Физический смысл уравнений квантовой механики, электродинамики и уравнения ОТО с учетом кристаллической структуры элементарных частиц

Е.Г.Якубовский.

e-mail yakubovski@rambler.ru

Оглавление

Аннотация

В данной статье описаны свойства частиц вакуума образовывать элементарные частицы. Твердые макротела образуют кристаллическую структуру. Эту структуру образуют взаимодействующие элементарные частицы. Совершенно аналогично частицы вакуума образуют кристаллическую структуру в элементарных частицах. Вязкость и плотность элементарных частиц позволяют реализовать эту структуру.

Кроме того, частицы вакуума описывают физический смысл напряженности электромагнитного поля и метрического тензора ОТО. Точно также как материальные тела изменяют свойство пространства, изменяя его диэлектрическую и магнитную проницаемость, частицы вакуума изменяют свойства пространства, из декартового делают его римановым, с отличающейся от декартова пространства метрикой, другим поведением времени в разных системах отсчета.

1. Связь волновой функции элементарных частиц со скоростью частиц вакуума.

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

$$\nu = i\frac{\hbar}{2m}. \qquad (1.1)$$

При этом скорость потока мельчайших частиц вакуума равна $V_l = -\frac{i\hbar}{m}\nabla_l \ln\psi$, где ψ волновая функция системы. При этом 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 $p_r(r) = \frac{\partial \ln R_{nl}(r)}{\partial r}, L_\theta(\theta) = \frac{\partial \ln P_l^m(\theta)}{\partial \theta}, L_\varphi = \frac{\partial i m\varphi}{\partial \varphi} = im$, 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

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

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

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

Проинтегрируем градиент, получим

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

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

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

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 $U=m\int\limits_{t_0}^{t}\frac{\partial p}{\rho\partial x^k}V_k dt=m\int\limits_{(x_1^0,x_2^0,x_3^0)}^{(x_1,x_2,x_3)}\frac{\partial p}{\rho\partial x^k}dx_k$. 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

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

Это уравнение 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 $\mathbf{r}_0$.

Получим из релятивистского уравнения Навье – Стокса уравнение Клейна-Гордона. Рассмотрим уравнение Навье - Стокса с кинематической вязкостью $\nu = \frac{i\hbar}{2m}$ записанное в релятивистской форме, причем без учета теплового потока. Если релятивистское уравнение Навье – Стокса записано относительно тепловой функции единицы объема $w = e + p$ в локальной системе покоя см. [2]§133, то в предлагаемой формуле используется плотность в локальной системе покоя

$$\frac{i\hbar}{2m}(\frac{\partial^2 u_k}{\partial x^0 \partial x_0} + \frac{\partial^2 u_k}{\partial x^l \partial x_l}) - u^0 \frac{\partial u_k}{\partial x^0} - u^l \frac{\partial u_k}{\partial x^l} = \frac{\partial p}{\rho \partial x^k}.$$

Получили релятивистское инвариантное уравнение Навье – Стокса.

Воспользуемся равенством для четырехмерной скорости $u_k = -\frac{i\hbar}{m}\nabla_k \ln\psi, k = 0,...,3$. При этом это равенство можно представить в виде $p_l\psi = \frac{\hbar}{i}\frac{\partial\psi}{\partial x^l}, l = 0,...,3$, откуда имеем определение оператора импульса $p_l = \frac{\hbar}{i}\frac{\partial}{\partial x^l}, l = 0,...,3$. Т.е. четырехмерный импульс частиц вакуума является собственным числом оператора импульса.

$$\frac{i\hbar}{2m}\frac{\partial^2 - \frac{i\hbar}{m}\frac{\partial \ln\psi}{\partial x^k}}{\partial x^0 \partial x_0} + \frac{i\hbar}{2m}\frac{\partial^2 - \frac{i\hbar}{m}\frac{\partial \ln\psi}{\partial x^k}}{\partial x^l \partial x_l} +$$
$$+ \frac{i\hbar}{m}\frac{\partial \ln\psi}{\partial x_0}\frac{\partial - \frac{i\hbar}{m}\frac{\partial \ln\psi}{\partial x^k}}{\partial x^0} + \frac{i\hbar}{m}\frac{\partial \ln\psi}{\partial x_l}\frac{\partial - \frac{i\hbar}{m}\frac{\partial \ln\psi}{\partial x^k}}{\partial x^l} = \frac{\partial p}{\rho \partial x^k}$$

Разделим это уравнение на величину $\frac{\hbar^2}{m^2}$, получим

$$\frac{\partial}{\partial x^k}[\frac{\partial^2 \ln\psi}{\partial x^0 \partial x_0} + \frac{\partial^2 \ln\psi}{\partial x^l \partial x_l} + \frac{\partial \ln\psi}{\partial x_0}\frac{\partial \ln\psi}{\partial x^0} + \frac{\partial \ln\psi}{\partial x_l}\frac{\partial \ln\psi}{\partial x^l} - \frac{2m^2}{\hbar^2}\int_{s_0}^{s} \frac{\partial p}{\rho \partial x^k} u^k ds] = 0 .$$

Где величина $dx^k = u^k ds, k = 0,...,3$, при этом интеграл вдоль траектории равен

$$c^2(s) - c^2(s_0) = c^2(x^0, x^1, x^2, x^3) - c^2(x_0^0, x_0^1, x_0^2, x_0^3) = \int_{s_0}^{s} \frac{dc^2}{ds} ds =$$
$$= -\int_{s_0}^{s} \frac{\partial p}{\rho \partial x^k} u^k ds = -\int_{(x_0^0, x_0^1, x_0^2, x_0^3)}^{(x^0, x^1, x^2, x^3)} \frac{\partial p}{\rho \partial x^k} dx^k .$$

Причем как функция метрического интервала, эта величина инвариантна относительно преобразования Лоренца. Где величина s соответствует значению метрического интервала, и интеграл берется вдоль траектории движения частиц. Причем частная производная от этого интеграла вдоль траектории, равна

$$\frac{\partial}{\partial x^l}\int_{(x_0^0, x_1^0, x_2^0, x_3^0)}^{(x_0, x_1, x_2, x_3)} \frac{\partial p}{\rho \partial x^k} dx^k = \frac{d}{u^l ds}\int_{s_0}^{s} \frac{\partial p}{\rho \partial x^k} u^k ds = \frac{\partial p}{u^l \rho \partial x^k} u^k = \frac{dp}{u^l \rho ds} = \frac{\partial p}{\rho \partial x^l}$$

Проинтегрируем это уравнение, получим

$$[\frac{\partial^2 \ln\psi}{\partial x^0 \partial x_0} + \frac{\partial^2 \ln\psi}{\partial x^l \partial x_l} + \frac{\partial \ln\psi}{\partial x_0}\frac{\partial \ln\psi}{\partial x^0} + \frac{\partial \ln\psi}{\partial x_l}\frac{\partial \ln\psi}{\partial x^l}] - \frac{2m^2}{\hbar^2}\int_{s_0}^{s} \frac{\partial p}{\rho \partial x^k} u^k ds =$$
$$= -m^2 c^2 / \hbar^2$$

Где константу интегрирования обозначили $m^2 c^2 / \hbar^2$. Умножим это уравнение на величину ψ и воспользуемся равенством $\frac{\partial^2 \psi}{\partial x^0 \partial x_0} = \psi[\frac{\partial^2 \ln\psi}{\partial x^0 \partial x_0} + \frac{\partial \ln\psi}{\partial x^0}\frac{\partial \ln\psi}{\partial x_0}], \frac{\partial^2 \psi}{\partial x^l \partial x_l} = \psi[\frac{\partial^2 \ln\psi}{\partial x^l \partial x_l} + \frac{\partial \ln\psi}{\partial x^l}\frac{\partial \ln\psi}{\partial x_l}]$ получим уравнение Клейна-Гордона с потенциалом.

$$-\frac{\partial^2\psi}{\partial x^0\partial x_0}-\frac{\partial^2\psi}{\partial x^l\partial x_l}-\frac{2mU}{\hbar^2}\psi=m^2c^2\psi/\hbar^2;$$

$$U=-m\int_{s_0}^{s}\frac{\partial p}{\rho\partial x^k}u^k ds=mc^2(x^0,x^1,x^2,x^3)-mc^2(x_0^0,x_0^1,x_0^2,x_0^3)<0$$

При этом время жизни стационарного состояния зависит от координаты частицы $\psi=\frac{1}{\sqrt{V}}\exp[-i(E\Delta t-i\mathbf{p}_0\Delta\mathbf{r})/\hbar][1+0(\mathbf{r}-\mathbf{r}_0)^3]$.

При этом локальное решение сводится к равенству

$$E^2=p_0^2c^2+2mUc^2+m^2c^4.$$

Это уравнение приводится к виду

$$E-mc^2=\frac{p_0^2}{2m}+U=\frac{p_0^2}{2m}+mc^2(x^0,x^1,x^2,x^3)-mc^2(x_0^0,x_0^1,x_0^2,x_0^3)$$

Сведем уравнение Дирака к детерминированному виду, описывающему импульс частиц вакуума. Уравнение Дирака в случае наличия электромагнитного поля выглядит таким образом

$$\gamma_{ik}^{\mu}(i\hbar\partial_\mu-\frac{e}{c}A_\mu)\psi_k=mc\psi_i$$

Запишем это уравнение в виде

$$[\gamma_{ik}^{\mu}(i\hbar\partial_\mu\ln\psi_k-\frac{e}{c}A_\mu)-mc\delta_{ik}]\psi_k=0$$

Представим его в виде нелинейного уравнения для детерминированного импульса движения частиц вакуума

$$\{\gamma_{ik}^{\mu}[p_{k\mu}(\Omega_k)+\frac{e}{c}A_\mu(\Omega_k)]+mc\delta_{ik}\}\exp[-i\int_{s_0}^{s}p_{k\mu}(\Omega_k)ds/\hbar]=0 \qquad (1.8)$$

$$\Omega_k=(x_{k0},x_{k1},x_{k2},x_{k3}),\ p_{k\mu}(\Omega_k)=-i\hbar\partial_\mu\ln\psi_k(\Omega_k)$$

Дополним это уравнение $m\frac{dx_{k\mu}}{ds} = p_{k\mu}(\Omega_k)$, где величина k означает описание компоненты спинора, а величина μ означает компоненту пространства Минковского. Это уравнение записано в комплексном пространстве.

Т.е. вероятностное уравнение Дирака с помощью подстановки $p_{k\mu}(\Omega_k) = -i\hbar\partial_\mu \ln\psi_k$ свели к детерминированному уравнению относительно четырех тел. Дополнительные уравнения $\frac{\partial p_{k\mu}}{\partial x^\nu} - \frac{\partial p_{k\nu}}{\partial x^\mu} = 0$, определяющие наличие потенциала у импульсов частиц. Итого имеется 4 уравнение Дирака и $4 \cdot 6/2 = 12$ уравнений, являющихся условием вычисления потенциала ψ_k. Итого 16 уравнений при 16 неизвестных. Для существования потенциала, импульсы надо искать в виде $p_{k\mu} = p_k[n(x^0 + x^1 + x^2 + x^3)/a]$. Тогда получится 4 неизвестные функции, которые надо считать с помощью 4 уравнений (1.8).

Таким образом, используя равенство $p_{lk} = -i\hbar\partial_l \ln\psi_k, l = 0,...,3; k = 1,...,4$, уравнение для стандартной модели можно свести к детерминированным уравнениям относительно импульсов частиц вакуума. Причем фермионы со спином ½ можно свести к движению 4 частиц, по числу компонент спинора.

Таким образом, уравнение для стандартной модели можно свести к детерминированным уравнениям относительно частиц вакуума.

Но как решить проблему «обобщенной дифракции» многих элементарных частиц. Согласно квантовым представлениям волновую функцию для многих частиц надо представить в виде $\psi = c_l\psi_l(t, x^1, x^2, x^3)$, где скорость среды определится по формуле $u_k c = -i\frac{\hbar}{m}\frac{\partial\psi}{\partial x^k}$, где справедливо $u_k^l c = -i\frac{\hbar}{m}\frac{\partial\psi_l}{\partial x^k}$, где V_k^l стационарное значение скорости частицы вакуума, откуда имеем $\psi_l = \exp[imcu_k^l(x^k - x_0^k)/\hbar]$.

Задавая значение c_l, получим возможную дифракционную картину образовавшихся частиц. Подставляем скорость в релятивистское уравнение Навье - Стокса и определяем коэффициенты u_k^l из нелинейного уравнения, записанное с учетом потенциала уравнения Клейна-Гордона, соответствующего давлению в уравнении Ньютона. При этом уравнение Навье – Стокса надо умножить на величину $\exp(-\frac{r^2}{r_0^2}), r_0 = \frac{e^2}{mc^2}$, где величина m это масса элементарной частицы. Таким образом, получим разные значения u_k^l. Подсчитав кинетическую энергию системы и среднюю потенциальную, получим собственную энергию частицы. При решении нелинейных уравнений возникнет конечное количество корней.

