общим вопросом о квантовании в области электромагнитных явлений и указываю, между прочим, что даже при отсутствии каких-либо иных указаний на квантование тока мы должны были бы это признать, исходя из квантования э. д. с. Таким образом спорный и пока еще весьма темный вопрос о квантовании пространства не имеет в данном отношении решающего значения. Ведь я в своей статье совершенно определенно говорю, что суть дела не в квантовании пространства, а в том, что в этой парадоксальной идее, повидимому, содержится зерно истины, состоящее в признании квантования скоростей электронов. Почему проф. Д. Б. Гогоберидзе не привел подлинных строк из моей статьи, а остановился на некоторых лишь словах без необходимого контекста, — это мне непонятно.

В конце концов не ясно, признает ли проф. Д. Б. Гогоберидзе правильной и своевременной постановку общего вопроса о квантовании в области электромагнитных процессов или же он принципиально возражает против этого.

Наконец, нельзя не выразить сожаления, что проф. Д. Б. Гогоберидзе совершенно умолчал о приведенном мной наиболее ярком примере условности математической трактовки физических явлений. Я имею в виду вопрос о «физическом» действии на расстоянии. Ведя борьбу против господства этой псевдо-физической идеи, я сформулировал следующий вопрос:²

Могут ли две какие-либо физические системы, находящиеся на некотором расстоянии одна от другой, взаимодействовать так, чтобы при этом в слое, со всех сторон окружающем одну из этих систем, не происходило какого бы то ни было физического процесса?

Вопрос этот имеет весьма существенное значение при рассмотрении природы физических явлений. Я отвечаю на него самым категорическим «нет». Опыт ряда лет показывает, что возражающие

¹ «Электричество», 1933, № 12, стр. 1. (См. настоящий сборник, статья XL.)

² См. «Электричество», 1933, № 12, стр. 3 и 1934, № 1, стр. 15—19. См. также «Социалистическая реконструкция и наука», 1933, № 4, стр. 47—49.

против защищаемых мной общих физических представлений обычно почему-то обходят этот вопрос. Все возражения, которые выдвигает против меня проф. Д. Б. Гогоберидзе, несомненно, приобретут большую определенность и четкость, если он не откажется продолжать начатую им дискуссию со мной и при этом ясно укажет, считает ли он необходимым ответить на поставленный мной вопрос так же, как и я, т. е. «нет», или же он присоединяется к проф. Я. Н. Шпильрейну и проф. Я. И. Френкелю, которые защищают точку зрения «физического» действия на расстоянии и потому вынуждены ответить на мой вопрос «да».

ХІІІ

ПО ПОВОДУ ФИЗИЧЕСКИХ ВОЗЗРЕНИЙ ПРОФ. Д. Б. ГОГОБЕРИДЗЕ ¹

В № 5 журнала «Электричество» за 1935 г. проф. Д. Б. Гогоберидзе в статье «К вопросу об условности математической трактовки физических явлений» вновь выступил с возражениями против моих физических воззрений. В виду того, что он продолжает, к сожалению, игнорировать многое, сказанное мною по затрагиваемым им вопросам, и продолжает приписывать мне мысли, авторство которых я никак не могу приписать на свой счет,² мне представляется наиболее целесообразным в целях сосредоточения внимания на самом существенном сформулировать свой ответ проф. Д. Б. Гогоберидзе и свою точку зрения в виде ряда вопросов, на которые я отвечаю «нет». Вопросы построены так, что на них, по моему мнению, можно ответить только «да» или «нет» при исключенном третьем. Вопросы эти таковы:

Вопрос 1. Можно ли утверждать, что существует такой физический процесс, иными словами, такое движение в общепhilософском смысле слова (применительно к области физических явлений), в состав которого не включается какое бы то ни было механическое движение, понимаемое как пространственное перемещение некоторой физической реальности,³ соответствующей рассматриваемому процессу, или ее частей?

Вопрос 2. Соответствует ли вероятной природе вещей утверждение, что какой-либо физический процесс (например, электромагнитное поле или тепловой процесс и т. п.) обладает как целое

¹ «Электричество», 1935, № 22, стр. 42.

² Так, например, в своей последней статье («Электричество», 1935, № 5, стр. 49, второй столбец, строки 19 и 20 сверху) проф. Д. Б. Гогоберидзе приписывает мне фразу: «фазовые волны имеют место в нашем трехмерном пространстве на фоне физической первомашины». Я утверждаю, что эта фраза составлена самим проф. Д. Б. Гогоберидзе из отдельных слов, которые он встретил в моих статьях, и что я не являюсь автором этой фразы. Совершенно напрасно он изощряется в искусстве чужих мыслей вместо того, чтобы оперировать только с действительным содержанием моих высказываний.

³ Физической реальностью называется объективная реальность, которая участвует в некотором физическом явлении в качестве носителя свойств, обнаруживаемых в этом явлении.

только такими качественными характеристиками, которые могут быть сведены к простой сумме некоторых свойств, принадлежащих элементарным механическим движениям, имманентно связанным с данным физическим процессом, т. е. обязательно заключающимся в нем?

Вопрос 3. Правдоподобно ли утверждение, что в некотором физическом процессе как таковом могут иметь место какие бы то ни было изменения количественного или качественного характера при полном отсутствии соответствующих изменений в элементарных механических движениях, имманентно связанных с данным физическим процессом?

Вопрос 4. Правдоподобно ли предположение, что электромагнитное поле может существовать само по себе, без всякого участия какого бы то ни было материального носителя?

Вопрос 5. Можно ли утверждать, что электромагнитные колебания могут происходить при полном отсутствии соответствующих, имманентно с ними связанных, механических движений (в смысле, указанном в вопросе 1)?

Вопрос 6. Можно ли утверждать, что природа электрона не имеет электромагнитного характера?

Вопрос 7. Можно ли утверждать, что причины, обуславливающие дифракцию электронов, не имеют ничего общего с какими-либо волновыми процессами электромагнитного характера, происходящими в реальном трехмерном пространстве?

Как указано выше, на все эти семь вопросов я отвечаю «нет». В высокой степени ценно знать, как отвечает на эти вопросы проф. Д. Б. Гогоберидзе. Только при получении от него четких, ясных ответов наш спор может приобрести характер правильно организованной научной дискуссии. Вместе с тем в этом случае более или менее определенно выяснится, прав ли проф. Д. Б. Гогоберидзе, упрекающий меня в грубо-механистических воззрениях, или прав я, усматривающий в его рассуждениях тонко-идеалистические тенденции.

XIV

К ОКОНЧАНИЮ ДИСКУССИИ С ПРОФ. Д. Б. ГОГОБЕРИДЗЕ ОБ ОСНОВНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ВОЗЗРЕНИЯХ ¹

1. В № 22 журнала «Электричество» за 1935 г. помещены: моя заметка «По поводу физических воззрений проф. Д. Б. Гогоберидзе» ² и его ответ на эту заметку. Учитывая, что наш обмен мнений не привел до сих пор к достаточно отчетливой формулировке сущности нашего научного спора и наших принципиальных позиций, но в значительной степени сводился к пространным общим рассуждениям, я счел целесообразным, с целью направления этого спора в русло совершенно ясных высказываний с той и с другой стороны, предложить вниманию проф. Д. Б. Гогоберидзе семь специально сформулированных мной вопросов. Я полагал, что простые четкие ответы «да» или «нет» на эти семь вопросов очень помогут нам в дальнейшем так или иначе убедить друг друга и договориться. Со своей стороны я на все эти семь вопросов отвечаю «нет».

Проф. Д. Б. Гогоберидзе уклоняется от того, чтобы дать определенные ответы на мои семь вопросов, и заявляет, что при таком направлении дискуссии он больше не желает в ней участвовать. Итак, наш длившийся довольно долго научный спор заканчивается по причине отказа одной из спорящих сторон (проф. Д. Б. Гогоберидзе) от продолжения его. Постараюсь по возможности в немногих словах охарактеризовать сущность заключительного ответа моего оппонента так, как я это понимаю.

2. Проф. Д. Б. Гогоберидзе во всех своих предыдущих выступлениях и в своем заключительном ответе упрекает меня в механистическом характере моих физических воззрений. В то же время он сам декларирует свою собственную позицию в качестве позиции диалектического материализма. В последнем своем ответе он определенно говорит: «...стоя на точке зрения диалектического материализма и пользуясь его системой воззрений, я показываю неправильность взглядов и системы воззрений акад. Миткевича». Именно поэтому, с целью вскрыть полную ошибочность подобных утверждений проф. Д. Б. Гогоберидзе, я и предложил ему свои первые три вопроса.

¹ «Электричество», 1936, № 6, стр. 28.

² См. настоящий сборник, статья XIII.

Вопрос 1. Можно ли утверждать, что существует такой физический процесс, иным словом, такое движение в общеполитическом смысле слова (применительно к области физических явлений), в состав которого не включается какое бы то ни было механическое движение, понимаемое как пространственное перемещение некоторой физической реальности,¹ соответствующей рассматриваемому процессу, или ее частей?

Вопрос 2. Соответствует ли вероятной природе вещей утверждение, что какой-либо физический процесс (например, электромагнитное поле или тепловой процесс и т. п.) обладает как целое только такими качественными характеристиками, которые могут быть сведены к простой сумме некоторых свойств, принадлежащих элементарным механическим движениям, имманентно связанным с данным физическим процессом, т. е. обязательно заключающимся в нем?

Вопрос 3. Правдоподобно ли утверждение, что в некотором физическом процессе как таковом могут иметь место какие бы то ни было изменения количественного или качественного характера при полном отсутствии соответствующих изменений в элементарных механических движениях, имманентно связанных с данным физическим процессом?

Вместо того, чтобы просто ответить мне на эти вопросы, как того требует декларируемая им точка зрения диалектического материализма, т. е. «нет», проф. Д. Б. Гогоберидзе делает попытку представить дело так, как будто бы вышеприведенные вопросы не заслуживают особого внимания в виду того, что в них нет никакого содержания сверх подтверждения того или иного тезиса диалектического материализма. А между тем, если бы он открыто признал для себя обязательным присоединиться к моим ответам «нет», то он понял бы, что тем самым опрокидываются все его попытки обвинить меня в механистических тенденциях. Он понял бы, что говорить о механических движениях, внутренне связанных с процессами, протекающими в магнитном поле, не только допустимо, но прямо необходимо, если мы хотим углубиться в вопрос о природе магнитного потока. Он понял бы, наконец, истинный смысл следующих слов Энгельса:

«Всякое движение связано с каким-нибудь перемещением — перемещением небесных тел, земных масс, молекул, атомов или частиц эфира. Чем выше форма движения, тем мельче это перемещение. Оно несколько не исчерпывает природы соответствующего движения, но оно неотделимо от него. Поэтому его приходится исследовать раньше всего остального».²

Таким образом, только сторонники физического идеализма могут усматривать проявление механистической точки зрения в попытках представить себе, какие именно пространственные перемещения орга-

¹ Физической реальностью называется объективная реальность, которая участвует в некотором физическом явлении в качестве носителя свойств, обнаруживаемых в этом явлении.

² Фридрих Энгельс. «Диалектика природы», 6-е издание, 1932, стр. 130.

нически связаны с природой магнитного потока. Нет ничего предосудительного в том, чтобы присоединиться, например, к мнению Максвелла о том, что элементарные составляющие магнитного потока представляют собой не что иное, как вихревые нити, имеющие место в какой-то первичной среде (в эфире), на фоне которой происходят электромагнитные процессы. А ведь проф. Д. Б. Гогоберидзе решительно протестует против подобного направления физической мысли и в этом именно усматривает центр тяжести моих, якобы механистических уклонов.

Перехожу к следующим моим вопросам.

Вопрос 4. Правдоподобно ли предположение, что электромагнитное поле может существовать само по себе, без всякого участия какого бы то ни было материального носителя?

Проф. Д. Б. Гогоберидзе ограничивается указанием, что на эту тему он уже говорил в своей прошлой статье и потому он не считает нужным категорически ответить «да» или «нет».

Однако из его предыдущей статьи далеко не ясно, как именно он мог бы ответить на четвертый вопрос. А между тем его четкий ответ «нет» заставил бы его признать, что многие обвинения, выдвигаемые им против меня, сами собой рушатся.

Вопрос 5. Можно ли утверждать, что электромагнитные колебания могут происходить при полном отсутствии соответствующих, имманентно с ними связанных механических движений (в смысле, указанном в первом вопросе)?

Вопрос 6. Можно ли утверждать, что природа электрона не имеет электромагнитного характера?

Вопрос 7. Можно ли утверждать, что причины, обуславливающие дифракцию электронов, не имеют ничего общего с какими-либо волновыми процессами электромагнитного характера, происходящими в реальном трехмерном пространстве?

Казалось бы, строго определенные ответы на мои первые четыре вопроса в значительной степени предreshают ответы и на последние три вопроса, в особенности на вопросы пятый и седьмой. Проф. Д. Б. Гогоберидзе не обратил внимания на тесную внутреннюю связь между предложенными ему семью вопросами, которые идут один за другим в строго логическом порядке. Вместо простых четких ответов он уклоняется в сторону пространных рассуждений, из которых трудно понять, как же именно он отвечает на мои последние три вопроса. Между прочим, по поводу вопроса пятого он недоумевает, о каких именно движениях идет речь. Очевидно, проф. Д. Б. Гогоберидзе не обратил внимания на то, что в игнорируемом им вопросе первом во избежание недоразумений я совершенно четко определил, что именно я разумею под термином «механическое движение».

По поводу моего шестого вопроса проф. Д. Б. Гогоберидзе опять-таки недоумевает, что значат слова «электромагнитный характер», и никакого определенного ответа не дает.

Особенно детально проф. Д. Б. Гогоберидзе остановился на моем седьмом вопросе и все же никакого четкого ответа не дал. Он, ко-

нечно, прекрасно понимает, что речь идет не о математической символике, которой мы так часто пользуемся при описании физических явлений, а о реальном содержании, о природе этих явлений. И вот, возражая мне, он говорит: «Можно утверждать, что фазовые волны, обуславливающие дифракцию электронов, распространяются в многомерном пространстве, имеют скорость, большую скорости света, и не несут с собою энергии и этим резко отличаются от электромагнитных колебаний». Таким образом, приходится заключить, что проф. Д. Б. Гогоберидзе придает многомерным пространствам, фигурирующим в абстрактно-математических операциях квантовой волновой механики, характер чего-то, имеющего непосредственное отношение к реальному миру физических явлений. Отсюда один шаг до признания реального существования этих многомерных пространств, число измерений которых может быть сколь угодно велико. Насколько это соответствует позициям диалектического материализма, о приверженности к которым проф. Д. Б. Гогоберидзе так определенно говорит, предоставляю судить компетентным читателям и самому автору вышеприведенного утверждения.

3. Как показал мне длительный опыт дискутирования вопросов, относящихся к природе физических явлений, предлагаемые мною моим оппонентам вопросы обладают по крайней мере одним замечательным свойством. Именно: в огромном большинстве случаев мои оппоненты не решаются дать на них простой ответ, противоположный моему ответу, но либо под тем или иным предлогом игнорируют мои вопросы, либо пытаются уклониться от ответа по причине якобы неправильной постановки того или иного вопроса, но при этом не говорят, как же по их мнению нужно правильно сформулировать вопрос; либо же, наконец, вместо ответа развивают пространные рассуждения по поводу содержания вопроса и этим ограничиваются.

