Вестник
МОСКОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
№ 4 — 1968

УДК 530.12+531.12

К. П. СТАНЮКОВИЧ

О ВЫЧИСЛЕНИИ ОТНОШЕНИЯ МАСС ПРОТОНА И ЭЛЕКТРОНА

Различие в массах нуклона и электрона оценивается с точки зрения квадрупольного гравитационного излучения частиц. Полученное таким способом отношение масс с достаточной степенью точности совпадает с экспериментом.

Попробуем выяснить причину и теоретически оценить различие в массах нуклона и электрона. В качестве исходного предположения примем, что это различие в массах вызвано различной интенсивностью гравитационного квадрупольного излучения из этих частиц. Мощность квадрупольного излучения [1]:

$$-\dot{E}_g = -\dot{m}^* c^2 = \alpha m^* c^2 = A \frac{G e^2 g^{*2}}{c^3 r^4} \left(\frac{r\omega}{c}\right)^6,$$

где $A = \text{const}$, зависящая от формы квадруполя, g^{*2} — квадрат обобщенного заряда; r — размеры квадруполя, ω — его частота. Для кулоновых взаимодействий (для электронов) — $g^{*2} = G^2$, для электромагнитных взаимодействий (для фотонов) — $g^{*2} = \hbar c$ и, наконец, для сильных взаимодействий (для нуклонов) — $g^{*2} = g^2 = \gamma \hbar c \simeq 13\,\hbar c$. Полный момент указанных частиц в гравитационном поле:

$$j = \frac{1}{2} + A^* \frac{g^* \sqrt{G}}{c^2 r} = \frac{1}{2} + A^* \frac{L^*}{r},$$

где

$$A^* = \text{const} \approx 1 \text{ и } L = \frac{\sqrt{G}\, g^*}{c^2}$$

планковские размеры соответствующей частицы [2 и 3]. При этом

$$2j - 1 = 2A^* \frac{L^*}{r} = 2A^* \frac{g^* \sqrt{G}}{c^2 r}. \tag{1}$$

Поскольку согласно нашим представлениям [4] $G = G_0 T_m = G_0 t\,\omega$, (1)

$$-\frac{dm^*}{dt} = A \frac{G_0 e^2 g^{*2} t}{c^4 r^5} \left(\frac{r\omega}{c}\right)^7 = A \frac{G_0 e^2 g^{*4} t}{c^4 r^5 g^{*2}} \left(\frac{r\omega}{c}\right)^7. \tag{2}$$

Далее надо положить, что $g^*/r = \beta_0 m^* c^2$, где $\beta_0 = \text{const}$, а $m^* c^2 = E^*$ есть энергия нуклона, фотона и электрона для $g^{*2} = g^2$, $g^{*2} = \hbar c$ и $g^{*2} = e^2$.

При этом (2) примет вид

$$-\frac{dm^*}{dt}=A\beta_0^2G_0\frac{e^2}{g^{*2}}t\frac{m^{*2}}{r^3}\left(\frac{r\omega}{c}\right)^7$$

или

$$d\frac{1}{m^*}=\frac{A\beta_0^2G_0}{rc^2}\left(\frac{r\omega}{c}\right)^5\frac{c}{g^{*2}}T_m dT_m.$$

Обозначим $g^{*2}/\hbar c=\gamma^*$, тогда запишем для нуклонов

$$\frac{1}{\gamma^*}=\frac{\hbar c}{g^{*2}}=\frac{\hbar c}{g^2}=\frac{1}{13},$$

для фотонов

$$\frac{1}{\gamma^*}=\frac{\hbar c}{g^{*2}}=1,$$

и для электронов

$$\frac{1}{\gamma^*}=\frac{\hbar c}{g^{*2}}=\frac{\hbar c}{e^2}=137=\frac{1}{\alpha}.$$

Полагая $\frac{1}{r}\left(\frac{r\omega}{c}\right)^5\sim r^{*4}=\text{const}$ для всех указанных случаев, что вполне правдоподобно, найдем

$$d\frac{1}{m^*}=\frac{A_0}{\bar{\gamma}^*}T_m dT_m \tag{3}$$

(где $\bar{\gamma}^*=137\gamma$; 137; 1 соответственно для указанных выше трех случаев) и

$$A_0=\frac{A\beta_0^2G_0}{rc^2}\left(\frac{r\omega}{c}\right)^5=\frac{1}{\mu_0^*},$$

где μ_0^* — некоторая масса.

