

Структура электрона

(ЕЩЁ ОДНА ПОПЫТКА МОДЕЛЬНОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ)

Размерность постоянной Планка, простые соотношения между этой величиной и свойствами электрона наверняка приводили многих исследователей к попыткам построения на этой основе неких моделей структуры этой частицы. Ниже представлены аналогичные попытки автора.

Из формулы для комптоновской длины волны электрона(1,с 561)

$$\lambda = \frac{h}{mc} \quad (1)$$

где λ – комптоновская длина волны электрона, h – постоянная Планка, m – масса покоя электрона, c – скорость света, следует, что

$$h = m\lambda c \quad (2)$$

Из формулы (1,с.561)

$$\overline{\lambda} = \frac{\lambda}{2\pi} \quad (3)$$

можно предположить, что λ есть длина окружности, радиус которой равен $\overline{\lambda}$. Назовём его комптоновским радиусом электрона

$$R = \overline{\lambda} \quad (4)$$

Развёрнутая форма постоянной Планка приобретает следующий вид:

$$h = m_e \cdot 2\pi \cdot R_{ce} \cdot c \quad (5)$$

Отметим, что отношение классического радиуса электрона r_0 к комптоновскому равно постоянной Зоммерфельда α , иначе называемой постоянной тонкой структуры:

$$\frac{r_0}{R} = \frac{2.81785 \cdot 10^{-15}}{3.86151 \cdot 10^{-13}} = 7.297274 \cdot 10^{-3} = \frac{1}{137.037} = \alpha \quad (6)$$

В таком же отношении находится комптоновский радиус электрона к радиусу первой боровской орбиты.

Представим электрон в виде сферы классического радиуса, вращающейся со скоростью света по орбите комптоновского радиуса. Конечно, ничто не мешает заменить сферу полнотелым тороидом такого же радиуса, но автора смущает то обстоятельство, что, не зная деталей строения, мы не отличим вращающегося тороида от покоящегося, поэтому остановимся пока на сфере.

Сфера несёт отрицательный заряд (1, с. 565)

$$e = 1.60206 \cdot 10^{-19} \text{к} \quad (7)$$

Какую-то часть энергии и массы электрона составляет энергия кулоновского взаимоотталкивания частей заряженной сферы. Попробуем определить эту часть из следующих соображений. Представим себе пару неподвижных сфер с разноимёнными зарядами e^- и e^+ . Будем называть их в дальнейшем протоэлектроном и протопозитроном. Сблизим их до соприкосновения. Фактически заряды распределены по поверхности сфер, но для расчётов можно считать их находящимися в центрах сфер на расстоянии $2r_0$ друг от друга. Тогда энергия $E_{\text{кул}}$ кулоновского притяжения между ними:

$$E_{\text{кул}} = \frac{2e^2 \cdot 2r_0}{4\pi\epsilon(2r_0)^2} = mc^2 \quad (8)$$

Сделаем нетривиальное предположение, что эта отрицательная энергия притяжения пары таких «проточастиц» полностью компенсирует сумму их положительных энергий, тогда энергия E и масса m каждой из них составляют:

$$E_{\text{pe}} = E_{\text{pp}} = \frac{mc^2}{2} \quad (9)$$

$$m_{\text{pe}} = m_{\text{pp}} = \frac{m}{2} \quad (10)$$

Как видим, слипание таких «проточастиц» приводит к компенсации положительной энергии – отрицательной, пара имеет нулевую энергию, а, следовательно, и нулевую массу, суммарный заряд её также равен нулю. Поскольку частица есть диполь, она способна ориентироваться в электрическом поле, т. е. поляризоваться. Возможно, такие пары, не имеющие также вращательного момента, и являются частицами физического вакуума. Собственно электрон (позитрон) представляет собой соответствующую проточастицу, вращающуюся со скоростью света по орбите комптоновского радиуса. Автор не настолько наивен, чтобы не видеть

недостаточную законность проделанной операции, но дальнейшие успехи её оправдывают.