Покажем, что уравнение Шредингера определяет уравнение неразрывности в случае комплексной скорости. Для этого запишем уравнение Шредингера

$$i\hbar\frac{\partial\psi^2}{2\partial t} = -\frac{\hbar^2}{2m}\psi\Delta\psi + U\psi^2 = -\frac{\hbar^2}{2m}div(\psi\nabla\psi) + \frac{\hbar^2}{2m}(\nabla\psi)^2 + U\psi^2.$$

Получим равенство

$$\frac{\partial\psi^2}{2\partial t} = \frac{i\hbar}{2m}\mathrm{div}(\psi\nabla\psi) - \frac{i\hbar}{2m}(\psi\nabla\ln\psi)^2 + U\psi^2/i\hbar. =$$

$$= \frac{\hbar}{2m}\mathrm{div}[\psi^2(i\nabla\ln\psi)] - \frac{i\hbar}{2m}(\psi\nabla\ln\psi)^2 + U\psi^2/i\hbar =$$

$$= -\mathrm{div}(\psi^2\mathbf{V})/2 + \frac{\psi^2}{i\hbar}(-mV^2/2 + U), \qquad . \qquad (1.9)$$

$$\frac{\partial\psi^2}{\partial t} + \mathrm{div}(\psi^2\mathbf{V}) - i\frac{\psi^2}{\hbar}2E_{nl} = 0$$

$$\mathbf{V} = -i\frac{\hbar}{m}\nabla\ln\psi; E_{nl} = -mV^2/2 + U$$

Получаем уравнение неразрывности потока с плотностью ψ^2 и соответствующей скоростью потока с дополнительным мнимым членом, зависящим от энергии частиц. Значит член $-mV^2/2 + U = E_{nl}$ равен собственной энергии частиц. Так как скорость частиц в атоме водорода мнимая, получаем положительную кинетическую энергию. Скорость частиц вакуума, мнимая $\mathbf{V} = -i\dfrac{\hbar}{m}\nabla \ln\psi$, так как волновая функция действительна. При переходе на другой уровень собственной энергии рождается фотон и возможно другие элементарные частицы.

2. Свойства частиц вакуума

2.1 Размер и масса частиц вакуума

Кинематической вязкости вакуума ν, полученной из предположения (1.1) соответствует формула

$$\nu = i\frac{\hbar}{m_\gamma} = \Lambda ic, \quad (2.1.1)$$

где получается, что длина свободного пробега Λ выражается через массу частицы вакуума (кинематическая вязкость газа равна $\nu = c\Lambda$). При этом окажется, что вычисленная далее по тексту масса частицы вакуума равна $m_\gamma = 2.29 \cdot 10^{-67}\,\mathrm{g}$.

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

что позволяет оценить длину свободного пробега, которая будет определена по массе частицы, равна величине $\Lambda = 1.2 \cdot 10^{29}\, cm$. 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 его возрастает, мнимая кинематическая вязкость надо разделить на величину m_e / 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

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

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. [12].

Но мнимая кинематическая вязкость вакуума огромна $\nu = i\hbar / m_\gamma = i\frac{10^{-27}}{2.29 \cdot 10^{-67}} = 5 \cdot 10^{39} cm^2 / \sec$. Вязкость вакуума равна $\mu = \rho_\gamma \nu = 5 \cdot 10^{10} \frac{g}{cm \sec}$, что сравнимо с вязкостью твердого тела. Где величина $\rho_\gamma = 10^{-29} g / cm^3$ плотность вакуума. Вязкость железа при температуре $30°C$ равна $\mu = 14 \cdot 10^{10} \frac{g}{cm \sec}$, см. [3], стр.37.

Используется для скорости движения возмущения средний квадрат этой скорости, который равен скорости света. Вакуум состоит из диполей, образованных электрон-позитронными парами.

При этом позитроний не стабилен, что следует из его описания как водородоподобной системы, состоящей из электрона и его античастицы, позитрона. Но при энергии позитрония, равной $7.66 \cdot 10^{-47}\mathrm{erg}$, позитроний является стабильной частицей. Эта энергия частицы соответствует сближению электрона и позитрона и образованию диполя. При этом энергия позитрония изменится, определяясь по формуле $e^2 l_\gamma / [r-(\mathbf{r},\mathbf{V})/c]^2$ вместо величины e^2/r, следовательно, волновая функция позитрония изменится и, судя по энергии покоя позитрония, он 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 электрона или позитрона является его электрическая энергия, равная $m_e c^2 = e^2/r_{ge}$.

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

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

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 $r_{ge-} > r_{ge+}$, 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 $r_{ge+} > r_{ge-}$.

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

При этом энергия диполя отрицательна, так как справедливо $m_\gamma c^2 - e^2 \frac{l_\gamma}{r_{ge}^2} = 0$.

Энергия фотона равна $E = \hbar\omega(N + 1/2)$. Но комптоновская частота фотона определяется по формуле $E = \hbar\omega$. Как же выйти из этого противоречия?

В произвольной системе отсчета скорость образовавшихся частиц - электрона и позитрона относительно центра инерции двух столкнувшихся фотонов равна величине $V/c = \sqrt{1 - \frac{m^2 c^4}{\hbar^2 \omega^2}}$, см. [2] задача к §88, где ω частота фотона. Т.е. энергия электрона и позитрона равна $\frac{2mc^2}{\sqrt{1 - V^2/c^2}} = 3mc^2$. Причем границе между корпускулярными и волновыми свойствами соответствует скорость $V/c = \sqrt{5}/3$, т.е. $3mc^2 = 2\hbar\omega$. На образование двух фотонов требуется аннигиляция электрон-позитронной пары, т.е. энергия $2\hbar\omega$. Куда же девается энергия твердого тела, равная $3mc^2 - 2\hbar\omega = mc^2$? Переход от корпускулярных свойств к волновым, это фазовый переход между корпускулярным «твердым телом» и «газообразным» волновым объемом сопровождается выделением дополнительной энергии. Эта энергия и равна дополнительной величине энергии «твердого тела», которая переходит в энергию фазового перехода, добавляясь к энергии электромагнитной волны. Т.е. имеем равенство $3mc^2 = 2\hbar\omega + \hbar\omega$, где $\lambda = \hbar\omega/2$ теплота фазового перехода, одного кванта света. Эта теплота нулевых колебаний кванта света.

Этот процесс объясняет преобразование высокочастотных колебаний в элементарные частицы с уничтожением нулевого колебания электромагнитной волны. Но как быть с нулевыми колебаниями низкой частоты. При образовании частиц вакуума, так как их масса мала $m_\gamma c^2 = \hbar\omega$ ликвидируются нулевые колебания низкой частоты. Причем масса частиц вакуума стремится к нулю, образуя все более мелкие частицы.

Величину $r_\gamma = r_{ge}$ назовем образующим радиусом диполя. В случае атома водорода образующий радиус состоит из двух разных диполей, диполя, образующего электроном и позитроном, и диполя образующего электронами и ядром атома. Средний эффективный радиус диполя равен $r_\gamma = \sqrt{r_{ge}a_0}$, где a_0 это радиус Бора. В случае ядра атома, образующий радиус кварка равен $r_\gamma = \sqrt{r_{ge}r_d}\,, r_d = e^2/(9m_d c^2)$ и образован двумя диполями, кварк и анти-кварк, электрон и позитрон. По образующему радиусу диполя определяются эффективные свойства частиц вакуума по формулам (2.1.4),(2.1.6).

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

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

Формула для взаимодействия двух одинаковых мультиполей имеет вид

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

При этом окружность, в которой расположены эти углы делится на k частей. Площадь каждой части составляет $1/k^2$ площади сферы. Итого имеем энергию взаимодействующих частиц 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 $\frac{e^2 l_\gamma^k}{k^2 r^{k+1}} \cong \frac{e^2}{k^2 r}(\frac{l_\gamma}{a_0})^k$, 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 $e\sqrt{(l_\gamma/a_0)^k}$ ядра и электрона, равен $r_B = \frac{\hbar^2}{mq^2}\frac{m_\gamma}{m_e} = \frac{\hbar^2}{me^2}(\frac{a_0}{l_\gamma})^k\frac{m_\gamma}{m_e} = 137^2 r_e(\frac{a_0}{l_\gamma})^k\frac{m_\gamma}{m_e}$. Откуда энергия частицы вакуума, равна $\frac{e^2}{k^2 r_B} = \frac{e^2 l_\gamma^k}{137^2 k^2 r_e a_0^k}\frac{m_e}{m_\gamma} = \frac{m_e c^2}{137^2 k^2}$, откуда получаем формулу $\frac{l_\gamma^k}{m_\gamma} = \frac{c^2}{e^2} r_\gamma^{k+1}$, где образующий радиус электронов в атоме водорода равен среднему геометрическому между радиусом Бора электрона a_0 и электрическим радиусом электрона r_e, т.е. $r_\gamma = (a_0^k r_e)^{\frac{1}{k+1}}$.

Аналогичный результат можно экстраполировать для протона с зарядом $e\sqrt{l_\gamma/r_{ge}}$ частицы вакуума. Радиус ядра с зарядами $e\sqrt{l_\gamma/r_{ge}}$ равен величине

$$r_A = \frac{\hbar^2}{137^2 m_u q_A^2}\frac{m_\gamma}{m_u} = \frac{\hbar^2}{137^2 m_u 27e^2/4}\frac{r_{ge}}{l_\gamma}\frac{m_\gamma}{m_u} = \frac{e^2}{27 m_u c^2/4}\frac{r_{ge}}{l_\gamma}\frac{m_\gamma}{m_u} = \frac{r_u r_{ge}}{3l_\gamma}\frac{m_\gamma}{m_u}. \qquad (3)$$

Заряд протона в ядре q_A равен $q_A = 3\sqrt{3}e/2$. Этот заряд протона в ядре получен из равенства потенциальной энергии протона его значению кинетической энергии. Кроме того, получена красивая формула для образующих нижнего и верхнего кварка. Энергия ядра равна $\frac{q_A^2}{r_A} = \frac{3q_A^2 l_\gamma}{r_u r_{ge}}\frac{m_u}{m_\gamma}$. Откуда имеем образующий радиус кварка, равен среднему геометрическому между размером кварка и электрическим радиусом электрона $r_{\gamma u} = \sqrt{r_u r_{ge}/3}$, $r_{\gamma d} = 2\sqrt{r_d r_{ge}/3}$ где величина $r_u = \frac{4e^2}{9m_u c^2}$ размер кварка.

Сечение образовавшейся частицы вакуума в системе центра инерции при образовании диполя, со средним расстоянием между частицами, равным величине l_γ, состоящего из электрона и позитрона «радиуса» r_{ge}, равно по порядку величины

$$\sigma = (l_\gamma r_\gamma^k)^{\frac{2}{k+1}} = r_{eq}^2 .$$

σ сечение образования электрон-позитронной пары в виде диполя. Причем эквивалентный радиус частицы, состоящей из электрона и позитрона, равен $r_{eq} = 3.97 \cdot 10^{-34} cm$. Параметры l_γ определится из формулы (2.1.6), параметр $r_\gamma = \dfrac{e^2}{m_{\gamma p} c^2}$, причем эти параметры вычислены в случае электрон, позитронной пары. В этом случае $m_{\gamma p} = m_e$ равно массе электрона или позитрона.

Для связи длины свободного пробега Λ с концентрацией n и сечением частиц σ справедлива формула см.[4]

$$n\sigma = \frac{1}{\Lambda}.$$

Значение концентрации определяем после вычисления массы частицы вакуума m_γ. Кроме того, нужно определить расстояния между электроном и позитроном в составе частицы вакуума l_γ. Электромагнитный радиус электрона равен значению $r_{\gamma p} = r_{ge} = e^2 / m_e c^2 = 2.84 \cdot 10^{-13}\text{cm}$.

$$n = \frac{1}{\sigma\Lambda} = \frac{m_\gamma c}{(l_\gamma r_\gamma^k)^{\frac{2}{k+1}} i\hbar} = \frac{\rho_\gamma}{m_\gamma}$$

Откуда имеем

$$\left(\frac{c}{\rho_\gamma i\hbar}\right)^{\frac{k+1}{2}} \frac{m_\gamma^{k+1}}{r_\gamma^k} = l_\gamma \qquad (2.1.2)$$

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

$$m_\gamma c^2 = e^2 l_\gamma^k / r_\gamma^{k+1} \qquad (2.1.3)$$

Подставляя в (2.1.3) значение l_γ получим величину массы частицы вакуума m_γ

$$m_\gamma = (137i\rho_\gamma)^{\frac{k(k+1)}{2(k^2+k-1)}} (\frac{e^2}{c^2})^{\frac{(k-1)(k+2)}{2(k^2+k-1)}} r_\gamma^{\frac{k^2+k+1}{k^2+k-1}}. \qquad (2.1.4)$$

При условии $k=1$ масса частиц вакуума равна $m_\gamma = 137i\rho_\gamma r_\gamma^3$.