4. В заключение моей дискуссии с проф. Д. Б. Гогоберидзе я коснулся вопроса о спорной фразе, авторство которой он мне ошибочно приписал. Именно: в № 5 журнала «Электричество» за 1935 г. (стр. 49, второй столбец, строки 19 и 20 сверху) он от моего имени цитирует буквально следующую фразу: «фазовые волны имеют место в нашем трехмерном пространстве на фоне физической первоматерии».

В свое время я указал, что действительным автором этой фразы является сам проф. Д. Б. Гогоберидзе, а ни в коем случае не я, которому никогда и в голову не приходило подобное удивительное утверждение. В последнем своем ответе проф. Д. Б. Гогоберидзе пытается все же доказать правильность приведенной им цитаты из моей статьи. Он признает, однако, что мою подлинную фразу он сократил, но при этом умалчивает о том, что он ввел новые слова, которых не было у меня. В примечании к своему ответу проф. Д. Б. Гогоберидзе говорит: «...приведу спорную фразу полностью:¹ «При этом противники фарадее-максвелловской точки зрения игнори-

¹ «Электричество», № 42, стр. 3, 1933.

руют то обстоятельство, что в настоящее время даже элементы обычной материи — электроны, протоны — мыслятся в виде некоторых пакетов волн, которые должны быть понимаемы, конечно, как результат соответствующих волновых процессов, происходящих на фоне какой-то физической, а не воображаемой среды, т. е. на фоне какой-то физической первоматерии, заполняющей все наше трехмерное пространство».

Итак, с несомненностью доказано, что слова, приписанные мне проф. Д. Б. Гогоберидзе, в действительности мной не были сказаны. Он в высокой степени своеобразно и весьма вольно обращается с тем, что обычно принято называть цитатой из статьи оппонента, и задает мне недоуменный вопрос по поводу того, что же именно обозначает моя подлинная фраза. Отвечаю ему, Мое подлинное утверждение имеет следующий смысл.

Явление дифракции материальных лучей ясно свидетельствует о том, что электроны и протоны имеют природу волнового характера, что они являются какими-то волновыми комплексами, волновыми пакетами. И, конечно, реальные волновые процессы, соответствующие электронам и протонам, должны быть понимаемы как процессы, происходящие не в каких-то многомерных пространствах сколь угодно большого числа измерений, а в реальном трехмерном пространстве. Однако методы формально-математического описания этих волновых процессов основаны на использовании таких представлений (фазовые волны в многомерных пространствах), которые не поддаются простой физической интерпретации и должны быть понимаемы лишь как чисто условное вспомогательное орудие, вполне законное при математическом анализе, но не при рассмотрении истинной природы явлений. Противники же материалистической трактовки физических явлений, привыкшие объективировать математические абстракции, склонны видеть в фазовых волнах и в многомерных пространствах сколь угодно большого числа измерений нечто подлинно реальное, нечто действительно существующее в мире физических явлений.

Б. Вышеприведенный случай со спорной фразой является не единственным примером, характеризующим условия, в которых протекала наша дискуссия с проф. Д. Б. Гогоберидзе. Повторяю, именно поэтому я пришел к заключению, что предметы спора необходимо выявить с возможно большею четкостью в виде ряда принципиальных положений, сформулированных мной как несколько вопросов, на которые я отвечаю категорическим «нет». Такого рода оборот дискуссии представляется, однако, проф. Д. Б. Гогоберидзе неприемлемым, и он отказывается продолжать дальнейшее обсуждение затронутых в этих вопросах основных физических представлений. По этому поводу можно только сказать:

La bataille est finie faute des combattants!

XV

О ПОЗИЦИИ И. Е. ТАММА В ОТНОШЕНИИ ПРИНЦИПИАЛЬНЫХ ВОЗЗРЕНИЙ ФАРАДЕЯ И МАКСВЕЛЛА ^{1,2}

1. В № 2 журнала «Под знаменем марксизма» за 1933 г. помещенная после статей И. Е. Тамма и В. П. Егоршина заметка «От редакции» заканчивается (стр. 263) приглашением по адресу отдельных научных работников высказаться на страницах журнала по конкретным темам, касающимся основных проблем естествознания. Этот призыв является первым мотивом написания настоящей краткой статьи. Вторым мотивом послужило то обстоятельство, что И. Е. Тамм в своей статье «О работе философов-марксистов в области физики» между прочим высказывается определенно отрицательно по поводу моих взглядов, умалчивая об их существовании. В примечании, которым И. Е. Тамм сопровождает разбор воззрений З. А. Цейтлина, он говорит следующее:³

«Сторонники этих взглядов любят ссылаться на авторитет некоторых ученых, в частности на Дж. Дж. Томсона и на акад. Миткевича. Дж. Дж. Томсон, 75-летний старец, имеет в прошлом громадные заслуги перед физикой, и во имя элементарных человеческих чувств я хотел бы воздержаться от рассмотрения научной ценности его работ последнего периода. Академик Миткевич имеет большие

¹ «Под знаменем марксизма», 1933, № 6, стр. 278.

² Помещая настоящий отклик акад. В. Ф. Миткевича на статьи, помещенные в № 2 журнала «П. З. М.», редколлегия подчеркивает, что неустанная защита акад. В. Ф. Миткевичем положения об объективности физических процессов, происходящих в электромагнитном поле, является борьбой за основы научного материалистического понимания природных явлений. Редакция отмечает, что критикующие взгляды акад. В. Ф. Миткевича профессоры Я. Н. Шпильрейн, Я. И. Френкель, И. Е. Тамм и некоторые другие или не дают прямого и ясного ответа на поставленный им вопрос или дают идеалистический ответ, отрицающий объективность физических процессов в поле.

Придавая огромное значение последовательной борьбе за научное марксистско-ленинское, диалектико-материалистическое мировоззрение, редколлегия «П. З. М.» готова предоставить страницы «П. З. М.» для выявления корней борющихся в современной физике двух основных философских направлений — материалистического и идеалистического — и призывает всех научных работников данной области, особенно профессоров Шпильрейна, Френкеля и Тамма, к ясному ответу на поставленный им вопрос.

³ «П. З. М.», 1933 г., № 2, стр. 226.

заслуги в области электротехники, однако в области теоретических представлений действительно придерживается взглядов, довольно близких к упомянутым высказываниям т. Цейтлина.

2. Совершенно не понимаю, какие именно элементарные человеческие чувства руководили И. Е. Таммом, когда он не считал возможным хотя бы указать, что Дж. Дж. Томсон и немногие другие, в том числе я, придерживаются принципиальной фарадее-максвелловской точки зрения, согласно которой все физические взаимодействия совершаются не иначе, как при непрерывном участии реальной среды, окружающей взаимодействующие физические центры, и что в этом состоят сущность и основа всех наших попыток того или иного развития вытекающих из этой точки зрения следствий. И. Е. Тамм не считал далее необходимым указать, что основная материалистическая точка зрения Фарадея-Максвелла решительно антагонизирует с точки зрения *actio in distans*, т. е. действия на расстоянии, что эта последняя составляет характерную принципиальную установку некоторых руководящих физиков, идеалистические взгляды которых защищает И. Е. Тамм.

Вместо всего этого И. Е. Тамм совершенно бездоказательно и голословно утверждает (1 с., стр. 226), что «всякая попытка вернуть науку вспять — ко времени Фарадея и Максвелла — является по существу глубоко реакционной».

3. Ясно, конечно, что никто из сторонников принципиальных фарадее-максвелловских воззрений и не помышляет о том, чтобы игнорировать экспериментальные и теоретические достижения современной физики. Речь идет только о том, чтобы выявить корни ряда противоречий, которыми так богата современная физика, и наметить пути к их устранению. Как показывает анализ наших основных физических представлений,¹ только принципиальные фарадее-максвелловские установки могут служить тою путеводною нитью, которая, надо полагать, облегчит нам понимание сущности физических явлений и поможет созданию стройной физической теории. Необходимо, наконец, со всею определенностью признать, что доминирующая среди современных физиков-теоретиков, отрицающих материальность силовых полей, точка зрения *actio in distans* является в полном смысле слова псевдофизической и что в действительности никакие физические явления не могут протекать без непрерывного участия среды, окружающей взаимодействующие физические центры.

4. И. Е. Тамм весьма ошибается, говоря: «...в области статических и квазистационарных электромагнитных явлений, изучением которых в сущности только и ограничивался Фарадей, теория силовых линий как в первоначальной, так и в современной своей форме (теория поля) и теория дальнего действия совершенно эквивалентны: каждая из них способна вполне правильно описать всю совокупность

¹ В. Ф. Миткевич. Основные воззрения современной физики. Речь, читанная на торжественном годовом собрании Академии Наук СССР 2 февраля 1933 г. Отчет Академии Наук СССР за 1932 г. и сборник «Карлу Марксу Академия Наук СССР». (См. также настоящий сборник, статья II.)

явлений, отличаясь только сосредоточением внимания, выдвиганием на первый план одной определенной группы их многообразных свойств». ¹

Можно говорить об эквивалентности этих двух точек зрения лишь в отношении формально-математического описания некоторых частных сторон физических явлений. Вообще же говоря, эти точки зрения совершенно не эквивалентны и решительно исключают одна другую. ² Это выявляется с особою очевидностью именно при рассмотрении всей совокупности того, что может происходить в действительности. Для иллюстрации сказанного я, выступая в течение ряда лет против точки зрения *actio in distans*, сформулировал между прочим вопрос, ³ который в наиболее общем виде сводится к следующему. Представим себе две каких-либо системы А и В, находящиеся на некотором расстоянии одна от другой и могущие физически взаимодействовать (например два электрических заряда, два магнита или электромагнита и т. д.). Допустим далее, что система А окружена со всех сторон двумя замкнутыми поверхностями S_1 и S_2 , нигде не касающимися между собой и где пересекающимися. Спрашивается:

Могут ли системы А и В так взаимодействовать одна с другой, чтобы при этом в слое, ограниченном поверхностями S_1 и S_2 , не происходило какого бы то ни было физического процесса?

Сущность воззрений Фарадея и Максвелла, возврат к которым квалифицируется И. Е. Таммом как нечто «глубоко реакционное», диктует нам совершенно категорический ответ «нет». Я полагаю, что этот ответ «нет» безусловно обязателен для всякого физика.

Приходится, однако, констатировать, что подавляющее большинство современных руководящих физиков уклонилось от принципиальных материалистических воззрений Фарадея и Максвелла, и следовательно их ответом на сформулированный мною вопрос, в соответствии с защищаемой этими физиками точкой зрения действия на расстоянии, необходимо признать «да».

Эти ответы «нет» и «да» в полной мере непримиримы, несовместимы. Совершенно очевидно, что невозможно создать такую физическую теорию, согласно которой в слое между поверхностями S_1 и S_2 одновременно и происходил бы некоторый физический процесс и решительно ничего не происходило бы. Что-либо одно: или «да», или «нет»! О какой-либо эквивалентности фарадеев-максвелловской точки зрения и точки зрения действия на расстоянии в рассматриваемом случае не может быть и речи. А между тем вышеприведенные утверждения И. Е. Тамма об эквивалентности обязывают

¹ И. Е. Тамм. Руководящие идеи в творчестве Фарадея, «Успехи физических наук», 1932 г., вып. 1, стр. 26—27.

² Подробности см. в вышеупомянутой речи «Основные воззрения современной физики». (См. настоящий сборник, статья II.)

³ Беседы о природе электрического тока. «Электричество», №№ 3, 8 и 10, 1930 г., 2-я беседа. См. также Миткевич, «Основные воззрения современной физики».

чего как-то синтезировать эти ответы «нет» и «да», т. е. совместить несовместимое. В противном же случае он должен признать неправильность своих утверждений и многое изменить в своих общих физических построениях.

5. Если бы И. Е. Тамм на сформулированный мною вопрос мог ответить категорическим «нет» подобно тому, как это должны сделать все, признающие вместе с Фарадеем объективность электромагнитного поля и материальный характер происходящих в нем процессов, то он несомненно учел бы ряд вытекающих из этого четкого ответа «нет» логических выводов и, конечно, вынужден был бы хоть в некоторой степени поддержать основную материалистическую посылку критикуемых им взглядов З. А. Цейтлина.

6. Есть еще один весьма существенный пункт моего несогласия с принципиальными установками И. Е. Тамма. Дело в том, что он повидимому полагает,¹ что существуют категории физических явлений, не связанных с какими бы то ни было пространственными перемещениями. В связи с этим и «эфир» И. Е. Тамма не является какой-то основной физической субстанцией, а представляет собою нечто, настолько не обладающее признаками физической реальности, что в отношении этого «нечто» самая мысль о пространственном перемещении кажется ему неприемлемой. Я же признаю, что всякий физический процесс, всякое сложное движение (в общепhilософском смысле слова) обязательно связано с какими-либо пространственными перемещениями, которые хотя и могут не исчерпывать природы данного сложного движения, но тем не менее неотделимы от него и ни в коем случае не должны быть игнорируемы. Я утверждаю далее, что представление о физическом эфире, к признанию которого приводит нас фарадеев-максвелловская точка зрения, должно быть совместимо с идеей о пространственных перемещениях объемных элементов этого эфира, если только мы допускаем возможность возникновения в нем каких-либо физических процессов.

7. В заключение я считаю необходимым указать, что, по моему мнению, выход из того положения, в котором находится современная физическая мысль, заключается в том, чтобы, перестав оперировать такими сугубо «страшными» словами, как «глубоко, реакционный», «механистический» и т. п., или такими исключительно деликатными мотивами, как «элементарные человеческие чувства», мы углубились в беспристрастный анализ наших основных физических представлений с точки зрения их вероятного соответствия тому, что может происходить в действительности. В этом отношении я особенно имею в виду представление о действии на расстоянии, псевдофизический характер которого накладывает своеобразный отпечаток на все наши построения и сильно тормозит правильное понимание явлений природы.

¹ И. Е. Тамм. «О работе философов-марксистов в области физики» П. З. М. — 1933 г., стр. 225 — 227.

XVI

ФАРАДЕЙ «ПРОТИВ» ФАРАДЕЕВСКОЙ ТОЧКИ ЗРЕНИЯ¹

В № 9—10 журнала «Социалистическая реконструкция и наука» за 1932 г. помещена статья проф. Я. Н. Шпильрейна под заглавием «О геометрических свойствах силовых линий». Статья эта по существу является ответом на мою статью «К вопросу о природе электрического тока»,² ранее напечатанную в настоящем журнале (1932, № 3). Я. Н. Шпильрейн стремится реабилитировать точку зрения физического действия на расстоянии и при этом приводит цитату из фарадеевских «Experimental Researches in Electricity», из которых якобы следует, что Фарадей не был принципиальным противником признания действия на расстоянии в качестве первичного физического явления. Отсюда, казалось бы, вытекает, что я, категорически отрицая возможность физического действия на расстоянии, становлюсь в положение *plus royaliste que le roi même*. Если бы даже дело обстояло именно так, то все же из этого ровно ничего не следует. Ведь во всяком случае спор между точкой зрения действия на расстоянии и точкой зрения участия среды мы должны решать не применительно к мнениям авторитетов, а путем тщательного анализа основных конкретных случаев.