Вторая половина массы электрона обязана своим происхождением кинетической энергии вращения проточастицы:

$$E_{\text{кин}} = \frac{m}{2} \cdot c^2 \quad (11)$$

Полная энергия электрона $E_{\text{полн}}$ равна сумме кулоновской и кинетической энергий: $E_{\text{полн}} = E_{\text{ре}} + E_{\text{кин}} = 2 \cdot \frac{mc^2}{2} = mc^2$ (12)

Собственный момент импульса (спин) S такой частицы равен:

$$S = \frac{m}{2} \cdot Rc = \frac{\hbar}{2} = \frac{((9.1083 \cdot 10^{-31}) \cdot 3.86151 \cdot 10^{-13} \cdot 2.99793 \cdot 10^8)}{2} = 5.2721 \cdot 10^{-35} \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-1} \quad (13)$$

Как и следовало ожидать, электрон обладает полуцелым спином, т. е. является фермионом. Частота ν , или, проще говоря, число оборотов в секунду равно частному от деления линейной скорости на длину окружности:

$$\nu = \frac{c}{2\pi R} = \frac{2.99793 \cdot 10^8}{2 \cdot 3.14155 \cdot 3.86151 \cdot 10^{-13}} = 1.23564 \cdot 10^{20} \text{ с}^{-1} \quad (14)$$

Обратная величина, период обращения T равен:

$$T = \frac{1}{\nu} = 8.093 \cdot 10^{-21} \text{ с} \quad (15)$$

При таком понимании частоты для покоящегося электрона с использованием формул 5 и 14 обращается в тождество известная формула:

$$mc^2 = h\nu = m2\pi Rc \cdot \frac{c}{2\pi R} = mc^2 \quad (16)$$

Вращающийся со скоростью света по орбите заряд эквивалентен кольцевому току I :

$$I = e\nu = 1.60206 \cdot 10^{-19} \cdot 1.23564 \cdot 10^{20} = 19.7956 \text{ а} \quad (17)$$

Такой ток создает магнитный момент μ , равный, с учётом формул 4 и 17:

$$\begin{aligned} \mu &= IS = I\pi R^2 = \\ &19.795614 \cdot 3.14155 \cdot (3.86151 \cdot 10^{-13})^2 = \\ &0.92731 \cdot 10^{-23} \text{ Дж} \cdot \text{Тл}^{-1} \end{aligned} \quad (18)$$

Полученный магнитный момент численно равен магнетону Бора μ_B , для которого известна теоретическая формула (1, с. 563). Эта формула (в системе СИ) легко может быть получена путём подстановки в формулу 18 значений v из формулы 14, I из формулы 17 и

$$R = \frac{h}{2\pi mc} \quad (19)$$

из формулы 5.

Тогда

$$\mu = \frac{ec}{2\pi(\frac{h}{2\pi mc})} \cdot \pi \left(\frac{h}{2\pi mc}\right)^2 = \frac{eh}{4\pi m} = \mu_B \quad (20)$$

Далее мы из области удачных объяснений переходим в область сомнительных предсказаний. Сделаем естественное предположение: протоэлектрон вращается по устойчивой орбите под действием собственного магнитного поля, т. е. электрон является самосогласованной структурой.

Кольцевой ток создает магнитное поле, индукция которого B в центре орбиты электрона равна (2, с.339):

$$B = \frac{\mu_0 \cdot I}{2R} = \frac{4 \cdot 3.14155 \cdot 10^{-7} \cdot 19.795614}{2 \cdot 3.86151 \cdot 10^{-13}} = 32.209654 \cdot 10^6 \text{ тл} \quad (21),$$

где μ_0 - магнитная проницаемость вакуума.

