Частицы вакуума с использованием мировых констант Планка

Якубовский Е.Г.

e-mail yakubovski@rambler.ru

Были построены частицы вакуума относительно одной из основных элементарных частиц – электрона. Но максимум энергии фотона при использовании электрона нашей области пространства не удовлетворяет всей энергии космического излучения электромагнитного поля электроном в атоме. Поэтому существуют области космического пространства, где роль электрона играет масса Планка. В этой области пространства все элементарные частицы имеют большую массу в величину отношения массы Планка к массе нашего электрона. Частицы вакуума строятся относительно массы Планка, играющей роль массы электрона. Тогда они являются свойством всего пространства с константами Планка. Всего имеется ограниченное количество пространств с разной массой электрона. Это количество определяется количеством решений задачи по одной общей массе частиц вакуума определять массы сгруппировавшихся элементарных частиц в разных областях пространства. Найдено каким частицам соответствуют параметры Планка, и какие свойства описывают. Найдено и применение массы Планка, действительно такие частица и античастица существуют в определенной области пространства. Отмечу, что частицы вакуума помогают получить новые решения квантовой механики, описывают решение уравнений квантовой механики [4], [5]. Отмечу, что общий вариант двух статей опубликован в scholar.google.ru.

Опишем частицы вакуума как непрерывную среду, подчиняющуюся уравнению Навье – Стокса. Для модели разреженного газа с малой скоростью движения, моделирующей свойства вакуума, справедливо уравнение Навье - Стокса.

$$\frac{\partial V_l}{\partial t} + V_k \frac{\partial V_l}{\partial x_k} = -\frac{\partial p}{\rho \partial x_l} + \nu \Delta V_l \,.$$

Причем кинематическая вязкость вакуума считаем равной

$$\nu = i\frac{\hbar}{2m} \,. \qquad (1)$$

При этом скорость потока мельчайших частиц вакуума равна $V_l = -\frac{i\hbar}{m}\nabla_l \ln\psi$, где ψ волновая функция системы. Решение уравнения Навье – Стокса должно удовлетворять условию $\frac{\partial V_l}{\partial x_k} - \frac{\partial V_k}{\partial x_l} = 0, \mathrm{rot}\mathbf{V} = 0$. Для выполнения этого условия решение уравнения Навье – Стокса должно удовлетворять условию $V_l = V(x^1 + x^2 + x^3)$. Т.е. получается, что решение уравнения Шредингера, это частный случай решения уравнения Навье – Стокса.

Но каким образом описать решение для водородоподобного атома, используя предлагаемую идеологию. Для этого импульс надо представить в виде $p_k = p_k(x_k)$, при этом для волновой функции справедливо разделение переменных. Логарифм волновой функции $\ln\psi(r,\theta) = \ln R_{nl}(r) + \ln P_l^m(\theta) + \ln\exp(i\, m\varphi)$ является потенциалом для значения импульса, и удовлетворяет условию интегрирования. Т.е. градиент волновой функции представляет сумму трех функций

$$p_r(r) = -i\hbar\frac{\partial \ln R_{nl}(r)}{\partial r}, L_\theta(\theta) = p_\theta(\theta) r\sin\theta = -i\hbar\frac{\partial \ln P_l^m(\theta)}{\partial\theta} = i\hbar\sin\theta\frac{\partial \ln P_l^m(\theta)}{\partial\cos\theta},$$
$$L_\varphi = p_\varphi r = -i\hbar\frac{\partial i m\varphi}{\partial\varphi} = m\hbar$$

удовлетворяющих условию интегрирования.

Покажем, что скорость частицы, описываемая законом движения Ньютона для жидкости, непосредственно связана с волновой функцией, описываемой квантовой механикой. Подставим это значение скорости в уравнение Навье – Стокса

$$\frac{\partial i\frac{\hbar}{m}\nabla\ln\psi}{\partial t}+\frac{\hbar^2}{m^2}\frac{\partial\ln\psi}{\partial x_l}\frac{\partial\nabla\ln\psi}{\partial x_l}=\frac{i\hbar}{2m}\frac{\partial^2 i\frac{\hbar}{m}\nabla\ln\psi}{\partial x_l^2}+\nabla\int_{t_0}^{t}\frac{\partial p}{\rho\partial x^k}V_k dt \cdot$$

Где интеграл берется вдоль линии тока частиц вакуума $V_k dt = dx_k$, $\int_{t_0}^{t}\frac{\partial p}{\rho\partial x^k}V_k dt=\int_{(x_1^0,x_2^0,x_3^0)}^{(x_1,x_2,x_3)}\frac{\partial p}{\rho\partial x^k}dx_k$. Причем частная производная от этого интеграла вдоль линии тока, равна

$$\frac{\partial}{\partial x_l}\int_{(x_1^0,x_2^0,x_3^0)}^{(x_1,x_2,x_3)}\frac{\partial p}{\rho\partial x^k}dx_k=\frac{d}{V_l dt}\int_{t_0}^{t}\frac{\partial p}{\rho\partial x^k}V_k dt=\frac{\partial p}{V_l\rho\partial x^k}V_k=\frac{dp}{V_l\rho dt}=\frac{\partial p}{\rho\partial x^l}$$