2. Как отмечает Я. Н. Шпильрейн, Фарадей не сразу пришел к своим окончательным воззрениям. Нет ничего удивительного в том, что ученый постепенно, по мере накопления опытного материала и в процессе длительного критического рассмотрения этого материала, все определеннее и определеннее высказывает свои суждения по поводу данной проблемы. Наконец, пройдя известный путь эволюции, взгляды ученого приобретают полную четкость и законченность. В связи с этим нельзя характеризовать воззрения Фарадея по вопросу о действии на расстоянии, цитируя лишь несколько строк из его работы, опубликованной в 1837 г., т. е. почти за 20 лет до окончания его кипучей научной деятельности. Необходимо вместо этого отметить в физическом мышлении Фарадея непрерывное стремление анализировать физические явления с точки зрения возможности допущения действия на расстоянии и непрерывное возрастание убеж-

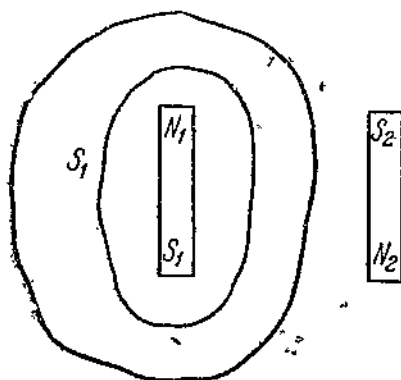
¹ «Социалистическая реконструкция и наука». 1933, № 4, стр. 47.

² См. настоящий сборник, статья IX.

денности в том, что во всех без исключения случаях разного рода взаимодействия осуществляются не иначе, как при непосредственном участии среды, окружающей взаимодействующие физические центры. Фарадеевскую точку зрения мы должны характеризовать совокупностью воззрений Фарадея, получивших совершенную законченность в результате всей его научной деятельности.

3. Я. Н. Шпильрейн весьма определенно высказывается в пользу точки зрения физического действия на расстоянии и в заключение своей статьи говорит: «Надо думать, что новая физика сумеет разрешить трудности, связанные с представлением о действии на расстоянии, даже запаздывающем». Я очень сожалею, что Я. Н. Шпильрейн не обратил никакого внимания на те 10 вопросов, которые приведены в моей статье, и не попытался дать на них определенные ответы. Эти вопросы сформулированы мною именно для того, чтобы

выяснить несостоятельность точки зрения физического действия на расстоянии (путем рассмотрения ряда простейших конкретных случаев). Четкие ответы «нет» на все без исключения 10 вопросов приводят нас к отрицанию действия на расстоянии в качестве первичного физического явления. Из всего сказанного Я. Н. Шпильрейном приходится заключить, что он должен был бы ответить «да» по крайней мере на некоторые из 10 вопросов и во всяком случае на 10-й вопрос.



Фиг. 9.

4. Применительно к содержанию статьи Я. Н. Шпильрейна, в которой он пытается доказать ошибочность фарадеевского представления о физически существующих магнитных линиях, я считаю небесполезным рассмотреть следующий пример. Представим себе два магнита N_1S_1 и N_2S_2 , расположенные на некотором расстоянии друг от друга (фиг. 9). Допустим далее, что магнит N_1S_1 окружен со всех сторон двумя замкнутыми поверхностями S_1 и S_2 , нигде не пересекающимися и не касающимися одна другой. Спрашивается: могут ли магниты N_1S_1 и N_2S_2 так взаимодействовать, чтобы при этом в слое между замкнутыми поверхностями S_1 и S_2 не происходило какого бы то ни было физического процесса?

Я полагаю, что единственно допустимым ответом будет совершенно безоговорочное «нет».

Из всех рассуждений Я. Н. Шпильрейна следует, что его ответом на сформулированный мною принципиальный вопрос является «да». Если я ошибаюсь, он, конечно, не преминет меня опровергнуть.

5. Все, что говорится в защиту физического действия на рас-

стоянии и против фарадеевской точки зрения, эквивалентно ответу «да» на вышеприведенный вопрос и имеет такое же отношение к физической трактовке явлений природы, как и этот ответ «да». Поэтому мне представляется, что было бы нецелесообразно до выяснения общих наших установок подвергать детальному рассмотрению ряд частных соображений, высказываемых Я. Н. Шпильрейном и могущих иметь какое-либо значение тогда и только тогда, когда будет доказана необходимость и обязательность ответа «да» на вопрос, относящийся к фиг. 9. Отвлекаясь же в сторону деталей, мы можем лишь замаскировать абсолютную необходимость притти, наконец, к четкому и недвусмысленному решению: либо физическое действие на расстоянии, либо фарадеевская точка зрения, выдвигающая на первый план непремненное участие среды во всех физических взаимодействиях.

XVII

ЗА ФАРАДЕЕ-МАКСВЕЛЛОВСКУЮ УСТАНОВКУ В ВОПРОСЕ О ПРИРОДЕ ФИЗИЧЕСКИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ¹

(По поводу выступления проф. В. А. Фока — «За подлинно научную советскую книгу»)²

1. Как известно, современная физическая мысль переживает своего рода кризис. Это связано с накоплением огромного количества опытных данных и отсутствием общепризнанных принципиальных установок, могущих содействовать надлежащему освещению всего опытного материала и сведению его в стройное целое в форме безупречной физической теории, т. е. такой теории, которая представляла бы собою строго обоснованную и не содержащую внутренних противоречий систему взаимно согласованных физических представлений. Подобной физической теории, к сожалению, до сих пор еще не существует. Это есть идеал, к которому физическая наука стихийно стремится и к которому она мало-помалу приближается путем анализа привычных для каждой данной эпохи физических представлений, с общепhilosophической точки зрения, и последовательного их совершенствования в смысле возможно большего соответствия природе вещей. В этой трудной работе наиболее ответственным моментом является суждение о том, что именно происходит в реальной обстановке. Конечно, мы подчас сильно ошибаемся в своих суждениях по этому поводу, хотя бы даже и принимали во внимание все, что на данном этапе известно о физических явлениях. Мы знаем, что почти каждое новое открытие так или иначе отражается на наших физических представлениях, заставляя нас видоизменять их иногда только отчасти, а иногда и коренным образом.

2. Существует группа основных физических представлений, так сказать, первичного порядка, внимательное рассмотрение которых особенно желательно для выявления наиболее правдоподобных общих физических установок, в высокой степени необходимых для правильного развития физической мысли. Я полагаю, что в целом ряде случаев есть полная возможность, учитывая известные нам самые важные свойства явлений природы и руководствуясь чисто логическими

¹ «Социалистическая реконструкция и наука», 1934, № 8, стр. 97.

² Там же, № 3, стр. 132.

соображениями, теперь же притти к достаточно определенным выводам в отношении, по крайней мере, главнейших физических представлений. Этой проблеме я посвятил несколько своих докладов в АН СССР, изданных в 1934 г. в виде сборника под заглавием «Основные физические воззрения» (первое издание).

3. Не подлежит никакому сомнению, что результат критического пересмотра современных физических представлений должен в значительной степени зависеть от нашей принципиальной установки касательно объективности физических явлений. Из всей совокупности опытных данных о природе совершенно определенно вытекает, что мы не можем какими бы то ни было усилиями нашего сознания прекратить бытие того «нечто», которое представляет собою носителя свойств, обнаруживаемых в физических явлениях. Констатирование этого обстоятельства есть не что иное, как признание объективной реальности материального мира, существующего вне нашего сознания. Таким образом, исследователь, изучающий физические явления, предполагает единственной возможностью: последовательно и без всяких отступлений проводить то положение, что предмет его изысканий объективно существует вне нашего сознания и независимо от нашего сознания и что в действительности происходит не то или иное в зависимости от нашей точки зрения, а нечто совершенно определенное и, во всяком случае, совершенно не подчиненное нашим точкам зрения.¹ Это есть главнейшая общая установка, которою мы обязаны руководствоваться при критическом пересмотре физических представлений.

4. В своих вышеупомянутых докладах и ряде других случаев² я стремился с возможно большею отчетливостью выявить первенствующее значение вопроса о необходимых условиях всякого физического взаимодействия. Действительно, во всех без исключения физических процессах мы всегда и неизменно сталкиваемся с взаимными связями отдельных физических реальностей, входящих в состав рассматриваемой их совокупности, или с взаимными связями отдельных частей одной и той же физической реальности. Вне этой общей обстановки мы не можем представить себе никакого физического процесса. Вместе с тем само собою разумеется, что наши принципиальные взгляды касательно природы физических взаимодействий должны определенным образом влиять на характер наших рассуждений при рассмотрении всякого физического явления. Из сказанного достаточно ясно вытекает исключительно важная роль наших общих представлений о том, как именно могут осуществляться физические взаимодействия, с которыми мы сталкиваемся при изучении природы.

5. Подавляющее большинство представителей современной физической науки допускает существование «физического» действия на

¹ См. настоящий сборник, статья II.

² См. Беседы о природе электрического тока, «Электричество», 1930, №№ 3, 8 и 10; К вопросу о природе электрического тока, «Соренс» 1932, № 3; «Физические основы электротехники» и т. д. (См. также настоящий сборник, статьи I, II, III.)

расстоянии. Все рассуждения ведутся в предположении, что некоторые две физические реальности могут как-то взаимодействовать одна с другою на расстоянии без всякого участия какого бы то ни было физического процесса, имеющего материальную базу, происходящего в пространстве, окружающем взаимодействующие центры, и, казалось бы, долженствующего являться именно тем, через что и посредством чего осуществляется данное взаимодействие. Все современное учение об электрических, магнитных и, вообще, электромагнитных взаимодействиях основано на допущении возможности «физического» действия на расстоянии.

Я утверждаю, что идея о подобном действии на расстоянии в корне ошибочна, противоречит свойствам реального трехмерного пространства и основана на недопустимом в физических рассуждениях объективировании математических абстракций. Обо всем этом я подробно говорю в своих докладах. Один из них специально посвящен данной частной проблеме.¹

По моему мнению, значительная доля болезненных блужданий современной физической мысли могла бы быть устранена, если бы мы перешли на путь, с особенною отчетливостью намеченный работами Фарадея и Максвелла. Речь идет об основном воззрении, согласно которому какое бы то ни было взаимодействие между физическими центрами или, вообще говоря, системами возможно только при наличии связующего эти центры или системы физического же процесса, происходящего в окружающем их пространстве. Это воззрение поддерживает самую строгую критику и представляется единственным, соответствующим вероятной природе вещей. В то же время точка зрения «физического» действия на расстоянии привносит в физическую науку элементы чего-то, имеющего чисто мистический характер. Я неоднократно указывал на то, что при рассмотрении сущности разного рода взаимодействий, наблюдаемых в физических явлениях, не остается никакого иного выхода, кроме последовательного проведения принципиальной фарадеев-максвелловской точки зрения.

б. В высокой степени естественно, что мой призыв к переходу в области наших основных физических представлений на путь, указанный Фарадеем и Максвеллом, встречает самое упорное сопротивление со стороны приверженцев общих принципиальных установок современной физики, отбросившей без достаточных оснований наиболее существенное из фарадеев-максвелловских представлений, оперирующей с абсолютно пустым пространством, не заполненным какой бы то ни было материальной средой, и культивирующей точку зрения действия на расстоянии. Привычка объективировать математические абстракции² препятствует критическому отношению к нашим физическим представлениям. При этом возражающие мне совершенно неправильно усматривают в моей борьбе за освобождение этих представлений от всяких элементов мистики — стремление игнорировать поистине ги-

¹ См. настоящий сборник, статья III.

² Там же, статья II.

гантские достижения современной физики и вернуть ее вспять к эпохе Фарадея. По этому поводу я считаю полезным привести следующий отрывок из своего доклада — О «физическом» действии на расстоянии:¹

«Когда мы идем в направлении некоторой определенной цели и при этом вместо того, чтобы продвигаться по открывающемуся перед нами кратчайшему пути, как-либо сбиваемся с данного правильного пути и попадаем на извилистые окольные дороги, есть полное основание обратить на это внимание. Хотя бы даже окольные дороги и позволяли нам, несмотря на ряд встречающихся тупиков, в общем приближаться к цели, рационально как можно скорее вернуться на правильный путь. Для этого, вообще говоря, нет никакой надобности обязательно возвращаться вспять к исходной точке. Достаточно только постараться просто перейти на правильный путь.

«Точно так же дело обстоит и в отношении пропагандируемого мною возвращения на путь, указываемый нам основными установками Фарадея и Максвелла. Для этого вовсе не требуется забыть все, что дала физическая наука за последние десятилетия, и вернуться к какой-либо стадии наших знаний, соответствующей пережитым уже эпохам. Мы можем и, по моему мнению, должны, сохраняя все преимущества современного приближения к конечной цели — возможно большему познанию природы, осветить научные достижения наших дней с точки зрения Фарадея и Максвелла. Это даст только новую пищу физической мысли, откроет новые горизонты и позволит еще более быстрым темпом и более уверенно двигаться дальше в направлении стоящей перед нами цели».

В связи со сказанным уместно отметить, что современная физическая мысль по существу стремится разорвать сковывающие ее путы ложных принципиальных установок и на самом деле мало-помалу возвращается к основной фарадеев-максвелловской установке касательно неперемennого участия среды во всех электромагнитных взаимодействиях. В этом отношении достаточно сослаться на бурное развитие волновой механики, физическая интерпретация выводов которой возможна только в том случае, если мы признаем объективную реальность материальной среды, могущей быть носителем волн. Правда, математический аппарат квантовой теории волн в общем случае пока еще оперирует с пространствами очень большого числа измерений и лишь в простейших случаях можно говорить о пакете максвелловских волн в нашем обычном трехмерном пространстве. Но если волновую картину одного электрона уже теперь можно физически интерпретировать как пакет максвелловских волн, то совершенно невероятно, чтобы природа электронов по существу изменялась только потому, что имеется их совокупность. Опыты с дифракцией материальных лучей неопровержимо свидетельствуют о том, что в волновых пакетах мы имеем дело с какими-то реальными волновыми процессами в физическом трехмерном пространстве. Таким образом, надо признать

¹ См. настоящий сборник, статья III.

чисто временный, преходящий характер некоторых представлений волновой механики, вытекающих из операций с пространствами, число измерений которых беспредельно возрастает по мере увеличения количества частиц, составляющих рассматриваемую систему. В этом именно смысле высказывается и Эйнштейн в своей Спенсеровской речи, читанной им в Оксфорде в 1933 г.