При условии $k \to \infty$ масса частиц вакуума равна $m_\gamma = (137i\rho_\gamma)^{0.5} \frac{e}{c} r_\gamma$.

При этом концентрация частиц вакуума равна

$$n = \frac{\rho}{m_\gamma} = \frac{\rho}{(137i\rho_\gamma)^{\frac{k(k+1)}{2(k^2+k-1)}} (\frac{e^2}{c^2})^{\frac{(k-1)(k+2)}{2(k^2+k-1)}} r_\gamma^{\frac{k^2+k+1}{k^2+k-1}}} \qquad (2.1.5)$$

Где ρ плотность системы из элементарных частиц, например, плотность электрона в атоме равна $\rho = \frac{3m_e}{4\pi a_0^3}$, где m_e масса электрона, a_0 радиус Бора.

При этом величина размера диполя равна

$$l_\gamma = (\frac{c}{i\rho_\gamma \hbar})^{\frac{k+1}{2}} \frac{m_\gamma^{k+1}}{r_\gamma^k} = (137i\rho_\gamma)^{\frac{k+1}{2(k^2+k-1)}} (\frac{c}{e})^{\frac{k+1}{k^2+k-1}} r_\gamma^{\frac{k^2+3k+1}{k^2+k-1}}. \qquad (2.1.6)$$

При условии $k=1$ получаем формулу

$$l_\gamma = \frac{137i\rho_\gamma r_\gamma^5 c^2}{e^2} = \frac{137^2 i\rho_\gamma r_\gamma^5 c}{\hbar}$$

При условии $k \to \infty$ получаем формулу

$$l_\gamma = r_\gamma^{1+\frac{2}{k}} (137i\rho_\gamma)^{\frac{1}{2k}} (\frac{c}{e})^{\frac{1}{k}}$$

Вычислим величину $\frac{l_\gamma^k}{m_\gamma} = \frac{c^2}{e^2} r_\gamma^{k+1}$, которая потребуется в дальнейшем, и которая является действительной величиной.

При изменении k от 1 до бесконечности размер частицы вакуума меняется от значения $\sqrt{l_\gamma r_\gamma} = \sqrt{\frac{137i\rho_\gamma r_\gamma^6 c}{\hbar}}$ до величины a_0, где образующая считается по формуле $r_\gamma = (r_e a_0^k)^{\frac{1}{k+1}}$, при a_0 равной размеру кварка в случае ядра и радиусу

Бора в случае атома. Что соответствует изменению уровня энергии элементарных частиц от связанного состояния до свободного. В свободном состоянии атома размер частиц вакуума определяется размером атома, но масса гораздо меньше. Это возможно при совпадении размера частиц вакуума с размером атома в свободном состоянии в комплексном пространстве. Но масса частицы вакуума остается гораздо меньше массы элементарных частиц.

Вычислим величину $\frac{l_\gamma^k}{m_\gamma}$, которая потребуется в дальнейшем $\frac{l_\gamma^k}{m_\gamma} = \frac{c^2}{e^2} r_\gamma^{k+1}$.

Возникает естественный вопрос, каков следующий уровень познания. Если частицы вакуума являются обобщением представления элементарных частиц и поля, то что является обобщением частиц вакуума, какова структура частиц вакуума. Частично я ответил на этот вопрос. Обобщением дипольной структуры частиц вакуума является их мультипольная структура. Как строится обобщение элементарных частиц? Берется диполь, состоящий из частицы и античастицы. Аналогично из диполя формируется мультиполь. Значит обобщение построено и следующего уровня строения материи не существует? Ответа на этот вопрос я не знаю. Я построил идеальные частицы. описывающие свойства гравитационного поля, т.е. структура электромагнитного и гравитационного поля построена. Структура поля сильного и слабого взаимодействия тоже описана. Если будет экспериментальный материал, о структуре полей, связанных с деятельностью человеческого организма, то следует заняться и ей. Пока все объясняется материальными причинами, а спекуляции не стоит принимать во внимание.

Обобщением частиц вакуума являются частицы с массой $m_\alpha = m_\gamma (\frac{m\sqrt{G}}{e})^\alpha$ и размером $l_\alpha = l_\gamma (\frac{m\sqrt{G}}{e})^\alpha$, где величины m_γ, l_γ это масса частиц вакуума, а второй параметр - это плечо мультиполя, величина m,e это масса и заряд элементарной частицы, G гравитационная постоянная, $\alpha \geq 1$. При этом справедливо соотношение, определяющее свойство элементарных частиц $\frac{(l_\gamma + l_\alpha)^k}{m_\gamma + m_\alpha} = \frac{l_\gamma^k}{m_\gamma}[1 + (\frac{m\sqrt{G}}{e})^\alpha]^{k-1} = \frac{l_\gamma^k}{m_\gamma}[1 + (k-1)(\frac{m\sqrt{G}}{e})^\alpha]$. Добавка к отношению степени размера к массе равна $\frac{l_\gamma^k}{m_\gamma}(k-1)(\frac{m\sqrt{G}}{e})^\alpha$. Хотя размер и масса частиц вакуума комплексные, эта добавка действительна. Аналогичное построение надо проделать и для идеальных частиц, свойства которых описаны в [17].

Построение теории, частным случаем которой является квантовая механика, предполагает определение постоянной Планка из свойств частиц вакуума. Такая формула существует, постоянная Планка равна моменту импульса частиц вакуума.

Спин элементарной частицы равняется моменту импульса частиц вакуума

$$\hbar s = \frac{m_\gamma r_\gamma^2 \omega_\gamma N}{2\sqrt{1 - r_\gamma^2 \omega_\gamma^2 / c^2}}.$$

Кроме того, выполняется закон сохранения энергии при образовании частиц вакуума, т.е. энергия электронов и позитронов, образующих частицу вакуума, равна энергии вращения

$$2^k m_e c^2 / k^2 = 2^k \hbar \omega_e / k^2 = m_\gamma r_\gamma^2 \omega_\gamma^2 / (1 - r_\gamma^2 \omega_\gamma^2 / c^2).$$

При этом энергию одной пары электрон-позитрон, надо разделить на квадрат числа степеней свободы, или ранг мультиполя, который равен главному квантовому числу. Причем один мультиполь образует 2^k электрон-позитронов. Откуда имеем $\frac{r_\gamma^2 \omega_\gamma^2}{c^2} = \frac{1}{1 + \frac{k^2 m_\gamma}{2^k m_e}}$, откуда имеем количество когерентных частиц вакуума, образующих спин

$$N=\frac{2\hbar sk\sqrt{m_\gamma/2^k m_e}}{m_\gamma r_\gamma c}=\frac{\hbar sk\sqrt{2^{2-k}}}{\sqrt{m_\gamma m_e}r_\gamma c}=10^{21}\sqrt{2^{3-k}}sk<\frac{m_e}{m_\gamma}=10^{38}.$$

Количество частиц вакуума образующих спин самой легкой частицы в 10^{17} раз меньше общего количества частиц вакуума в элементарной частице. При этом спин образуют хаотически двигающиеся частицы вакуума. Причем у электрона, фотона и нейтрино разный процент когерентных частиц вакуума, образующих спин. У фотона и нейтрино процент когерентных частиц вакуума, образующих спин, больше, поэтому и масса меньше.

При определении количества когерентных частиц вакуума нужно учитывать, что среди хаотически расположенных частиц вакуума имеется и когерентные частицы вакуума. Формулы для определения количества частиц, определяющих спин $\frac{m_e}{m_\gamma}\alpha+(1-\alpha)\sqrt{\frac{m_e}{m_\gamma}}=\frac{\hbar sk\sqrt{2^{2-k}}}{\sqrt{m_\gamma m_e}r_\gamma c}=10^{21}$;. Получается, что масса частицы определяется ее степенью когерентности, спином и главным квантовым числом по уравнению

$$\frac{m^{3/2}}{m_\gamma}\alpha+(1-\alpha)\sqrt{\frac{m^2}{m_\gamma}}=\frac{\hbar sk\sqrt{2^{2-k}}}{\sqrt{m_\gamma}r_\gamma c}. \qquad (2.1.7)$$

При разных главных квантовых числах получается разная степень когерентности, а масса частицы постоянна. Поэтому нужно для определения массы частицы знать ее степень когерентности при главном квантовом числе, равном единице.

Эта формула, определяет степень когерентности для электрона $\alpha = (\frac{\hbar sk\sqrt{2^{2-k}}}{\sqrt{m_\gamma m_e} r_\gamma c} - \sqrt{\frac{m_e}{m_\gamma}})/(\frac{m_e}{m_\gamma} - \sqrt{\frac{m_e}{m_\gamma}})$. Для другой частицы нужно просто подставить другую массу. Причем должно выполняться $\frac{\hbar sk\sqrt{2^{2-k}}}{mc} > r_\gamma > \frac{\hbar s\sqrt{2^{2-k}}}{mc}\sqrt{\frac{m_\gamma}{m}}$. Величина образующей равна $r_\gamma = \frac{e^2}{\sqrt{mm_e}c^2} = \frac{\hbar}{137\sqrt{mm_e}c}$. Определение и физический смысл образующей см. [16] стр. 66. Отсюда следует ограничение на массу частицы, образованной из частиц вакуума, являющихся мультиполем

$$137^2 2^{2-k} s^2 k^2 \frac{m_\gamma}{m} m_e < m < m_e 137^2 2^{2-k} k^2 s^2 = 37754 m_e 2^{1-k} k^2 s^2 = \\ = 19.19 \cdot 2^{1-k} k^2 s^2 Gev$$

Правая часть неравенства заведомо выполняется при условии $4 \geq k > 1$,если выполнено условие при $k = 1$. Главное квантовое число, или ранг мультиполя, образующее элементарные частицы за счет сильного взаимодействия должно удовлетворять условию $k \leq 4$. При большем квантовом числе необходим больший или нулевой спин элементарной частицы. Величина $2^{1-k}k^2$ должна удовлетворять условию $2^{1-k}k^2 \geq 1$ иначе спин не будет образовываться, так как число частиц вакуума в элементарной частице недостаточно для образования спина.

Массы мезонов меньше 10 Gev и спин равен 1, что выполняется, масса мезона должна быть меньше 19.19 Gev. При спине равном нулю, формулы не действуют, $r_\gamma = 0$. Максимальное значение массы известных барионов 2.45Gev и спин, равный 1/2. Частицы со спином 1/2 должны иметь массу меньшую 4.797Gev.

Фотон и нейтрино, имеющие спин ½ должны иметь массу большую, чем $m_F = 10^{21} m_\gamma = 10^{-17} m_e = 10^{-44} g$. Это минимум массы элементарной частицы, имеющей спин, и состоящей из частиц вакуума. Частота вращения частиц вакуума равна $\omega_\gamma = \frac{c}{r_\gamma \sqrt{1 + \frac{k^2 m_\gamma}{2^k m}}}$. Где предполагается, что частица вакуума имеет спин, равный 0 или 1, так как состоит из двух фермионов с параллельным или антипараллельным спином.

Но фотон не является элементарной частицей, для которой справедливы описанные выше соотношения. Переносчиками электромагнитной энергии являются частицы вакуума. естественно принять за массу одного кванта фотона массу частицы вакуума. Масса фотона мнимая, причем ее малое значение определяет большое время жизни. Справедлива формула

$$\frac{m_F V}{p\sqrt{1 - V^2/c^2}} = 1, V/c = 1/\sqrt{1 + (\frac{m_F c \lambdabar}{\hbar})^2} = 1/\sqrt{1 + (\frac{\lambdabar}{\lambdabar_{\max}})^2}, \qquad (2.1.8)$$

что определяет максимальную длину волны электромагнитного поля $\lambdabar_{\max} = \frac{\hbar}{c m_F} = \frac{\hbar}{c m_\gamma} = \frac{10^{-27}}{3 \cdot 10^{10} 10^{-67}} = 3.3 \cdot 10^{29} cm = 3.3 \cdot 10^{24} km$ при максимальной длине волны $100\, km$ сверхдлинных электромагнитных волн. Масса частицы вакуума определяется по приближенной формуле $m_F = m_\gamma = 137 i \rho_\gamma r_\gamma^3$, где плотность вакуума равна $\rho_\gamma = 10^{-29} г/см^3, r_\gamma = \frac{e^2}{m_e c^2}$ см. [16] стр.67. Где $\lambdabar$ это длина волны де Бройля у кванта света – фотона. Она равна $\lambdabar = \hbar / p + mG/c^2$, где величина G гравитационная постоянная. В случае больших длин волн волны де Бройля, фотон переходит в электромагнитную волну, и частота фотона соответствует электромагнитному излучению. Такое изменение скорости фотона, это общее свойство нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений. При наличии комплексных координат положения равновесия, решение стремится к бесконечности, нарушаются условия существования и единственности решения, и образуется комплексное решение. Статическое поле формируется при его образовании, а далее статическое поле неизменно. Не даром вектор Умова-Пойнтинга для статического электрического поля равен нулю. Но массу имеет фотон, являющийся решением-константой уравнения Максвелла. Волновое решение не имеет массы покоя, если так можно сказать, не взирая на Окуня и распространяется со скоростью света.

