Вычисление магнитного момента произвольной элементарной частицы на примере протона, нейтрона и электрона

Якубовский Е.Г.
e-mail yakubovski@rambler.ru

В квантовой электродинамике получена формула для магнитного момента электрона с высокой точностью. Для протона и нейтрона точность вычисления гораздо меньше. Путем введения дополнительного квантового числа вычислена формула для магнитного момента протона, нейтрона и электрона. Точность вычисления магнитного момента у протона и нейтрона выше чем у существующей формулы.

Магнитный момент определяется для частиц вакуума по формуле

$$\mu_B s = \frac{|e| r_\gamma^2 \omega_\gamma N}{2c\sqrt{1 - r_\gamma^2 \omega_\gamma^2 / c^2}}. \qquad (1.1)$$

Для частиц вакуума имеем $N = \begin{cases} \frac{\rho}{\rho_0}\frac{1}{\alpha} + (1 - \frac{1}{\alpha})\sqrt{\frac{\rho}{\rho_0}}, \alpha > 1 \\ \frac{\rho}{\rho_0}, \alpha = 1 \\ \frac{\rho}{\rho_0}\alpha + (1-\alpha)\sqrt{\frac{\rho}{\rho_0}}, \alpha < 1 \end{cases}$, где коэффициент α определяет степень когерентности магнитного момента.

Для частоты колебаний частиц вакуума имеем формулу из закона сохранения энергии при образовании частиц вакуума, т.е. энергия частицы и античастицы, образующих частицу вакуума, равна энергии вращения

$$2^n mc^2 / n^2 = m_\gamma c^2 / (1 - r_\gamma^2 \omega_\gamma^2 / c^2).$$

При этом энергию одной пары частица-античастица, надо разделить на квадрат числа степеней свободы, или ранг мультиполя, который равен главному квантовому числу. Причем один мультиполь образует 2^n частиц-античастиц. Откуда имеем

$$\frac{r_\gamma^2 \omega_\gamma^2}{c^2} = 1 - \frac{n^2 m_\gamma}{2^n m}, \qquad (1.2)$$

Из (1.1) используя (1.2) имеем (1.3) количество когерентных частиц вакуума, образующих магнитный момент см. [1]

$$N = \begin{cases} \frac{\rho}{\rho_0}\frac{1}{\alpha} + (1-\frac{1}{\alpha})\sqrt{\frac{\rho}{\rho_0}}, \alpha > 1 \\ \frac{\rho}{\rho_0}, \alpha = 1 \\ \frac{\rho}{\rho_0}\alpha + (1-\alpha)\sqrt{\frac{\rho}{\rho_0}}, \alpha < 1 \end{cases} = \begin{cases} \frac{m}{m_0}\frac{1}{\alpha} + (1-\frac{1}{\alpha})\sqrt{\frac{m}{m_0}}, \alpha > 1 \\ \frac{m}{m_0}, \alpha = 1 \\ \frac{m}{m_0}\alpha + (1-\alpha)\sqrt{\frac{m}{m_0}}, \alpha < 1 \end{cases} = \frac{2\mu_B sn\sqrt{1/2^n}}{\sqrt{mc^2 r_{\gamma n}^3}}; \qquad (1.3)$$

$$m_0 = \frac{\sqrt{m_{Pl} m_{\gamma np}}}{137 \cdot \sqrt{2^{2-n}}\, sn}$$

Откуда имеем значение магнетона Бора равно

$$\mu_B = \frac{\sqrt{mc^2 r_{\gamma n}^3}}{2sn\sqrt{1/2^n}} \begin{cases} \frac{m}{m_0}\frac{1}{\alpha} + (1-\frac{1}{\alpha})\sqrt{\frac{m}{m_0}}, \alpha > 1 \\ \frac{m}{m_0}, \alpha = 1 \\ \frac{m}{m_0}\alpha + (1-\alpha)\sqrt{\frac{m}{m_0}}, \alpha < 1 \end{cases} ; m_0 = \frac{\sqrt{m_{Pl} m_{\gamma n,p}}}{137 \cdot \sqrt{2^{2-n}}\, sn}$$

Где величина α определяется по массе частицы, и равна корню из отношения массы Планка к массе частицы.

Масса частицы вакуума считается с учетом плотность элементарной частицы. Вместо плотности вакуума подставляется величина $\rho_{mq} = \frac{m}{r_{\gamma q}^3}; r_{\gamma q} = (\frac{e^2}{mc^2})^{\frac{q}{q+1}} (\frac{e^2}{m_{pl} c^2})^{\frac{1}{q+1}}$, где величина квантового числа q полуцелая. Формула для массы частицы вакуума имеет вид

$$\frac{m_{\gamma n,p,q}}{m_{Pl}} = |-i\rho_{\gamma n,p,q} d_n / \rho_{Pl}|^{\frac{1}{2}+\frac{1}{n}}; \rho_{Pl} = m_{Pl} / l_{Pl}^3; d_n = 6\sqrt{2}\pi[\frac{(n+1)}{2(2n+1)(2n+3)}]^{\frac{2}{2n+1}};$$

$$\rho_{\gamma n,p,q} = \rho_{mq} \exp\{-\frac{[\ln(2n+1)+1]2n\ln 4}{(2n+1)^2} + \pi^2 \frac{(p+0.5)^2}{n^3(2n+1)}\}$$

В этой формуле учтено вычисленное изменение плотности среды в зависимости от ранга мультиполя частиц вакуума n и от квантового числа p и от нового квантового числа q. Получаем магнитный момент в ядерных магнетонах $\mu_B = 2.78 \pm 0.01, n = 77, p = 620, q = 8.5$ для протона, и магнитный момент для нейтрона равен $\mu_B = 1.902 \pm 0.01, n = 75; p = 622; q = 8$. Квантовое число при вычислении массы протона $n = 77; p = 620$, при вычислении массы нейтрона $n = 77; p = 622$. Магнитный момент электрона равен $\mu_e = \frac{e\hbar}{2m_e c}(1.002 \pm 0.005), n = 54; p = 329, q = 16$. Причем квантовые числа у электрона $n = 50; p = 329$. Квантовые числа при определении массы элементарной частицы и ее магнитного момента должны совпадать. Ошибка не совпадения равна 3%-7%. Ошибка аппроксимации магнитного момента равна 0.5%.

Но существуют формулы по определению магнитного момента. Для электрона он равен

$$\mu_e = \frac{e\hbar}{2m_e c}(1 + \frac{\alpha}{2\pi} - 0.32848\frac{\alpha^2}{\pi^2} + 1.184175\frac{\alpha^3}{\pi^3} + ...).$$

Для протона формула имеет вид $\mu_p = \frac{e\hbar}{2m_p c}\frac{8}{3}(1 + \frac{a}{6m_p^3}) \approx \frac{3e\hbar}{2m_p c}; a = (2\pi)^2 < 0 | \bar{q}q | 0 > \approx 0.55 Gev^3$. Для нейтрона формула имеет вид $\mu_n = -\frac{e\hbar}{2m_p c}\frac{4}{3}(1 + \frac{2a}{3m_n^3}) \approx -\frac{e\hbar}{m_p c}$. Получены формулы магнитного момента на порядок лучшие, чем существующая аппроксимация.

Литература

1. Якубовский Е.Г. Получения с помощью частиц вакуума аналога бозона Хиггса «Энциклопедический фонд России», 2018, 20 стр. http://russika.ru/a.php?a=390