7. В качестве примера, ярко иллюстрирующего, насколько трудно некоторым представителям современной физической науки отрешиться от того, что является ее наиболее слабым местом, и принять основную фарадее-максвелловскую установку, — можно привести выступление проф. В. А. Фока «За подлинно научную советскую книгу»,¹ в котором он, между прочим, критикует мою книгу «Физические основы электротехники». Эта книга характеризуется, главным образом, своим отрицательным отношением к точке зрения «физического» действия на расстоянии и более или менее последовательным проведением идеи об участии среды в электромагнитных взаимодействиях. В предисловии, во введении и в первом параграфе книги много говорится о мотивах, которые заставили ее автора проводить точку зрения Фарадея и Максвелла при рассмотрении тех процессов, с которыми мы имеем дело в электротехнике вообще, и в области электромагнитных механизмов в частности. На выдвигаемые мною мотивы проф. В. А. Фок не обратил должного внимания и все содержание книги воспринял просто как попытку перенести читателя «в давно минувшую эпоху Фарадея и Максвелла». Он не нашел в разбираемой им книге отражения многих достижений современной теоретической физики, как то: теории относительности, статистики Ферми и т. д., и за это упрекает меня. Будучи, конечно, хорошо осведомлен, что именно из области физики является особенно важным для электротехники, он все же упустил из вида одно весьма существенное обстоятельство. Дело в том, что критикуемая им моя книга вовсе не является трактатом по физике, а представляет собою лишь учебник по одному из отделов теоретической электротехники. Современная же электротехника ни при расчете и изучении электромагнитных механизмов, ни при расчете и изучении электропередач, радиопередач и т. п., пока еще не пользуется теорией относительности, статистикой Ферми и т. д. Трудно даже представить себе, чтобы все это потребовалось электротехнике на ближайший отрезок времени. Совершенно целесообразно поэтому удовлетвориться той суммой знаний из области новейших достижений физики, которую изучающий электротехнику в высшей школе получает из курсов физики, а в курсе «Физические основы электротехники» сосредоточить внимание на тех физических свойствах электромагнитного поля, без основательного знания которых электротехник, как таковой, не может работать ни теоретически, ни практически.

8. Вместо того чтобы критически отнестись к выдвигаемой мною на первый план фарадее-максвелловской точке зрения касательно

¹ «Социалистическая реконструкция и наука», 1934, № 3, стр. 132.

непременного участия среды во всех физических взаимодействиях и постараться опровергнуть мои доводы в пользу этой точки зрения, проф. В. А. Фок затрагивает эту принципиальную проблему лишь как бы мимоходом. Он, между прочим, пишет: «Правда, другие, забытые ныне, вопросы, как например *actio in distans* (действие на расстоянии), встанут перед автором, кажутся ему злободневными и тревожат его; но тревога эта не передается читателю, который знает ответ современной науки на эти вопросы, знает, в частности, что теория относительности не допускает никаких мгновенных дальностей...». Очень сожалею, что я, повидимому, недостаточно ярко выявил во введении к своей книге всю остроту и злободневность проблемы о «физическом» действии на расстоянии. Очевидно, благодаря именно этому проф. В. А. Фок не обратил никакого внимания на сформулированный мною вопрос, касающийся действия на расстоянии, не «встревожился», прочтя его, и не дал никакого четкого ответа. Это, впрочем, обычно всегда так бывает, когда защитники точки зрения «физического» действия на расстоянии критикуют мои физические установки. Однако дело обстоит гораздо серьезнее, чем это может показаться прочитавшему вышеприведенные слова проф. В. А. Фока. Ведь речь идет о принципиальном физическом представлении, которое не может не отражаться на всем ходе наших дальнейших рассуждений. Нельзя поэтому, критикуя мою книгу «Физические основы электротехники», без всяких доказательств, так сказать, голословно, объявить о несущественности одного из важнейших положений Фарадея и Максвелла и на этом успокоиться.

9. Вышеупомянутый сформулированный мною вопрос, который проф. В. А. Фок обошел молчанием, заключается в следующем. Представим себе какие-либо две физические системы A и B , могущие взаимодействовать одна с другой, например, два электрических заряда, два магнита или электромагнита, две радиостанции и т. п. Расстояние между A и B совершенно безразлично: оно может быть сколь угодно большим или сколь угодно малым. Спрашивается:

Могут ли системы A и B взаимодействовать одна с другой так, чтобы при этом в объеме некоторого слоя, со всех сторон окружающего, например, системе A , не происходило какого бы то ни было физического процесса?

С точки зрения, допускающей существование «физического» действия на расстоянии, на этот вопрос необходимо ответить: «да».

С фарадеевско-максвелловской точки зрения безусловно необходимо ответить «нет».

В данном случае какого-либо третьего ответа на поставленный вопрос или, вообще, какого-либо компромисса между ответами «да» и «нет» быть не может. Немыслимо представить себе, чтобы в объеме рассматриваемого слоя в одно и то же время и происходил некоторый физический процесс, и решительно ничего не происходило бы. Ответы «да» и «нет» совершенно несовместимы и самым кате-

горическим образом исключают друг друга. Что-либо одно: либо «да», либо «нет».¹

10. Я отвечаю на сформулированный мною вопрос — «нет» и признаю необходимым считаться со всеми вытекающими отсюда последствиями. Все это, конечно, накладывает совершенно определенный отпечаток на содержание моей книги «Физические основы электротехники» и является ее наиболее существенной особенностью, резко отличающей ее от многих других современных книг на ту же тему. Об этом именно проф. В. А. Фок и должен был бы открыто говорить, если бы он хотел дать подлинно научную критику моей книги. Весьма неосновательно он полагает, что мистическое, с моей точки зрения, представление о запаздывающем действии на расстоянии является правильным решением проблемы о природе электромагнитных взаимодействий. Сказанное стало бы для него совершенно очевидным, если бы он попытался дать четкий ответ на поставленный мною вопрос. С чисто физической точки зрения, запаздывающее действие на расстоянии есть такой же абсурд, как и простое мгновенное действие на расстоянии, и допустимо только в качестве метода математической трактовки физических явлений. Все это очень подробно выясняется в упоминаемом проф. В. А. Фоком введении к моей книге.

11. Чтобы уточнить позицию проф. В. А. Фока в отношении принципиальной фарадеев-максвелловской точки зрения, я задам ему еще один вопрос:

Правдоподобно ли предположение, что электромагнитное поле может существовать само по себе, без всякого участия какого бы то ни было материального носителя?

Так же, как и на предыдущий вопрос, я считаю необходимым ответить категорическим «нет» по мотивам, которые достаточно развиты в упомянутом введении к моему курсу.

12. Для суждения о том, насколько безупречны соображения проф. В. А. Фока по поводу моего курса, содержащиеся в его выступлении «За подлинно научную советскую книгу», чрезвычайно ценно знать, какие именно ответы на поставленные мною вопросы он считает «подлинно научными». От его выступления получается также впечатление, как будто бы он полагает, что подлинно научная советская книга, посвященная вопросам физики, должна основываться на ответах «да» на выше сформулированные вопросы. Я надеюсь, что проф. В. А. Фок не откажется продолжить начатую им дискуссию на тему «За подлинно научную советскую книгу» и даст определенные ответы хотя бы на два вышеприведенных вопроса. Быть может он, кроме того, более или менее четко, а не мимоходом, разъяснит, в какой мере, по его мнению, допустимо в настоящее время

¹ В. Ф. Миткевич. «Физические основы электротехники», 3-е изд., 1933, см. Введение.

проводить принципиальную фарадее-максвелловскую точку зрения касательно природы всякого физического взаимодействия.

13. Я полагаю, что сказанного выше вполне достаточно для общей оценки действительного характера выступления проф. В. А. Фока. В заключение скажу только несколько слов по поводу выдвигаемого им метода борьбы с научными течениями, которые кажутся ему неправильными. Он считает, что следует воспрепятствовать изданию книг, отражающих эти течения. Несомненно, следует признать весьма серьезным и, в известном смысле, «целесообразным» рекомендуемый проф. В. А. Фоком метод чисто «физического» воздействия в отношении книг, принадлежащих перу идейных противников. Как показывает история науки, подобный метод всегда выдвигался в качестве меры борьбы с инакомыслящими, когда оказывалось невозможным действовать прямыми доводами разума. Но история повторяется!

XVIII

ВЫДЕРЖКА ИЗ ДИСКУССИИ ПО ДОКЛАДУ «О ФИЗИЧЕСКОМ ДЕЙСТВИИ НА РАССТОЯНИИ»¹

В. Ф. Миткевич. Я только что указал в своем докладе, что всякое уклонение от прямого ответа на поставленный мною вопрос, всякие оговорки или имеющие характер таковых оговорок рассуждения клонятся обычно к оправданию ответа «да». Должен сказать, что я спорю по этому вопросу с Яковом Ильичом Френкелем три года, и он все время уклоняется от прямого ответа. Здесь он выступил, много говорил о разных посторонних вещах, но опять-таки мне не ответил. Ясно, следовательно, что Я. И. стремится оправдать ответ «да». Все, что он говорил, только доказывает, что он допускает существование явлений, в которых Герц усматривает нечто спиритическое. Для того чтобы принять точку зрения Якова Ильича, необходимо, чтобы он опровергнул мои логические рассуждения, которые я сегодня приводил в докладе и о которых я ничего не говорил три года назад, хотя Я. И. и заявил, что ничего нового я не сказал. Нет, очень много нового я сказал, только Я. И. этого не заметил. Я полагал бы, что здесь вести длительную дискуссию вряд ли целесообразно, тем более, что сейчас уже довольно поздно. Мне кажется, что эту дискуссию можно перенести на страницы «Известий Академии Наук». Пусть Я. И. на страницах «Известий» опровергнет мои логические построения. Повторяю, страницы «Известий» открыты для всех нас, и я думаю, что он сделает, наконец, мне одолжение и опровергнет мои рассуждения, а тогда мы и будем говорить по существу вопроса.

¹ Доклад этот напечатан в настоящем сборнике, статья III.

В заключение я хочу выразить свое удовлетворение по поводу того, что Я. И. Френкель эволюционировал. Три года тому назад он говорил, что реальны только электроны и ионы, а поле является лишь продуктом нашего воображения.¹ Теперь он говорит о реальности электромагнитного поля. Я очень и очень приветствую это.

¹ См. напр., стенограмму первой беседы о «Природе электрического тока», «Электричество», 1930, № 3. Выступление Я. И. Френкеля, стр. 132: «Материализация силовых линий, характерная для старой английской школы, является своего рода «материализацией духа», потому что поле является только «духом». Реальностью, подлинной материей являются наэлектризованные частицы, ионы и электроны, а магнитные силовые линии — это продукт нашего собственного воображения, вводимый нами для удобства и наглядности». И далее: «... мы должны считать эти материальные частицы основной физической реальностью, так сказать, бытием, а поле — вторичной надстройкой, так сказать, сознанием. Более того, я сказал бы, нашим сознанием, так как мы вводим это понятие о поле, чтобы удобнее описать действие, производимое частицами друг на друга. Гипертрофирование значения поля является в сущности антропоморфизмом».

XIX

ВЫДЕРЖКИ ИЗ ДИСКУССИИ НА МАРТОВСКОЙ СЕССИИ АКАДЕМИИ НАУК СССР В 1936 г.

ИЗ ВЫСТУПЛЕНИЯ В. Ф. МИТКЕВИЧА ПО ДОКЛАДУ акад. А. Ф. ИОФФЕ

Абрам Федорович, я хочу теперь поговорить на совершенно другую тему. Если так позволено будет выразиться, старый счет хочу я вам предъявить вот по какому поводу. У нас с вами есть принципиальные расхождения. Об этом мы много говорили и спорили.

Дело в том, что в общем ходе физических рассуждений и построений, которыми оперируете вы и ваши ученики, совершенно отсутствует представление о магнитном потоке как о физической реальности. Между тем это представление, введенное в науку Фарадеем, имеет громадное теоретическое и практическое значение.

Чтобы иллюстрировать это примерами, я прежде всего остановлюсь на вопросе о сверхпроводниках. В материалах к своему докладу вы касаетесь, между прочим, сверхпроводников, указываете на некоторые их закономерности и говорите: «Эта особенность сверхпроводников теоретически еще не использована за отсутствием в данный момент какой бы то ни было теории сверхпроводимости...» В общем получается затруднительное положение. Я утверждаю, что подобное положение создано потому, что игнорируется представление о магнитном потоке как о физической реальности. Это представление чрезвычайно облегчает понимание того, что происходит в случае электрического тока в сверхпроводящей цепи. Ведь об этом писал еще Липпманн в своих мемуарах в 1919 г., но это осталось незамеченным (Доклады Парижской Академии Наук).

В качестве других примеров, когда представление о реально существующем магнитном потоке оказывается безусловно необходимым, можно назвать вопрос о механизме электромагнитной индукции тока, вопрос о природе тока, энергетическая сторона процессов, протекающих в цепи электрического тока, физическое содержание представления о векторе Пойнтинга... Столь волнующая современную физику загадка о природе фотона и, вообще, кванта электромагнит-

ной энергии, а также тайна строения электрона, позитрона и других элементарных физических реальностей — представились бы в совсем ином освещении с точки зрения признания магнитного потока физической реальностью. Не подлежит никакому сомнению, что эта же точка зрения может во многом помочь и при рассмотрении магнитных свойств вещества вообще, и ферро-магнитных материалов в частности. Наконец, при рассмотрении физических процессов, протекающих в разного рода электромагнитных системах и механизмах, мы совершенно не можем обойтись без представления о магнитном потоке. В динамомашинах, электродвигателях и во всех иных электромагнитных механизмах, мы, так сказать, непосредственно осязаем магнитный поток, который нам, электротехникам, представляется подлинной физической реальностью, и это мы ощущаем столь же отчетливо, как вы, Абрам Федорович, воспринимаете электрон в качестве подлинной физической реальности. Но если вы предложите вниманию инженера-электромеханика электронную теорию коммутации коллекторных машин, теорию, освобожденную от представления о магнитном потоке, то он не будет в состоянии применить на практике эту теорию, ибо она окажется зданием, искусственно возведенным на ошибочном фундаменте.

Как же смотрит возглавляемая вами, Абрам Федорович, группа советских физиков на представление о магнитном потоке? Современная физика и ваша школа утверждают, что магнитный поток реально не существует, что это есть лишь некоторая фикция, условно допускаемая в наших физических рассуждениях ради удобства. Говорят конкретно, по вашему мнению, не происходит никакого реального, специфически магнитного процесса между полюсами постоянного магнита, скажем, в кубическом сантиметре объема, занятого внешним магнитным полем рассматриваемого магнита.

Спор о реальности или фиктивности магнитного потока сводится в конце концов к противопоставлению двух точек зрения: с одной стороны, точка зрения действия на расстоянии и, с другой стороны, фарадеев-максвелловская точка зрения о непрерывном участии среды во всяком физическом воздействии. Спор имеет большое теоретическое значение. Он имеет отношение и к нашей общей философской, теоретико-познавательной установке. Спор этот имеет и сугубо практическое значение. Во всяком случае ведь несомненно, что в каждом физическом явлении мы имеем дело со взаимодействиями отдельных физических реальностей или их частей. Других физических явлений нет. И вот этот принципиальный вопрос о природе всякого физического взаимодействия как-то совершенно игнорируется современной физикой и вашей школой, Абрам Федорович, в частности.

Вы хорошо знаете, что споря с вами и с вашими учениками на эту тему, я довел этот спор до обнаженности, до последней степени заостренности. Я отбросил все второстепенное и сосредоточил внимание на существенном. Допустим, что мы имеем, например, два магнита *A* и *B*, которые как-то взаимодействуют, притягиваются или отталкиваются. Магнит *A* окружаем двумя замкнутыми поверхностями,

не пересекающимися и не касающимися одна другой. Между ними образуется замкнутый слой.