Определим свойства элементарных частиц, покажем, что они имеют кристаллическую структуру. Вычислим вязкость элементарных частиц. Плотность элементарных частиц равна $\rho = \frac{m}{r_\gamma^2 ƛ} = \frac{137^2 m^4 c^3}{\hbar^3}$. Эта формула получена для соответствия скорости вращения частиц вакуума в элементарной частице, скорости вращения в свободном пространстве. Значит, совпадении спина частицы вакуума в свободном пространстве и в элементарных частицах. Кинематическая вязкость частиц вакуума равна $\nu = \hbar / m_\gamma$ см. 1 раздел. Значит, вязкость электрона равна $\mu = \frac{137^2 m^4 c^3}{\hbar^2 m_\gamma} = 2.2 \cdot 10^{48} g/(cm \cdot s)$. При вычислении плотности элементарных частиц используется радиус $r_\gamma = \frac{e^2}{mc^2} = \frac{\hbar}{137mc}$ и комптоновскую длину волны $ƛ = \frac{\hbar}{mc}$. При этом вязкость железа $\mu = 14 \cdot 10^{10} \frac{g}{cm \sec}$, см. [3], стр.37. т.е. вязкость электрона гораздо больше вязкости железа. Причем эта вязкость определяет прочностные свойства электрона. Расстояние между частицами вакуума в электроне

$1/n^{1/3} = m_\gamma^{1/3}\hbar/(m^{4/3}c) = 10^{-24}cm$. Частицы вакуума состоят из электрона и позитрона размером $r_e = 2.84 \cdot 10^{-13}cm$, образующие диполь с расстояниями между частицами $l_\gamma = 7.6 \cdot 10^{-53}$, при этом их эффективный заряд равен $q = e\sqrt{\frac{l_\gamma}{r}}$.

Сечение образовавшейся частицы вакуума в системе центра инерции при образовании диполя, со средним расстоянием между частицами, равным величине l_γ, состоящего из электрона и позитрона «радиуса» $r_{ge} = r_\gamma$, равно по порядку величины

$$\sigma = l_\gamma r_\gamma /137 = r_{eq}^2 .$$

σ сечение образования электрон-позитронной пары в виде диполя. Причем эквивалентный радиус частицы, состоящей из электрона и позитрона, равен $r_{eq} = 3.97 \cdot 10^{-34}cm$.

Если в твердом теле отдельные атомы находятся на расстоянии $3 \cdot 10^{-8}cm$, при размере атома $0.5 \cdot 10^{-8}cm$, и образуется устойчивая твердая структура, то частицы вакуума образуют облако элементарных частиц. Причем, так как вязкость элементарных частиц много больше вязкости кристаллического тела обмен скоростью за счет взаимодействия у соседних частиц вакуума больше, что приводит к большей вязкости. Так как кинематическая вязкость вакуума определяется по формуле $\nu = \Lambda c = \hbar / m_\gamma$, где c скорость света, Λ характерное расстояние в элементарных частицах. Определение вязкости твердого тела см. [12]. В электроне характерное расстояние равно $\Lambda = \frac{\hbar\rho_\gamma}{m_\gamma c \rho_e}$, где ρ_γ, ρ_e плотности вакуума и электрона. Для величины Λ получаем значение $0.6 \cdot 10^{-9}cm$. Частицы вакуума в электроне имеют характерный размер во много раз больший, чем среднее расстояние между частицами вакуума $3.14 \cdot 10^{-20}cm$.

Частицы вакуума в элементарных частицах образуют кристаллическую структуру с большой вязкостью, т.е. электрон имеет строго определенное положение взаимодействующих частиц вакуума и отклонения от положения равновесия мало, так как мало расстояние между частицами вакуума. Причем в случае кристаллической решетки, образованной атомами элементарных частиц, возможно путем ионизации возникновение свободных электронов. При образовании кристаллической решетки частицами вакуума в элементарных частицах, частицы вакуума не делятся, и свободных зарядов нет. Есть чередование частиц вакуума, приводящее к огромной величине вязкости.

Определим свойства кристаллической решетки, образованной частицами вакуума в электроне. Силы, действующие на отдельную частицу вакуума, со стороны соседних частиц равны

$$F_{+} = \frac{e^2 l_\gamma}{r^4}(u_{n+1} - u_n)$$

$$F_{-} = \frac{e^2 l_\gamma}{r^4}(u_{n-1} - u_n)$$

Где смещение в периодической решетке определяется по формуле $u_n = u_0 \exp(iknd - i\omega t)$, где k волновое число колебаний решетки, d период решетки, n целое число, определяющее положение частицы вакуума. Введен множитель, учитывающий увеличение плотности частиц вакуума по сравнению с плотностью в свободном пространстве. При этом уравнение движения Ньютона для колебаний решетки имеет вид

$$m_\gamma \ddot{u}_n = F_{+} + F_{-} = \frac{e^2 l_\gamma}{r^4}(u_{n+1} + u_{n-1} - 2u_n).$$

Подставим в это уравнение формулу для смещения, получим

$$-m_\gamma \omega^2 = \frac{e^2 l_\gamma}{r^4}[\exp(ikd) + \exp(-ikd) - 2]. \qquad (2.1.9)$$

Используя свойство частиц вакуума $\frac{l_\gamma}{m_\gamma} = \frac{137 r_\gamma^2 c}{\hbar}$ см. формулы (2.1.4), (2.1.6), где образующая частиц вакуума равна $r_\gamma = \frac{e^2}{m_e c^2}$, где используется масса электрона или позитрона. При этом расстояние между частицами вакуума, равно $r_\gamma = \frac{1}{\sqrt[3]{n_\gamma}} = \sqrt[3]{\frac{m_\gamma}{\rho_\gamma}} = 2.84 \cdot 10^{-13} cm$, равно образующему радиусу электрона. Подставляя приведенные формулы в (2.1.9), получим закон дисперсии линейных акустических волн

$$\omega = \frac{2c}{r_\gamma} \sin kd/2 = 2 \cdot 10^{23} \sin \frac{kd}{2} / s$$

Причем волновое число определено с точностью вектора обратной решетки. Причем амплитуда этой частоты вдвое больше частоты вращения, образующей спин частицы.

Аналогично определится частота колебаний в многомерном случае, амплитуда колебаний u_0 не определяется. Ее можно определить, используя квантовое описание системы. Но дело в том, что частицы вакууму описываются обычной механикой Ньютона в комплексном пространстве см. 1 раздел, и определять это смещение надо из обычной механики Ньютона. Для этого надо записать уравнения движения с учетом следующих членов, определяющих действующую силу при смещении частицы

$$m_\gamma \ddot{u}_l = \frac{e^2 l_\gamma}{r^4} \left(u_l - \frac{u_l^2}{r} + \frac{u_l^3}{r^2} - \frac{u_l^{n+1}}{r^n}\right).$$

Откуда получаем алгебраическое уравнение по определению амплитуды смещения для частиц вакуума для $u_l = u_0 \sin \omega t$, причем члены с нечетной степенью при усреднении уйдут. Получим формулу для амплитуды смещения $u_0 \sim r = i \sqrt[3]{\frac{m_\gamma}{\rho_\gamma}} = 2.84 i \cdot 10^{-13} cm$, т.е. смещение будет мнимым, так как определяется четными, одного знака членами. Комплексность смещения означает хаотическое колебание с амплитудой, равной мнимой части. Причем амплитуда колебаний меньше, чем расстояние между частицами. При этом волновое число определится из уравнения колебаний $ikr_\gamma / 2 = \sin kr_\gamma / 2$, причем решение этого уравнения получается комплексным дискретным $kr_\gamma / 2 = 2\pi p - i\ln(-kr_\gamma / 2 \pm \sqrt{(kr_\gamma / 2)^2 + 1}) = 2\pi p - i\ln(-2\pi p \pm \sqrt{(2\pi p)^2 + 1}) + o(1/p)$. При этом энергия колебаний комплексная с асимптотикой

$$-iE_p = -\frac{2\hbar c}{r_\gamma}\sinh\ln(-x_p \pm \sqrt{(x_p)^2 + 1}) = \frac{2\hbar c}{r_\gamma}x_p = \\ = \hbar\omega_p; \omega_p = 2\frac{c}{r_\gamma}\begin{cases} 2\pi p + i\ln 4\pi p \\ 2\pi(p + 1/2) - i\ln 4\pi p \end{cases} + o(1/p) \quad (2.1.10)$$

В данном случае роль действительной энергии играет величина $-iE_p$. При этом среднее значение энергии положительно, а среднеквадратичное отклонение имеет положительный и отрицательный знак. Дело в том, что комплексное значение определено с точностью до мнимой единицы, и ориентироваться надо на величину, которая имеет разные знаки, это и есть мнимая часть числа – среднеквадратичное отклонение. Получилась формула, которая описывает колебательный процесс с учетом среднеквадратичного отклонения. Эта формула описывает гармонические колебания частиц вакуума в элементарных частицах с частотой $\omega = 2\frac{c}{r_\gamma} = 2c/(a_u^k r_e)^{\frac{1}{k+1}}$, где a_u размер кварка в нуклоне. При этом определяется энергия кварка.

При этом докажем, что кристаллическая структура, это наиболее устойчивое расположение частиц с большим потенциалом, описываемым одной формулой парного взаимодействия, с помощью решения задачи N тел.

К системе нелинейных дифференциальных уравнений сводится система уравнений движений Ньютона, описывающие в комплексной плоскости задачу движения для N диполей, под действием сильного электромагнитного поля диполей. Частицы вакуума образуют диполи. Уравнение движения с учетом сил, действующих между диполями, имеет вид

$$\frac{d^2\mathbf{r}_p}{d\tau^2}=\frac{e^2 l_\gamma}{m_\gamma c^2 r_A^2}\sum_{\substack{k=-N\\k\neq p}}^{N}[\frac{3\mathbf{r}_{kp}\sqrt{(\mathbf{r}_{kp},\mathbf{d}_p)(\mathbf{r}_{kp},\mathbf{d}_k)}}{r_{kp}^5}-$$

$$-\frac{\mathbf{d}_p\sqrt{(\mathbf{r}_{kp},\mathbf{d}_k)}}{2\sqrt{(\mathbf{r}_{kp},\mathbf{d}_p)}r_{kp}^3}-\frac{\mathbf{d}_k\sqrt{(\mathbf{r}_{kp},\mathbf{d}_p)}}{2\sqrt{(\mathbf{r}_{kp},\mathbf{d}_k)}r_{kp}^3}]=\frac{e^2 l_\gamma N}{2m_\gamma c^2 r_A^2}\mathbf{f}_p=F_p(x_1,...,x_N)$$

$$\mathbf{r}_{kp}=\mathbf{r}_k-\mathbf{r}_p,\mathbf{d}_p=\mathbf{l}_p/l,$$

Где величина $\mathbf{d}_p$ будет определена позднее. Координаты положения равновесия для этой системы нелинейных уравнений при большом количестве неизвестных образуют равно отстоящие координаты положения равновесия, т.е. кристаллическую структуру. Приравнивая нулю действующую силу

$$\sum_{\substack{k=-N\\k\neq p}}^{N}[\frac{3\mathbf{r}_{kp}\sqrt{(\mathbf{r}_{kp},\mathbf{d}_p)(\mathbf{r}_{kp},\mathbf{d}_k)}}{r_{kp}^5}-\frac{\mathbf{d}_p\sqrt{(\mathbf{r}_{kp},\mathbf{d}_k)}}{2\sqrt{(\mathbf{r}_{kp},\mathbf{d}_p)}r_{kp}^3}-\frac{\mathbf{d}_k\sqrt{(\mathbf{r}_{kp},\mathbf{d}_p)}}{2\sqrt{(\mathbf{r}_{kp},\mathbf{d}_k)}r_{kp}^3}]=0.$$

Для координат $\mathbf{r}_{kp}$ получим стационарное распределение, равное $\mathbf{r}_{kp}=k\mathbf{d}_k-p\mathbf{d}_p;k,p\in[-\infty,\infty]$, где $k,p\in[-\infty,\infty]$ некоторые числа, так как растяжение величины $\mathbf{d}_p$ не меняет систему уравнений. Получим нелинейное, фундаментальное уравнение относительно величин k,p. Получим уравнение

$$\sum_{\substack{k=-N\\k\neq p}}^{N}\frac{3(k\mathbf{d}_k-p\mathbf{d}_p)\sqrt{[k(\mathbf{d}_k,\mathbf{d}_p)-p][k-p(\mathbf{d}_p,\mathbf{d}_k)]}}{|(k-p)^2+2kp[1-(\mathbf{d}_k,\mathbf{d}_p)]|^{5/2}}=$$

$$=\sum_{\substack{k=-N\\k\neq p}}^{N}\frac{\mathbf{d}_p[k-p(\mathbf{d}_p,\mathbf{d}_k)]+\mathbf{d}_k[k(\mathbf{d}_p,\mathbf{d}_k)-p]}{2\sqrt{[(k-p)^2(\mathbf{d}_p,\mathbf{d}_k)-pk[1-(\mathbf{d}_p,\mathbf{d}_k)]^2}}/|(k-p)^2+2kp[1-(\mathbf{d}_k,\mathbf{d}_p)]|^{3/2}.$$

Из этого уравнения получаем параллельность единичных векторов $\mathbf{d}_k=\mathbf{d}_p$, что справедливо, если приравнять нулю члены под знаком суммы. При этом спины частиц вакуума будут параллельны и получается когерентная часть решения. Т.е. имеем уравнение

$$\sum_{\substack{k=-\infty\\k\neq p}}^{\infty}\frac{1}{(k-p)^3}=0,p=-N,...,N$$

Причем в этом уравнении k, p входят симметричным образом. При любом p эта сумма равна нулю, так как можно выбрать $k = p \pm q$ и это приведет к удовлетворению системе нелинейных уравнений с величиной k, p, q, образующим арифметическую прогрессию. Т.е. получаем равноотстоящие координаты положения равновесия.