Условно принимая поле однородным и намеренно «забывая» о неприменимости нижеследующих формул при скоростях, близких к скорости света, рассмотрим движение заряда e под действием лоренцевой силы (3, с. 408). Протоэлектрон с зарядом e и скоростью света в таком поле должен двигаться по окружности радиуса R_1 :

$$R_1 = \frac{mc}{2eB} = \frac{9.1083 \cdot 10^{-31} \cdot 2.99793}{2 \cdot 1.60206 \cdot 10^{-19} \cdot 32.209654 \cdot 10^6} = 0.26458425 \cdot 10^{-10} \quad (22)$$

Как видим, вычисленная магнитная индукция, даже при таких вольных предположениях, недостаточна для сворачивания орбиты электрона. Отношение

$$\frac{R_1}{R} = \frac{0.26458425 \cdot 10^{-10}}{3.86151 \cdot 10^{-13}} = 0.068518 \cdot 10^3 = \frac{1}{2\alpha} \quad (23)$$

Такое совпадение трудно назвать случайным. Надеемся, что решение тензорного уравнения 4-го ранга в рамках релятивистской электродинамики приведет к ожидаемому результату. Автор, к сожалению, не владеет этим математическим аппаратом. Граничными условиями являются равенство энергии магнитного поля кинетической энергии протоэлектрона и величина индукции действующего магнитного поля B_e

$$B_e = \left(\frac{1}{2\alpha}\right) \cdot B = 68.518 \cdot 32.209654 \cdot 10^6 = 2206.941 \cdot 10^6 \text{Тл} \quad (24)$$

При этом период T равен (2, с.408):

$$T = \frac{2\pi m}{B_e \cdot e} = \frac{2 \cdot 3.14155 \cdot 9.1083 \cdot 10^{-31}}{2206.941 \cdot 10^6 \cdot 1.60206 \cdot 10^{-19}} = 0.008093 \cdot 10^{-18} \text{с} \quad (25)$$

Это соответствует формуле 15.

В процессе вычислений найдено новое соотношение:

$$\frac{m\lambda}{\mu e^2} = \frac{1}{\alpha} \quad (26)$$

Физический смысл этого выражения пока не ясен. Автор не считает существенными расхождения с известными данными в последних значащих цифрах, они либо лежат в пределах погрешностей, либо обусловлены эффектами второго порядка.

Подведём итог вышесказанному. Электрон можно представить в виде заряженной сферы классического радиуса, вращающейся со скоростью света по орбите комптоновского радиуса под действием некоего магнитного поля. Масса сферы, обязанная своим происхождением кулоновской энергии заряда, составляет половину массы покоя электрона, вторая половина массы обязана кинетической энергии вращения заряда по орбите. Такой электрон обладает спином $\frac{\hbar}{2}$ и магнитным моментом, равным магнетону Бора. Ясный физический смысл приобретают постоянная Зоммерфельда как отношение радиуса сферы к радиусу орбиты. Комптоновская длина волны электрона это длина окружности орбиты. Постоянная Планка – произведение массы покоя электрона, длины орбиты и скорости света. В натурфилософском плане намечается неожиданная иерархия понятий: субстанция – заряд – энергия – масса. Необходимо только обосновать или временно принять на веру массу

протоэлектрона и мощное квазиоднородное магнитное поле, воздействующее на него.

Параллельно с написанием данной статьи автор занимался поисками аналогичных разработок. В литературе упоминаний найдено не было. В интернете довольно близкие идеи встречены в работах проф. Ф. М. Канарёва (<http://www.ikar.udm.ru/sb28-2.htm>) и В. Ерохина (<http://sciteclibrary.ru/texts/rus/stat/st2439.pdf>). Канарёв, в отличие от автора, в качестве радиуса электрона принимает комптоновскую длину волны, Ерохин для одних свойств считает приемлемым классический, для других комптоновский радиус. Наверное, есть и другие работы на эту тему. Автор считает предложенную модель одним из возможных вариантов, который может пригодиться при физической интерпретации безусловно впечатляющих успехов квантовой механики и её дальнейших развитии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Карякин Н. И., Быстров К. Н., Киреев П. С. Краткий справочник по физике. Издание 3-е. «Высшая школа», М., 1969.
2. Яворский Б. М., Детлаф А. А. Справочник по физике. Для инженеров и студентов ВУЗов. Издание 3-е, исправленное. «Наука», М., 1965.