

ты эксперимента Физо, но и очень просто объясняла почти все опыты, которые можно было представить себе в этой области.

Лоренц утверждает, что материя состоит из элементарных частиц, часть которых, по крайней мере, обладает электрическими зарядами. Движущаяся по отношению к эфиру заряженная частица может быть отождествлена с элементом тока. Действие электромагнитного поля на частицу и реакция частицы на поле — вот единственныe связи между материей и эфиром. В эфире, там, где пространство свободно от частиц, электрическое и магнитное поля описываются уравнениями Максвелла для свободного эфира, в том случае, конечно, если уравнения относятся к системе отсчета, неподвижной по отношению к эфиру.

Большая плодотворность теории Лоренца состоит в том, что свойства материи, проявляющиеся в оптике и электромагнетизме, могут быть объяснены только относительными положениями и движениями заряженных частиц.

§ 3. Эксперименты и следствия, не согласующиеся с теорией

Эксперимент Физо наталкивал на мысль, что движущаяся жидкость увлекает не весь эфир; происходит лишь частичное увлечение эфира. Однако, поскольку Земля вращается вокруг своей оси и вокруг Солнца и направление скорости ее движения в течение года сильно меняется, следовало думать, что эфир в наших лабораториях принимает некоторое участие как в движении Земли, так и в движении жидкости в исследованиях Физо. Отсюда вытекает, что эфир движется по отношению к нашим приборам со скоростью, изменяющейся со временем. Кроме того, надо было бы ожидать, что в оптических явлениях будет наблюдаться анизотропия пространства; иначе говоря, эти явления должны были бы зависеть от ориентации приборов. Так, например, в пустоте или в воздухе свет в направлении движения Земли должен был бы распространяться быстрее, чем против движения Земли. Нельзя было и думать получить непосредственное экспериментальное подтверждение этого следствия теории; так как по порядку величины ожидаемый эффект равен отношению скорости Земли к скорости света, т. е. 10^{-4} , то нечего было и думать о достижении подобной точности при прямом определении скорости света. Кроме того, — и это главное — способами измерения в земных условиях можно определить скорость света,

используя лучи света, проходящие по замкнутому пути — туда и обратно, — а не по прямой. Причина этого заключается в том, что необходимо определить момент выхода лучей и момент их возвращения с помощью одних и *тех же приборов*, например, с помощью зубчатого колеса.

Известно много оптических явлений, которые позволяют надежно фиксировать изменения скорости света порядка 10^{-4} ; наблюдая эти явления, согласно теории, можно было бы ожидать, что результаты получатся различными в зависимости от ориентации приборов по отношению к скорости Земли. Не вдаваясь в подробности, скажем, что все эти эксперименты дали отрицательные результаты. Таким образом, эксперимент Физо приводил к гипотезе частичного увлечения эфира движущимися телами, а все иные эксперименты не подтверждали этой гипотезы. Теория Лоренца¹ дает, по крайней мере, хоть какой-то ключ к решению этой загадки. Наличие постоянной скорости v прибора по отношению к эфиру оказывает влияние на оптические явления; однако это влияние на распределение интенсивности света оказалось очень слабым, соответствующие ему члены в уравнениях Лоренца пропорциональны $(v/c)^2$ (c — скорость света в пустоте).

Казалось бы, таким образом объясняется отрицательный результат экспериментов, поставленных с целью доказать существование относительного движения Земли по отношению к эфиру. Тем не менее, один из этих отрицательных результатов оказался настоящей головоломкой для теоретиков. Мы имеем в виду знаменитый опыт Майкельсона и Морли. Эти физики исходили из следующего замечания. Пусть M и N — две точки твердого тела; световой луч испускается из точки M и идет к N , где он отражается и возвращается в M . В этом случае, если тело имеет постоянную скорость по отношению к эфиру, теория предсказывает для времени t , необходимого для прохождения замкнутого пути MNM , различные величины в зависимости от того, по этому направлению или перпендикулярно ему движется тело. Правда, разница времен прохождения очень невелика, поскольку она порядка $(v/c)^2$, где v — скорость Земли, т. е. порядка 10^{-8} ; тем не менее Майкельсон и Морли смогли поставить интерференционный эксперимент, с помощью которого эту разницу можно было измерить. Основные идеи их опыта состоят в сле-

¹Правда, необходимо сказать, что Лоренц не рассматривал тела, которые способны вращать плоскость поляризации в отсутствие магнитного поля (тела с природной активностью).

