Это соотношение поддается экспериментальной проверке, так как скорость электрона может быть измерена также и непосредственно, например, при помощи быстро колеблющихся электрических и магнитных полей.

2. Из формулы для кинетической энергии следует, что между пройденной разностью потенциала и достигнутой скоростью v электрона должна существовать следующая зависимость:

$$P = \int X dx = \frac{\mu}{\varepsilon} V^2 \left\{ \frac{1}{\sqrt{1-\left(\frac{v}{V}\right)^2}} - 1 \right\}.$$

3. Вычислим радиус кривизны R орбиты, когда имеется действующая перпендикулярно к скорости электрона магнитная сила N (как единственная отклоняющая сила).

Из второго уравнения (A) получаем:

$$-\frac{d^2y}{dt^2} = \frac{v^2}{R} = \frac{\varepsilon}{\mu} \frac{v}{V} N \sqrt{1-\left(\frac{v}{V}\right)^2}$$

или

$$R = V^2 \frac{\mu}{\varepsilon} \cdot \frac{\frac{v}{V}}{\sqrt{1-\left(\frac{v}{V}\right)^2}} \cdot \frac{1}{N}.$$

Эти три соотношения являются полным выражением законов, по которым, согласно предложенной теории, должны двигаться электроны.

В заключение замечу, что мой друг и коллега М. Бессо явился верным помощником при разработке изложенных здесь проблем и что я обязан ему за ряд ценных указаний.

Берн, июнь 1905 г.
(Поступило в печать 30 июня 1905 г.).

А. ЭЙНШТЕЙН.

ЗАВИСИТ ЛИ ИНЕРЦИЯ ТЕЛА ОТ СОДЕРЖАЩЕЙСЯ В НЕМ ЭНЕРГИИ? [1]

Результаты предыдущего исследования приводят нас к очень интересному следствию, вывод которого будет дан в этой статье.

В прежнем исследовании я взял за основу, кроме уравнений Максвелла—Герца для пустоты и формулы Максвелла для электромагнитной энергии пространства, еще следующий принцип:

Законы, по которым изменяются состояния физических систем, не зависят от того, к которой из двух координатных систем, находящихся в равномерном параллельно-поступательном движении относительно друг друга, отнесены эти изменения состояния (принцип относительности).

Основываясь на этом [2], я, между прочим, вывел следующий результат (предыдущая статья § 8):

Пусть система плоских волн света, отнесенная к координатной системе (x, y, z), обладает энергией l и пусть направление луча (волновая нормаль) образует угол φ с осью x системы. Если ввести новую

[1]) „Ist die Trägheit eines Körpers von seinem Energiegehalt abhängig?“ Ann. d. Phys. 18, 639, 1905.

[2]) Примененный там принцип постоянства скорости света содержится, конечно, в уравнениях Максвелла.

координатную систему (ξ, η, ζ), находящуюся в равномерном параллельно-поступательном движении относительно системы (x, y, z), и если начало координат первой системы движется со скоростью v вдоль оси x, то упомянутое количество света — измеренное в системе (ξ, η, ζ) — обладает энергией:

$$l^* = l \frac{1 - \frac{v}{V}\cos\varphi}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{V}\right)^2}},$$

где V — скорость света. В дальнейшем мы воспользуемся этим результатом.

Пусть в системе (x, y, z) находится покоящееся тело, энергия которого, отнесенная к системе (x, y, z), равна E_0. Энергия же тела, отнесенная к системе (ξ, η, ζ), движущейся, как выше, со скоростью v, пусть составляет H_0.

Пусть это тело посылает в направлении, образующем с осью x угол φ, плоские волны, имеющие энергию $\frac{L}{2}$ [измеренную относительно системы (x, y, z)] и одновременно посылает такое же количество света в противоположном направлении. При этом тело остается в покое относительно системы (x, y, z). Закон сохранения энергии должен иметь место для этого процесса, и притом (согласно принципу относительности) по отношению к обеим координатным системам. Если мы обозначим энергию тела после излучения света через E_1 при измерении ее относительно системы (x, y, z), и соответственно через H_1 энергию относительно системы (ξ, ζ, η), то, пользуясь вышеуказанной зависимостью, получим

$$E_0 = E_1 + \left[\frac{L}{2} + \frac{L}{2}\right],$$

$$H_0 = H_1 + \left[\frac{L}{2} \frac{1 - \frac{v}{V}\cos\varphi}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{V}\right)^2}} + \frac{L}{2} \frac{1 + \frac{v}{V}\cos\varphi}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{V}\right)^2}}\right] = $$

$$= H_1 + \frac{L}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{V}\right)^2}}.$$

Вычитая второе уравнение из первого, получим:

$$(H_0 - E_0) - (H_1 - E_1) = L \left\{ \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{V}\right)^2}} - 1 \right\}.$$

Обе разности вида $H - E$, входящие в это выражение, имеют простой физический смысл. H и E суть значения энергии одного и того же тела, отнесенные к двум координатным системам, движущимся относительно друг друга, причем тело в одной из систем [системе (x, y, z)] находится в покое.

Таким образом ясно, что разность $H - E$ может отличаться от кинетической энергии K тела, взятой относительно системы (ξ, η, ζ), только на аддитивную постоянную C, которая зависит от выбора произвольных аддитивных постоянных энергий H и E. Мы можем, следовательно, положить

$$H_0 - E_0 = K_0 + C,$$
$$H_1 - E_1 = K_1 + C,$$

так как C во время испускания света не изменяется. Мы получаем следовательно:

$$K_0 - K_1 = L \left\{ \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{V}\right)^2}} - 1 \right\}$$

Кинетическая энергия тела, рассматриваемая относительно системы (ξ, η, ζ), уменьшается вследствие испускания света, и притом на величину, не зависящую от свойств тела. Далее, разность $K_0 - K_1$ зависит от скорости точно так же, как кинетическая энергия электрона (§ 10 предыдущей статьи).

Пренебрегая величинами четвертого и высших порядков, мы можем положить

$$K_0 - K_1 = \frac{L}{V^2} \cdot \frac{v^2}{2}.$$

Из этого уравнения непосредственно следует, что если тело отдает энергию L в виде излучения, то его масса уменьшается на $\frac{L}{V^2}$. Здесь, очевидно, не существенно, что энергия, отнятая у тела, переходит в лучистую энергию, так что мы приходим к более общему выводу:

Масса тела есть мера содержания энергии в этом теле; если энергия изменяется на величину L, то масса изменяется в том же направлении на величину $\frac{L}{9 \cdot 10^{20}}$, причем энергия измеряется в эргах, а масса — в граммах.

Не исключена возможность того, что проверка теории может удасться для тел, у которых содержание энергии в высшей степени изменчиво (например, у солей радия).

Если теория соответствует фактам, то излучение переносит инерцию между испускающими и поглощающими телами.

Берн, сентябрь 1905 г.
(Поступило в печать 27 сентября 1905 г.)

Г. МИНКОВСКИЙ