

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА

5487 / 2-81

9/11-81

P3-81-591

И.М.Матора, В.А.Саввин,  
И.И.Шелонцев, Н.Ю.Шурикова

РАСЧЕТ МАСС ПОКОЯ ЭЛЕКТРОНА И МЮОНА

Направлено в ЯФ

1981

В работе<sup>/1/</sup> была предложена модель структуры электрона и мюона, в соответствии с которой лептоны представляют собой кольцевые токи равномерно распределенного по поверхности тора заряда  $e$ , имеющего постоянную скорость азимутального движения, равную скорости света  $c$ , а пронизывающий кольца-частицы магнитный поток квантован и во всех лептонах равен известному кванту магнитного потока  $\Phi_0 = \frac{\pi \hbar c}{e}$ .

Следует подчеркнуть, что вышеупомянутая величина кванта  $\Phi_0 = \frac{\pi \hbar c}{e}$  измерена экспериментально /впервые - в сверхпроводящих кольцах/ и поэтому является единственно возможной. Она не противоречит и теории. Действительно, вследствие того, что в кольце стационарные состояния /ток сверхпроводимости без диссипации энергии/ реализуются только как ток квазичастиц, состоящих из пар электронов, момент импульса каждой квазичастицы должен квантоваться, и

$$R_k \cdot \frac{2e}{c} A_\phi = L \hbar, \quad (L=0,1,2, \dots) \quad /1/$$

/  $R_k$  - радиус кольца,  $A_\phi$  - составляющая векторного потенциала на его поверхности/, откуда при  $L=1$  получаем искомую величину кванта  $\Phi_0$

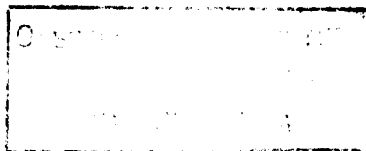
$$\Phi_0 = 2\pi R_k A_\phi^1 = \frac{\pi \hbar c}{e}. \quad /2/$$

Масса частиц-торов может быть вычислена с желаемой точностью. Их энергия покоя складывается из двух частей. Первая часть - энергия вращательного движения заряда  $e$  в стационарном собственном магнитном поле кольца с известным векторным потенциалом  $A_\phi$ , который в нашем случае равен

$$A_\phi = \frac{e}{\pi R} \sqrt{\frac{R}{r}} \left[ \left( \frac{2}{k} - k \right) K(k) - \frac{2}{k} \cdot E(k) \right] \quad /3/$$

$$k^2 = \frac{4Rr}{(R+r)^2 + z^2}$$

/система единиц гауссова, координаты  $r$ ,  $\phi$ ,  $z$  - цилиндрические,  $R$  - большой радиус кольца,  $\rho_0$  - малый радиус кругового сечения тора,  $\rho_0 \ll R$ ,  $K$ ,  $E$  - полные эллиптические интегралы/.



Другая часть - энергия стационарного электрического и магнитного поля /с напряженностями  $\vec{E}$  и  $\vec{H}$  /  $E_0'$ .

$$E_0' = \frac{1}{8\pi} \int (H^2 + E^2) dV, \quad /4/$$

в /4/ интегрирование выполняется по всей внешней по отношению к поверхности тора области.  $\vec{H}$  и  $\vec{E}$ , как известно, выражаются:

$$H_r = \frac{e}{\pi R} \cdot \frac{z}{r\sqrt{(R+r)^2 + z^2}} \left[ \frac{R^2 + r^2 + z^2}{(R-r)^2 + z^2} E - K \right]; \quad /5/$$

$$H_z = \frac{e}{\pi R} \cdot \frac{1}{\sqrt{(R+r)^2 + z^2}} \left[ \frac{R^2 - r^2 - z^2}{(R-r)^2 + z^2} E + K \right];$$

$$E_r = \frac{e}{\pi R} \cdot \frac{R}{\sqrt{(R+r)^2 + z^2}} \left[ \left( \frac{1}{r} - \frac{2(R+r)}{(R+r)^2 + z^2} \right) \frac{E}{1-k^2} - \frac{K}{r} \right]; \quad /6/$$

$$E_z = - \frac{e}{\pi R} \cdot \frac{2Rz}{[(R+r)^2 + z^2]^{3/2}} \cdot \frac{E}{1-k^2}.$$

Энергия  $E_0''$  азимутального движения /1/ равна

$$E_0'' = p_\phi \dot{\phi} = eA_\phi, \quad /7/$$

где  $p_\phi$  - составляющая импульса заряда  $e$  в поле с векторным потенциалом /3/ /на поверхности тора/. Она легко вычисляется и для рассчитанных в /1/ колец-электронов и мюонов, и составляет, соответственно,

$$E_{0e}'' = 0,255206 \text{ МэВ} \quad \text{и} \quad E_{0\mu}'' = 52,7664 \text{ МэВ}.$$

Значение  $E_0'$  можно получить с помощью интегрирования на ЭВМ /4/ с учетом /5/ и /6/.

Ввиду близости полученных в /1/ в результате предварительных расчетов теоретических модельных значений энергии покоя  $E_0 = E_0' + E_0''$  для  $e^\pm$  и  $\mu^\pm$   $E_{0e} = 0,51162$  МэВ и  $E_{0\mu} = 105,782$  МэВ к их известным экспериментальным значениям представляется актуальным уточнить расчет  $E_0$ . Это было сделано, и полученные результаты приводятся ниже.

Численное интегрирование /4/ проделано было вне кольцевой области с малым радиусом кругового сечения, составлявшим в разных случаях от  $10^{-6}R$  до  $10^{-3}R$ . Внутри этой области интегрирование с относительной точностью не хуже  $10^{-6}$  выполнялось аналитически. Общая относительная точность вычисления энергий по-

кой составляет  $10^{-5}$ . Расчетные их значения приведены в сравнении с известными экспериментальными данными в таблице.

Таблица

Частица	МэВ - расчет	Эксперимент
$e^\pm$	0,5116	0,5110034 (14)
$\mu^\pm$	105,78	105,65948 (35)

Таким образом, электромагнитная масса покоя электрона и мюона, рассчитанная в соответствии с моделью /1/, превосходит современные экспериментальные значения масс покоя для этих лептонов, приведенные в последней колонке таблицы, примерно на 0,117%.

В заключение отметим еще одну особенность модели структуры лептонов как частиц-колец /1/. Как легко показать, произведение постоянной Планка  $\hbar$  на частоту обращения заряда  $\nu$  в кольце в ней практически не отличается от полной электромагнитной энергии кольца, причем для электрона  $\hbar\nu_e = 0,5104$  МэВ, для мюона  $\hbar\nu_\mu = 105,53$  МэВ.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Матора И.М. ОИЯИ, Р4-81-81, Дубна, 1981.

Рукопись поступила в издательский отдел  
3 сентября 1981 года.