Это уравнение можно записать в виде

$$\nabla[\frac{\partial i\frac{\hbar}{m}\ln\psi}{\partial t}+\frac{\hbar^2}{m^2}(\frac{\partial\ln\psi}{\partial x_l})^2/2+\frac{\hbar^2}{2m^2}\frac{\partial^2\ln\psi}{\partial x_l^2}-\int_{t_0}^{t}\frac{\partial p}{\rho\partial x^k}V_k dt]=0.$$

Проинтегрируем градиент, получим

$$i\frac{\hbar}{m}\frac{\partial\ln\psi}{\partial t}+\frac{\hbar^2}{2m^2}(\frac{\partial\ln\psi}{\partial x_l})^2=-\frac{\hbar^2}{2m^2}\frac{\partial^2\ln\psi}{\partial x_l^2}+\int_{t_0}^{t}\frac{\partial p}{\rho\partial x^k}V_k dt=-\frac{\hbar^2}{2m^2}\frac{\partial^2\ln\psi}{\partial x_l^2}+U/m\cdot$$

Умножим на массу $m\psi$, перенесем второй член в правую часть, получим уравнение Шредингера, причем справедливо $\frac{\partial^2\psi}{\partial x_l^2}=\psi[\frac{\partial^2\ln\psi}{\partial x_l^2}+\frac{1}{\psi^2}(\frac{\partial\psi}{\partial x_l})^2]$

$$i\hbar\frac{\partial\psi}{\partial t}=-\frac{\hbar^2}{2m}\psi[\frac{\partial^2\ln\psi}{\partial x_l^2}+\frac{1}{\psi^2}(\frac{\partial\psi}{\partial x_l})^2]+\psi\int_{t_0}^{t}\frac{\partial p}{\rho\partial x^k}V_k dt=$$
$$=-\frac{\hbar^2}{2m}\frac{\partial^2\psi}{\partial x_l^2}+U\psi;U=m\int_{t_0}^{t}\frac{\partial p}{\rho\partial x^k}V_k dt.$$

Т.е. для скорости частиц вакуума получено уравнение Шредингера, причем волновая функция этого уравнения связанна со скоростью частиц соотношением $V_l = -\frac{i\hbar}{m}\nabla \ln\psi$ или $\psi = c\exp(i\int mV_l dx_l/\hbar)$, где потенциал равен $U = -m\int_{t_0}^{t} \frac{\partial p}{\rho\partial x^k}V_k dt = -m\int_{(x_1^0,x_2^0,x_3^0)}^{(x_1,x_2,x_3)} \frac{\partial p}{\rho\partial x^k}dx_k$. Решение можно представить в виде локальной плоской волны

$$\psi = \frac{1}{\sqrt{V}}\exp[-i(E\Delta t - \mathbf{p}_0\Delta\mathbf{r})/\hbar][1+0(\mathbf{r}-\mathbf{r}_0)^3].$$

Эта формула является решением уравнения Шредингера в окрестности точки $\mathbf{r}_0$ и при подстановке ψ в этом виде в уравнение Шредингера

$$i\hbar\frac{\partial\psi}{\partial t} = -\frac{\hbar^2}{2m}\frac{\partial^2\psi}{\partial x_l^2} + U_0\psi + 0(\mathbf{r}-\mathbf{r}_0)\psi$$

Получаем равенство

$$E\psi = [\frac{p_0^2}{2m} + U_0 + 0(\mathbf{r}-\mathbf{r}_0)]\psi$$

Это) сводится к тождеству $E = \frac{p_0^2}{2m} + U_0$. А величина скорости равна $\mathbf{V} = \frac{\mathbf{p}_0}{m} + 0(\mathbf{r}-\mathbf{r}_0)^2$ в окрестности точки $\mathbf{r}_0$.

Вычислим скорость среды в атоме водорода

$$V_r = -i\frac{h}{m}\left(\frac{\partial lnR_{nl}}{\partial r} + \frac{1}{r}\right) = -i\frac{h}{m}\left(\sum_{n=1}^{n_r}\frac{1}{r-\alpha_n} + \frac{l+1}{r} - \frac{1}{n}\right)$$

Для вычисления потока среды надо умножить скорость на плотность вероятности

$$R_{nl}^2 V_r = -i\frac{h}{m}R_{nl}^2\left(\frac{\partial lnR_{nl}}{\partial r} + \frac{1}{r}\right) = -i\frac{h}{m}R_{nl}^2\left(\sum_{n=1}^{n_r}\frac{1}{r-\alpha_n} + \frac{l+1}{r} - \frac{1}{n}\right)$$

Тогда особенность скорости устраняется и образуется непрерывный поток. Аналогичное выражение для угловой скорости

$$V_\theta = -i\frac{h}{mr}\frac{\partial lnP_l(\cos\theta)}{\partial\cos\theta} = -i\frac{h}{mr}\sum_{n=1}^{l}\frac{1}{\cos\theta - \beta_n}$$

Поток среды равен

$$P_l^2(\cos\theta)V_\theta = -i\frac{h}{mr}P_l^2(\cos\theta)\frac{\partial lnP_l(\cos\theta)}{\partial\cos\theta} = -i\frac{h}{mr}P_l^2(\cos\theta)\sum_{n=1}^{l}\frac{1}{\cos\theta-\beta_n}$$

Особенность потока уничтожается. При изменении квантового числа скорость изменяется медленно, а волновая функция быстро. Это приводит к тому, что возникает сингулярность и образуется квант электромагнитной энергии.

