

---

## *Лоренцева теория электрона*

Совершенно другую попытку примирения гипотезы эфира с экспериментальными фактами (например, упоминавшимися в гл. 4 и 5) развил Лоренц. Как мы увидим, теория Лоренца действительно привела к такому «примирению». Однако при этом появились новые проблемы, гораздо более глубокие и касающиеся природы пространственно-временных измерений, что и послужило основой для принципиально новых эйнштейновских представлений о пространстве и времени.

Хотя теория Лоренца в настоящее время уже не является общепринятой, полезно разобрать некоторые ее детали не только для понимания исторических условий, в которых возникла теория относительности, но главным образом для выяснения основного содержания нового эйнштейновского подхода ко всей проблеме. Именно критический анализ теории Лоренца на базе уже знакомых и общепринятых физических представлений дает возможность лучше уяснить, что являлось ошибочным в ньютоновских понятиях пространства и времени, и предсказать то большое число изменений, которое необходимо сделать, чтобы избежать трудностей, связанных с этими понятиями.

Лоренц начал с того, что принял гипотезу эфира. Главным же новшеством в его теории было изучение зависимости процесса пространственно-временного измерения от взаимосвязи между атомным строением вещества и движением вещества в эфире.

Уже было известно, что вещество состоит из атомов, содержащих отрицательно заряженные частицы, именуе-

мые электронами. и положительно заряженные образования (Резерфорд в 1911 г. показал, что последние имеют вид малых ядрышек), к которым притягиваются электроны. Межатомные силы, ответственные за объединение атомов в молекулы, а затем и в макроскопические твердые тела, весьма правдоподобно объяснялись как результат действия сил притяжения между электронами и положительно заряженной частью атома и сил отталкивания между электронами. Рассмотрим, например, кристаллическую решетку. Расположение точек, в которых электрические силы взаимно нейтрализуются, определяет расстояние  $d$  (постоянную решетки) между соседними атомами. Таким образом можно определить и размеры кристалла, содержащего заданное число атомных слоев в каждом данном направлении.

Лоренц предположил, что электрические силы в сущности представляют собой натяжения эфира. Из уравнений Максвелла (считая их справедливыми в той системе отсчета, в которой эфир покоится) можно вычислить электромагнитное поле, окружающее заряженную частицу. Для частицы, которая покоится относительно эфира, следует, что напряженность этого поля определяется потенциалом  $\varphi$ , являющимся сферически симметричной функцией расстояния  $R$  от заряженной частицы, а именно  $\varphi = q/R$  (где  $q$  — заряд частицы). Если провести подобный же расчет для частицы, движущейся относительно эфира со скоростью  $v$ , то мы найдем, что поле вокруг частицы уже не будет сферически симметричным. Оно будет обладать симметрией эллипсоида вращения, диаметры которого в направлениях, перпендикулярных скорости, совпадают с диаметром прежней сферы, а диаметр в направлении движения укорочен в  $1/\sqrt{1 - (v/c)^2}$  раз. Такое сокращение, очевидно, имеет место в результате движения электронов в эфире.

Электрический потенциал, образованный всеми атомами кристалла, представляет собой не что иное, как сумму потенциалов всех частиц, из которых образован кристалл. Следовательно, вся система эквипотенциальных поверхностей также должна сжаться в направлении движения и остаться без изменения в перпендикулярных направлениях, как это произошло с полем отдельного

электрона. Равновесные положения атомов соответствуют тем точкам, где потенциал минимален (где результирующая сила равна нулю). Поэтому, когда эквипотенциальные поверхности сжимаются в направлении движения, должно произойти и соответствующее сжатие самого тела в том же направлении, т. е. тело укоротится в  $1/\sqrt{1-(v/c)^2}$  раз. В результате длина линейки  $l_0$ , которую она имела в состоянии покоя, при движении со скоростью  $v$  в направлении длины уменьшится и будет равна

$$l = l_0 \sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}. \quad (6.1)$$

Если же наша линейка ориентирована перпендикулярно направлению движения, то ее длина, конечно, не изменится.

Вернемся к опыту Майкельсона — Морли. Так как плечи интерферометра состоят из атомов, нужно ожидать, что они подвергнутся такому же сокращению, какое описывается формулой (6.1). Укоротится, однако, длина лишь того плеча, которое параллельно направлению движения. Так как мы предполагали, что длина обоих плеч в состоянии покоя одинакова, уравнение (4.6) следует переписать в виде

$$l_1 = l_0 \sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}, \quad l_2 = l_0, \quad (6.2)$$

откуда

$$\Delta t = \frac{2l_0}{c} \cdot \left( \frac{1}{\sqrt{1 - (v/c)^2}} - \frac{1}{\sqrt{1 - (v/c)^2}} \right) = 0. \quad (6.3)$$

Мы показали, таким образом, что независимо от величины скорости Земли установка Майкельсона — Морли не должна давать никакого сдвига интерференционных полос. Следовательно, теория эфира совместима с результатами опыта Майкельсона — Морли. Конечно, такое «примирение» является прямым следствием эффекта, получившего с тех пор название *лоренцева сокращения* тела при его движении в эфире<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Ранее без всякого обоснования подобное сокращение *ad hoc* предложил Фитцджеральд, но впервые теоретически оно было обосновано Лоренцем.