Я спрашиваю: могут ли эти два магнита — A и B — взаимодействовать так, чтобы при этом в слое, окружающем магнит A , не происходило какого-бы то ни было физического процесса?

Я утверждаю, что на этот вопрос можно ответить только «да» или «нет», третий ответ исключен. Нельзя также представить себе какого-либо синтеза этих взаимоисключающих ответов, ибо нельзя представить себе такой теории, согласно которой при взаимодействии двух магнитов A и B в этом слое, окружающем магнит A , одновременно и происходил бы какой-либо физический процесс, и не происходило бы ничего. Сергей Иванович Вавилов упрекал меня в том, что я неправильно поставил вопрос. Он мне не сказал, однако, как нужно правильно поставить вопрос, а я доказал в одном из своих докладов в АН, что вопрос поставлен правильно. Он мне не возражал, но, однако, и не признал себя согласным со мной. Я утверждаю, что если мы имеем две системы, два магнита, например, и они взаимодействуют между собой, то при этом в пространстве, окружающем магнит, либо может происходить, либо может не происходить соответствующий физический процесс, одно из двух. И мы имеем законное право сопоставить взаимодействие двух магнитов с вероятностью наличия каких-то физических процессов в окружающем пространстве или с вероятностью отсутствия этих процессов. Совершенно законное право, Сергей Иванович!

Профессор В. А. Фок в материалах к своему докладу на этой сессии АН сказал, что этот вопрос в современной физике не имеет никакого смысла. Это его личное мнение, характеризующее его натурфилософские установки. На этот вопрос, который я ему поставил в своем ответе, напечатанном в журнале «Социалистическая реконструкция и наука»¹, профессор В. А. Фок мне ничего не ответил, подобно тому, как и многие другие мои идейные противники нормально не отвечают четко и определенно. Те немногие физики, которые склоняются к моим позициям, сразу отвечают «нет», но те, которые не считают возможным ответить «нет», уклоняются от ответа «да», как будто бы ответ «да» чем-то нехорош. Правда, он дисквалифицирован был еще стариком Ньютоном, который назвал абсурдом действие на расстоянии как физическое представление, объясняющее взаимодействие. Этот ответ «да» дисквалифицирован был и Герцем, который указал, что наука, приносящая действие на расстоянии для объяснения физических явлений, тем самым прибегает к чему-то спиритическому. Быть может поэтому мои идейные противники боятся сказать «да» и, не соглашаясь со мной, отказываются от ответа. Вместо того чтобы ответить мне, нередко говорят, что я тяну науку назад на сто лет, до времени Фарадея, несмотря на то, что я совсем ясно в своих докладах указывал, что я к этому вовсе не стремлюсь.

¹ См. настоящий сборник, статья XVII.

Наоборот, принимая полностью все фактические достижения современной науки, мы должны не бояться критиковать наши основные физические установки и исправлять то, что нужно. И если старые установки Фарадея-Максвелла, насчитывающие столетнюю с лишним давность, в принципе с философской и теоретико-познавательной точки зрения правильны, мы должны немножко пересмотреть принципиальные установки современной физики, и мы ничего при этом не потеряем, а наоборот — получим очень много нового и ценного.

Вы, Абрам Федорович, во время дискуссии на тему о природе электрического тока, имевшей место несколько лет тому назад, приняли сторону моего самого непримиримого противника, кажется, здесь присутствующего Якова Ильича Френкеля. Вы сказали, что он логически рассуждает, а я — не совсем логически. Правда, сам Я. И. Френкель, под влиянием этих споров со мной, и я этим горжусь, эволюционировал очень сильно за последнее время. Так, в 1930 г. он говорил: «Материализация силовых линий, характерная для старой английской школы, является своего рода «материализацией духа», потому, что поле является только «духом». Реальностью, подлинной материей являются наэлектризованные частицы, ионы и электроны, а магнитные силовые линии — это продукт нашего собственного воображения, вводимый нами для удобства и наглядности». И далее: «... мы должны считать эти материальные частицы основной физической реальностью, так сказать, бытием, а поле — вторичной надстройкой, так сказать, сознанием. Более того, я сказал бы, нашим сознанием, так как мы вводим это понятие о поле, чтобы удобнее описать действие, производимое частицами друг на друга. Гипертрофирование значения поля является в сущности антропоморфизмом».¹

По этой причине, конечно, он должен был бы ответить «да» на мой вопрос. Но он упорно уклонялся от четкого ответа. Понять, однако, нужно было так, что он говорит «да». В 1934 г., через 4 года, во время дискуссии по моему докладу в Академии Наук Яков Ильич уже эволюционировал.² Он сильно изменил свое мнение. В частности, касаясь того, что могут быть две точки зрения, «Substanztheorie» и «Feldtheorie», он говорит: «С точки зрения второй теории поле есть первичное понятие, а элементы материи — его продукты». И дальше он говорит: «Я лично склоняюсь в пользу «Feldtheorie». Казалось бы, он должен был мне просто и открыто ответить: согласен с тобою, отвечаю «нет». Но ему что-то не позволяет откровенно ответить.

Многие из ваших учеников, Абрам Федорович, и примыкающие к вашей школе выступали против меня, как, например, профессор И. Е. Тамм. Он решительно выступил с утверждением, что точка зрения действия на расстоянии совершенно эквивалентна точке зрения фарадеевской и что обе они одинаково хорошо описывают все явления. Я ему в своем ответе,³ напечатанном в журнале «Под

¹ См. например, стенограмму первой беседы о «Природе электрического тока», «Электричество», 1930, № 3. Выступление Я. И. Френкеля, стр. 132.

² См. настоящий сборник, статья XVIII.

³ Там же, статья XV.

знаменем марксизма», указал, что это совсем не так, что его мнение ошибочно, и задал вышеуказанный мой вопрос. Ответа не последовало. Я. И. Шпильрейн, тоже мой жестокий противник, также выступает в защиту действия на расстоянии. В своем ответе¹ на страницах журнала «Сорена» я задал ему свой вопрос. Я. И. Шпильрейн молчит, ничего не отвечает. И профессор В. А. Фок на страницах журнала «Сорена» выступил в защиту действия на расстоянии: он считает, что современная физика может вполне удовлетвориться запаздывающим действием на расстоянии, как будто бы это более понятно, чем какое-нибудь простое действие на расстоянии. Я ему в своем ответе² опять задал указанный выше вопрос. В ответ — опять молчание. Профессор Б. М. Гессен во время дискуссии о природе электричества весьма неопределенно высказался по поводу действия на расстоянии — ни за, ни против. Как он думает — непонятно. Замечательно то, что никто из моих идейных противников не желает четко и кратко ответить на мой вопрос. Редакция журнала «Под знаменем марксизма» в примечании к моей статье,³ в которой я отвечал И. Е. Тамму, специально персонально обратилась к профессорам Френкелю, Шпильрейну и Тамму с просьбой ответить на мой вопрос. Ответа опять не последовало.

Наконец, я напомню Абраму Федоровичу, что во время одного из докладов Академии Наук в 1933 г. я, говоря о «физическом» действии на расстоянии (извините — «физическом» я пишу в кавычках, иронически, ибо считаю, что этого реально не может быть) — в заключительной части сказал следующее:

«Итак, на основании всего изложенного, я утверждаю, что господствующее теперь в науке привычное представление о действии на расстоянии, являясь по существу лишь математической абстракцией, иногда полезной и ценной, не должно быть объективируемо в качестве первичного физического явления, т. е. не должно трактоваться в качестве «физического» действия на расстоянии, так как это никоим образом не может соответствовать тому, что происходит в действительности.

«Несмотря на, казалось бы, полную очевидность псевдофизического характера идеи о действии на расстоянии, она продолжает играть роль привычного основного фона современной физической мысли и накладывает на нее своеобразный отпечаток.

«Все мои принципиальные физические установки прямо или косвенно, явно или неявно, вытекают из категорического отрицания допустимости «физического» действия на расстоянии. Должен признаться, однако, что в этом отношении у меня пока имеются, к сожалению, более или менее серьезные расхождения со многими моими коллегами по Академии Наук, в том числе, например, с академиками А. Ф. Иоффе, С. И. Вавиловым, с членами-корреспондентами Академии — Я. И. Шпильрейном, Я. И. Френкелем, И. Е. Таммом и Г. А. Гамовым. Степень указанного расхождения варьирует в очень широких пределах,

¹ См. настоящий сборник, статья XVI.

² Там же, статья XVII.

³ Там же, статья XV.

от некоторого лишь различия в четкости основных установок до полной противоположности.

«Едва ли может быть сомнение в том, что необходимо, наконец, подвергнуть тщательному обсуждению важнейший принципиальный вопрос о допустимости «физического» действия на расстоянии. Я совершенно уверен, что наша совместная работа в Академии Наук предоставляет для этого все возможности, и, в частности, страницы «Известий» Академии открыты каждому из нас для изложения суждения по данному поводу.

«Путем обмена мнений мы придем, конечно, к объединяющим нас основным установкам. Мои попытки вызвать в стенах Академии обмен мнений по этому вопросу были до сих пор безрезультатны».

Ни от кого никакого ответа, к сожалению, не последовало.

Так вот, дорогой Абрам Федорович, в порядке личного одолжения, примите мой вопрос и ответьте на него: «да» или «нет». Не тратьте времени на длинные объяснения. Меня интересует только «да» или «нет».

ВЫСТУПЛЕНИЕ В. Ф. МИТКЕВИЧА ПО ДОКЛАДУ

акад. С. И. ВАВИЛОВА

Здесь с этой кафедры я выступал по поводу доклада А. Ф. Иоффе. Я выступал в защиту представления о магнитном потоке как о некоторой физической реальности, как о некотором реальном процессе. Я делал ряд упреков Абраму Федоровичу, возглавляемой им школе и примыкающим к его школе физикам по тому поводу, что они считают магнитный поток простой фикцией, которую мы иногда допускаем в качестве якобы лишь удобного метода для рассмотрения физических явлений. Я указал, что мы этим обезоруживаем физическую мысль при рассмотрении целого ряда физических процессов и явлений, при рассмотрении природы целого ряда физических реальностей. Я указывал на то, что эта установка А. Ф. и его школы весьма ошибочна и вредно отражается на дальнейшем развитии понимания природы вещей.

С глубоким прискорбием должен констатировать тот факт, что А. Ф. уклонился от ответа мне, он ничего не сказал. Правда, здесь вместо него выступал профессор И. Е. Тамм. Его выступление было в высокой степени содержательным в том отношении, что оно четко и определенно выявило его натурфилософскую установку.

Большинству присутствующих известно, вероятно, что спор о реальности магнитного потока я свел к некоторому вопросу, имеющему, вообще говоря, философский характер. Вопрос — напомним — такой: могут ли два магнита, A и B , так взаимодействовать друг с другом, чтобы при этом в некотором слое, окружающем магнит A , не происходило какого бы то ни было физического процесса? Это — вопрос о действительности. Вопрос этот — я утверждаю — может допускать только два ответа: «да» или «нет», при исключенном третьем. Тот или иной ответ предопределяет в дальнейшем наше отношение к вопросу о реальности магнитного потока.

Так вот, выступавший здесь в защиту дальнего действия проф. И. Е. Тамм сравнивал поставленный мною вопрос с вопросом о том, какого цвета меридиан — красного или зеленого. Я не думаю, чтобы стоило (для большинства присутствующих ясно, что не стоит) дискутировать по вопросу о том, что между сформулированным мною вопросом и вопросом профессора И. Е. Тамма большая разница. Я заниматься разбором этого не буду. Предоставляю автору вопроса о меридиане заняться исследованием, какого цвета меридиан — красного или зеленого, или, может быть, цвета хамелеона.

Другой мой яростный противник, мой друг, Яков Ильич Френкель, в 1930 г., споря со мной на тему о дальнем действии, пытался (ему подражает проф. И. Е. Тамм) свести вопрос, мною сформулированный, к вопросу такого рода: есть ли у «чорта» хвост или нет. Как я в своем выступлении третьего дня показал, Я. И. Френкель с течением времени изменил под влиянием моего с ним спора и борьбы свою установку, и сейчас, по существу, он начал уже со мной говорить о том, есть ли у «чорта» хвост или нет. Я не вижу Якова Ильича здесь среди присутствующих, но убежден, что он со мной согласится, когда я скажу, что у этого «чорта» — у действия на расстоянии — хвост, если и не совсем оторван, то в значительной степени уже надорван. Но так или иначе, очень прискорбно, что А. Ф. Иоффе уклонился от ответа на мой вопрос.

Обращаясь к докладу С. И. Вавилова, я должен повторить отчасти то, что говорил по докладу А. Ф. Иоффе, а именно, что представление о магнитном потоке, как о физической реальности, могло бы нам очень помочь при рассмотрении строения фотона, электрона, позитрона и других элементарных физических реальностей, а также при рассмотрении природы таинственного процесса превращения фотона в пару: позитрон и электрон. С. И. Вавилов является одним из моих противников в отношении натурфилософских установок. Он многое теряет оттого, что игнорирует в своих физических рассуждениях магнитный поток как одну из основных физических реальностей.

В заключение моего краткого выступления, Сергей Иванович, позвольте мне обратиться к вам, как к моему идейному противнику, опять-таки с этим принципиальным вопросом: могут ли два магнита A и B так взаимодействовать, чтобы при этом в некотором слое, окружающем магнит A , не происходило какого бы то ни было физического процесса?

**ИЗ ВЫСТУПЛЕНИЯ В. Ф. МИТКЕВИЧА ПО ДОКЛАДУ
акад. Г. М. КРЖИЖАНОВСКОГО О ПЛАНЕ РАБОТ АКАДЕМИИ
НАУК СССР НА 1936 г.**

Переходя теперь к программе работ АН по Группе философии, считаю долгом отметить, что с чувством глубокого удовлетворения я нашел здесь следующие указания: «надо продолжить ту критику

буржуазных философских теорий в трактовке ведущих проблем физики, химии и биологии, которая была начата классической работой В. И. Ленина в его знаменитом труде «Материализм и эмпириокритицизм».

Не подлежит никакому сомнению, что эти указания совершенно бесспорны. Я бы предложил только заменить слова «надо продолжить» словами «надо усиленно продолжить». Действительно, то, что делалось в стенах АН в этом отношении до сих пор, далеко не соответствовало важности задачи. Я на себе самом это испытал. В течение ряда лет, как известно, я веду упорную борьбу за пересмотр основных физических воззрений, которыми руководствуются ведущие советские физики. По мотивам, которые я стараюсь выявить в ряде своих докладов и выступлений в АН, я позволяю себе утверждать, что наши ведущие физики в подавляющем большинстве случаев придерживаются ошибочных натурфилософских установок. Это не может не тормозить развития физической мысли у нас в Союзе, препятствует ей отрешиться от слепого следования зарубежным натурфилософским течениям и выйти на самостоятельный путь.

В своей долголетней борьбе я чувствовал себя почти совершенно одиноким. Практически, никто из ведущих физиков до сих пор не поддерживал меня в открытых выступлениях.