С математической строгостью доказано, что уравнение Шредингера является частным случае среды, описываемой уравнением Навье-Стокса с кинематической вязкостью $\nu = i\frac{\hbar}{2m}$.

В общем случае надо изучать среду с этими свойствами, и свойства этой среды являются обобщением свойств квантовой механики. Но в том то и состоит вся прелесть свойств частиц вакуума, что они описываются по законам классической физики в комплексном пространстве. И только после усреднения классических частиц вакуума в комплексном пространстве появляются квантовые свойства. Это подтверждается описанием их свойств уравнением Навье-Стокса при мнимой кинематической вязкости.

Кинематической вязкости вакуума ν, полученной из предположения (1) соответствует формула

$$\nu = i\frac{\hbar}{2m_\gamma} = \Lambda c/3, \quad (2)$$

где получается, что длина свободного пробега Λ выражается через массу частицы вакуума (кинематическая вязкость газа равна $\nu = c\Lambda/3$). При этом окажется, что вычисленная далее по тексту масса частицы вакуума равна $m_\gamma = 5.04\cdot 10^{-98}$g

$$\Lambda = \frac{3i\hbar}{2m_\gamma c},$$

что позволяет оценить длину свободного пробега, которая будет определена по массе частицы, равна величине $\Lambda = 9.09 \cdot 10^{59} cm$. Вакуум является разреженным газом с большой длиной свободного пробега и мнимой кинематической вязкостью.

Отметим, что виртуальные частицы вакуума не определяют кинематические свойства вакуума в силу связанного состояния. В случае их свободного состояния скорость и концентрация этих частиц мала, и они не участвуют в кинематической вязкости вакуума и в плотности вакуума. Я уже не говорю о том, что они не могут группироваться в элементарные частицы и поля.

При этом группируясь в элементарные частицы, плотность вакуума возрастает, мнимая кинематическая вязкость надо разделить на величину m_{Pl} / m_{γ}, длина свободного пробега уменьшается, так как играет роль масса элементарных частиц, и он приобретает действительную кинематическую вязкость с малой длиной свободного пробега с учетом скорости возмущения. Длина свободного пробега в газах, жидкости и твердом теле разная. При этом в газах скорость возмущения равна скорости звука, а в жидкости и твердом теле скорости света. При этом формула для кинематической вязкости

$$\Lambda < V > (1-\alpha)/3 + i\hbar\alpha / m, \alpha = \frac{\exp[-\frac{\hbar^2}{(m_{Pl}\Lambda < V >)^2}]}{\exp[-\frac{\hbar^2}{(m_{Pl}\Lambda < V >)^2}] + \exp[-\frac{(m_{Pl}\Lambda < V >)^2}{\hbar^2}]};.$$

Для разреженного газа длина свободного пробега Λ велика и вязкость становится мнимой, для малой длины свободного пробега получаем действительную вязкость. При этом вязкость разреженного газа пропорциональна плотности, а для малой длины свободного пробега от плотности практически не зависит, так как длина свободного пробега обратно пропорциональна плотности. При этом скорость возмущения в газах равна скорости звука, а в твердых телах и в жидкости скорости света. В твердых телах и жидкости вместо длины свободного пробега надо использовать характерный размер см. [1].

Но мнимая кинематическая вязкость вакуума равна $\nu = i\hbar/(2m_\gamma) = i\dfrac{10^{-27}}{5.04\cdot 10^{-98}2} = 9.09\cdot 10^{69}cm^2/\sec$. Вязкость вакуума равна $\mu = \rho_\gamma \nu = 9.09\cdot 10^{40}\dfrac{g}{cm\sec}$, что сравнимо с вязкостью твердого тела. Где величина $\rho_\gamma = 10^{-29}g/cm^3$ плотность вакуума. Вязкость железа при температуре $30°C$ равна $\mu = 14\cdot 10^{10}\dfrac{g}{cm\sec}$, см. [2], стр.37.

Используется для скорости движения возмущения средний квадрат этой скорости, который равен скорости света. Вакуум состоит из диполей, образованных частицей и античастицей с массой Планка.

При этом эта частица не стабильна, как и позитроний, что следует из его описания как водородоподобной системы, состоящей из электрона и его античастицы, позитрона. Но при энергии частицы с массой Планка, равной $4.54\cdot 10^{-77}\mathrm{erg}$, эта частица является стабильной. Эта энергия частицы соответствует сближению частицы и античастицы массы Планка и образованию диполя.

При этом энергия этой частицы изменится, определяясь по формуле $e^2 l_\gamma/[r-(\mathbf{r},\mathbf{V})/c]^2$ вместо величины e^2/r, следовательно, волновая функция этой частицы изменится и, судя по энергии покоя этой частицы, она в этом случае является стабильной частицей. При этом волновая функция вакуума будет представлять одну частицу с малой массой, определенной из дальнейших описаний. Возможен предельный переход при условии $l_\gamma \to 0$, в отличие от энергии электрона, у которого радиус конечен.

Источником массы частицы и античастицы с массой Планка является его электрическая энергия, равная $m_{Pl}c^2 = e^2/r_g$.

