

Определение свойств спина элементарных частиц

Якубовский Е.Г.

e-mail yakubovski@rambler.ru

Существует точка зрения, что нельзя описать собственное значение момента инерции частицы, совпадающее со спином частицы, так как образуется скорость больше скорости света. Но при релятивистской скорости с релятивистским знаменателем частицы, это возможно. Ранее была разработана теория вращения шарика с релятивистской скоростью со спином $\frac{1}{2}$. Относительная точность вычисления $\frac{1}{2}$ на алгоритмическом языке Mathcad равна 10^{-14} , причем значение констант квантовой механики при этом не использовалось. Удалось ее обобщить на произвольный спин $(2n+1)/2$, изменяя радиус частицы. При этом радиус частицы с увеличенным спином увеличится в $2n+1$ раз.

Вычислим, какова скорость собственного вращения квантовой частицы и каков ее размер. Для этого подсчитаем момент инерции электрона при его волновой функции

$$\begin{aligned}\psi &= \exp(-\alpha w \cdot \sqrt{x^2 + y^2} / c + iw\sqrt{x^2 + y^2} / c + iEt / \hbar) = \\ &= \exp(-\alpha w \cdot \sqrt{x^2 + y^2 + z^2} \sin \theta / c + iw\sqrt{x^2 + y^2 + z^2} \sin \theta / c + iEt / \hbar)\end{aligned}$$

Где параметр α определяется из численного эксперимента и оказывается равным нулю. Механический момент импульса определяет оператор спина элементарной массы для сферического объема частицы

$$\hat{dJ} = \left(\frac{\mathbf{w}r^2 dm}{\sqrt{1 - \frac{w^2 r^2 \sin^2 \theta}{c^2}}} \right) \text{ с собственным значением } \hat{dJ} \psi = \frac{\mathbf{w}r^2 dm}{\sqrt{1 - \frac{w^2 r^2 \sin^2 \theta}{c^2}}} \psi .$$

При этом при суммировании по объему частицы, получим $\hat{hs} \psi = \pm \frac{\hbar}{2} \psi$, равным $mcr = \hbar/2$, что докажем в дальнейшем, где r радиус сферической

частицы. При этом при изменении направления импульса частицы спин сохраняется вдоль импульса частицы. Это свойство называется спиральностью. Оператор спина не равен $\mathbf{J} = [\mathbf{r}, [\mathbf{w}, \mathbf{r}]] = \mathbf{w}r^2 - \mathbf{r}(\mathbf{w}, \mathbf{r})$, а предполагается $\mathbf{r}(\mathbf{w}, \mathbf{r}) = 0$, что справедливо так как

$$r^2 \langle \mathbf{e}_l(\mathbf{w}_k, \mathbf{e}_k) \rangle = r^2 w \langle \mathbf{e}_l \cos(\mathbf{w}_k, \hat{\mathbf{e}}_k) \rangle = r^2 w \langle \mathbf{e}_l \rangle = const = 0.$$

Согласно не релятивистскому свойству спина частицы проекция спина на произвольную ось имеет постоянное полу целое значение, т.е. имеем $\cos(\mathbf{w}_k, \hat{\mathbf{e}}_k) = const$, значит, усреднение второго члена векторного произведения сводится к усреднению радиуса частицы по углам и равно нулю. Когда спин на определенной оси определен и, допустим, равен $1/2$, вероятность проекции спина на расположенную под углом ось равна $w_+ = \cos^2 \theta/2, w_- = \sin^2 \theta/2$ см. [1], но в данном случае спин не определен.

Определим потенциал, соответствующий данной волновой функции. Для этого воспользуемся уравнением Клейна-Гордона.

$$\left(-i\frac{\hbar}{c}\frac{\partial}{\partial t} + \frac{e\varphi_e}{c}\right)\left(-i\frac{\hbar}{c}\frac{\partial}{\partial t} + \frac{e\varphi_e}{c}\right)\psi + \hbar^2 \Delta \psi = m^2 c^2 \psi.$$

Подстановка волновой функции приводит к уравнению по определению потенциала и собственной энергии частицы (причем в результате вычислений получим $\alpha = 0$).

$$\begin{aligned} \hbar^2 \frac{\Delta \psi}{\psi} &= \hbar^2 \left(\frac{3iw}{cr} - \frac{w^2}{c^2} \right) = \\ &= m^2 c^2 - \frac{(E + e\varphi_e)^2}{c^2} = m^2 c^2 - \frac{(E + U)^2}{c^2}. \end{aligned}$$

Т.е. потенциальную энергию, которая определяется с точностью до начальных условий, и которая определится из уравнения $\frac{U^2 + 2UE}{c^2} = \frac{3iw}{cr} \hbar^2$ и собственное значение энергии $E^2 = m^2 c^4 - \hbar^2 w^2 \alpha^2 + \hbar^2 w^2$, причем в результате вычислений получено значение $\alpha = 0$, т.е. поле внутри частиц определяется из квадратного уравнения

$$U = -E + \sqrt{E^2 + 3i\hbar^2 wc/r} = \frac{3i\hbar^2 wc}{2Er}$$

Собственное значение энергии частицы равно $E = \sqrt{m^2 c^4 + \hbar^2 w^2}$.