При этом из взаимодействия частиц вакуума образуются кварки с зарядом $\pm\frac{2e}{3}, \pm\frac{e}{3}$ см. [13].

Если не приравнивать нулю члены под знаком суммы, то получим нелинейное уравнение

$$\sum_{\substack{k=-N \\ k\neq p}}^{N} \frac{3(k\mathbf{d}_k - p\mathbf{d}_p)\sqrt{[k(\mathbf{d}_k,\mathbf{d}_p) - p][k - p(\mathbf{d}_p,\mathbf{d}_k)]}}{|(k-p)^2 + 2kp[1-(\mathbf{d}_k,\mathbf{d}_p)]|^{5/2}} =$$

$$= \sum_{\substack{k=-N \\ k\neq p}}^{N} \frac{\mathbf{d}_p[k - p(\mathbf{d}_p,\mathbf{d}_k)] + \mathbf{d}_k[k(\mathbf{d}_p,\mathbf{d}_k) - p]}{2\sqrt{[(k-p)^2(\mathbf{d}_p,\mathbf{d}_k) - pk[1-(\mathbf{d}_p,\mathbf{d}_k)]^2}} / |(k-p)^2 + 2kp[1-(\mathbf{d}_k,\mathbf{d}_p)]|^{3/2}$$

Если рассматривать решение уравнения общего вида, то определятся значения $\mathbf{d}_P = \mathbf{d}_P(p, k_{-N}, ..., k_N), k_n = n$ при целых значениях p, k. Причем будут выделено счетное количество направлений $\mathbf{d}_p$, вдоль которых имеется дискретная структура. Дефекты в кристалле связаны с соотношением неопределенности, когда невозможно определить координату частицы. Запишем систему нелинейных уравнения

$$\sum_{\substack{k=-N\\k\neq p}}^{N}\mathbf{d}_k\{\frac{3k\sqrt{[k(\mathbf{d}_k,\mathbf{d}_p)-p][k-p(\mathbf{d}_p,\mathbf{d}_k)]}}{|(k-p)^2+2kp[1-(\mathbf{d}_k,\mathbf{d}_p)]|^{5/2}}-\frac{k(\mathbf{d}_p,\mathbf{d}_k)-p}{2\sqrt{[(k-p)^2(\mathbf{d}_p,\mathbf{d}_k)-pk[1-(\mathbf{d}_p,\mathbf{d}_k)]^2}}/$$

$$/|(k-p)^2+2kp[1-(\mathbf{d}_k,\mathbf{d}_p)]|^{3/2}\}+\mathbf{d}_p\{\frac{-3p\sqrt{[k(\mathbf{d}_k,\mathbf{d}_p)-p][k-p(\mathbf{d}_p,\mathbf{d}_k)]}}{|(k-p)^2+2kp[1-(\mathbf{d}_k,\mathbf{d}_p)]|^{5/2}}-$$

$$-\frac{k-p(\mathbf{d}_p,\mathbf{d}_k)}{2\sqrt{[(k-p)^2(\mathbf{d}_p,\mathbf{d}_k)-pk[1-(\mathbf{d}_p,\mathbf{d}_k)]^2}}/|(k-p)^2+2kp[1-(\mathbf{d}_k,\mathbf{d}_p)]|^{3/2}\}$$

$$\sum_{k=-N}^{N}(A_{pk}+\sum_{l=-N}^{N}B_{pl}\delta_{pk})\mathbf{d}_{k\alpha}=0$$

Эта система нелинейных уравнений имеет $2N+1$ разных комплексных значений $\mathbf{d}_k$. Т.е. имеем $3(2N+1)^2$ значений $\mathbf{d}_{k\alpha},k,\alpha=-N,...,N$. Чтобы система линейных уравнений относительно $\mathbf{d}_k$ имела решение необходимо нулевое значение определителя $|A_{pk}+\sum_{l=-N}^{N}B_{pl}\delta_{pk}|=0$, где матрица A_{pk} антисимметрична, а матрица $\sum_{l=-N}^{N}B_{pl}\delta_{pk}$ симметрична образует кристаллическую структуру, значит параллельные диполи и параллельные оси вращения, т.е. этот член описывает когерентную компоненты системы. При этом величина $d_{\alpha p}^{-1}\sum_{k=-N}^{N}A_{pk}d_{k\alpha}=\lambda_\alpha$ соответствует хаотическому решению, а величина $d_{\alpha p}^{-1}\sum_{l=-N}^{N}B_{pl}\delta_{pk}d_{k\alpha}=\rho_\alpha$ соответствует когерентному решению.

Начальное приближение значения определителя определяется при условии $(\mathbf{d}_p,\mathbf{d}_k)=\delta_{pk}$. Из равенства нулю определителя определяем начало отсчета кристаллической решетки $p-s=\lambda_\alpha,s=-N,...,N$. Дробная часть значения собственного числа будет характеризовать расстояние между частицами вакуума. Каждому направлению, зависящему от величины α кристаллической решетки, соответствует свое начала отсчета. При определителе равном нулю, определяем с точностью до множителя величины $\mathbf{d}_{k\alpha}$, нормированные на единицу.

Причем величины удовлетворяют условию $(\mathbf{d}_{k\alpha})_x = (\mathbf{d}_{k\alpha})_y = (\mathbf{d}_{k\alpha})_z$. Сделаем ортогональное преобразование координат, получим те же проекции $(\mathbf{d}_{k\alpha})_x = (\mathbf{d}_{k\alpha})_y = (\mathbf{d}_{k\alpha})_z$, направленные под углом $\pi/4$ относительно декартовых осей системы координат. Построим плоскость, ортогональную этим векторам. Пересечение этих плоскостей образует сферы радиусом n, расстояние между сферами определяется, периодом равным единице, вернее вычисленной амплитудой колебаний u_0. Центр сферы произволен. Так же как в ОТО, где расширение пространства идет из произвольной точки, периодичность сферического решения исходит из произвольной точки, выбранной за начало координат.

Если выбрать систему координат, то определятся направления $\mathbf{d}_{k\alpha}$, в которых решение будет периодическим, с периодом единица, вернее равным u_0. Причем величины $\mathbf{d}_{k\alpha}$ окажутся комплексные, т.е. пространство микромира является комплексным. При этом в действительном пространстве имеется колебание или вращение с амплитудой $\operatorname{Im}\mathbf{d}_{k\alpha}$.

Зная хаотическую и когерентную часть решения $\alpha = \dfrac{|\rho_\alpha|}{|\rho_\alpha| + |\lambda_\alpha|}$ можно определить из формулы (2.1.7) массу элементарной частицы.

При условии $r_\gamma = r_{ge}$, получаем значение $l_\gamma = 7.6 \cdot 10^{-53} cm$, масса частицы вакуума будет порядка величины $m_\gamma = 2.29 \cdot 10^{-67} g$, что гораздо меньше пределов погрешности измерения этой массы.

В случае, если частицей вакуума является u кварк и его античастица, эффективная масса частицы вакуума равна $m_{\gamma u} = 2.74 \cdot 10^{-71} g$ и $l_{\gamma u} = 2.2 \cdot 10^{-59} cm$, где образующий радиус диполя, составленный из двух частиц вакуума, электрона и позитрона, кварка и анти-кварка, равен

$$r_{\gamma u} = \sqrt{r_{ge} r_u / 3}; r_u = 4e^2 / (9 m_u c^2) = 3{,}14 \cdot 10^{-14} cm,$$

$$r_{\gamma d} = 2\sqrt{r_{ge} r_d / 3}; r_d = \frac{e^2}{9 m_d c^2} = 3.1 \cdot 10^{-15}; m_{\gamma d} = 8 \cdot 10^{-71} g$$

при массе кварка $m_d = 4.79 MeV, m_u = 2.01 Mev$ и заряд, равный $2e/3, e/3$. В случае если частицей вакуума является диполь, образуемый атомом водорода, образующий радиус равен $r_{\gamma 0} = \sqrt{r_{ge} a_0} = 3.77 \cdot 10^{-11} cm$. Масса эффективного образующего диполя $m_\gamma = 5.35 \cdot 10^{-61} g$, размер эффективного образующего диполя $l_{\gamma 0} = 3.1 \cdot 10^{-42} cm$. Образован двумя частицами вакуума - электрон, позитрон, и диполь, состоящий из электрона и протона.

2.2 Турбулентное решение в ядре атома

Поведение частиц вакуума квантовая механика описывает приближенно, скорость вычисляется с помощью потенциала, являющегося логарифмом волновой функции $V_l = -\frac{i\hbar}{m}\nabla \ln\psi$, что справедливо для потенциального потока частиц вакуума. Потенциальное решение уравнения Навье – Стокса является приближенным. При этом, число Рейнольдса частицы вакуума в ядре атома водорода равно

$$R = \frac{aV}{i\frac{\hbar \rho_\gamma}{m_\gamma \rho} + \nu} = \frac{\rho r_A V}{i \rho_\gamma \hbar / m_\gamma} = \frac{m_p^4 c^3 V r_A m_\gamma}{i \rho_\gamma \hbar^4} =$$

$$= \frac{3 \cdot 1836^4 10^{-27 \cdot 4} 81 \cdot 10^{4 \cdot 10} 1.4 \cdot 10^{-13} 8.84 \cdot 10^{-64}}{4 \cdot \pi \cdot 4 \cdot 10^{-29-27 \cdot 4}} = 1.5 \cdot 10^6$$

Где для скорости частиц вакуума в ядре атома принята величина скорости $c/4$.

Плотность среды, равна $\rho = \frac{3 m_p^4 c^3}{4\pi\hbar^3}$, плотность двигающихся частиц вакуума равна величине $\rho_\gamma = 10^{-29} g / cm^3$. При этом кинематическая вязкость квантовой среды равна $i\frac{\hbar\rho_\gamma}{m_\gamma\rho} + \nu$.

Величина $i\hbar/(2m)$ в уравнении Шредингера играет роль кинематической вязкости. Добавка к ней величины вязкости среды ν, определяет вязкость макросреды, определяемую по формуле $\frac{i\hbar}{2m_b}\rho_l + \mu$.

Величина ν это кинематическая вязкость среды, а величины ρ_l, это плотность среды и ρ_b плотность тела.

Где величина m_b масса двигающейся элементарной частицы или макротела и масса частиц среды, ρ_b плотность двигающегося тела, ρ_l, μ плотность и вязкость макросреды. Для кинематической вязкости имеем выражение в случае отличия плотности среды от плотности тела

$$\frac{i\hbar}{2m_b}\frac{\rho_b}{\rho_l} + \nu$$

Эта формула для макротела определяет кинематическую вязкость по выражению $\frac{i\hbar}{2m_b}\frac{\rho_b}{\rho_l} + \nu \cong \nu$ в силу большой массы макротела, а для элементарных частиц по выражению $\frac{i\hbar\rho_b}{2m_b\rho_l} + \nu$.

Введение комплексной кинематической вязкости определяет уравнение

$$i(\hbar - 2im\nu\rho_l / \rho_b)\frac{\partial\Psi}{\partial t} = -\frac{(\hbar - 2im\nu\rho_l / \rho_b)^2}{2m}\Delta\Psi + U\Psi,$$

При этом кинематическая вязкость ν соответствует вязкости в твердом теле, жидкости или в газе.