Предполагается, что за основу теории частиц вакуума взята элементарная частица, электрон. Но он не описывает полный спектр излучения электромагнитных волн. Существуют космическое излучение электромагнитных волн, фотоны которых имеют энергию $10^{22}\,эB$. Для описания таких энергий надо использовать вместо массы электрона, нашей области пространства, массу Планка. Тогда максимальная энергия равна $E = \frac{m_{Pl} e^4}{2\hbar^2} = \frac{m_{Pl} c^2}{2 \cdot 137^2} = 13.6 \cdot 2.2 \cdot 10^{-5+27} / 0.9 / \sqrt{137} = 2.84 \cdot 10^{22}\,эB$. Параметры Планка известны с точностью до коэффициента пропорциональности. Правильное значение постоянной Планка надо разделить на корень из 137. В случае квантовой электродинамики надо вместо массы электрона использовать массу Планка. Тогда масса электрона сравняется с зарядом электрона в одинаковых единицах $m_{Pl}\sqrt{G} = \sqrt{\hbar c / 137} = e$ и будут играть существенную роль гравитационное поле в микромире. Существует частица и античастица с массой Планка.

По мере уменьшения потенциальной энергии этой частицы, частица и античастица с массой Планка сближаются на расстояние меньше их радиуса r_{Pl}, компенсируя заряды, образуя диполь. По порядку величины, эту связь можно записать в виде $m_\gamma c^2 = e^2 l_\gamma / r_g^2$. Энергия этого диполя определяется по формуле

$$m_\gamma c^2 = eU_\gamma = e^2 \left(\frac{1}{r_{g+}} - \frac{1}{r_{g-}}\right) = e^2 \frac{r_{g-} - r_{g+}}{r_{g-} r_{g+}} = e^2 \frac{l_\gamma}{r_g^2}.$$

При этом волновые функции зарядов пересекаются, но между их центрами есть расстояние l_γ. При рассмотрении взаимодействия положительного заряда с диполем, заряд которого эквивалентен отрицательному, и притягивается к положительному заряду и имеем неравенство $r_{g-} > r_{g+}$, т.е. величина энергии в правой части равенства положительна. При взаимодействии с отрицательным зарядом, диполь становится положителен, приближается к отрицательному заряду, и значит, имеем неравенство $r_{g+} > r_{g-}$.

$$m_\gamma c^2 = eU_\gamma = e^2\left(\frac{1}{r_{g-}} - \frac{1}{r_{e+}}\right) = e^2\frac{r_{g+} - r_{g-}}{r_{g-}r_{g+}} = e^2\frac{l_\gamma}{r_g^2}$$

При этом энергия диполя отрицательна, так как справедливо $m_\gamma c^2 - e^2\dfrac{l_\gamma}{r_g^2} = 0$

Величину $r_\gamma = r_g$ назовем образующим радиусом диполя. В случае атома водорода образующий радиус состоит из двух разных диполей, диполя, образующего массой Планка и диполя образующего электронами и ядром атома. Средний эффективный радиус диполя равен $r_\gamma = \sqrt{r_g a_0}$, где a_0 это радиус Бора. В случае ядра атома, образующий радиус кварка равен $r_\gamma = \sqrt{r_g r_d}, r_d = e^2/(9m_d c^2)$ и образован двумя диполями, кварк и анти-кварк, частица и античастица с массой Планка. По образующему радиусу диполя определяются эффективные свойства частиц вакуума по формулам (6),(8).

Объяснить введение образующего радиуса частицы вакуума можно следующим образом. Формула для потенциала мультипольного момента имеет вид

$$U_k = \frac{e^2 l^k}{R_0^{k+1}} P_k(\cos\chi).$$

При условии $k = 0$ эта формула описывает электромагнитное взаимодействие частицы и античастицы. Она является членами разложения потенциала $U = \dfrac{e^2}{|\mathbf{R}_0 - \mathbf{l}|} = \sum\limits_{л=0}^{\infty} \dfrac{e^2 l^k}{R_0^{k+1}} P_k(\cos\chi)$.

Формула для взаимодействия двух одинаковых мультиполей имеет вид

$$U_k = -\frac{e^2 l^k}{R_0^{k+1}}\sqrt{P_k(\cos\chi_1)P_k(\cos\chi_2)}$$

В случае электрона в атоме окружность, в которой расположены эти углы делится на k частей. Площадь каждой части составляет $1/k^2$ площади сферы. Итого имеем энергию взаимодействующих частиц вакуума надо умножить на величину $1/k^2$. Значит, имеем значение потенциала ($\sqrt{P_k(\cos\chi_1)P_k(\cos\chi_2)} = \frac{1}{k^2}$)

$$U_k = -\frac{e^2 l^k}{k^2 R_0^{k+1}}.$$

Где энергия U_k соответствует энергии электрона в поле ядра атома.

