Описание атома на основе свойств частиц вакуума

Якубовский Е.Г.

e-mail yakubovski@rambler.ru

Внутренность элементарной частицы описывается четырехмерным комплексным пространством. Пересчитывая волновое уравнение в комплексном пространстве в действительное пространство, получим уравнение относительно 8 координат, описывающее волновую функцию элементарной частицы. Оказывается, что внутренность элементарной частицы разбивается на области, на границе которых волновая функция равна бесконечности. Причем имеются области, где решение для волновой функции содержит мнимый радиус. Эти области запрещены для нахождения частиц вакуума. На основе группировки частиц вакуума в нуклоны и электроны описан атом произвольного элемента таблицы Менделеева. В существующей теории атома количество нейтронов не участвует. Между тем имеется связь между главным квантовым числом и количеством нейтронов, см. формулу (3). Т.е. энергия электрона зависит от количества нейтронов в ядре. Построение теории, учитывающей эту связь мы и займемся, используя свойства частиц вакуума.

Ставится задача о группировке частиц вакуума при скомпенсированном связывающем потенциале. Как показано в [3], на каждую частицу вакуума в атоме действует нулевая сумма градиентов потенциала, т.е. потенциал каждой частицы вакуума постоянен. Это приводит к одинаковому потенциалу всех частиц вакуума в силу близкого расположения частиц вакуума в атоме, что связано с их большой концентрацией. Ядро атома описано как одна волновая функция, зависящая от координат нуклонов и электрона. Аналогично описана волновая функция электронов. Все эти частицы сгустки частиц вакуума.

Единственным определяющим условием связи частиц вакуума в атомах является наличие комплексного четырехмерного пространства. Комплексность координаты частиц вакуума определяет наличие дисперсии в определении координаты. Квадрат мнимой части координаты равен дисперсии координаты. Подчиняются частицы вакуума волновому уравнению с целым спином. Частицы вакуума имеют целый спин. Пересчитаем волновое уравнение квантовой электродинамики из комплексного пространства в действительное пространство. Для этого воспользуемся формулой $\frac{\partial}{\partial(\operatorname{Re}x + i\operatorname{Im}x)} = (\frac{\partial}{\partial \operatorname{Re}x} + \frac{\partial}{\partial i\operatorname{Im}x})/2$ см. см. [1] 2.1. Волновое уравнение имеет вид

$$-\frac{\partial^2(\operatorname{Re}\psi + i\operatorname{Im}\psi)}{\partial(\operatorname{Re}x^0 + i\operatorname{Im}x^0)^2} + \frac{\partial^2(\operatorname{Re}\psi + i\operatorname{Im}\psi)}{\partial(\operatorname{Re}x^l + i\operatorname{Im}x^l)^2} = m^2(\operatorname{Re}\psi + i\operatorname{Im}\psi)$$

Распишем это равенство

$$\begin{gathered}
-\frac{\partial^2 \operatorname{Re}\psi}{\partial(\operatorname{Re}x_k^0)^2} + \frac{\partial^2 \operatorname{Re}\psi}{\partial(\operatorname{Im}x_k^0)^2} - \frac{\partial^2 \operatorname{Im}\psi}{\partial \operatorname{Re}x_k^0 \partial \operatorname{Im}x_k^0} + \\
+\frac{\partial^2 \operatorname{Re}\psi}{\partial(\operatorname{Re}x_k^l)^2} - \frac{\partial^2 \operatorname{Re}\psi}{\partial(\operatorname{Im}x_k^l)^2} + \frac{\partial^2 \operatorname{Im}\psi}{\partial \operatorname{Re}x_k^l \partial \operatorname{Im}x_k^l} = m^2 \operatorname{Re}\psi \\
-\frac{\partial^2 \operatorname{Im}\psi}{\partial(\operatorname{Re}x_k^0)^2} + \frac{\partial^2 \operatorname{Im}\psi}{\partial(\operatorname{Im}x_k^0)^2} + \frac{\partial^2 \operatorname{Re}\psi}{\partial \operatorname{Re}x_k^0 \partial \operatorname{Im}x_k^0} + \\
+\frac{\partial^2 \operatorname{Im}\psi}{\partial(\operatorname{Re}x_k^l)^2} - \frac{\partial^2 \operatorname{Im}\psi}{\partial(\operatorname{Im}x_k^l)^2} - \frac{\partial^2 \operatorname{Re}\psi}{\partial \operatorname{Re}x_k^l \partial \operatorname{Im}x_k^l} = m^2 \operatorname{Im}\psi
\end{gathered}$$