В случае электромагнитного поля атома водорода плотность облака электрона мала $\rho = \rho_e = \frac{3m_e}{4\pi a_0^3} = 0.0017 g / cm^3$ и его кинематическая вязкость частиц вакуума огромна и число Рейнольдса равно $R = 0.0133$ и описывается потенциальным режимом. Принцип неопределенности для частиц вакуума не работает, и поэтому число Рейнольдса в турбулентном режиме может быть меньше единицы. Критическое число Рейнольдса определяется обратной величиной тангенса наклона микро-шероховатостей и равно величине отношения характерного размера тела к высоте шероховатости $R_{cr} = \frac{r_e}{a_0 - r_e} = \frac{1.9 \cdot 10^{-11}}{0.5 \cdot 10^{-8}} = 3.8 \cdot 10^{-3}$ см. [1]. Эти микро-шероховатости определяются разбросом высоты шероховатости за счет наличия частиц вакуума. При этом, так как волновая функция действительная, скорость является мнимой, значит режим не ламинарный. Критическое число Рейнольдса меньше единицы, так как шероховатость огромна, а критическое число Рейнольдса определяется величиной обратной средней величине тангенса наклона шероховатостей. По мере увеличения внешнего поля плотность и энергия частиц вакуума растет, и, следовательно, увеличивается их скорость, что приводит к увеличению числа Рейнольдса, причем в турбулентном режиме. В ядре атома, при большой концентрации и энергии частиц вакуума, гидродинамическое приближение о потенциальной скорости не работает, и надо использовать турбулентный режим расчета частиц вакуума, и значит, надо описывать ядро атома по-другому, не по закону квантовой механики.

Или надо описывать турбулентный режим с помощью комплексной волновой функции, получая комплексную турбулентную скорость потенциального течения. При этом локальная формула для волновой функции $\psi = \frac{1}{\sqrt{V}} \exp\{-i(E\Delta t - \mathbf{p}_0 \Delta \mathbf{r})/\hbar\}[1 + 0(\mathbf{r} - \mathbf{r}_0)^3]$ должна содержать комплексное значение $\mathbf{p}_0$, значит, собственное число оператор импульса $-i\hbar \frac{\partial}{\partial x^i}$ должно являться комплексным, с действительной и мнимой частью, что возможно при комплексных координатах. Т.е. если описывать ядро атома уравнением Шредингера, или Клейна – Гордона, то нужно вводить комплексные координаты. Ведь неотъемлемым свойством турбулентного режима является комплексная скорость см. раздел 4. При этом для описания ядра атома необходимо использовать уравнение Навье – Стокса, из которого как частный случай при потенциальной скорости, следует уравнение Шредингера.

Докажем теорему вириала для мнимой скорости и потенциала. Потенциальная энергия в поле тяготения удовлетворяет

$$(\mathbf{r}, i\mathbf{F})^* = (\mathbf{r}, -i\mathbf{F}) = -iU = mi(\mathbf{r}, \dot{\mathbf{V}}).$$

Вычислим величину $m\frac{d(\mathbf{r},\mathbf{V})}{dt} = mV^2 + m(\mathbf{r},\dot{\mathbf{V}}) = 2E_{kin} - U = 0$. Откуда имеем $E_{kin} = U/2$, т.е. отрицательная кинетическая энергия равна половине отрицательного потенциала при мнимой скорости. При этом кинетическая и потенциальная энергия оказывается действительной.

Вычислим собственную энергию протона в ядре атома. Причем в ядре атома водорода количество частиц вакуума равно $N_u = \frac{m_u}{m_{\gamma u}} = 5 \cdot 10^{28}$. При этом энергия по порядку величины в ядре атома равна (всего имеется N_u диполей, причем потенциальную энергию надо разделить на два для вычисления полной энергии системы)

$$E_u = -\frac{e^2 l}{r_d^2}\frac{N_u}{2} = -\frac{e^2 m_u}{r_u^2}\frac{137 \cdot r_u r_e c}{6\hbar} = -m_u c^2 \frac{3m_u}{8m_e} = -3MeV$$

$$E_d = -m_d c^2 \frac{12m_d}{2 \cdot m_e} = -275Mev, m_u = 2Mev, m_d = 4.79Mev$$

$$m_\gamma c^2 N_u / \sqrt{1 - V^2/c^2} = \frac{m_u c^2}{\sqrt{1 - V^2/c^2}}$$

где для радиуса частицы r_γ вакуума берется средняя геометрическая величина между радиусом d кварка r_d, и радиусом электрона r_e .

Частицу вакуума в ядре образуют частица и античастицы электрон и позитрон, нижний и верхний кварк, итого получаем величину образующего радиуса, равной $r_{\gamma u} = \sqrt{r_u r_e / 3}, r_{\gamma d} = 2\sqrt{r_d r_e / 3}$. При этом половина потенциальной энергии протона равна $-(3\cdot 2+275.0)Mev=-281Mev$, при этом кинетическая энергия протона определяется из формулы

$$m_p c^2 + E_{kin} + U = 2m_u c^2 + m_d c^2$$

$$E_{kin} = 2m_u c^2 + m_d c^2 - m_p c^2 - U = -(938{,}3 - 562 - 4 - 4.79)Mev = -461Mev$$

и составляет половину потенциальной энергии по теореме вириала. Получается, что скорость кварков в протоне мнимая, что соответствует вращению частицы см. [5]. При этом $E_{kin}=U/2$ по теореме вириала. Не совпадение половины потенциальной энергии и кинетической энергии можно отнести к не точно определенными массами кварков.

При увеличении массы кварков в 1.06048 раз, половина потенциальной энергии протона равна величине кинетической энергии протона. Она определяется по формуле $(E_{kin}+U)/3=U/2=-(m_p c^2-2m_u c^2-m_d c^2)/3=-309.6433Mev; m_p=938.2723$. Этот поправочный коэффициент массы кварков не противоречит ошибки вычисления массы кварков $m_u=2.01\pm 0.14; m_d=4.79\pm 0.16$ см. [4].

К сожалению, для нейтрона, как не заряженной частицы невозможно вычислить образующий радиус, так как q_A в формуле (3) равно нулю. Можно оценить образующую составляющих нейтрон частиц $r_{\gamma u}=\sqrt{11 r_u r_e /36}, r_{\gamma d}=\sqrt{2 r_d r_e /3}$. Тогда энергия двух нижних кварков нейтрона будет равна энергии нижнего кварка протона, а энергия верхнего кварка будет в 4 раза меньше энергии двух верхних кварков протона. При этом для равенства потенциальной энергии величине кинетической энергии системы массу нейтрона нужно увеличить на $1.3Mev$ относительно массы протона. Получим собственную энергию частицы нейтрона $(E_{kin}+U)/3=U/2=-(m_n c^2-m_u c^2-2m_d c^2)/3=-309.09Mev, m_n=939.5656$ при том же увеличении массы кварков. Большая точность вычисления собственной энергии протона и нейтрона невозможна из-за незнания коэффициента между нижним и верхним кварком.

2.3 Образование элементарных частиц

Для выполнения условия для образования элементарных частиц должно выполняться равенство (энергия, полученная от электрического поля частицами вакуума, равна внутренней энергии образовавшихся элементарных частиц)

$$qE\cdot\Delta z = e\sqrt{\frac{l}{r}}E\Delta z = \frac{2mc^2}{\sqrt{1-V^2/c^2}}$$

При этом концентрация частиц вакуума равна $n=\frac{\rho_\gamma}{m_\gamma}=10^{-27+69}=10^{42}/cm^3$.

Чтобы образовать одну элементарную частицу требуется $\frac{m}{m_\gamma}=10^{-27+69}=10^{42}$ частицы вакуума. Формула для выделившейся энергии

$$\mathrm{E} = e\sqrt{\frac{l}{r}}E\Delta z\frac{\rho_\gamma}{m}V = e\sqrt{l}E\frac{\rho_\gamma}{m}V^{1+1/6}.$$

Где l размер частиц вакуума, $r=V^{1/3}$ расстояние между частицей вакуума и источника электрического поля, $\Delta z=V^{1/3}$ размер устройства вдоль напряжения электрического поля, V объем устройства. Величина m, масса образовавшейся элементарной частицы, E напряженность поля в устройстве, $\rho_\gamma=10^{-29}g/cm^3$ плотность вакуума. При этом образуется система из частиц и античастиц. Т.е. должно выполняться для образования пары частица-античастица

$$\mathrm{E} = e\sqrt{\frac{l}{r}}E\Delta z\frac{\rho_\gamma}{m}V = e\sqrt{l}E\frac{\rho_\gamma}{m}V^{1+1/6} = 2mc^2.$$

При этом размер пространства, где происходит формирование элементарной частицы, велик, поэтому требуется не большое напряжение. Т.е. элементарные частицы образуются, после образования большого объема пространства.

При этом частицы вакуума приобретут энергию $\mathrm{E}=\dfrac{m_\gamma c^2}{\sqrt{1-u^2}}$. Их скорость определится из равенства $u=1-\dfrac{m_\gamma^2}{8m^2}(1-V^2/c^2)=1-\dfrac{10^{-69\cdot 2}}{8\cdot 10^{-54}}=1-10^{-85}$, где V скорость, приобретенная элементарной частицей.

При этом электромагнитное поле не обязательно постоянное, возможно синусоидальное изменение поля $E=\sqrt{E_0^2(1-\cos 2\omega t)/2}=E_0/\sqrt{2}$.

3. Физический смысл напряженности электромагнитного поля

Покажем, что существуют заряженные частицы вакуума, обеспечивающие векторный и скалярный потенциал электромагнитного поля. Ротор меняет знак при переходе из правой декартовой системы координат в левую. Это можно доказать расписав определение ротора в декартовой системе координат и поменяв знак в одном столбце у оператора дифференцирования и этой же компоненте скорости.

$$\nabla_l\times\mathbf{V}=\begin{vmatrix}\mathbf{i} & -\mathbf{j} & \mathbf{k}\\ \dfrac{\partial}{\partial x_1} & -\dfrac{\partial}{\partial x_2} & \dfrac{\partial}{\partial x_3}\\ V_1 & -V_2 & V_3\end{vmatrix}=-\begin{vmatrix}\mathbf{i} & \mathbf{j} & \mathbf{k}\\ \dfrac{\partial}{\partial x_1} & \dfrac{\partial}{\partial x_2} & \dfrac{\partial}{\partial x_3}\\ V_1 & V_2 & V_3\end{vmatrix}=-\nabla_r\times\mathbf{V}$$

индекс r соответствует правой системе координат, индекс l левой. При этом дивергенция знак не меняет. Распишем величину комплексной скорости в виде

$$\mathbf{V}=(\mathbf{V}+\mathbf{V}^*)/2+(\mathbf{V}-\mathbf{V}^*)/2,$$

и подействуем оператором дивергенция на обе части равенства

$$\nabla_r\mathbf{V}=\nabla_r(\mathbf{V}+\mathbf{V}^*)/2+\nabla_r(\mathbf{V}-\mathbf{V}^*)/2.$$

Перейдем в комплексно сопряженное пространство и в плоскости векторов $\mathrm{Re}\,\mathbf{V}, \mathrm{Im}\,\mathbf{V}$ возьмем левую дивергенцию. При этом направление мнимой компоненты скорости совпадает с направлением оси, у которой меняем знак. При этом имеем соотношение $\nabla_r \mathbf{V} = \nabla_l \mathbf{V}^*$. Так как при этом в плоскости $\mathrm{Re}\,\mathbf{V}, \mathrm{Im}\,\mathbf{V}$ действительная часть не изменит знака, а мнимая часть изменит знак, получим

$$\begin{gathered}\nabla_r (\mathbf{V} + \mathbf{V}^*)/2 + \nabla_r (\mathbf{V} - \mathbf{V}^*)/2 = \nabla_r \mathbf{V} = \nabla_l \mathbf{V}^* = \\ = \nabla_l (\mathbf{V} + \mathbf{V}^*)/2 - \nabla_l (\mathbf{V} - \mathbf{V}^*)/2 = \nabla_r (\mathbf{V} + \mathbf{V}^*)/2 - \nabla_r (\mathbf{V} - \mathbf{V}^*)/2\end{gathered}.$$

При этом воспользовались тем, что правая и левая дивергенция равны. Откуда получаем $\nabla_r (\mathbf{V} - \mathbf{V}^*)/2 = 0$, и значит, $(\mathbf{V} - \mathbf{V}^*)/2 = i \cdot \nabla_r \times \mathbf{A}$, т.е. мнимая часть комплексной скорости соленоидальная.