Описание мультиполя с приближенной потенциальной энергий $\frac{e^2 l_\gamma^k}{k^2 r^{k+1}} \cong \frac{e^2}{k^2 r}(\frac{l_{\gamma k}}{a_0})^k$, можно представить, как величину заряда $e\sqrt{(l_\gamma / a_0)^k}$ электрона, вращающегося в поле ядра с тем же зарядом. Радиус r_B, соответствующий радиусу Бора, полученный решением для атома водорода с таким зарядом $e\sqrt{(l_{\gamma k} / a_0)^k}$ ядра и электрона, равен $r_B = \frac{\hbar^2}{m_{Pl} e^2}\frac{m_{\gamma k}}{m_e} = \frac{\hbar^2}{m_{Pl} e^2}(\frac{a_0}{l_{\gamma k}})^k \frac{m_{\gamma k}}{m_e} = 137^2 r_{Pl}(\frac{a_0}{l_{\gamma k}})^k \frac{m_{\gamma k}}{m_e}$. Откуда энергия частицы вакуума, равна $\frac{e^2}{k^2 r_B} = \frac{e^2 l_{\gamma k}^k}{137^2 k^2 r_{Pl} a_0^k}\frac{m_e}{m_{\gamma k}} = \frac{m_e c^2}{137^2 k^2}$, где используем формулу (9) $\frac{l_{\gamma k}^k}{m_{\gamma k}} = \frac{c^2}{e^2} r_\gamma^{k+1}$, где образующий радиус электронов в атоме водорода равен среднему геометрическому между радиусом Бора электрона a_0 и электрическим радиусом массы Планка r_{Pl}, т.е. $r_\gamma = (a_0^k r_{Pl})^{\frac{1}{k+1}}$.

Потенциальная энергия диполя с вращающимся плечом определяется по формуле

$$E = \sqrt{\frac{e^2 l exp(i\theta)}{r^2}\frac{e^2 l exp(-i\theta)}{r^2}} = \frac{e^2 l}{r^2}$$

Представляя угол в экспоненциальной форме получим энергию диполя.

Определим размер мультиполя. Напряженность поля мультиполя частицы вакуума равна $E = \dfrac{-(k+1)el_{\gamma k}^{k}}{(r+i\lambda)^{k+2}}$. Электромагнитная масса мультиполя равна $m_{\gamma}c^2 = \int_0^{\infty} \dfrac{E^2}{8\pi} 4\pi r^2 dr$. Значение электромагнитной массы электрона

$$m_{\gamma k}c^2 = \int_0^{\infty} \frac{(k+1)^2 e^2 l_{\gamma k}^{2k}}{2(r+i\lambda)^{2k+4}}[(r+i\lambda)^2 - 2i\lambda(r+i\lambda) - \lambda^2]dr =$$

$$= \frac{(k+1)^2 e^2 l_{\gamma k}^{2k}}{2}[-\frac{1}{(2k+1)(r+i\lambda)^{2k+1}} + \frac{2i\lambda}{(2k+2)(r+i\lambda)^{2k+2}} + \frac{(i\lambda)^2}{(2k+3)(r+i\lambda)^3}]|_0^{\infty} = \cdot$$

$$= \frac{e^2(k+1)^2 l_{\gamma k}^{2k}}{2(i\lambda)^{2k+1}}[\frac{1}{2k+1} - \frac{1}{k+1} + \frac{1}{2k+3}] = \frac{e^2(k+1)l_{\gamma k}^{2k}}{2(i\lambda)^{2k+1}(2k+1)(2k+3)}$$

Значение электромагнитной массы частицы вакуума мнимое, как это следует из формулы (6). При этом размер частицы вакуума определяется по формуле

$$\lambda_k = [\frac{e^2 l_{\gamma k}^{2k}(k+1)}{2m_{\gamma}c^2(2k+1)(2k+3)}]^{\frac{1}{2k+1}}/i = [\frac{r_{\gamma}^{k+1} l_{\gamma k}^{k}(k+1)}{2(2k+1)(2k+3)}]^{\frac{1}{2k+1}}/i \quad (3)$$

Размер частицы вакуума комплексный, что означает колебание или вращение с амплитудой, равной мнимой части размера. Получен новый результат, электромагнитный размер частицы вакуума зависит от новой константы, плеча мультиполя.

Где комплексная величина $l_{\gamma k}$ считается по формуле (8), и справедлива формула для образующей $r_{\gamma} = (a_0^k r_{Pl})^{\frac{1}{k+1}}$, где вместо a_0 используется величина радиуса Бора, или радиус кварка, или радиус массы Планка. Может определяться радиусом частица или античастица. При упрощении выражения для радиуса частицы использовалась формула (3). При условии $k=0$ получаем радиус равный $\dfrac{e^2}{6im_{Pl}c^2}$. Модуль этого радиуса меньше границы применимости электродинамики $\frac{e^2}{m_{Pl}c^2}$, для частиц с массой Планка. Но в комплексной плоскости электродинамика остается справедливой, особенность потенциала устраняется.

Сечение образовавшейся частицы вакуума в системе центра инерции при образовании диполя, со средним расстоянием между частицами, равным величине l_γ, состоящего из частицы и античастицы с массой Планка «радиуса» $r_g = 1.35 \cdot 10^{-34} cm$, равно по порядку величины

$$\sigma = \pi \lambda_k^2 .$$

σ сечение образования пары частица античастица с массой Планка в виде мультиполя. В квантовой механике используется величина эффективного сечения $d\sigma$, которое зависит от углов, энергии массы и прочих свойствах частиц. Проинтегрированное значение эффективного сечения для элементарных частиц является одним числом в не релятивистском случае, а не функцией. Так полное сечение упругого рассеяния равно

$$\sigma = \frac{4\pi}{k^2} \sum_{l=0}^{\infty} (2l+1)\sin^2 \delta_l$$

Парциальное сечение рассеяния представляется каждым членом этой суммы.