Решение ищем в виде

$$\begin{gathered}
\operatorname{Re}\psi_k = \operatorname{Re}\exp(ik_l y^l)A_k, y^{l+8k} = \operatorname{Re}x^{l+8k}, l = 0,...,3; y^{l+8k} = \operatorname{Im}x^{l-4+8k}, l = 5,...,7; \\
\operatorname{Im}\psi_k = \operatorname{Im}\exp(ik_l y^l)B_k, y^{l+8k} = \operatorname{Re}x^{l+8k}, l = 0,...,3; y^{l+8k} = \operatorname{Im}x^{l-4+8k}, l = 5,...,7; . \\
k_l = k_{l+8k}
\end{gathered} \quad (1)$$

Подставляем данное решение в уравнение, получаем

$$\begin{gathered}(k_{0+8k}^2 - k_{3+8k}^2 - \sum_{l=1}^{3} k_{l+8k}^2 + \sum_{l=5}^{7} k_{l+8k}^2 - m^2) A_k \cos\varphi + \\ + 2(k_{0+8k} k_{3+8k} - \sum_{l=1}^{3} k_{l+8k} k_{l+4+8k}) B_k \sin\varphi = 0 \\ - 2(k_{0+8k} k_{3+8k} - \sum_{l=1}^{3} k_{l+8k} k_{l+4+8k}) A_k \cos\varphi + \\ + (k_{0+8k}^2 - k_{3+8k}^2 - \sum_{l=1}^{3} k_{l+8k}^2 + \sum_{l=5}^{7} k_{l+8k}^2 - m^2) B_k \sin\varphi = 0, \varphi = k_l y^l\end{gathered} \quad . \ (2)$$

Полагая определитель этого уравнения равным нулю, определим связь между коэффициентами

$$\begin{gathered}[(k_{0+8k}^2 - k_{3+8k}^2 - \sum_{l=1}^{3} k_{l+8k}^2 + \sum_{l=5}^{7} k_{l+8k}^2 - m^2) A_k]^2 + \\ 4[(k_{0+8k} k_{3+8k} - \sum_{l=1}^{3} k_{l+8k} k_{l+4+8k}) B_k]^2 = 0\end{gathered} \ .$$

Так как все коэффициенты действительны и коэффициенты A_k, B_k произвольные имеем уравнение

$$\begin{gathered}k_{0+8k}^2 - k_{3+8k}^2 = \sum_{l=1}^{3} k_{l+8k}^2 - \sum_{l=5}^{7} k_{l+8k}^2 + m^2 \\ k_{0+8k} k_{3+8k} = \sum_{l=1}^{3} k_{l+8k} k_{l+4+8k}\end{gathered} \ .$$

Откуда имеем квадратное уравнение по определению коэффициентов k_0, k_3.

$$k_{0+8k}^4 - k_{0+8k}^2 (\sum_{l=1}^{3} k_{l+8k}^2 - \sum_{l=5}^{7} k_{l+8k}^2 + m^2) - (\sum_{l=1}^{3} k_{l+8k} k_{l+4+8k})^2 = 0 \,.$$

Решая это квадратное уравнение, определяем k_{0+8k}, k_{3+8k}.

$$k_0 = \sqrt{P/2 + \sqrt{P^2/4 + (\sum_{l=1}^{3} k_l k_{l+4})^2}}; k_3 = \frac{\sum_{l=1}^{3} k_l k_{l+4}}{k_0} = \sqrt{-P/2 + \sqrt{P^2/4 + (\sum_{l=1}^{3} k_l k_{l+4})^2}}$$

$$P = \sum_{l=1}^{3} k_l^2 - \sum_{l=4}^{7} k_l^2 + (\frac{m_s c}{\hbar} + \frac{2\pi Z_s}{R_s^k})^2$$

Причем знак квадратного корня выбираем положительный. В этой формуле ко всем индексам надо добавить $+8k$.