Аналогично расписываем скорость, подействовав оператором ротор

$$\nabla_r \times \mathbf{V} = \nabla_r \times (\mathbf{V} + \mathbf{V}^*)/2 + \nabla_r \times (\mathbf{V} - \mathbf{V}^*)/2,$$

но при этом величину скорости представим в виде $\mathbf{V} = \mathbf{V}_0 + \dfrac{\partial \mathbf{A}}{c\partial t}$, где величина $\mathbf{A}$ действительна, а скорость c это скорость возмущения в среде. Перейдем в комплексно сопряженное пространство и в плоскости векторов $\mathrm{Re}\,\mathbf{V}, \mathrm{Im}\,\mathbf{V}$ возьмем левый ротор, получим соотношение $\nabla_r \times \mathbf{V} = \nabla_l \times \mathbf{V}^*$. При этом направление мнимой компоненты скорости совпадает с направлением оси, у которой меняем знак. Так как при этом действительная часть изменит знак, а мнимая часть нет, ($\nabla_l \times = -\nabla_r \times$ и взята комплексно сопряженная часть), имеем

$$\begin{gathered}\nabla_r \times \mathbf{V} = \nabla_l \times \mathbf{V}^* = \nabla_l \times (\mathbf{V} + \mathbf{V}^*)/2 - \nabla_l \times (\mathbf{V} - \mathbf{V}^*)/2 = \\ = -\nabla_r \times (\mathbf{V} + \mathbf{V}^*)/2 + \nabla_r \times (\mathbf{V} - \mathbf{V}^*)/2\end{gathered}$$

т.е. получим $\nabla_r \times (\mathbf{V} + \mathbf{V}^*) = 0$. Это соотношение эквивалентно $(\mathbf{V} + \mathbf{V}^*)/2 = -\mathrm{grad}\varphi$. Итак, имеем

$$\mathbf{V}_0 + \frac{\partial \mathbf{A}}{c\partial t} = -\nabla\varphi + i\cdot\nabla\times\mathbf{A}; \mathbf{V}_0^* + \frac{\partial \mathbf{A}}{c\partial t} = -\nabla\varphi - i\cdot\nabla\times\mathbf{A}.$$

Из этого равенства имеем

$$\mathbf{V}_0 = -\nabla\varphi - \frac{\partial \mathbf{A}}{c\partial t} + i\cdot\nabla\times\mathbf{A}; \mathbf{V}_0^* = -\nabla\varphi - \frac{\partial \mathbf{A}}{c\partial t} - i\cdot\nabla\times\mathbf{A}. \qquad (3.1)$$

Комплексный поток частиц вакуума пропорционален соотношению $\mathbf{F} = \mathbf{E} + i\mathbf{H} = [\nabla S\rho_v + \frac{1}{c^2}\frac{\partial \mathbf{j}_v S}{\partial t} - i\nabla\times\mathbf{j}_v S / c]$, что следует из формулы (3.1), где этот вектор описывает скорость поперечной деформации частиц вакуума и является напряженностью электромагнитного поля, имея размерность заряда, деленного на квадрат радиуса.

В квантовой механике существует уравнение неразрывности см. (1.9)

$$\frac{\partial\psi^2}{\partial t} + \mathrm{div}(\psi^2\mathbf{V}) - i\frac{\psi^2}{\hbar}2E_{nl} = 0$$

Формула для тока частиц см. [7] §115

$$\mathbf{j} = \Psi^2 e\mathbf{V} = \frac{ie\hbar}{2m}\Psi^2\nabla\ln\Psi - \frac{e^2}{mc}\mathbf{A}\Psi^2 + \frac{\mu\cdot c}{s}rot(\Psi\hat{\mathbf{s}}\Psi).$$

Причем так как плотность тока полярный вектор, все величины в данном выражении действительные. Магнитный момент образует аксиальный вектор, но операция ротор делает этот вектор полярным. В качестве спиноров используем матрицы

$$\Psi = \begin{Vmatrix} \psi_0 + \psi_1 & \psi_2 + i\psi_3 \\ \psi_2 - i\psi_3 & \psi_0 - \psi_1 \end{Vmatrix}$$

Тогда для скорости можно получить выражение (так как гамильтониан содержит магнитный момент только в одном члене, то член с магнитным моментом коммутирует с остальной частью гамильтониана, и оператор спина можно заменить его проекцией)

$$\mathbf{V} = -\frac{i\hbar}{m}\nabla\ln\boldsymbol{\Psi} - \frac{e}{mc}\mathbf{A}_{ext} + \frac{\hbar}{2sm}e_{lpq}\nabla_p[\mathbf{s}_q\ln(\boldsymbol{\Psi}^2)] =$$
$$= (-\nabla\varphi - \frac{\partial\mathbf{A}_{ext}}{137\partial x^0} + \mathrm{rot}\mathbf{A})\frac{\hbar^2}{em^2c} = -i\cdot(\mathbf{E} + i\mathbf{H})\frac{\hbar^2}{em^2c}.$$

Откуда имеем в случае если пространственные компоненты спинора, составленного из волновых функций равны нулю, и спинор является единичным, имеем $\varphi = i\frac{mce}{\hbar}\ln\boldsymbol{\Psi};\mathbf{A} = \frac{mce}{\hbar s}\mathbf{s}\ln\boldsymbol{\Psi}^2$. Величина $\mathbf{A}_{ext}$ это внешнее воздействие.

При этом оператор импульса, это просто его проекция и он не действует на введенную матрицу спинора. Спинор от его индекса не зависит и, следовательно, можно поменять порядок умножения. .

Для классического значения потенциала нужны другие формулы. Пространственная часть спинора, это компоненты $\psi_l, l = 1,...,3$. Так как векторный потенциал полярный вектор, а напряженность магнитного поля аксиальный вектор, введем мнимую единицу в формулу. При действительной скорости частиц вакуума, напряженность магнитного поля равна нулю, как и векторный потенциал. Это скорость частиц вакуума, связанная с электромагнитным полем. При этом напряженность магнитного поля связана с собственными вихрями, образуемыми частицами вакуума. При этом частота вращения и скоростью вращения в турбулентном потоке связаны соотношением $\mathbf{w} = \mathrm{rot}\mathbf{V}, \mathbf{V} = \mathrm{rot}\mathbf{w}/k^2$. Существует скорость частиц вакуума, связанная с гравитационным полем. Для получения напряженности электромагнитного поля надо вычислить комплексную скорость частицы, тогда ее действительная часть определяет напряженность электрического поля, а мнимая часть напряженность магнитного поля.

Скалярный потенциал определяется величиной концентрации частиц вакуума $\varphi = S_k\rho_k = S_k q_k n_k$. Заряд частицы вакуума равен $q_k = e\sqrt{l^k/[r - (\mathbf{r},\mathbf{V})/c]^k}$, где l размер диполя. Взаимодействуя с другими диполями, образуется электромагнитное поле $\varphi = e/[r - (\mathbf{r},\mathbf{V})/c]$. При этом плотность частиц вакуума определяется по формуле $S_k = \sqrt{\frac{[r-(\mathbf{r},\mathbf{V})/c]^k}{l^k}} / \{n_k[r - (\mathbf{r},\mathbf{V})/c]\}$, где величина S эффективная поверхность, определяемая масштабом задачи. При уменьшении радиуса напряженность поля растет, и плотность сечения частиц вакуума растет тоже. При этом должен участвовать минимальный размер частицы l. Из соотношения размерности и симметрии получаем формулу для концентрации частиц вакуума в данной системе. Значит, имеем формулу для создаваемого поля частицами вакуума в свободном пространстве $\varphi = e/[r - (\mathbf{r},\mathbf{V}_v)/c]$, $\mathbf{A} = q_k S_k n_k \mathbf{V}/c = e\mathbf{V}/(c[r - (\mathbf{r},\mathbf{V})/c])$. При этом плотность энергии электромагнитного поля равна $\frac{E_k^2 + H_k^2}{8\pi} = n_k \hbar\omega = \frac{n_k m_\gamma c^2}{\sqrt{1 - V_\gamma^2/c^2}} = \frac{n_k m_\gamma c^2}{\sqrt{1 - A^2/\varphi^2}}$ откуда для плотности частиц вакуума, образующих электромагнитное поле, имеем $n_k = \frac{E_k^2 + H_k^2}{8\pi m_\gamma c^2}\sqrt{1 - A_k^2/\varphi^2}$. Откуда для площади сечения имеем $S_k = \sqrt{\frac{[r-(\mathbf{r},\mathbf{V})/c]^k}{l^k}} / \{n_k[r - (\mathbf{r},\mathbf{V})/c]\}$. Причем величина сечения $S_k = 4\pi r_k^2$ в зависимости от радиуса. Причем имеем при условии $r > r_\gamma$, где `r_γ образующая частицы вакуума, значение ранга мультиполя $k = 2$, так как сечение растет по квадратичному закону, а концентрация по закону обратных квадратов $(\frac{m_\gamma c^2}{\sqrt{1 - A^2/\varphi^2}} \sim const)$. При условии $r > r_\gamma$ масса частицы вакуума постоянна. Для этого случая можно определить ранг мультиполя $const \sim r^{k/2+2}/r^{2+1}; k = 2$. При радиусе, стремящемся к нулю $r < r_\gamma$ имеем $\frac{m_\gamma c^2}{\sqrt{1 - A^2/\varphi^2}} \sim r^{-k-1}$. При этом имеем $const \sim r^{k/2+4}/r^{k+1+2+1}; k = 0$, так как поле убывает как величина $E \sim 1/r^2$.

В случае, если электромагнитное поле образует диполь, зависимость поля от радиуса $E \sim 1/r^3$ и масса частиц вакуума убывает $\frac{m_\gamma c^2}{\sqrt{1 - A^2/\varphi^2}} \sim r^{-k-1}$ Итого имеем $const \sim r^{k/2+6}/r^{k+1+2+1}; k=4$ ранг мультиполя $k=4$. Т.е. электромагнитное поле образуют частицы вакуума разного ранга.

$$S = \alpha_2(r)S_2; S = (1-\alpha_{0,4})S_0 + \alpha_{0,4}S_4$$

$$S_k = \sqrt{\frac{[r - (\mathbf{r},\mathbf{V})/c]^k}{l^k}} / \{n_k[r - (\mathbf{r},\mathbf{V})/c]\}.$$

Где величина α_{ik} концентрация частиц вакуума ранга I, по отношению к частицам вакуума ранга k. Т.е. при описании электромагнитной волны участвуют частицы вакуума ранга 2,0,4 определяющих квадратичную зависимость сечения от радиуса при разной концентрации частиц вакуума. При этом определим величину концентрации при большом и малом радиусе

$$\alpha_{0,4}(r) = \frac{S(r) - S_0(r)}{S_4(r) - S_0(r)}[1 - \alpha(r)]; \alpha_2(r) = \frac{S(r)}{S_2(r)}\alpha(r),$$

$$\alpha(r) = \frac{\exp(-r_0^2/r^2)}{\exp(-r_0^2/r^2) + \exp(-r^2/r_0^2)}.$$

Вычислим потенциал электрона в атоме водорода через свойства частиц вакуума. Электрическая энергия электрона, т.е. электрическая энергия разноименно заряженных частиц вакуума по порядку величины равна. При этом имеем $N_e = \frac{m_e}{m_{\gamma 0}} = 6 \cdot 10^{22}$.

$$q\varphi = -\frac{e^2 l}{a_0^2} N_e = -\frac{e^2 l}{a_0^2}\frac{m_e}{m_\gamma} = -\frac{e^2 m_e}{a_0^2}\frac{137 r_\gamma^2 c}{\hbar} = -\frac{e^2 m_e}{a_0^2}\frac{137 r_e a_0 c}{\hbar} = .$$

$$= -m_e c^2 \frac{r_e}{a_0} = -\frac{e^2}{a_0} = -m_e c^2/137^2 =$$

$$= -m_e e^4/\hbar^2 = -27.2eV$$

где для радиуса частицы вакуума r_γ берется средняя величина между радиусом Бора a_0, и радиусом электрона r_e.

В случае мультиполя энергия равна с учетом энергии колебаний решетки см. формулу (2.1.10)

$$E_{kp} - \hbar\omega_p = q\varphi_k = -\frac{e^2 l_{\gamma k}^k}{k^2 a_0^{k+1}} N_e = -\frac{e^2 l_{\gamma k}^k}{k^2 a_0^{k+1}} \frac{m_e}{m_{\gamma k}} = -\frac{e^2 m_e}{k^2 a_0^{k+1}} \frac{c^2}{e^2} r_\gamma^{k+1} = -\frac{e^2}{k^2 a_0}.$$

При этом образующая мультиполя равна

$$a_0^k = m_e \frac{c^2}{e^2} r_\gamma^{k+1}$$

$$r_{\gamma k} = \left(\frac{a_0^k e^2}{m_e c^2}\right)^{\frac{1}{k+1}}.$$

Эта формула является обобщением формулы, справедливой для диполей $r_{\gamma 1} = \sqrt{a_0 r_e}$, описывающей основное состояние атома водорода. Можно предположить, что она носит общий характер, и описывает не только атом водорода.

Частицы вакуума образует электрон и позитрон, диполь также образует протон и электрон, эта частица также является частицей вакуума. Итак, образующий радиус равен $r_\gamma = \sqrt{a_0 r_e}$. Величина числа частиц вакуума в атоме водорода, равна $N_0 = \rho_e 4\pi a_0^3/(3m_\gamma) = m_e/m_\gamma$.