В ультрарелятивистском случае появляется зависимость сечения от энергии в случае элементарных частиц. Мнимый размер частиц вакуума, много больший плеча мультиполя $l_{\gamma k}$ нивелирует дипольные и мультипольные свойства частиц вакуума, превращая их в шарики с мнимым радиусом, характеризующих их колеблющиеся свойства. В случае частиц вакуума, комплексное значение сечения описывает колеблющуюся величину, что свойственно частицам вакуума и не отраженно в эффективном сечении элементарных частиц. Теории описывающей сечение рассеяния частиц вакуума не существует, поэтому используем первое приближение в виде комплексного размера, которое работает в случае нерелятивистских частиц. Но это первое приближение является достаточным для описания свойств частиц вакуума по классическим законам в комплексном пространстве см. комментарий на стр. 5.

Релятивистская формула рассеяния электронов и позитронов на электроне имеет вид

$$d\sigma = r_e^2 \frac{m^2c^4(\varepsilon^2+\mathbf{p}^2c^2)^2}{4\mathbf{p}^4c^4\varepsilon^2}[\frac{4}{\sin^4\theta}-\frac{3}{\sin^2\theta}+(\frac{\mathbf{p}^2c^2}{\varepsilon^2+\mathbf{p}^2c^2})^2(1+\frac{4}{\sin^2\theta})]d\Omega, r_e=\frac{e^2}{mc^2}$$

При релятивистских скоростях площадь сечения рассеяния стремится к малой величине, так как имеется дисперсия скорости. При малых скоростях стремится к большой величине, так как имеется дисперсия скорости. Среднеквадратичное отклонение скорости, это мнимая часть скорости. Имеется комплексное эффективное значение радиуса электрона, которое совпадает с вычисленным комплексным радиусом электрона (3) и которое соответствует усреднению формулы для сечения рассеяния в комплексном пространстве. У импульса мнимое среднеквадратичное отклонение mc, учитывая модуль импульса, получим $\int\limits_{mc^2}^{\infty}\frac{m^2c^4 4\varepsilon^4}{4\varepsilon^6}d\varepsilon/mc^2=1$.

Параметры $l_{\gamma k}$ определится из формулы (7), параметр $r_\gamma=\frac{e^2}{m_{\gamma p}c^2}=1.35\cdot 10^{-34}cm$, причем эти параметры вычислены в случае массы Планка. В этом случае $m_{\gamma p}=m_{Pl}$ равно массе Планка.

Параметры $l_{\gamma k}$ определится из формулы (8), параметр $r_\gamma=\frac{e^2}{m_{\gamma p}c^2}$, причем эти параметры вычислены в случае электрон, позитронной пары. В этом случае $m_{\gamma p}=m_{Pl}$ равно массе электрона или позитрона.

Значение концентрации определяем после вычисления массы частицы вакуума m_γ. Кроме того, нужно определить расстояния между частицей и античастицей с массой Планка в составе частицы вакуума l_γ. Электромагнитный радиус массы Планка равен значению $r_{\gamma p} = r_g = \hbar / 137 m_{Pl} c = l_{Pl} / \sqrt{137}$.

$$n = \frac{1}{4\sqrt{2}\sigma\Lambda} = \frac{m_{\gamma k} c}{6\sqrt{2}\pi\lambda_k^2 i\hbar} = \frac{m_{\gamma k} c}{-d_k (r_\gamma^{k+1} l_\gamma^k)^{\frac{2}{2k+1}} i\hbar} = \frac{\rho_\gamma}{m_{\gamma k}},$$

$$d_k = 6\sqrt{2}\pi[\frac{(k+1)}{2(2k+1)(2k+3)}]^{\frac{2}{2k+1}}; d_\infty = 6\sqrt{2}\pi$$

Откуда имеем

$$(\frac{c}{-\rho_\gamma i\hbar d_k})^{\frac{2k+1}{2k}} \frac{m_{\gamma k}^{\frac{2k+1}{k}}}{r_\gamma^{\frac{k+1}{k}}} = l_{\gamma k} \qquad (4)$$

При этом можно определить массу частицы вакуума, и значит величину размера мультиполя, образующего частицу вакуума

$$m_{\gamma k} c^2 = e^2 l_{\gamma k}^k / r_\gamma^{k+1} \qquad (5)$$

Подставляя в (5) значение $l_{\gamma k}$ получим величину массы частицы вакуума m_γ

$$m_{\gamma k} = (-i\rho_\gamma r_\gamma^3 d_k \frac{\hbar}{c r_\gamma})^{1/2} (-\frac{137 i\rho_\gamma r_\gamma^4 c^2 d_k}{e^2})^{\frac{1}{4k}} =$$

$$= (-137 i\rho_\gamma r_\gamma^3 m_{Pl} d_k)^{1/2} (-\frac{137 i d_k E_\gamma}{E_{em}})^{\frac{1}{4k}} = m_{Pl} (-i\rho_\gamma d_k / \rho_{Pl})^{\frac{1}{2}+\frac{1}{4k}}. \quad (6)$$

$$m_{\gamma\infty} = m_{Pl} (-i\rho_\gamma d_k / \rho_{Pl})^{1/2}, 137 E_\gamma = \rho_\gamma m_{Pl} c^2 / \rho_{Pl},$$

$$\rho_{Pl} = m_{Pl} / l_{Pl}^3; E_{em} = m_{Pl} c^2, r_\gamma = l_{Pl} = \sqrt{\frac{\hbar G}{137 c^3}}, m_{Pl} = \sqrt{\frac{\hbar c}{137 G}}$$

Отметим что плотность вакуума входит в формулы с отрицательной мнимой единицей. Это означает, что плотность вакуума - это среднеквадратичное отклонение плотности при среднем нулевом значении. Плотность вакуума не постоянная, а колеблется относительно нулевого значения. При условии $k=1$ фаза массы частицы вакуума равна $\arg m_\gamma = -3\pi/8$. Это значение фазы частицы вакуума обеспечивает отношение действительной и мнимой части массы равное 2.41, при экспериментальном значении 2.55.