Т.е. произвольные в общем случае константы вычисляются с точностью до множителя из условия (2) путем предельного перехода по правилу Лопиталя и переноса второго члена в правую часть равенства и возведения полученного равенства в квадрат и усреднения. Получим

$$\frac{\partial}{\partial m}(k_{0+8k}^2 - k_{3+8k}^2 - \sum_{l=1}^{3} k_{l+8k}^2 + \sum_{l=5}^{7} k_{l+8k}^2 - m^2)A_k =$$
$$= 2\frac{\partial}{\partial m}(k_{0+8k}k_{3+8k} - \sum_{l=1}^{3} k_{l+8k}k_{l+4+8k})B_k$$

Откуда определяются константы A_k, B_k. Вычислим поле внутри элементарной частицы воспользовавшись методом стационарной фазы

$$\mathrm{Re}\psi_{sum} = \int \mathrm{Re}\exp[i(\sum_{l=1}^{3} + \sum_{l=5}^{7})k_l y^l + ik_0 y^0 + ik_4 y^4)dk_1 dk_2 dk_3 dk_5 dk_6 dk_7 =$$
$$= \int \cos[(\sum_{l=1}^{3} + \sum_{l=5}^{7})k_l y^l + k_0 y^0 + k_4 y^4)dk_1 dk_2 dk_3 dk_5 dk_6 dk_7 .$$

Отметим, что время во внутренней части элементарной частицы как в черной дыре электромагнитного поля остановится. При этом будучи возведенным в квадрат мнимая величина определяет отрицательное значение. Значит время перестает отличаться от координаты, и то и другое определяют положительный и отрицательный квадрат. Так как поле внутри элементарной частицы определяет черную дыру электромагнитного поля, причем собственное время в черной дыре останавливается, так как собственное время равно $d\tau = \sqrt{1 - r_g / r + [1-(kr)^2]/2}dt$ и при частоте вращения черной дыры $\omega = \frac{c}{r}\sqrt{1 - \frac{2(r_g - r)}{r}}$ собственное время останавливается см. [2] стр.52. Если угловая скорость вращения не соответствует этой формуле, то собственное время при этом радиусе не остановится. Т.е. долго живущие по собственному времени частицы, вращаются с угловой скоростью, удовлетворяющей этой формуле. Распадающиеся частицы не удовлетворяют этой формуле. При этом так как координата растет по мере удаления от центра дыры, собственное время тоже растет при удалении от центра.

Найдем точку стационарной фазы этого интеграла. Она соответствует уравнению

$$y^s + \frac{\partial k_0}{\partial k_s} y^0 + \frac{\partial k_4}{\partial k_s} y^4 = 0, s = 1,2,3,5,6,7$$

$$\frac{\partial k_0}{\partial k_s} = \frac{k_s + \frac{k_s(\sum_{l=1}^{3} k_l^2 - \sum_{l=5}^{7} k_l^2 + m^2)/2 + k_{s+4}(\sum_{l=1}^{3} k_l k_{l+4})}{K^2}}{2k_0}.$$

$$\frac{\partial k_4}{\partial k_s} = \frac{k_s + \frac{-k_s(\sum_{l=1}^{3} k_l^2 - \sum_{l=5}^{7} k_l^2 + m^2)/2 + k_{s+4}(\sum_{l=1}^{3} k_l k_{l+4})}{K^2}}{2k_0}, s = 1,2,3$$

$$K^2 = \sqrt{(\sum_{l=1}^{3} k_l^2 - \sum_{l=5}^{7} k_l^2 + m^2)^2/4 + (\sum_{l=1}^{3} k_l k_{l+4})^2}$$