Для электронов получим

$$m_э=\frac{2}{A_0T_m^2}=\frac{m_{0э}}{T_m^2}, \tag{4}$$

где $m_{0э}=\frac{2}{A_0}=2M_0^*$ — начальная масса электрона.

Мы показали ранее, что постоянная тонкой структуры:

$$\alpha=\frac{1}{137}=\ln T_m^{-3/2}=\ln(R^{3/4}r^{3/2});$$

где R — кривизна пространства.

Поэтому для вычисления энергии фотонов запишем

$$\gamma^*=\frac{1}{\alpha}=\ln T_m^{3/2},\quad d\frac{1}{E_ф}=\frac{A_0T_m dT_m}{c^2\ln T_m^{3/2}}.$$

Поскольку $\frac{A_0}{2c^2}=\frac{1}{E_{0ф}}$, где $E_{0ф}$ — начальная энергия фотонов, получим

$$d\frac{E_ф}{E_ф}=\frac{2}{3}\frac{T_m dT_m}{\ln T_m}$$

и, интегрируя, найдем

$$\frac{E_\Phi}{E_{0\Phi}} = \frac{2\beta_0 \ln T_m^{3/2}}{T_m^2\left(1 + \frac{1}{\ln T_m^2}\right)}, \tag{5}$$

где $\beta_0 = \text{const}$, которая выбирается из условия $T_m = T_{0m} - E_\Phi = E_{0\Phi}$.

Перейдем к вычислению изменения массы нуклонов со временем. Из (3) получим

$$d\,\frac{1}{m_p} = \frac{A_0 T_m dT_m}{\gamma \ln T_m^{3/2}}, \tag{6}$$

при $\gamma = \text{const}$ (6) интегрируется, и решение находится аналогично (5). Очевидно, нет оснований думать, что $\gamma = \text{const}$. Попробуем выяснить, какова зависимость $\gamma = \gamma(T_m)$. Электромагнитные взаимодействия могут характеризоваться боровской энергией:

$$E_\delta = \frac{m_e V_\delta^2}{2} = \frac{\hbar c}{r_\delta}, \text{ где } r_\delta = \frac{\hbar^2}{m_e e^2}.$$

Отсюда следует, что

$$E_\delta = \frac{m_e e^2 c}{\hbar} = m_e c^2 \frac{e^2}{\hbar c} = \alpha m_e c^2 = \frac{m_e c^2}{137}.$$

Энергия сильных взаимодействий есть $E_p = m_p c^2$.

Отношения этих энергий

$$\frac{E_p}{E_\delta} = \frac{m_p}{m_\alpha} = 137\,\frac{m_p}{m_e} = \frac{1}{\alpha}\,\frac{m_p}{m_e}.$$

Можно предположить, что

$$\frac{g^2}{\hbar c} = \gamma = \ln\frac{E_p}{E_\delta} = \ln\left(\frac{1}{\alpha}\,\frac{m_p}{m_c}\right) = \ln\left(137\,\frac{m_p}{m_c}\right). \tag{7}$$

Отсюда находим значение $\gamma = 13{,}5$, что очень хорошо совпадает с экспериментально измеренной величиной.