Масса частицы вакуума комплексная, что описывает темную энергию и темную материю.

Частицы вакуума обладают всеми свойствами темной энергии и темной материи. Их плотность в свободном пространстве постоянна. Это связано с тем, что частицы вакуума при больших расстояниях между ними расталкиваются из-за мнимой массы. При малых расстояниях между диполями, между ними действуют электрические силы. Граница определяется из равенства $\frac{m_\gamma^2 G}{r^2} = \frac{e^2 l_\gamma \exp(-r/a_0)}{r^3}$. Граничное расстояние, начиная с которого гравитационные силы будут больше электромагнитных сил $r = a_0 \ln \frac{e^2 l_\gamma}{m_\gamma^2 G a_0 \ln \frac{e^2 l_\gamma}{a_0 m_\gamma^2 G}} = a_0 \ln \frac{c^2 r_\gamma^2}{a_0 m_\gamma G \ln \frac{e^2 l_\gamma}{a_0 m_\gamma^2 G}} = 169.5 a_0$. Это новый результат, в формулу вошли новые константы. При этом концентрация частиц вакуума равна

$$n = \frac{\rho}{m_{\gamma k}} = \frac{\rho}{m_{Pl}(-i\rho_\gamma d_k/\rho_{Pl})^{\frac{1}{2}+\frac{1}{4k}}} \qquad (7)$$

Где ρ плотность системы из элементарных частиц, например, плотность частицы с массой Планка в атоме равна $\rho = \frac{3m_{Pl}}{4\pi a_0^3}$, где m_{Pl} масса Планка, a_0 радиус Бора с массой Планка. Мнимая часть концентрации описывает ее колебание и в сумме равна нулю, так как имеется комплексно-сопряженные члены.

При этом величина размера диполя равна

$$l_{\gamma k}=\left(\frac{c}{-\rho_\gamma i\hbar d_k}\right)^{1+\frac{1}{2k}}\frac{m_{\gamma k}^{2+\frac{1}{k}}}{r_\gamma^{1+\frac{1}{k}}}=\frac{cm_{\gamma k}^2}{-\rho_\gamma i\hbar r_\gamma d_k}\left(\frac{cm_{\gamma k}^2}{-\rho_\gamma i\hbar r_\gamma^2 d_k}\right)^{\frac{1}{2k}}=$$

$$=r_\gamma\left(-\frac{137 i\rho_\gamma r_\gamma^4 c^2 d_k}{e^2}\right)^{\frac{1}{2k}+\frac{1}{4k^2}}= \qquad . \quad (8)$$

$$=r_\gamma(-i\rho_\gamma d_k/\rho_{Pl})^{\frac{1}{2k}+\frac{1}{4k^2}};E_\gamma=\rho_\gamma r_\gamma^3 c^2, E_{em}=e^2/r_\gamma$$

Величина размера частиц вакуума равна

$$\lambda_k=r_\gamma\,(d_k/6\sqrt{2}\pi)^{1/2}(-i\rho_\gamma d_k/\rho_{Pl}\sqrt{137})^{\frac{1}{2(2k+1)}+\frac{1}{4k(2k+1)}}/i$$

При бесконечности индекса имеем следующие значения параметров

$$l_{\gamma k}=\left(\frac{c}{-\rho_\gamma i\hbar d_k}\right)^{1+\frac{1}{2k}}\frac{m_{\gamma k}^{2+\frac{1}{k}}}{r_\gamma^{1+\frac{1}{k}}}=\frac{cm_{\gamma k}^2}{-\rho_\gamma i\hbar r_\gamma d_k}\left(\frac{cm_{\gamma k}^2}{-\rho_\gamma i\hbar r_\gamma^2 d_k}\right)^{\frac{1}{2k}}=r_\gamma(-i\rho_\gamma d_k/\rho_{Pl})^{\frac{1}{2k}+\frac{1}{4k^2}}=r_\gamma$$

Вычислим величину $\dfrac{l_{\gamma k}^k}{m_{\gamma k}}, k\ge 1$, которая потребуется в дальнейшем, и которая является действительной величиной. Свойства массы и размера могут быть определены с точностью до множителя, но используемые в квантовой механике параметры (9) не зависят от этого множителя.

$$\frac{l_{\gamma k}^k}{m_{\gamma k}}=\frac{c^2 r_\gamma^{k+1}}{e^2}=\frac{r_\gamma^k}{m_{Pl}}=\frac{l_{Pl}^k}{m_{Pl}}. \qquad (9)$$