Из этой системы 6 нелинейных уравнений $\begin{matrix} y^s + [k_s(\alpha_s + \beta_s) + k_{s+4}\gamma_s]y^0 + [k_s(\alpha_s - \beta_s) + k_{s+4}\gamma_s]y^4 = 0, s = 1,2,3 \\ y^s + [k_s(\alpha_s - \beta_s) + k_{s-4}\gamma_s]y^0 + [k_s(\alpha_s + \beta_s) + k_{s-4}\gamma_s]y^4 = 0, s = 5,6,7 \end{matrix}$, получим координаты точек стационарной фазы, т.е. значение волнового числа. Откуда получим значения волнового числа

$k_p^s = (\frac{mc}{\hbar} + \frac{2\pi Z}{R^0}) f_p[y^0 / \sqrt{(g_{ikp} y^i y^k)_p}, ..., y^7 / \sqrt{(g_{ikp} y^i y^k)_p}], p = 1,2,3,5,6,7$. Где учитывается, что волновое число определяется с точностью до периодов распределения нуклонов и электронов в атоме. Составим уравнение относительно $k_p / (\frac{mc}{\hbar} + \frac{2\pi Z}{R^0}) = k_p^s / (\frac{mc}{\hbar} + \frac{2\pi Z}{R^0}) + z_p$. Но так как решение разбивается на произведение множителей, зависящих от одной частицы, величина $(\frac{mc}{\hbar} + \frac{2\pi Z}{R^0})$ войдет как множитель в методе стационарной фазы. Уравнение относительно z_p имеет вид $A_{qp}[z_1, ..., z_3, z_5, ..., z_7] z_p = 0; q = 1, ..., 3, 5, ..., 7$. Полагая определитель этого уравнения равным нулю, определим значение z_p с точностью до множителя. Этот множитель определим из равенства нулю определителя. Итого имеется 6 значений этого множителя. Но этот множитель должен быть действительный. Итого получаем 3,5,7 совокупностей точек стационарной фазы. В случае наличия одинаковых корней получаем 2,4,6 точек стационарной фазы, две точки стационарной фазы соответствуют мезонам, три точки стационарной фазы барионам. Имеется ли другое количество действительных точек стационарной фазы, должен прояснить численный счет. Причем мезоны отличаются от барионов, тем что у них две точки стационарной фазы совпадают, что приводит к другому значению интеграла, вычисленного с помощью метода стационарной фазы. Уравнения отличаются характерным значением величины $y_p^0, p = 0, ...7$, характеризующим размер данной частицы. Причем размер частицы определяется наличием действительных точек стационарной фазы, мнимая часть фазы у координат стационарных точек должна равняться нулю. Это определит размер элементарных частиц. При этом масса частицы определится из других соображений см. [3].

При этом волновая функция разлагается на отдельные множители, зависящие от отдельной частицы и метод стационарной фазы применяется к отдельным множителям. При этом для описания протонов надо задать размеры кратные размеру протона, а для описания нейтронов размеры кратные размеру нейтрона, для описания электронов размеры кратные размеру электрона. Причем эти 4 размера определятся из действительности точек стационарной фазы. Причем имеется три уравнения, описывающее протоны, нейтроны и электроны каждое со своей волновой функцией и определяемое массой протона, нейтрона и электрона, зависящие от всех координат нуклонов и электронов. Потенциала взаимодействия между частицами вакуума описывающими нуклоны и электроны нет, оно описывается зависимостью волновой функцией от всех координат нуклонов и электронов.