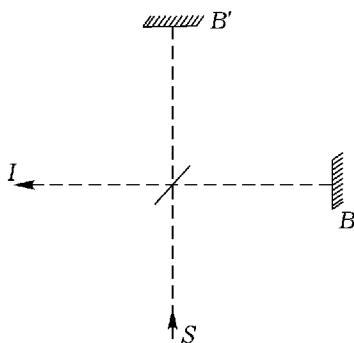


Рис. 1

дующем. Световой луч из источника S (см. рис. 1) разделяется с помощью полупрозрачного зеркала в точке A на два пучка. Один из них отражается от зеркала в B и возвращается в A , где он снова разделяется и дает луч, который идет в I . Другой луч проходит через полупрозрачное зеркало A и идет в зеркало B' , где он отражается и попадает в A . В точке A он отражается снова и дает луч, также идущий в I . В точке I эти два луча интерферируют. Положение интерференционных полос зависит от разности хода обоих лучей ABA и $AB'A$. Эта разность хода должна зависеть от ориентации прибора. Должно было бы наблюдаться смещение интерференционных полос, если вместо плеча AB' по направлению движения Земли будет ориентировано плечо AB . Однако ничего подобного не было обнаружено, и основы теории Лоренца пошатнулись. Чтобы спасти эту теорию, Лоренц и Фицджеральд прибегли к странной гипотезе: они предположили, что размеры любого тела, движущегося относительно эфира, сокращаются в направлении движения на часть, или, что сводится к тому же, если рассматривать только члены второго порядка малости, — что длина тела в этом направлении уменьшается в отношении $1 : \sqrt{1 - (v/c)^2}$.

В самом деле, эта гипотеза уничтожала разногласие между теорией и экспериментом. Однако эта теория не представляла собой единого целого. Она основывалась на существовании эфира, который нужно было считать движущимся относительно Земли, причем последствия этого движения никогда невозможно было бы обнаружить экспериментально. Такое странное свойство теории можно было объяснить только с помощью введения априори маловероятных гипотез. Можно ли действительно думать, что вследствие любопытной случайности законы природы представляются нам таким необычным образом, что ни один из них не позволяет изучить быстрое движение нашей планеты через эфир? Не правда ли, было бы более правдоподобным допустить, что нас завело в тупик какое-то ошибочное соображение?

Прежде чем сказать, как избавиться от этих трудностей, покажем, что даже в частных случаях теория, основанная на существовании эфи-

ра, не всегда удовлетворительно объясняет явления, хотя она может прямо и не противоречить эксперименту.

Итак, рассмотрим, например, магнитный полюс, движущийся относительно замкнутого проводника. Если число силовых линий, пересекающих поверхность проводника, изменяется с течением времени, то в проводнике возникает ток. Известно, что возникший ток зависит только от изменения потока через проводник. Величина этого изменения зависит только от *относительного движения* полюса по отношению к проводнику, иначе говоря, с точки зрения конечного результата безразлично, будет это движущийся полюс и неподвижный проводник или же наоборот. Чтобы понять это явление с точки зрения теории эфира, необходимо приписать последнему состояния, в корне различные в зависимости от того, полюс или проводник движутся относительно эфира. В первом случае следует помнить, что движение полюса изменяет в каждое мгновение напряженность магнитного поля в различных точках эфира. Полученное таким образом изменение создает электрическое поле с замкнутыми силовыми линиями, существование которого не зависит от присутствия проводника. Это поле, как и любое другое электрическое поле, обладает определенной энергией; оно-то и создает электрический ток в проводнике. Если же, наоборот, проводник движется, а полюс остается в покое, то при этом не возникает никакого электрического поля. В этом случае на электроны, находящиеся в проводнике, действуют лишь пондеромоторные силы, получающиеся в результате движения этих электронов в магнитном поле; результатом же наличия этих сил является движение электронов, т. е. возникновение электрического тока.

Таким образом, чтобы с помощью теории эфира понять эти два в принципе не различающиеся эксперимента, необходимо, чтобы эфиру были приписаны принципиально различные состояния. В конце концов, подобное раздвоение, чуждое природе явлений, вводится всякий раз, как только приходится обращаться к факту существования эфира для объяснения явлений, вызванных относительными движениями двух тел.

§ 4. Принцип относительности и эфир

Каковы корни всех этих трудностей?

Теория Лоренца находится в противоречии с чисто механически-