Потенциальная энергия атома водорода считается по формуле $U_k=-\dfrac{l_{\gamma k}^k e^2}{k^2 a_0^{k+1}}\dfrac{m_e}{m_{\gamma k}}=-\dfrac{r_\gamma^{k+1}m_e c^2}{k^2 a_0^{k+1}}=-\dfrac{r_{Pl}m_e c^2}{k^2 a_0}=-\dfrac{m_e c^2}{137^2 k^2}$. При выводе формулы для потенциальной энергии электрона в атоме использовалась формула

$\frac{l_{\gamma k}^k}{m_{\gamma k}} = \frac{c^2 r_{\gamma k}^{k+1}}{e^2}$ и определение образующей $r_{\gamma k} = (a_0^k r_{Pl})^{\frac{1}{k+1}}; r_{pl} = \frac{e^2}{m_{PL}c^2}; a_0 = \frac{\hbar^2}{m_{Pl}e^2}$ и считалось количество взаимодействий в потенциале ядра.

Вычислим энергию атома водорода с помощью массы кварков. Она равна

$$U_k = -\frac{l_{\gamma k}^k e^2}{k^2 a_u^{k+1}} \frac{2m_{Pl}}{m_{\gamma k}} = -\frac{2r_{\gamma k}^{k+1} m_{Pl} c^2}{k^2 a_u^{k+1}} = -\frac{2r_{Pl} m_{Pl} c^2}{k^2 a_u} = -\frac{2m_u c^2}{k^2}; r_{\gamma k} = (r_u^k r_{Pl})^{\frac{1}{k+1}}.$$

Количество взаимодействий между частицами вакуума надо умножить на два, так как в ядре атома имеется взаимодействие между первой и второй частицей вакуума и между второй и первой частицей. Аналогичные вычисления можно проделать и для нижнего кварка. В результате для протона получим потенциальную энергию $2(2m_u + m_d)c^2 = 2(2 \cdot 3 + 6)Mev = 24Mev$, а для нейтрона $2(2m_d + m_u)c^2 = 2(2 \cdot 6 + 3)Mev = 30Mev$ при энергии нуклона 30Mev см. [6]§117.

При использовании свойств частиц вакуума очень часто необходимо прибегать к интерполяции. Находится значение ранга мультиполя, который может иметь действительное не целое значение. Т.е. быть образованным из соседних частиц вакуума.

Введем экспоненциальный множитель у энергии частиц вакуума

$$E(r) = -\frac{m_e}{m_{\gamma 1}} e^2 l_{\gamma 1} \exp(-\alpha_m r) / \lambda_e^2 r^2 = -m_e c^2 r_{\gamma 1}^2 \exp(-\alpha_m r) / \lambda_e^2 r^2 = -\frac{m_e c^2}{137^2 r^2} \exp(-\alpha_n r)$$

При этом у частиц вакуума имеем соотношение $\frac{l_{\gamma 1}}{m_{\gamma 1}} = \frac{c^2}{e^2} r_\gamma^2$ см. формулу (9) и имеем $r_\gamma = \frac{e^2}{mc^2}; \lambda = \frac{\hbar}{mc}$. Величина радиуса r нормирована на радиус Бора, имеем для потенциальной энергии

$$E(r) = -\frac{m_e c^2}{137^2} \frac{\exp(-\alpha_n r)}{r^2}; \exp(-\alpha_n) = 1 - \frac{\alpha_n}{n^2}; \lim_{n \to \infty} \alpha_n = n^2.$$

$$\alpha_n = n^2[1 - \exp(-\alpha_n)] = n^2[1 - \exp(-n^2)]$$

При этом показатель экспоненты у плеча частицы вакуума определяется по формуле $-l_\gamma \exp(-\alpha_n r)$.

$$\int_0^1 E(r)r^2 dr = -\int_0^1 \frac{m_e c^2}{137^2}\exp(-\alpha_n r)dr = \frac{m_e c^2}{137^2}\frac{\exp(-\alpha_n)-1}{\alpha_n} = -\frac{m_e c^2}{137^2 n^2}.$$

При интегрировании от нуля до бесконечности, асимптотическое выражение для показателя экспоненты переходит в точное значение

$$\int_0^\infty E(r)dr = -\int_0^\infty \frac{m_e c^2}{137^2}\exp(-n^2 r)dr = -\frac{m_e c^2}{137^2 n^2}.$$

Этот результат является подтверждением свойств квантовой механики, в него не вошли новые константы.

Список литературы

1. Якубовский Е.Г. Вычисление вязкости твердого тела и жидкости. «Энциклопедический фонд России», 2015, 3стр. http://russika.ru/userfiles/390_1440699433.pdf
2. *Кикоин И.К.* Таблицы физических величин. Справочник. М.: «Атомиздат», 1976г.,1009с.
3. Матвеев А.Н. Молекулярная физика. М.: «Высшая школа», 1981, 400стр.
4. Якубовский Е.Г. Обобщение уравнений квантовой механики на величины 20 порядков меньшие, часть 1. «Энциклопедический фонд России», 2017, 115стр. http://russika.ru/userfiles/390_1520870637.pdf
5. Якубовский Е.Г. Обобщение уравнений квантовой механики на величины 20 порядков меньшие, часть 2. «Энциклопедический фонд России», 2017, 62 стр. http://russika.ru/userfiles/390_1519063030.pdf
6. *Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М.* Квантовая механика Нерелятивистская теория т.III, Наука, М.,1969,768с.