Из (6) и (7) получим

$$d\,\frac{1}{m_p} = \frac{\frac{2}{3} A_0 T_m dT_m}{\ln T_m \ln\left(\frac{3}{2}\ln T_m \frac{m_p}{m_e}\right)}, \tag{8}$$

Приближенное решение (8) имеет вид

$$\frac{m_p}{m_{0p}} = \frac{\bar{\beta}_0 \ln T_m^{3/2} \ln\left(\frac{3}{2}\ln T_m \frac{m_p}{m_c}\right)}{T_m^2\left(1 + \frac{1}{\ln T_m^2}\right)},$$

где $\bar{\beta}_0 = \text{const}$, $m_{0p} = m_{0э}$.

Используя (4), можно прийти к приближенному соотношению

$$\frac{m_p}{m_e} = \frac{1}{\alpha}\ln\left(\frac{1}{\alpha}\,\frac{m_p}{m_e}\right) = 137 \ln\left(137\,\frac{m_p}{m_e}\right).$$

Отсюда: $\frac{m_p}{m_e} = 1750$, что почти точно совпадает с экспериментальным значением (1840), $\gamma \approx 12{,}5$, что также хорошо совпадает с данным опыта (13,5).

Если воспользуемся теорией Н. Н. Боголюбова и С. В. Тябликова [6], в которой переопределяются характерные радиусы взаимодействия, то найдем

$$\frac{E_p}{E_\delta} = \alpha^{-3/2} \frac{m_p}{m_e}, \tag{9}$$

при этом

$$\gamma = \ln\left[137^{3/2} \frac{m_p}{m_e}\right] = \ln\left[\alpha^{-3/2} \frac{m_p}{m_e}\right] = 15,$$

$$\frac{m_p}{m_e} = \frac{1}{\alpha} \ln\left[\frac{1}{\alpha^{3/2}} \frac{m_p}{m_e}\right] = 2000,$$

что дает верхние предельные значения для γ и m_p/m_e. Практически идеальное совпадение с данными опыта будем иметь, если положим

$$\frac{E_p}{E_\delta} = \frac{1}{\sqrt{\alpha}} \sqrt{\left(\frac{m_p}{m_e}\right)^2},$$

тогда

$$\frac{m_p}{m_e} = \frac{1}{\alpha}\left[\frac{1}{\alpha^{1/2}} \left(\frac{m_p}{m_e}\right)^{3/2}\right] = 1840.$$

Незначительные неточности развитой здесь эвристической теории могут быть объяснены тем, что формы квадруполя для нуклона и электрона (фактор A) могут быть несколько различны, что естественно, поскольку электрон «голая» частица, а нуклон окружен мезонной шубой. Если в выражении (8) для E_p взять значение энергии, соответствующее средней энергии π-и k-мезонов со средней эффективной массой $m = 450 m_e$, то $E_p/E_\delta = 137^{3/2} m/m_e$ и $\ln(137^{3/2} m/m_e) = \ln(137^{3/2} \cdot 450) = 13{,}5$, и при этом для m_p/m_e получим правильное значение 1838.

В заключение легко будет обосновать, почему значения ω и r одинаковы для всех видов взаимодействий. Величина $\omega = \text{const}$, поскольку это общая частота для гравитационных флуктуаций в гипотезе однородной и изотропной Вселенной. В случае неоднородной и неизотропной Вселенной $\omega = \text{const}$ в данном месте и в заданный момент времени. Величина $r = \text{const}$ в (6) определена так, чтобы энергия, связанная с данным видом «заряда» g^{*2}, соответствовала энергии частицы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Станюкович К. П. «Гравитационное поле и элементарные частицы», ч. II, § 3. М., «Наука», 1965.
2. Марков А. М. ЖЭТФ, 51, вып. 9 (9), 1966.
3. Станюкович К. П. ДАН СССР, 168, № 4, 1966.
4. Станюкович К. П. «Гравитационное поле и элементарные частицы», ч. II. § 7. М., «Наука», 1965.
5. Боголюбов Н. Н., Тябликов С. В. «Изв. АН УССР», 5, 10, 1946.

Поступила в редакцию
29.8 1967 г.

Кафедра
теоретической физики