Насколько трудно бороться за пересмотр господствующих в настоящее время в науке ошибочных установок, — это явствует, например, из того, что в своих заключительных выступлениях и А. Ф. Иоффе, и С. И. Вавилов красноречиво уклонились от ответа на мой вопрос, поставленный им в упор и долженствовавший выявить их принципиальную натурфилософскую установку. Особенно мне непонятно уклонение от ответа со стороны А. Ф. Иоффе. Мне казалось, что мы с ним придерживаемся, в общем, очень близких принципиальных установок и расходимся только во второстепенных деталях. Дело в том, что в своем курсе физики, предназначенном для высшей школы и изданном в последние годы, А. Ф. Иоффе совершенно определенно учит студентов, что объяснения электромагнитных явлений необходимо искать на почве признания существования эфира, заполняющего физическое пространство. Мне казалось, что отсюда один шаг до отрицания действия на расстоянии.

Как бы то ни было, но А. Ф. Иоффе уклонился от ответа на мой вопрос. Вместо него выступал здесь проф. И. Е. Тамм, который, возражая мне, совершенно нелогично сравнивал мой вопрос, опирающийся точку зрения действия на расстоянии, с вопросом о том, какого цвета меридиан. Воздавая должное остроумию проф. И. Е. Тамма, я вместе с тем считал бы необходимым заметить, однако, что всякая шутка есть вещь обоюдоострая. Условно одобряя сравнение, сделанное проф. И. Е. Таммом, я частично соглашаюсь с ним и охотно допускаю, что сформулированный мною вопрос действительно в некотором отношении можно уподобить вопросу о том, какого цвета меридиан. Но только, я спрашиваю своих идейных противни-

ков: какого «цвета» их меридианы? Окраска моего меридиана всем присутствующим в достаточной степени ясна. Я думаю, всем также достаточно ясно, какого цвета меридиан проф. И. Е. Тамма. А вот только непонятно, какого цвета меридианы А. Ф. Иоффе и С. И. Вавилова: красного они цвета или зеленого.

Я полагаю, что усиление деятельности Группы философии поможет нам, наконец, это выяснить.

XX

ПО ПОВОДУ СТАТЬИ акад. А. Ф. ИОФФЕ «О ПОЛОЖЕНИИ НА ФИЛОСОФСКОМ ФРОНТЕ СОВЕТСКОЙ ФИЗИКИ»¹

1. Мотивом настоящего моего выступления является то обстоятельство, что А. Ф. Иоффе в своей статье, формально представляющей собой ответ А. А. Максимова, по существу, пытается возразить не только ему, но и мне и всем, кто в большей или меньшей степени разделяет мои установки в отношении основных физических воззрений. Статья А. Ф. Иоффе выходит за пределы его личных высказываний по поводу начавшейся на страницах «П. З. М.» дискуссии. Он неоднократно напоминает, что говорит не только о себе, но и о С. И. Вавилове, В. А. Фоке, Я. И. Френкеле и И. Е. Тамме. Поэтому в дальнейшем я буду иметь в виду всю защищаемую им группу физиков.

2. Акад. Н. Я. Марр совершенно правильно проводил ту мысль, что между нашим языком и нашим мышлением существует глубокая связь. Он не отделял языка от мышления и именно поэтому создал новое учение о языке. По его инициативе при Академии Наук СССР был организован Институт языка и мышления. Исследования Н. Я. Марра в области языкознания в высокой степени поучительны в отношении соответствия между языком и мышлением как у первобытного человека, так и у человека, стоящего на более высокой ступени развития. Лексикон слов, которыми пользуется в своей жизни и деятельности та или иная группа людей, дает много материала для суждения о характере мышления этих людей и о степени их общей культурности. Это положение оказывается справедливым всегда и везде. Всякая группа людей, обособленная в социальном или ином отношении, имеет свой собственный лексикон слов, необходимых ей для выражения своих мыслей. Мы знаем примеры даже специфических жаргонов, которыми пользуются некоторые группы людей, объединенных общностью интересов. Таким образом, известную поговорку о друзьях можно перефразировать так: «Скажи мне, каков лексикон слов, которыми ты пользуешься, и я скажу, кто ты».

В связи с изложенным приобретает известный интерес тот свое-

¹ Напечатано (в порядке обсуждения) в журнале «Под знаменем марксизма», 1937, № 11—12, стр. 144—156.

образный и несколько необычный лексикон, которым обогатили язык научно-философской дискуссии А. Ф. Иоффе и его единомышленники. Например, в рассматриваемом выступлении А. Ф. Иоффе против его идейных противников встречаются, между прочим, следующие слова и выражения:

Наивные.
Вроде киселя.
Копаться в «мистических» проблемах.
Устранился от живой науки.
Эфирный кисель.
Наивность.
Колесница Ильи-пророка.
Наивный оппонент.
Кисельный эфир.
Рекламируемый.
Замаскировать математическим туманом.
Нелепые предпосылки.
Открещивается от математики.
Стремясь скрыть от советской молодежи...
Стремясь... сохранить свой авторитет...
Отгородились от новых идей.
Недостойная клевета,
Реакционная кучка.
Поражающая безграмотность.
Сознательные извращения.
Вопиющая путаница.
Чудовищный по своей нелепости.
Наивное незнание.
Физическое невежество.
Развязная безграмотность.
Недоучившийся физике «философ».
Сам... не разобрался.
Явная недобросовестность.
Клевета.
В обывательски извращенном виде.
Попахивающий славянофильским душком.
Легкомысленные обвинения.
Кружковые интересы.
Вздорная клевета.
Путая физику с философией...
Легкомысленная статья.
Научная отсталость.

Подобными словами и оборотами речи изобилует выступление акад. А. Ф. Иоффе. Такой же язык, в одних случаях более утонченный, в других случаях еще более яркий, фигурирует и в полемических выступлениях С. И. Вавилова, В. А. Фока, И. Е. Тамма и Я. И. Френкеля.

Этот богатый и весьма образный лексикон имеет особенное значение в двух отношениях.

Во-первых, большое количество специфических и не применявшихся до сих пор слов и оборотов речи, введенных определенной группой советских физиков в язык научно-философской дискуссии, переходит в качественную характеристику физического мышления, оказывающегося неспособным к четкому и недвусмысленному формулированию суждений по существу научно-философских вопросов, стоящих перед нами.

Во-вторых, прибегая к использованию данного лексикона, обычно исключаемого из всякой серьезной научной дискуссии, указанная группа физиков доказывает этим только отсутствие какой-либо возможности опровергнуть доводы ее идейных противников и откровенно выдает самой себе, так сказать, *testimonium paupertatis*.

3. Коснувшись лексикона, к использованию которого был вынужден прибегнуть А. Ф. Иоффе, не сумевший найти какой-либо иной выход из создавшегося положения, я перейду к рассмотрению также весьма своеобразных полемических приемов, применяемых как самим А. Ф. Иоффе, так и его единомышленниками С. И. Вавиловым, В. А. Фоком, Я. И. Френкелем и И. Е. Таммом. Систематически уклоняясь от обсуждения принципиальных натурфилософских установок, господствующих в современном физическом мышлении, они стремятся представить дело так, как будто бы их идейные противники игнорируют все фактические достижения физической науки за последние годы и «тянут науку назад». В действительности ничего подобного нет. Полностью признавая огромное значение всех открытий, сделанных физической наукой и представляющих собой весьма существенный шаг вперед на пути познания явлений природы, высоко ценя фактические достижения советских физиков (А. Ф. Иоффе, С. И. Вавилова и других), я и, конечно, все идейные противники группы, возглавляемой А. Ф. Иоффе и С. И. Вавиловым, возражаем только против ошибочных методов истолкования физических процессов, против тех методов, которые ведут к физическому идеализму, затрудняют развитие представлений, могущих соответствовать действительной природе явлений, и поэтому тормозят дальнейший прогресс физической науки.

Вопреки многократно повторяющимся утверждениям моих критиков я никогда и нигде в своих выступлениях не говорил, будто бы следует отвергнуть фактические достижения современной физики. Наоборот, я полностью признавал и признаю эти достижения.¹ В виде примера я приведу несколько отрывков из своего сборника «Основные физические воззрения»:

«Перейдем теперь к рассмотрению одного из самых важных представлений, с которыми оперирует современная физика. Речь идет об идее квантования во всех физических процессах вообще и в об-

¹ Акад. В. Ф. Миткевич. «Основные физические воззрения», стр. 32, 41, 42, 44, 146, и т. д. Изд. Академии Наук СССР, М. и Л. 1936. 2-е изд. (См. настоящий сборник. Статьи II, III, XVII.)

ласти электромагнитных процессов в частности. При этом термин «квантование» я понимаю в самом широком смысле. Трудно подобрать достаточно яркие слова для того, чтобы с необходимой отчетливостью выявить громадное значение этого основного воззрения, которое должно признать поистине величайшим достижением современной физики, дающим нам ключ к углубленному пониманию явлений природы» (1933 г.).

Из всего предыдущего вытекает, что создание физической теории, охватывающей самый широкий круг явлений, затруднительно и, вероятно, совершенно невозможно на почве отрицания первенствующего значения среды и на основе объективирования действия на расстоянии в качестве первичного физического явления. До настоящего времени общей физической теории еще не существует в законченном виде. Но можно с полным правом высказать уверенность, что в будущем физическая мысль возвратится к принципиальным воззрениям Фарадея и Максвелла, разовьет их путем учета всех новейших достижений и завершит построение общей физической теории. Действительно, уже намечается определенный, еще не достаточно осознанный, сдвиг в этом направлении. В подтверждение сказанного достаточно напомнить хотя бы только о квантовой теории волн, о метаморфозе наших представлений об электроне и о дифракции материальных лучей. Но, во всяком случае, фарадеев-максвелловская точка зрения по вопросу о непреходящем участии среды во всех физических процессах представляется единственной мыслимой путеводной нитью для дальнейшего успешного развития современной физики, так много сделавшей и так много обещающей сделать» (1933 г.).

«Физическая реальность, называемая электрическим зарядом, понимается в наши дни несколько иначе, чем 100 лет тому назад. Даже за последние 10 лет произошли несомненные сдвиги в этом отношении» (1933 г.).

«В связи со сказанным уместно отметить, что современная физическая мысль по существу стремится разорвать сковывающие ее путы ложных принципиальных установок и на самом деле мало-помалу возвращается к основной фарадеев-максвелловской установке касательно непреходящего участия среды во всех электромагнитных взаимодействиях. В этом отношении достаточно сослаться на бурное развитие волновой механики, физическая интерпретация выводов которой возможна только в том случае, если мы признаем объективную реальность материальной среды, могущей быть носителем волн. Правда, математический аппарат квантовой теории волн в общем случае пока еще оперирует с пространствами очень большого числа измерений, и лишь в простейших случаях можно говорить о пакете максвелловских волн в нашем обычном трехмерном пространстве. Но если волновую картину одного электрона уже теперь можно физически интерпретировать как пакет максвелловских волн, то совершенно невероятно, чтобы природа электронов по существу изменялась только потому, что имеется их совокупность. Опыты с дифракцией материальных лучей неопровержимо свидетельствуют

о том, что в волновых пакетах мы имеем дело с какими-то реальными волновыми процессами в физическом трехмерном пространстве. Таким образом, надо признать чисто временный, преходящий характер некоторых представлений волновой механики, вытекающих из операций с пространствами, число измерений которых беспречно возрастает по мере увеличения количества частиц, составляющих рассматриваемую систему. В этом именно смысле высказывается и Эйнштейн в своей Спенсеровской речи, читанной им в Оксфорде в 1933 г.» (1934 г.).

«Было бы в высокой степени ошибочно усматривать в качестве мотива моей борьбы в защиту Фарадея-максвелловской принципиальной установки и против точки зрения «физического» действия на расстоянии какое-либо стремление вернуть науку вспять к эпохе Фарадея» (1933 г.).

Первые три отрывка и последний взяты из моих докладов, читанных в заседаниях Академии Наук СССР в присутствии А. Ф. Иоффе. Как после этого следует понимать его утверждение: «...и вот группа Тимирязева — Кастерина — Миткевича берется за задачу вернуть физику по всему фронту ее развития назад в XIX век»? Лица я борюсь как раз за движение вперед, за наиболее успешное дальнейшее развитие «современной физики, так много сделавшей и так много обещающей сделать». Не сомневаюсь в том, что и другие противники принципиальных установок группы физиков, возглавляемой А. Ф. Иоффе и С. И. Вавиловым, стремятся именно к этому же.

4. А. Ф. Иоффе неоднократно подчеркивает, будто бы я являюсь противником применения математики при анализе физических явлений. В статье А. Ф. Иоффе встречаются, например, такие места:

«Отрицая пользу математического метода в анализе физических явлений, акад. Миткевич считает столь же бесполезным изучать новые экспериментальные факты и их обобщения».

«Мне борьба акад. Миткевича за наглядность, против математических теорий, представляется в таком виде...».

«Долой математику!..» (якобы лозунг Миткевича).

«Акад. Миткевич отрешивается от математики».

Насколько это соответствует действительности, лучше всего можно видеть из нижеследующих, известных А. Ф. Иоффе отрывков из моего сборника «Основные физические воззрения».¹

«Не подлежит никакому сомнению, что математика есть великое орудие, которым физик наших дней может и должен пользоваться при изучении явлений природы» (1931 г.).

«Понятия и образы, возникшие на математической почве и являвшиеся весьма полезными и ценными в процессе анализа, нередко трактовались затем в виде каких-то реальностей или в виде неотъемлемых свойств, присущих данным реальностям по самой природе вещей. Таким образом в физическое мышление проникли представ-

¹ Акад. В. Ф. Миткевич, «Основные физические воззрения», стр. 16, 19, 26, 51. 1936, 2-е изд. (См. настоящий сборник, статья I, II, III.)

ления, которые можно назвать объективированными математическими абстракциями. И все это иногда допускалось без достаточного обследования новых представлений применительно к выяснению их физического значения и к их соотношению с тем, что может происходить в действительности. Упускалось из виду, в отдельных случаях, и то исключительно важное обстоятельство, что изучение некоторой физической проблемы может допускать использование весьма разнообразных методов математического анализа, каждый из которых требует введения своих особых вспомогательных понятий» (1933 г.).

«Широкое и плодотворное использование высшего анализа при изучении физических явлений, необычайная утонченность и, я бы сказал, изящество многих методов этого анализа естественно приводят к тому, что ученые, работающие в области физики и, вообще говоря, весьма совершенно владеющие всем аппаратом высшего анализа, до известной степени произвольно объективируют формы и образы, являющиеся чистыми математическими абстракциями» (1933 г.).

«Сказанное выше несколько не противоречит закономерности и целесообразности использования идеи о многомерных пространствах в процессе математических операций, к которым иногда весьма полезно и даже необходимо прибегать в некоторых специальных отделах современной теоретической физики. В области высшего анализа не может быть никаких ограничений для формально правильного развития математических представлений. Но в области нашего физического мышления, в особенности при рассмотрении вопроса о вероятной природе физических явлений, несомненно, приходится считаться с некоторыми ограничениями, вытекающими из наших общих принципиальных установок, и не выходить за пределы нашей нормальной пространственно-временной непрерывности, в которой эти явления имеют место» (1933 г.).

