

## § 10. О возможности экспериментальной проверки теории движения материальной точки.

### Опыты Кауфмана

Сравнение полученных в последних параграфах результатов с опытом возможно только тогда, когда электрически заряженные материальные точки имеют скорости, сравнимые со скоростью света, так что уже нельзя будет пренебречь квадратом скорости по сравнению с  $c^2$ . Это условие выполняется для быстрых катодных лучей и для электронов, испускаемых радиоактивными веществами ( $\beta$ -лучей).

В случае электронных лучей имеются три величины, взаимосвязь которых может быть предметом более тщательного экспериментального исследования, а именно: ускоряющий потенциал, или кинетическая энергия лучей, отклонение электрическим полем и отклонение магнитным полем.

Ускоряющий потенциал  $\Pi$  определяется в соответствии с (14) из формулы

$$\Pi\varepsilon = \mu \left\{ \frac{c^2}{\sqrt{1 - (q^2/c^2)}} - 1 \right\}.$$

Для вычисления двух других величин выпишем два последние уравнения (11) для случая, когда движение первоначально происходит параллельно оси  $x$ ; обозначая через  $\varepsilon$  абсолютную величину заряда электрона, получаем

$$-\frac{d^2 z}{dt^2} = \frac{\varepsilon}{\mu} \sqrt{1 - \left( \frac{q^2}{c^2} \right)} \left( Z + \frac{q}{c} M \right).$$

Если  $Z$  и  $M$  — единственные компоненты отклоняющих полей, то искривление происходит в плоскости  $XZ$  и радиус кривизны  $R$  определяется из формулы  $\frac{q^2}{R} = \frac{d^2 z}{dt^2}$ . Принимая в качестве меры электрического или магнитного отклонения, соответственно, величину  $A_e = \frac{1}{R} : Z$  или  $A_m = \frac{1}{R} : M$  для случая, когда отлична от нуля *только* одна составляющая электрического или магнитного поля, получаем

$$A_e = \frac{\varepsilon}{\mu} \frac{\sqrt{1 - (q^2/c^2)}}{q^2}, \quad A_m = \frac{\varepsilon}{\mu} \frac{\sqrt{1 - (q^2/c^2)}}{cq}.$$

В случае катодных лучей необходимо измерять все три величины  $\Pi$ ,  $A_e$  и  $A_m$ , однако исследования достаточно быстрых катодных лучей пока еще не производились. В случае  $\beta$ -лучей (практически) можно наблюдать только величины  $A_e$  и  $A_m$ . Кауфман с тщательностью, достойной восхищения, определил связь между  $A_m$  и  $A_e$  для  $\beta$ -лучей, испускаемых крупинкой бромистого радия<sup>1</sup>.

Его экспериментальная установка, главные части которой изображены в натуральную величину на рис. 1, состояла в сущности из латунного цилиндра  $H$ , помещенного внутри эвакуированного непрозрачного стеклянного сосуда. На нижней крышке цилиндра  $A$  в небольшом углублении  $O$  находится крупинка радия. Испускаемые им  $\beta$ -лучи пересекают пространство между пластинами конденсатора  $P_1$  и  $P_2$ , проходят через диафрагму  $D$  диаметром 0,2 мм и затем падают на фотопластинку. Лучи отклоняются в перпендикулярном направлении электрическим полем, приложенным к пластинам  $P_1$  и  $P_2$  конденсатора, а также магнитным полем того же направления, возбуждаемым большим постоянным магнитом, так что благодаря действию лучей определенной скорости на пластинке получается точка, а в результате совместного действия частиц разной скорости — кривая.

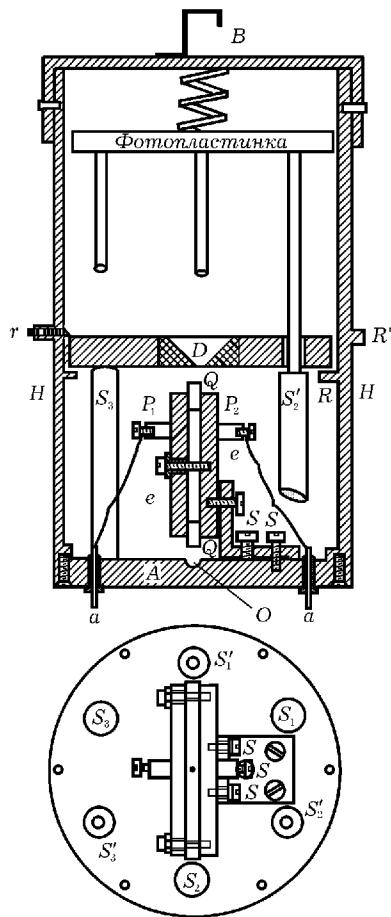


Рис. 1

<sup>1</sup> W. Kaufmann. App. Phys., 1906, 19. Оба рисунка взяты из этой работы Кауфмана.

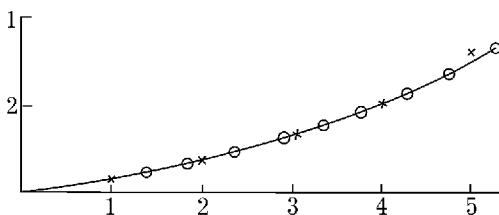


Рис. 2

На рис. 2 показана эта кривая<sup>1</sup>, изображающая с точностью до масштаба абсцисс и ординат связь между  $A_m$  (абсцисса) и  $A_e$  (ордината). Крестиками на кривой указаны значения, вычисленные согласно теории относительности, причем для  $\epsilon/\mu$  принято значение  $1,878 \cdot 10^7$ .

Принимая во внимание трудность исследования, такое согласие можно считать удовлетворительным. Однако наблюдаемые отклонения являются систематическими и значительно превосходят экспериментальные ошибки измерений Кауфмана. Тот факт, что вычисления Кауфмана не содержат ошибок, следует из того, что Планк<sup>2</sup>, применяя другой метод вычислений, получил результаты, полностью согласующиеся с результатами Кауфмана.

Вопрос о том, являются ли причинами систематических отклонений еще не учтенные источники ошибок или несоответствие основ теории относительности экспериментальным фактам, можно с уверенностью решить лишь тогда, когда будут получены более разнообразные экспериментальные данные.

Необходимо еще отметить, что теории движения электронов Абрагама<sup>3</sup> и Бухерера<sup>4</sup> дают кривые, согласующиеся с экспериментальной кривой значительно лучше, чем кривая, соответствующая теории относительности. Однако, по нашему мнению, эти теории вряд ли достоверны поскольку их основные предположения о массе движущегося электрона не вытекают из теоретической системы, охватывающей более широкий круг явлений.

<sup>1</sup> Указанный на рис. 2 масштаб означает миллиметры на фотопластинке. Изображенная кривая является не точно наблюдаемой кривой, а «приведенной к бесконечно малому отклонению».

<sup>2</sup> Ср. M. Planck. Verhandl. Dtsch. Phys. Ges. VIII. Jahrg., 1906, N 20; IX. Jahrg., 1907, № 14.

<sup>3</sup> M. Abraham. Gött. Nachr., 1902.

<sup>4</sup> A. H. Bucherer. Math. Einführung in die Elektronentheorie. Leipzig, 1904, 58.