При этом имеем суммарную волновую функцию внутри элементарной частицы соответствующую основной точке метода стационарной фазы k_p^s, которая получается из решения неоднородного уравнения

$$\mathrm{Re}\psi_{sum} = \frac{\cos\{\sum_k [(\sum_{l=1}^{3} + \sum_{l=5}^{7})k_{l+8k}^s y^{l+8k} + k_{0+8k}^s y^{0+8k} + k_{4+8k}^s y^{4+8k} - 3\pi/2)]\}(2\pi)^3}{\prod_k \sqrt{|\frac{\partial^2\varphi_k}{\partial k_p \partial k_q}|_{k_p = k_p^s}}} =$$

$$= \frac{\cos\{\sum_k (\sum_{l=1}^{3} + \sum_{l=5}^{7})k_{l+8k}^s y^{l+8k} + k_{0+8k}^s y^{0+8k} + k_{4+8k}^s y^{4+8k} - 3\pi/2)]\}(2\pi)^3}{\prod_k \sqrt{\prod_{l=1}^{6} h_l[y^0/\sqrt{(g_{ikl}y^i y^k)_l},...,y^7/\sqrt{(g_{ikl}y^i y^k)_l}]\sqrt{(g_{ikl}y^i y^k)_l}}} \times$$

$$\times \prod_k (\frac{m_{pr}c}{\hbar} + \frac{2\pi Z}{R_{prk}^0})(\frac{m_n c}{\hbar} + \frac{2\pi N}{R_{nk}^0})(\frac{m_e c}{\hbar} + \frac{2\pi Z}{R_{ek}^0});$$

$$\varphi_k = (\sum_{l=1}^{3} + \sum_{l=5}^{7})k_{l+8k} y^{l+8k} + k_{0+8k} y^{0+8k} + k_{4+8k} y^{4+8k}; R_e^0 = \frac{\hbar^2}{Zme^2}$$

Причем в результате решения в элементарной частице имеется граница, где величина знаменателя равна нулю

$h_l[y^0/\sqrt{(g_{ikl}y^iy^k)_l},...,y^7/\sqrt{(g_{ikl}y^iy^k)_l}](g_{ikl}y^iy^k)_l=0$. В этой области метод стационарной фазы не применим, но имеется высокая вероятность нахождения частиц вакуума в этих точках. Большая плотность частиц вакуума приводит к большому потенциалу в этих точках. Кроме того, имеются области где знаменатель является мнимым. Эти области запрещены для нахождения частиц вакуума. В остальных точках вероятность убывает как величина $1/\prod_{l=1}^{6}(g_{ikl}y^iy^k)_l\sqrt{h_l[y^0/\sqrt{(g_{ikl}y^iy^k)_l},...,y^7/\sqrt{(g_{ikl}y^iy^k)_l}]}$, таким же образом убывает и плотность частиц вакуума. Причем в центре элементарной частицы знаменатель равен нулю и наблюдается наибольшая плотность частиц вакуума.

В результате каждой элементарной частице соответствует волновая функция, причем элементарная частица определена с точностью до значения интеграла в нескольких точках стационарной фазы.

Зная волновую функцию атома, можно определить его энергию. Она равна

$$E=\int\psi^*\hat{H}\psi dV/\int\psi^*\psi dV.$$

Причем считается энергия каждого протона, нейтрона и электрона. Причем эта волновая функция зависит от количества электронов, протонов и нейтронов. Т.е. имеем зависимость главного квантового числа, определяющего энергию электрона в атоме. Дифференцируем энергию всех трех типов частиц по величине количества нейтронов N плюс производная по числу протонов Z, приравниваем ее нулю и определяем количество нейтронов. Получаем равное значение протонов и нейтронов при условии их описания полиномом второй степени. Для первых элементов таблицы Менделеева имеем примерное равенство числа протонов и нейтронов. Величина энергии электронов, определяется по количеству протонов и нейтронов в ядре.