Получили мнимое значение потенциала внутри частицы при энергии равной $E = \sqrt{m^2 c^4 + \hbar^2 w^2}$, $\alpha = 0$. Спин электрона равен $\hbar/2$. При этом радиальная скорость среды равна нулю, частицы вакуума вращаются с угловой скоростью $w \sin \theta$ и момент импульса частицы, по доказанному выше равен

$$\int wr^2 dm$$

$$\begin{aligned} \hbar/2 = J &= \int_0^{2\pi} \int_0^\pi \int_0^{c/w} \rho r^2 |\psi|^2 \frac{w \cdot r^2}{\sqrt{1 - \frac{w^2 r^2 \sin^2 \theta}{c^2}}} \sin \theta dr d\theta d\varphi = \\ &= 2\pi \int_0^\pi \int_0^1 \rho x^2 |\psi|^2 \frac{c^5}{\omega^4} \frac{x^2}{\sqrt{1 - x^2 \sin^2 \theta}} \sin \theta dx d\theta = \\ &= 2\pi \int_0^1 \int_0^\pi \rho \cdot \frac{c^5}{w^4} \frac{x^4}{\sqrt{1 - x^2 \sin^2 \theta}} \exp(-2\alpha x) \sin \theta d\theta dx = 2\pi \rho \cdot \frac{c^5}{w^4} f(\alpha) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m &= \int_0^{c/w} \rho 4\pi r^2 |\psi|^2 dr = \int_0^1 \rho 4\pi r^2 \exp(-2\alpha wr/c) dr = \\ &= 4\pi \rho (w/c)^{-3} \int_0^1 x^2 \exp(-2\alpha x) dx = \delta(\alpha) 4\pi \rho (w/c)^{-3} \end{aligned}$$

Где функция $1/\sqrt{1-x^2}$ имеет интегрируемую особенность. Величины $\delta(\alpha)$, $f(\alpha)$ в случае действительного аргумента убывающие положительные функции. Подставляя вычисленную плотность электрона, получим

$$\hbar = 4\pi \frac{c^5}{w^4} f(\alpha) \frac{m(w/c)^3}{4\pi \delta(\alpha)} = \frac{c^2 m}{w} f(\alpha) / \delta(\alpha)$$

Получаем уравнение

$$\frac{f(\alpha)}{\delta(\alpha)} = \frac{\hbar w}{mc^2}.$$

Так как $f(\alpha)$ убывающая положительная функция положительного аргумента, а величина $\delta(\alpha)$ убывающая функция, имеется максимум отношения этих функций. Откуда определим частоту вращения электрона.

$$f(\alpha_{\max})/\delta(\alpha_{\max}) = \frac{\hbar\omega}{mc^2}.$$

В результате вычисления интеграла на алгоритмическом языке MathCAD получено максимальное значение при условии $\alpha_{\max} = 0$, а для отношения

получено значение $\frac{\hbar\omega}{mc^2} = 2 \pm 10^{-14}$, т.е. энергия частицы определяется по

формуле $E = mc^2 = \hbar\omega/2$, при размере электрона, равном

$$r_e = \frac{c}{\omega} = \frac{\hbar}{2mc} = 1.931 \cdot 10^{-11} \text{ cm}, \quad (1.5)$$

при определении с помощью ОТО электромагнитного радиуса электрона, равного величине $r_{ge} = 2e^2/mc^2 = 5.63 \cdot 10^{-13}$. Угловая скорость собственного вращения частиц вдвое больше их комптоновской частоты.

Зная величину частоты вращения электрона, можно определить его максимальный радиус $c/\omega = \hbar/(2mc)$. Так как частицы рассматриваются сферическими, максимальный радиус совпадает с радиусом сферы. Справедлива формула для собственного значения оператора спина частицы $\hbar/2 = mcr$, где определен радиус частицы, равный $r = c/\omega$.

На алгоритмическом языке Mathcad была вычислена длина огибающей спинового вращения

$$s = \int_0^\pi \int_0^1 \sqrt{1 - x^2 \sin^2 \theta} x^2 \sin \theta dx d\theta = 0.5.$$

Т.е. огибающая поворота уменьшается в два раза из-за релятивистского эффекта и в собственной системе координат, которая определяется истинные размеры и время жизни происходит сокращение размера вдвое см. [2]. Истинными размерами, являются размеры собственной системы координат, размеры в других инерциальных системах координат надо пересчитывать в единственно верные собственные размеры и время. Если бы скорость света

равнялась бесконечности, то размеры вычисленные в другой инерциальной системе координат оказались бы верными. Но они бы совпали с размерами собственной системы координат. Это объясняет почему необходим угол поворота спина на 4π приводит к начальному состоянию, а поворот на 2π не приводит.

\ В случае спина электрона равного $s = \frac{2n+1}{2}$ происходит увеличение радиуса электрона на величину $1 + \alpha = 2n + 1, \alpha = 2n$. Радиус частицы увеличится в $2n + 1$ раз.

Литература

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Квантовая механика Нерелятивистская теория т.Ш, Наука, М.,1969,768с.
2. Якубовский Е.Г. Преобразование Лоренца и время жизни организмов. «Энциклопедический фонд России», 2018, 9 стр.
http://russika.ru/userfiles/390_1523189384.pdf