Таким образом, с моей стороны нет никакой недооценки большого значения математических методов в изучении физических явлений. Мне можно было бы возражать только по поводу того, что я протестую против объективирования некоторых математических абстракций без достаточных к тому оснований или что я считаю необходимым физическое осмысление результатов математического анализа явлений природы. На каком же основании А. Ф. Иоффе приписывает мне лозунг «Долой математику!», который никак не вытекает из моих высказываний относительно роли математики в физической науке?

Б. К подобной же категории полемических приемов А. Ф. Иоффе принадлежит и ряд других его выступлений против меня, в которых он приписывает мне то, чего я никогда не говорил, или утверждает то, что не соответствует действительности. Приведу несколько примеров.

Говоря о статье А. А. Максимова (помещенной в «П. З. М.» № 7 за 1937 г.), А. Ф. Иоффе утверждает следующее:

«Вторая часть исходит из заявления акад. Миткевича, что признание или непризнание реальности магнитных силовых трубок определяет философскую и политическую физиономию ученого (цвет его меридиана, по выражению акад. Миткевича)».

О такого рода «заявлении акад. Миткевича» я не слышал. Авторство этого «заявления» принадлежит самому А. Ф. Иоффе, который объединил в одной фразе мои слова, сказанные в разное время и по разным поводам.

Затем, А. Ф. Иоффе, говоря об электронах, утверждает:

«Акад. Миткевич и их не признает».

Должен заверить автора этих слов, что акад. Миткевич и об этом не слышал. Повидимому, А. Ф. Иоффе склонен усматривать непризнание электронов в моей попытке представить себе строение электрона.

Далее, касаясь вопроса о действии на расстоянии, А. Ф. Иоффе указывает:

«Сначала о борьбе самого акад. Миткевича против теории дальнего действия, которая, по его мнению, охватила современную физику. Это — заблуждение. Современная электродинамика вовсе не исходит из мгновенной передачи действия на расстояние: она пользуется методом запаздывающего потенциала, выражающего распространение процесса от участка к участку с конечной скоростью».

Во-первых, А. Ф. Иоффе хорошо известно,¹ что я всегда выступал не против допущения именно мгновенной передачи действия на расстоянии, а против допущения действия на расстоянии вообще, безразлично, мгновенного или запаздывающего. (Я имею в виду признание какого бы то ни было действия на расстоянии в качестве первичного физического явления.) Считаю представление о действии на расстоянии чисто математической абстракцией, которая вполне законно может быть используема только в математическом анализе явлений природы, я протестовал против введения этого представления в наше физическое мышление.

Во-вторых, по поводу моего якобы «заблуждения», что «теория дальнего действия... охватила современную физику», я считаю полезным напомнить А. Ф. Иоффе, между прочим, следующее. Во время первой беседы о природе электрического тока,² имевшей место в Ленинградском политехническом институте под председательством того же А. Ф. Иоффе в 1929 г., Я. И. Френкель открыто защищал представление о действии на расстоянии и совершенно определенно упрекал Фарадея за то, что он «не мог себе представить действия на расстоянии». Присутствовавший при этом А. Ф. Иоффе в своем выступлении не протестовал против идеалистической установки

¹ Между прочим, я говорил об этом в присутствии А. Ф. Иоффе во время своих докладов в Академии Наук СССР в 1933 году. См. мой сборник «Основные физические воззрения», стр. 29—31, 47—48, 1936, 2-е изд. (См. настоящий сборник, статьи II, III.)

² См. стенограммы трех бесед в журнале «Электричество» №№ 3, 8 и 10 за 1930 год.

Я. И. Френкеля, а, наоборот, в основном его поддерживал. Во время второй и третьей бесед Я. И. Френкель еще более настойчиво защищал точку зрения действия на расстоянии. Я. Г. Дорфман, ученик А. Ф. Иоффе, во время второй беседы весьма четко защищал точку зрения действия на расстоянии в качестве физического представления. В своих выступлениях по другому поводу и И. Е. Тамм¹ и В. А. Фок² также высказывались в том смысле, что теория запаздывающего потенциала вполне объясняет физические взаимодействия. После того как в возражении В. А. Фоку,³ я предложил ему мой вопрос, касающийся взаимодействия двух систем, он в своем докладе на мартовской сессии Академии Наук СССР (1936 г.), с одной стороны утверждает: «...наша теория взаимодействия между частицами является последовательным проведением идеи близкого действия...», но, с другой стороны, указывает: «Ведь согласно квантовой механике световые и гравитационные кванты не могут быть даже строго локализованы в пространстве и времени, так что говорить о передаче взаимодействия от точки к точке через посредство промежуточной среды (эфира) не приходится». Последние слова, являющиеся результатом необоснованного объективирования математических абстракций, совершенно опровергают справедливость первого утверждения В. А. Фока, установки которого по существу не отличаются от установок Я. И. Френкеля.⁴

Итак, сделанный мне упрек в «заблуждении» я имею все основания объяснить заблуждением и забывчивостью самого же А. Ф. Иоффе.

В заключение краткого обзора примеров, освещающих полемические приемы А. Ф. Иоффе, я остановлюсь еще на его упреке в стремлении «скрыть от советской молодежи передовые идеи ведущих ученых и сохранить таким образом свой авторитет». Что касается авторитета, то, во всяком случае, он не поддерживается использованием полемических приемов, которые я выше охарактеризовал и для которых предоставляю самому А. Ф. Иоффе подыскать из его лексикона наиболее подходящую квалификацию. По поводу же стремления что-то якобы скрыть от советской молодежи считаю долгом сказать следующее. Совершенно напрасно А. Ф. Иоффе такого плохого мнения о нашей советской молодежи, будто бы она настолько несознательна, что от нее можно скрыть что-либо. Советская молодежь во многом сама очень хорошо разбирается.

6. Статья А. Ф. Иоффе изобилует заявлениями и утверждениями, качественно вполне подобными разобранным выше. Коснусь еще некоторых его особых высказываний.

¹ См. журнал «Успехи физических наук». Вып. 1-й, стр. 26, 1932.

² В журнале «Социалистическая реконструкция и наука» № 3 за 1934 год, стр. 132.

³ Акад. В. Ф. Миткевич, «Основные физические воззрения», стр. 148. 1936. 2-е изд. (См. настоящий сборник, статья XVII.)

⁴ Вопрос о значении дальнейших выводов В. А. Фока из соотношения неопределенности и принципа дополнительности («вновь открытые свойства материи») рассмотрен более подробно в статье VII настоящего сборника. (Примечание, добавленное в 1939 г.)

Я полагаю, что А. Ф. Иоффе без достаточных оснований причисляет Л. И. Мандельштама и Д. С. Рождественского к группе «Френкель, Тамм, Фок, Иоффе, Вавилов». Акад. Л. И. Мандельштам и акад. Д. С. Рождественский в высокой степени плодотворно работают каждый в своей области и дали много ценных результатов как в области физической науки, так и в области ее практических приложений. С ними у меня нет расхождений такого порядка, как с А. Ф. Иоффе и с С. И. Вавиловым.

По поводу рассуждений А. Ф. Иоффе, клонящихся к доказательству того, что он материалист, я должен еще раз напомнить ему о его выступлении во время первой беседы о природе электрического тока (1929 г.). В этом выступлении он весьма пространно разъяснял, что в вопросе о природе тока можно рассуждать в зависимости от точки зрения, и для иллюстрации своей мысли он привел пример охотника и медведя. А. Ф. Иоффе сказал следующее (цитирую по стенограмме, помещенной в журнале «Электричество» № 3 за 1930 год):

«Позвольте сказать, как этот вопрос мне представляется, если так его поставить: что является сутью электрического тока? Я стою на точке зрения, прямо противоположной точке зрения В. Ф. Миткевича, и вот почему. Возьмем такой пример. Может быть, он покажется вульгарным, не относящимся к делу, но мне кажется, что он более или менее характерен. Я поймал медведя, и медведь меня не пускает; мой спутник скажет, что медведь поймал меня, а не я поймал медведя. У нас две различные точки зрения на одно и то же явление. Можно ответить на вопрос, кто правильнее описал это явление. Надо для этого посмотреть, что дальше будет. Если хорошо описаны все дальнейшие явления при помощи моей гипотезы, что я поймал медведя,—это очень хорошо. Если, наоборот, окажется, что я с медведем направился к нему в берлогу,—этим еще лучше объяснится, что медведь меня поймал. С этой точки зрения, т. е., что меня поймал медведь, можно объяснить, почему я не послушался моего спутника и не привел к нему медведя, а, наоборот, сам пошел к нему в берлогу; дело в том, что медведь меня держит, а не я его. Если мое тело несколько раздалось и вошли в него когти медведя,—это тоже будет хорошее описание, но опять-таки в данном случае не совсем все ясно. Здесь есть одна точка зрения для всех описанных явлений, мне более удобная, чем другая, хотя логически нельзя сказать, что когти вошли в мое тело, или мое тело раздалось и когти вошли в него. Мы будем описывать всю эту совокупность явлений с одной точки зрения, а не с другой. Кто здесь медведь, а кто здесь человек? Мне кажется, что это зависит от того, как вы будете рассматривать».

Иными словами, говоря о природе физического явления, А. Ф. Иоффе не считает для себя обязательным проанализировать обстоятельства дела и выяснить, какие представления необходимо рассматривать как наиболее вероятные в отношении их соответствия действительной природе явления. Он говорит лишь о точке

зрения для него «более удобной». Я протестовал против подобного отношения к вопросу о природе физических явлений. Именно по поводу этой аргументации А. Ф. Иоффе я сказал:

«...исследователь, изучающий физические явления, на какой бы принципиальной позиции он ни стоял, располагает, как физик, единственной возможностью: последовательно и без всяких отступлений проводить то положение, что предмет его изысканий объективно существует вне нашего сознания и независимо от нашего сознания и что в действительности происходит не то или иное в зависимости от нашей точки зрения, а нечто совершенно определенное и, во всяком случае, совершенно не подчиненное нашим точкам зрения»¹ (1933 г.).

Я полагаю, что вышеупомянутое суждение А. Ф. Иоффе, от которого он, насколько мне известно, еще не отказался, свидетельствует о том, что он стоит на позициях чисто кантианского идеализма, определяемого, по Ленину, так: «...человек дает законы природе, а не природа человеку».

Справедливость утверждения А. Ф. Иоффе о том, что он является материалистом, можно было бы признать лишь в том случае, если бы он четко и определенно отказался от ряда положений, которые он до сих пор защищает.

7. Ссылаясь на указание товарища Сталина по поводу того, что настоящая «наука... не признает фетишей», А. Ф. Иоффе не обратил внимания на продолжение этой цитаты. В действительности товарищ Сталин сказал следующее:

«Наука потому и называется наукой, что она не признает фетишей, не боится поднять руку на отживающее, старое и чутко прислушивается к голосу опыта, практики».²

Если бы А. Ф. Иоффе понял весь глубокий смысл слов товарища Сталина, то он не защищал бы идеалистических позиций В. А. Фока, Я. И. Френкеля и И. Е. Тамма, которые объективируют математические абстракции и создают из них фетиши. Он не умалчивал бы о ряде моих работ по изучению физических свойств магнитного потока, являющегося основным фактором во всех процессах, с которыми мы постоянно имеем дело в современной электротехнической практике: в электромагнитных генераторах тока (динамомашинных постоянного и переменного тока) и в трансформаторах. Именно, чутко прислушиваясь «к голосу опыта, практики», мы должны признать объективную реальность магнитного потока и поэтому всесторонне изучать его. Именно в связи с этим и необходимо «поднять руку

¹ Акад. В. Ф. Миткевич, «Основные физические воззрения», стр. 20; см. также журнал «Электричество» № 8 за 1930 г. «Вторая беседа о природе электрического тока».

² И. В. Сталин. Речь на первом Всесоюзном совещании стахановцев. Партиздат, 1935, стр. 22.

на отживающее, старое» утверждение о фиктивности магнитного потока, выявленного еще трудами Фарадея. Я и поднял руку. В этом моя вина, по мнению А. Ф. Иоффе и других моих идейных противников.

8. А. Ф. Иоффе упрекает меня и моих товарищей в «бесплодности».

Я, действительно, не могу гордиться такими «плодами» своей научной деятельности, какие есть у А. Ф. Иоффе и о которых он теперь предпочитает умалчивать, но я горжусь тем, что у меня нет таких «плодов», о которых я стремился бы не напоминать.

Если бы А. Ф. Иоффе стоял на материалистических позициях, он, несомненно, понял бы сущность нового учения о преобразованиях магнитного потока — учения, созданного мной за последние 10 лет и имеющего, по моему мнению, большое значение как в чисто теоретическом отношении, так и в отношении правильного освещения главнейших процессов, происходящих в динамомашинах постоянного и переменного тока и в трансформаторах.

Во всяком случае, о значимости трудов тех или иных ученых не могут судить беспристрастно ни они сами, ни их идейные противники. Это имеют право делать и должны сделать третьи лица.

Согласно утверждениям А. Ф. Иоффе, все, не разделяющие установок возглавляемой им и С. И. Вавиловым группы физиков, «бесплодны», «безграмотны», «отгородились от новых идей», «устранились от живой науки», «научно отсталые» и т. п.

Это ли не есть высокомерие, которого не должно быть у советского ученого!

9. На данном этапе нашего спора по вопросам научно-философского характера я четко высказал и опубликовал все, что только мог. Акад. А. Ф. Иоффе, акад. С. И. Вавилов и их единомышленники все время уклоняются от внесения ясности в их принципиальные установки. Давно уже начав с ними дискуссию по важнейшему вопросу из области анализа наших физических представлений, я еще в 1933 г. во время своего доклада в Академии Наук СССР, тиетно призывал их к тому, чтобы они реагировали на мои выступления. Привожу дословно соответствующее место из своего доклада 4 октября 1933 г.:¹

«Все мои принципиальные физические установки прямо или косвенно, явно или неявно вытекают из категорического отрицания допустимости «физического» действия на расстоянии. Должен признаться, однако, что в этом отношении у меня пока имеются, к сожалению, более или менее серьезные расхождения со многими моими коллегами по Академии Наук, в том числе, например, с академиками А. Ф. Иоффе, С. И. Вавиловым, с членами-корреспондентами Академии — Я. Н. Шпильрейном, Я. И. Френкелем, И. Е. Таммом и Г. А. Гамовым. Степень указанного расхождения варьирует в очень широких

¹ Акад. В. Ф. Миткевич: «Основные физические воззрения», стр. 52—53. 1936. 2-е изд. (См. настоящий сборник, статья III.)

пределах, от некоторого лишь различия в четкости основных установок до полной противоположности».

«Едва ли мыслимы какие-либо возражения против того, что необходимо, наконец, подвергнуть тщательному обсуждению важнейший принципиальный вопрос о возможности «физического» действия на расстоянии. Я совершенно уверен, что наша совместная работа в Академии Наук предоставляет для этого все возможности, и, в частности, страницы «Известий» Академии открыты каждому из нас для изложения своего суждения по данному поводу. Путем обмена мнениями мы придем, конечно, к объединяющим нас основным установкам. Мои попытки вызвать в стенах АН обмен мнений по этому вопросу были до сих пор безрезультатны».

С таким же призывом я обращался к своим идейным противникам и во время мартовской сессии Академии Наук в 1936 г., и так же безрезультатно.

