

эти поля в пустоте стали рассматривать как особые состояния эфира, не требующие более детального анализа.

Механическое и чисто электромагнитное толкование оптических и электромагнитных явлений имеет то общее, что в обоих случаях электромагнитное поле рассматривается как особое состояние гипотетической среды, заполняющей все пространство. Именно в этом указанные два толкования коренным образом отличаются от теории истечения Ньютона, согласно которой свет состоит из движущихся частиц. Согласно Ньютону, пространство должно рассматриваться как не содержащее ни весомой материи, ни лучей света, т. е. как абсолютно пустое. В то же время механическая и электромагнитная теории заставляют рассматривать само пространство как заполненное эфиром.

§ 2. Оптика движущихся тел и эфир

Приняв гипотезу о существовании эфира, нужно ответить на вопрос о механических связях, соединяющих эфир и материю. Когда материя приходит в движение, увлекается ли эфир полностью движущейся материей, или же он движется лишь частично, или, наконец, он остается неподвижным? Эти вопросы являются основными для оптики и электродинамики движущихся тел.

Проще всего было бы предположить, что движущиеся тела полностью увлекают эфир, который они содержат. Именно при этом предположении Герц построил непротиворечивую электродинамику движущихся тел. Тем не менее, как следует из знаменитого эксперимента Физо, эта теория неприемлема. Опыт Физо, который можно рассматривать как *experimentum crucis*, основан на следующих соображениях. Пусть u' — скорость распространения света в прозрачной и неподвижной среде. Сообщим этой среде равномерное и прямолинейное движение со скоростью V . Если среда заставляет двигаться весь содержащийся в ней эфир, то распространение света *по отношению к среде* будет таким же, как если бы среда была неподвижна; иначе говоря, u' будет также и скоростью распространения света по отношению к движущейся среде. Чтобы найти скорость по отношению к наблюдателю, не принимающему участия в движении среды, достаточно, следуя правилу сложения скоростей, к скорости u' прибавить векторно скорость V . В частном случае, если u' и V лежат на одной прямой, получается либо $u' + V$, либо $u' - V$, в зависимости от того, одинаковое или разное на-

правление имеют скорости u' и V . Однако даже самые большие скорости, которые можно было бы сообщить телу, очень малы по сравнению со скоростью света; следовательно, возникает необходимость в очень точном экспериментальном методе, который позволил бы убедительно показать влияние движения среды на эту скорость. Физо предложил следующий эксперимент. Рассмотрим два луча света, способных интерферировать друг с другом, и две трубы, наполненные одинаковой жидкостью. Пропустим вдоль каждой трубы параллельно ее оси пучки света так, чтобы они интерферировали друг с другом после их выхода из труб.

Положение интерференционных полос изменится, если жидкость приходит в движение параллельно оси труб.

По различным положениям интерференционных полос в зависимости от изменения скорости течения можно определить скорость распространения света¹ относительно стенок трубы, т. е. скорость в движущейся среде. Физо нашел таким путем для суммы скоростей не величину $u' \pm V$, как мы могли бы ожидать из всего предыдущего, а $u' \pm \alpha V$, где α — число, заключенное в пределах между 0 и 1 и зависящее от показания преломления n среды² $\alpha = 1 - 1/n^2$.

Итак, частично свет увлекается движущейся жидкостью. Этот эксперимент отвергает гипотезу полного увлечения эфира. Следовательно, остаются две возможности.

1. Эфир полностью неподвижен, т. е. он не принимает абсолютно никакого участия в движении материи.

2. Эфир увлекается движущейся материей, но он движется со скоростью, отличной от скорости движения материи.

Развитие второй гипотезы требует введения каких-либо предложений относительно связи между эфиром и движущейся материей. Первая же возможность очень проста, и для ее развития на основе теории Максвелла не требуется никакой дополнительной гипотезы, могущей осложнить основы теории.

В 1895 г. Лоренц³, предполагая эфир абсолютно неподвижным, предложил весьма совершенную теорию электромагнитных явлений. Эта теория позволяла не только количественно предсказать результа-

¹ Точнее, фазовую скорость света.

² В этом выражении пренебрегается дисперсией.

³ H. A. Lorentz. Versuch einer Theorie der elektrischen und optischen Erscheinungen in Bewegten Körpern. Leyden, 1895.

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,