Покажем, что симметричная по количеству протонов и нейтронов функция имеет экстремум при равном количестве протонов и нейтронов. Зависимость энергии от количества протонов и нейтронов симметрична и при малом заряде описывается полиномом второй степени

$$E = -a(Z+N) + b(Z^2+N^2) + 2cZN .$$

Экстремум этой функции достигается при условии $Z = N = \frac{a}{b+c}$, т.е. при равном количестве протонов и нейтронов.

Но так как имеется несколько точек стационарной фазы, причем в величине множителя $\frac{mc}{\hbar} + \frac{2\pi Z}{R_k^0}$ стоят разные радиусы R_k^0, соответствующие разным точкам стационарной фазы, получается нелинейная зависимость от числа протонов, нейтронов и электронов. При этом средняя энергия считается по формуле

$$E^2 = \sum_{k,s} k^2_{0+8k,s} = \sum_{k,s} [\sum_{l=1}^{3} k^2_{l+8k,s} - \sum_{l=4}^{7} k^2_{l+8k,s} + (\frac{m_s c}{\hbar} + \frac{2\pi Z_s}{R_s^k})^2]/2 +$$

$$+\sqrt{[\sum_{l=1}^{3} k^2_{l+8k,s} - \sum_{l=5}^{7} k^2_{l+8k,s} + (\frac{m_s c}{\hbar} + \frac{2\pi Z_s}{R_s^k})^2]^2/4 + (\sum_{l=1}^{3} k_{l+8k,s}k_{l+4+8k,s})^2}$$

$$(\frac{\partial}{\partial N} - \frac{\partial}{\partial Z})k^2_{0+8k,s} = 0, s = pr, n, e$$

где координаты равны средним размерам протонов, нейтронов и электронов, а сумма берется по членам с разной точкой стационарной фазы и по разным сортам частиц. Аналогичная формулы для мнимой части энергии $\mathrm{Im}\, E = k^2_{3+8k}$ Такое приближение позволяет избавиться от непосредственного счета многомерных интегралов. По заданному числу электронов и протонов определяется количество нейтронов.

При условии, что волновая функция симметрична, количество протонов и нейтронов совпадает. Количество протонов и нейтронов совпадает у атома гелия. Атом водорода не содержит нейтронов, и для него другая волновая функция.

При этом справедлива приближенная формула для главного квантового числа $n = 1 + 10(A/Z - 2)$, т.е. зная количество протонов и нейтронов можно определить главное квантовое число см. формулу (3).

При этом атомный вес определяется по приближенной формуле

$$A = (2 + \frac{n-1}{10})Z + \alpha, \alpha = \begin{cases} 0, n = 2,6 \\ 2, n = 3 \\ 3, n = 4,5,6,7 \end{cases}, \qquad (3)$$

где величина n главное квантовое число, т.е. имеем приближенно число протонов равно числу нейтронов плюс добавка, зависящая от главного квантового числа.

Выводы

Показано, что в свободном пространстве частицы вакуума могут сгруппироваться в структуру атома. Изучена волновая функция этого образования. В частности может существовать 2,3,…,7 точек стационарной фазы. Это говорит о том, что образующий частицу атома значения интеграла может иметь несколько значений, что говорит о наличии частиц, которых называют кварки.

Энергия электрона определяется количеством протонов в ядре атома. При этом устойчивость атома зависит от количества нейтронов. Из этих соображений определена энергия электрона по числу протонов и из равенства нулю разности производных от энергии по числу протонов и нейтронов определено количество нейтронов, вернее атомный вес элемента.

Литература

1. Вергелес С.Н. Лекции по квантовой электродинамике. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008, 248стр.
2. Якубовский Е.Г. Физический смысл уравнений квантовой механики, электродинамики и уравнения ОТО с учетом кристаллической структуры элементарных частиц «Энциклопедический фонд России», 2015, 64 стр.
   http://russika.ru/userfiles/390_1477104166.pdf
3. Якубовский Е.Г. Верхний и нижний предел массы элементарных частиц «Энциклопедический фонд России», 2016, 11 стр.
   http://russika.ru/sa.php?s=1172