А. Ф. Иоффе указывает в своей статье:

«Физическая группа Академии Наук наметила особую сессию, посвященную философии физики. Подготовка этой сессии, выбор дискуссионных тем и подбор докладчиков поручены особой комиссии под председательством А. А. Максимова. К сожалению, все еще ничего не сделано, и сессию пришлось отложить на ноябрь».

Я считаю необходимым сделать по этому поводу небольшое разъяснение для А. Ф. Иоффе. Не физическая группа наметила организацию подобного рода дискуссионных собраний, а делается это во исполнение особого постановления президиума Академии Наук, к которому я в конце концов обратился письмом от 7 января 1937 года. Президиум Академии Наук чутко отнесся к моему предложению, и если бы это предложение встретило сочувственное отношение и со стороны руководства физической группы, то такие дискуссионные собрания удалось бы провести еще весной 1937 года. К сожалению, мне пришлось еще раз обратиться в президиум Академии Наук, и в заседании 15 июня текущего года, после моего доклада и обмена мнений по поводу создавшегося положения,¹ президиум постановил:

«1. Отложить дискуссию по вопросам натурфилософии и по основным вопросам физики до осени 1937 года.

2. Предложить группам философии и физики АН СССР провести подготовку к этой дискуссии.

Просить основных участников дискуссии (в особенности академиков А. Ф. Иоффе и С. И. Вавилова) предварительно представить для опубликования в печати свои соображения по поднятым акад. Миткевичем философским вопросам физики.

3. Поручить организационной комиссии, под председательством А. А. Максимова, привлечь к участию в данной дискуссии возможно более широкий круг советских физиков и философов».

Сожаления А. Ф. Иоффе о необходимости откладывать созыв ди-

¹ Напомню, кстати, что именно президиум Академии Наук намечал на октябрь созыв дискуссионного собрания.

скуссионного собрания мне тем более непонятны, что именно он, а не кто другой задерживал выполнение п. 2 постановления президиума Академии Наук. Не сомневаюсь в том, что проведение в стенах Академии Наук указанных дискуссий, вызвать которые я стремился еще с 1933 г., будет сильно способствовать расцвету советской физической мысли на базе диалектического материализма и в первую очередь поможет А. Ф. Иоффе, С. И. Вавилову и всей возглавляемой ими группе физиков изжить свои неправильные научно-философские установки.

10. Я утверждаю, что в образовании наших основных физических представлений играет первенствующую роль общее суждение о том, как именно может осуществляться какое бы то ни было взаимодействие двух физических реальностей. Дело в том, что нет таких явлений природы, в которых не имело бы места взаимодействие хотя бы двух физических реальностей или их частей, принимающих участие в этих явлениях. И в нашем восприятии окружающего нас мира мы всегда встречаемся с тем или иным взаимодействием какой-либо внешней физической реальности с некоторым органом тела, от которого соответствующее возбуждение передается нашему мозгу через посредство нервной системы. Таким образом, во всех без исключения физических явлениях и при всяком восприятии этих явлений мы всегда и неизменно сталкиваемся прежде всего с взаимными связями между отдельными физическими реальностями, входящими в состав некоторой их совокупности, или с взаимными связями между отдельными частями одной и той же физической реальности. Вне этой общей обстановки мы не можем представить себе никакого физического процесса. Ясно, следовательно, что наши принципиальные взгляды касательно природы физических взаимодействий должны определенным образом влиять на характер наших рассуждений при рассмотрении всякого физического явления.

В связи со сказанным представляется в высокой степени целесообразным при анализе наших основных физических воззрений прежде всего остановиться на вопросе о вероятной природе физических взаимодействий. Это тем более необходимо, что принципиальные установки, касающиеся этого главного вопроса, предопределяют общий фон нашего физического мышления (материалистический или идеалистический).

Как известно, по рассматриваемому вопросу в науке существуют две точки зрения, взаимно исключаящие одна другую: точка зрения действия на расстоянии и фарадее-максвелловская точка зрения, согласно которой все взаимодействия в природе совершаются не иначе, как при непременно участии процессов, происходящих в промежуточной среде. Антагонизму между этими двумя точками зрения я посвящал частично или полностью ряд моих выступлений.¹ При

¹ Акад. В. Ф. Миткевич. «Основные физические воззрения», стр. 11—14, 24—31, 42—53, 72—84, 86—89, 104—114, 115—117, 124, 134—137, 139—141, 143—149, 151—152, 153—162. 1936. 2-е изд. (См. настоящий сборник, статьи I, II, III, VIII, IX, X, XI, XII, XV, XVI, XVII, XVIII, XIX.)

этом я сформулировал вопрос, касающийся характера взаимодействия каких-либо двух физических центров. Этот вопрос, несколько разнообразя его построение, я систематически задавал с 1930 г. моим идейным противникам (А. Ф. Иоффе, С. И. Вавилову, Я. И. Френкелю, И. Е. Тамму, В. А. Фоку и другим), которые до последнего времени так же систематически уклонялись от четкого ответа на него.

11. В условиях разветвляющейся теперь на страницах «П. З. М.» дискуссии и в связи с утверждением А. Ф. Иоффе, что он является материалистом, я считаю полезным для большей ясности видоизменить свой основной вопрос следующим образом. Представим себе два магнита N_1S_1 и N_2S_2 , находящиеся в пустоте на произвольном расстоянии один от другого и взаимодействующие друг с другом. Спрашивается: можно ли, придерживаясь материалистической точки зрения, утверждать, что два магнита N_1S_1 и N_2S_2 обладают способностью взаимодействовать друг с другом так, чтобы при этом в некотором замкнутом слое, со всех сторон окружающем магнит N_1S_1 , не происходило какого бы то ни было физического процесса?

Я полагаю, что на этот вопрос должен быть дан категорический и четкий ответ: «нет».

Физики, до сих пор уклонявшиеся от четкого ответа на подобный вопрос, в том числе А. Ф. Иоффе, С. И. Вавилов, Я. И. Френкель, И. Е. Тамм и В. А. Фок, тем самым обнаруживали их несогласие с моим ответом «нет».

В последних своих выступлениях на страницах «П. З. М.» А. Ф. Иоффе и С. И. Вавилов,¹ с одной стороны, как будто бы выражают отрицательное отношение к идее действия на расстоянии, но, с другой стороны, они возражают против формулировки моего вопроса и считают, что этот вопрос не допускает простых ответов «да» или «нет», и потому уклоняются от подобных четких ответов. Однако ни А. Ф. Иоффе, ни С. И. Вавилов не указывают, как же именно было бы целесообразно сформулировать вопрос, чтобы он наилучшим образом выявлял антагонизм между двумя противоположными точками зрения: материалистический и идеалистический. С. И. Вавилов напоминает мне о единстве противоположностей. А. Ф. Иоффе отклоняется в сторону от вопроса, полемизируя по поводу идеи о среде, заполняющей все физическое пространство. При этом он упускает из виду, что тот или иной ответ на мой вопрос сам по себе вовсе не связывает нас в отношении признания промежуточной среды. Необходимо ли допустить существование такой среды, называть ли ее по-старому эфиром или как-либо иначе, — это особый вопрос, которым, по моему мнению, следует заняться только после решения основного вопроса об общих условиях всякого физического взаимодействия. Итак, ни А. Ф. Иоффе, ни С. И. Вавилов не дали четкого ответа на мой главный вопрос.

¹ См. статью С. И. Вавилова в № 7 «П. З. М.» за 1937 год.

По этому поводу еще в 1933 г. в своем докладе в Академии Наук на тему «О «физическом» действии на расстоянии» я указал следующее:

«Всякое уклонение от прямого ответа на поставленный мною вопрос, всякие оговорки или имеющие характер таковых оговорок рассуждения клонятся обычно к оправданию ответа «да».¹

Возражая против самой постановки вопроса, мои противники давно уже указывали на ее ошибочность. Учитывая эти возражения, я в упомянутом докладе 1933 г. доказал, что сформулированный мною вопрос является вполне законным. Доказательство это сводится к следующему чрезвычайно простому рассуждению.

Как бы мы ни смотрели на сущность происходящих в природе процессов, все мы принимаем за нечто безусловно достоверное тот факт, что магниты N_1S_1 и N_2S_2 могут как-то физически взаимодействовать. Нельзя, далее, представить себе какие-либо доводы против утверждения, что в слое, со всех сторон окружающем магнит N_1S_1 , либо может, вообще говоря, происходить какой бы то ни было физический процесс, либо он может совершенно отсутствовать. Что-либо третье, кроме этих двух возможностей, не мыслимо. В связи с этим мы имеем полное право сопоставлять факт взаимодействия магнитов N_1S_1 и N_2S_2 с вероятностью наличия или с вероятностью отсутствия какого бы то ни было физического процесса в слое, окружающем магнит N_1S_1 , и иметь по этому поводу суждение. Таким образом, сформулированный мною вопрос, побуждающий нас взвесить вероятность того или другого, необходимо признать вполне допустимым, правильным и законным.

Не подлежит никакому сомнению, что всякий исследователь, стремящийся проникнуть в сущность физических явлений, и может и должен дать на вышеуказанный вопрос о взаимодействии магнитов вполне определенный ответ: «да» или «нет»! Совершенно невозможно допустить мыслимость некоторого третьего ответа. Не может быть также и речи о каком-либо синтезе этих принципиально противоположных и исключających друг друга ответов «да» и «нет», так как нельзя представить себе построение такой физической теории, согласно которой в слое, со всех сторон окружающем магнит N_1S_1 , в одно и то же время и происходил бы некоторый физический процесс и решительно ничего не происходило бы.

По моему мнению, уклоняющиеся от четкого ответа на данный вопрос мои противники должны были бы, по крайней мере, опровергнуть мое доказательство законности и правильности вопроса. Однако и от этого они уклоняются, а вместо этого стремятся всячески дискредитировать мой вопрос. Между прочим, во время мартовской сессии Академии Наук в 1936 г. вместо уклонившегося от ответа на мой вопрос акад. А. Ф. Иоффе выступил И. Е. Тамм, который пытался высмеять этот вопрос и заявил, что в нем не больше смысла,

¹ Акад. В. Ф. Миткевич. «Основные физические воззрения», стр. 46. 1936. 2-е изд. (См. настоящий сборник, статья III.)

чем в вопросе о цвете меридиана.¹ Я признал некоторую долю истины в сравнении, сделанном И. Е. Таммом, и разъяснил, что я действительно обращаюсь к своим идейным противникам с вопросом о «цвете» их меридиана.² Акад. С. И. Вавилов в заседании Совета отделения математических и естественных наук Академии Наук 16 апреля 1937 г., оспаривая значение настойчиво повторяемого мной вопроса, спрашивал меня: «Что же, вы считаете его лакмусовой бумажкой?» Приношу глубокую признательность И. Е. Тамму и акад. С. И. Вавилову за то, что своими остроумными высказываниями они заострили мой вопрос. Без их весьма существенной помощи мне самому это не пришлось бы в голову. Да, я теперь ясно вижу, что сформулированный мной вопрос о природе физических взаимодействий по своему существу является своего рода «лакмусовой бумажкой» для определения «цвета» нашего меридиана, т. е. нашей основной установки (материалистической или идеалистической).

Я утверждаю, что наступил такой момент в нашем длительном споре, когда А. Ф. Иоффе, С. И. Вавилов, Я. И. Френкель, И. Е. Тамм и В. А. Фок должны, наконец, либо дать четкий ответ («да» или «нет») на поставленный мной вопрос о взаимодействии магнитов, либо четко опровергнуть мое доказательство правильности постановки данного вопроса. Только после получения ответов от всех упомянутых лиц будет продуктивным дальнейший анализ наших основных физических воззрений с точки зрения их соответствия установкам диалектического материализма.

12. Итак, можно следующим образом резюмировать все, сказанное выше:

а) Выступление А. Ф. Иоффе и по форме и по содержанию личным раз подтверждает, что положение на философском фронте советской физики действительно весьма неблагоприятно.

б) А. Ф. Иоффе и примыкающая к нему группа физиков систематически уклонялись от обсуждения принципиальных научно-философских установок, господствующих в современном физическом мышлении.

в) Вместо того чтобы стремиться общими силами поставить советскую физическую мысль на правильный путь, группа А. Ф. Иоффе и С. И. Вавилова до сих пор пытается дискредитировать все начинания в этом направлении.

13. Наш спор в настоящее время приобрел особую остроту. Мои идейные противники не проявляют той уравновешенности и того спокойствия, которые столь полезны при ведении всякой дискуссии, а в особенности дискуссии научно-философской. Но я полагаю, что

¹ Так как ни А. Ф. Иоффе, ни С. И. Вавилов, оба уклонившиеся от ответа на обращенный к ним вопрос, в своем заключительном слове не сочли необходимым реагировать на заявление И. Е. Тамма, то я считаю, что они в полной мере одобряют сравнение моего вопроса с вопросом о цвете меридиана.

² Акад. В. Ф. Миткевич. «Основные физические воззрения», стр. 162, 1936. 2-е изд. (См. настоящий сборник, стр. 185, 186.)

пройдет еще немного времени и А. Ф. Иоффе, С. И. Вавилов и при-
мыкающие к ним другие наши физики осознают свои расхождения
с установками диалектического материализма и исправят свои ошибки,
после чего их дальнейшая деятельность станет значительно плодот-
ворнее и мы все, несколько более понимая друг друга, чем это
было до сих пор, будем упорно работать на пользу истинно совет-
ской физической науки.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Часть I.

	<i>Стр.</i>
Предисловие	3
I. Работы Фарадея в области электромагнитной индукции в связи с его общими физическими воззрениями	7
II. Основные воззрения современной физики	16
III. О «физическом» действии на расстоянии	38
IV. О некоторых основных положениях, относящихся к области физики	49
V. О механистической точке зрения в области основных физических представлений	53
VI. О современной борьбе материализма с идеализмом в области физики	61
VII. Значение книги Ленина «Материализм и эмпириокритицизм» в современной борьбе с идеализмом в области физики	94

Часть II.

VIII. Выдержки из стенограммы дискуссии о природе электрического тока (происходившей в 1929 и 1930 гг. в Ленинградском политехническом институте)	105
IX. Выдержки из статьи «К вопросу о природе электрического тока»	119
X. Об ответах М. Л. Ширвиндта и Ю. П. Шенна по поводу десяти вопросов	135
XI. К вопросу об условности математической трактовки физических явлений	142
XII. По поводу статьи проф. Д. Б. Гогоберидзе «К вопросу об условности математической трактовки физических явлений»	148
XIII. По поводу физических воззрений проф. Д. Б. Гогоберидзе	154
XIV. К окончанию дискуссии с проф. Д. Б. Гогоберидзе об основных физических воззрениях	156
XV. О позиции И. Е. Тамма в отношении принципиальных воззрений Фарадея и Максвелла	161
XVI. Фарадей «против» фарадеевской точки зрения	165
XVII. За фарадеев-максвелловскую установку в вопросе о природе физических взаимодействий	168
XVIII. Выдержка из дискуссии по докладу «О физическом действии на расстоянии»	176
XIX. Выдержки из дискуссии на мартовской сессии Академии Наук СССР в 1936 г.	178
XX. По поводу статьи акад. А. Ф. Иоффе «О положении на философском фронте советской физики»	187