В случае описания движения электронов плотность облака электронов в атоме водорода $\rho_e = \frac{3m_e}{4\pi a_0^3} = 0.00171 g/cm^3$, где a_0 это радиус Бора. При этом плотность частиц вакуума совпадает с величиной $\rho_e = \frac{m_\gamma}{\pi r_c^2 \sqrt{l_\gamma r_c}}$, что следует из формулы $n_\gamma = 1/(S\sqrt{l_\gamma[r - (\mathbf{r}, \mathbf{V})/c]})$ и характерный радиус r_c системы равен

$$r_c = \left(\frac{m_\gamma}{\pi\rho_e \sqrt{l_\gamma}}\right)^{2/5} = \left[\frac{\sqrt{\rho_\gamma r_\gamma \hbar/(137\,c)}}{\pi\rho_e}\right]^{2/5} = 4.7 \cdot 10^{-16}\,cm \cdot$$

Что соответствует электромагнитному радиусу протона см. [8], вычисленному из условия, что вся энергия протона электромагнитная $r_p = \frac{2e^2}{m_p c^2} = 3 \cdot 10^{-16} cm$. Несовпадения множителя объясняется приближенностью формул. Формулы, находящие плотность частицы должны быть статистическими, а не качественными.

Причем характерный размер системы не совпадает с размером системы, по которому вычислена плотность.

Получается, что потенциал поля внутри атома велик, что приводит к большой концентрации частиц вакуума. Но на долю заряженных частиц приходится 10^{-15} объема тела см. [5] глава I раздел 10. Остальная часть объема образует вакуум.

Потенциал поля заряда в вакууме равен $\varphi = \frac{e}{r}$, поле заряда в диэлектрике равно $\varphi = \frac{e}{\varepsilon \cdot r}, \varepsilon > 1$ и меньше, чем поле в вакууме. Концентрация частиц вакуума уменьшается в диэлектрике, по сравнению с концентрацией частиц вакуума в свободном вакууме с зарядом. Но концентрация частиц вакуума в диэлектрике, без внешнего поля больше концентрации частиц вакуума в свободном пространстве без внешнего поля, так как в диэлектрике действуют внутренние поля. Действие внешнего поля в диэлектрике своеобразно. Внутри диэлектрика происходит образование диполей, образованных элементарными частицами, под действием внешнего поля, которые уменьшают поле внутри диэлектрика и, следовательно, уменьшают концентрацию частиц вакуума по сравнению с концентрацией частиц вакуума с тем же внешним полем, но в вакууме.

При этом в этих формулах учтено запаздывание электромагнитного потенциала согласно формуле Лиенара-Вихерта, получим формулу $\varphi = \frac{e}{r - (\mathbf{r}, \mathbf{V})/c}, \mathbf{A} = \frac{e\mathbf{V}/c}{r - (\mathbf{r}, \mathbf{V})/c}$. Радиус-вектор $\mathbf{r}$, проведенный из точки нахождения заряда в точку наблюдения, и все величины в правой части равенства взяты в момент времени t', определяющийся из формулы $t' + r(t')/c = t$, где t текущее время. Значит, скорость частиц вакуума $\mathbf{V} = \mathbf{V}_v$ в момент времени t на расстоянии $r(t')$ от электрона равна скорости электронов в момент времени t'.

Причем если размеры излучающей системы малы по сравнению с длиной волны, то имеем $t' = t - R/c$, где R расстояние от излучающей системы до частицы вакуума, или точки, которая соответствует потенциалу поля.

При этом величины потенциала определяются с точностью до неизвестной функции $\mathbf{A} = \mathbf{A}' + \mathrm{grad}\psi, \varphi = \varphi' - \dfrac{\partial\psi}{c\partial t}$. Т.е. имеем соотношение

$$\mathbf{j}_V = \mathbf{j}'_V + \mathrm{grad}\psi_V, \rho_V = \rho'_V - \frac{\partial\psi_V}{c\partial t}.$$

Т.е. получается, что величина тока частиц вакуума определена с точностью до градиента скаляра, а плотность частиц вакуума с точностью производной по времени от неизвестной функции. Т.е. плотность частиц вакуума переменна во времени, а сила тока определена с точностью до пространственной компоненты. Но оказывается, что плотность частиц вакуума и сила тока определены с точностью до волны частиц вакуума. Взяв величину дивергенции от силы тока и производную по времени от плотности тока, получим уравнение неразрывности потока частиц вакуума. При этом относительно величины ψ_V получим волновое уравнение. Относительно заряженных частиц вакуума может свободно распространяться волна со скоростью света, не испытывая затухания, в случае отсутствия материальных тел.

Для комплексной напряженности поля $\mathbf{F} = \mathbf{E} + i\mathbf{H}$ справедливо (3.3), что следует из уравнений Максвелла

$$\Delta\mathbf{F} - \frac{1}{c^2}\frac{\partial^2\mathbf{F}}{\partial t^2} = 4\pi(\nabla\rho + \frac{1}{c^2}\frac{\partial\mathbf{j}}{\partial t} - i\nabla\times\mathbf{j}/c) \qquad (3.3)$$

тогда подставляя $\mathbf{F} = \mathbf{E} + i\mathbf{H} = -\nabla\varphi - \frac{\partial \mathbf{A}}{c\partial t} + i \cdot \nabla \times \mathbf{A}$, определяет волновое уравнение относительно напряженности. Можно записать (3.3) в виде

$$\Delta\mathbf{U} - \frac{1}{c^2}\frac{\partial^2 \mathbf{U}}{\partial t^2} = -4\pi\mathbf{u}. \qquad (3.4)$$

Где величина $\mathbf{U} = \mathbf{E} + i\mathbf{H} = [\nabla S\rho_V + \frac{1}{c^2}\frac{\partial \mathbf{j}_V S}{\partial t} - i\nabla \times \mathbf{j}_V S / c]$ комплексный поток частиц вакуума, что следует из (3.1), а величина $\mathbf{u} = -\nabla\rho - \frac{1}{c^2}\frac{\partial \mathbf{j}}{\partial t} + i\nabla \times \mathbf{j}/c$ комплексный поток источника электромагнитного поля, электронов.

Это связь двух комплексных потоков, движущегося электрона и потока движения заряженных частиц вакуума. Причем движущиеся электроны описываются решением уравнения Навье – Стокса или задачей множества тел, и состоят из совокупности частиц вакуума. Если имеем двигающееся заряженные частицы, то окружающая среда с частицами вакуума малой плотности придет в детерминированное движение. В четырехмерном пространстве интеграл от потока двигающейся частицы равен вытекающему из этой трехмерной гиперповерхности количеству частиц вакуума, причем вытекающий поток пропорционален градиенту по четырем компонентам от скорости потока частиц вакуума. При этом интеграл по замкнутой трехмерной гиперповерхности преобразуется в интеграл по четырехмерному объему отдельно для каждой l компоненте векторов

$$\int_\Omega 4\pi u_l dxdydzdt = -\oint_S (\nabla U_l)_n ds_n = -\int_\Omega \nabla\nabla U_l dxdydzdt.$$

В результате получается волновое уравнение (3.4) в силу четырехмерного определения градиента и дивергенции.

Но это решение уравнений Максвелла описывающие волновые свойства электромагнитного поля. Наряду с волновыми свойствами уравнения Максвелла содержат и корпускулярное решение в виде константы $\mathbf{A} = \hbar\mathbf{k}c/e = \mathbf{p}c/e, \varphi = \hbar\omega/e = mc^2/e$. Справедливо $\hbar^2\omega^2 = \hbar^2 k^2 + m_F^2 c^4$. Это решение описывает фотоны и имеет мнимую массу и распространяется со скоростью $V/c = 1/\sqrt{1+(\frac{m_F c \bar{\lambda}}{\hbar})^2}$ см. (2.1.8). Оно соответствует калибровочной части потенциала. Величина $m_F = 137 i \rho_\gamma r_\gamma^3$ соответствует мнимой массе фотона, $\bar{\lambda}$ соответствует длине волны де Бройля.

4. Физический смысл комплексного пространства

4.1 Образование комплексных координат, описывающих пульсирующее решение

Опишем физический смысл комплексного решения. Рассмотрим действительное решение системы обыкновенных дифференциальных уравнений $x_\alpha(t)$.

Пусть начальные данные имеют среднее значение x_α^0 и дисперсию $<[\Delta x_\alpha^0]^2>$. Дисперсия начальных данных в случае уравнения Навье – Стокса определяется шероховатостью поверхности или не точно заданными начальными данными. Тогда для дисперсии решения имеем

$$<[\Delta x_l]^2> = <[x_l - <x_l>]^2> = <x_l^2> - 2<x_l><x_l> + <x_l>^2 = <x_l^2> - <x_l>^2.$$

Значит имеем

$$<x_l^2> = <x_l>^2 + <[\Delta x_l]^2> = |<x_l> + i\sqrt{<[\Delta x_l]^2>}|^2 \qquad (4.1.1)$$

Приведу формулировку обратной теоремы Пифагора. Для всякой тройки положительных чисел a, b и c, такой, что $a^2 + b^2 = c^2$, существует прямоугольный треугольник с катетами a и b и гипотенузой c. Значит, математическое ожидание и среднеквадратическое отклонение образуют катеты, а гипотенузой является корень из среднего квадрата величины. Т.е величина среднего $<x_l>$ ортогональна среднеквадратическому отклонению

$\sqrt{<[\Delta x_l]^2>}$, которое образует мнимую часть координаты тела. Таким образом, полученное в результате усреднения во времени декартово пространство с колебательной скоростью высокой частоты (период колебания меньше времени измерения) становится комплексным пространством. Т.е. в случае большой дисперсии величины действительного пространства, его нужно рассматривать как комплексное трехмерное пространство, где мнимая часть соответствует среднеквадратическому отклонению. При этом имеется следующая связь между переменными $\sqrt{<x_l^2>} = (<x_l> + i\sqrt{<[\Delta x_l]^2>})\alpha, |\alpha| = 1$, причем комплексное число α выбирается из условия, чтобы мнимая часть имела положительное или отрицательное значение. Этому удовлетворяет среднеквадратичное отклонение. Но иногда среднеквадратичное отклонение положительно, например, в случае диэлектрической проницаемости, где вмешиваются положительные и отрицательные заряды. Тогда имеем формулу $\varepsilon = \varepsilon_0 + \frac{4\pi i\sigma}{\omega}$, где действительная часть пропорциональна положительному среднеквадратичному отклонению диполя, а проводимость пропорциональна среднему значению времени между столкновениями. Но зато проводимость делится на частоту, которая имеет положительный и отрицательный знак.

Следовательно, алгоритм нахождения среднего решения, или среднего в фазовом пространстве решения, и его дисперсию сводится к нахождению комплексного решения. Среднее решение соответствует действительной части решения, а квадрат комплексной части соответствует дисперсии решения. Таков физический смысл комплексного решения, действительная часть - это среднее решение, а мнимая часть – это его среднеквадратическое отклонение. Комплексное решение описывает турбулентный режим течения.

4.2 Определение колеблющейся пульсирующей функции координат перемещения потока.

Мнимая часть скорости соответствует скорости вращения в фазовом пространстве. Так как известен радиус вращения, то можно определить и частоту вращения. В плоскости вращения комплексную скорость с постоянным радиусом вращения и постоянной частотой можно представить в виде $V_x + iV_y = V_0 \exp(i\omega t)$.

В случае переменной по пространству стационарной скорости эту формулу можно представить локально в одной плоскости в виде $V_x(x,y) + iV_y(x,y) = V_0(x,y)\exp[i\int_0^t \omega(x,y,u)du]$, причем частота зависит от времени, так как смещение фазы обеспечивается гармоническими колебаниями в соседних точках. Сумма гармонических колебаний с разными частотами, зависящими от времени, определяет пульсирующий режим в фазовом пространстве, при стационарной комплексной скорости. Т.е. получается, что комплексная скорость описывает пульсирующие во времени координаты точек фазового пространства. Ситуация аналогична наличию нескольких стационарных вихрей, описывающих пульсирующее вращение потока.

Почему столь подробно описано комплексное пространство. Дело в том, что решения обыкновенных дифференциальных автономных уравнений с комплексными положениями равновесия имеет конечное решение только в комплексном пространстве см. [1].

4.3 Трехмерное комплексное пространство

Трехмерную скорость потока можно представить в виде

$$V_l = V_{tl} + iV_{nl} = V_l \exp(i\varphi_l), \varphi_l = \arg(V_{tl} + iV_{nl}).$$

Причем скорости определяются в виде интеграла от касательного ускорения, по формуле

$$V_{tl}=\int\limits_{t_0}^{t} t_l(u)w_t(u)du+V_{tl}(t_0)=\int\limits_{t_0}^{t} t_l(u)\frac{d\sqrt{\sum\limits_{k=1}^{3} V_k(u)V_k^*(u)}}{du}du+V_{tl}(t_0)=$$

$$=\int\limits_{t_0}^{t} t_l(u)\frac{d\sqrt{\sum\limits_{k=1}^{3}[V_{tk}^2(u)+V_{nk}^2(u)]}}{du}du+V_{tl}(t_0),$$

Интеграл от нормального ускорения определяет нормальную компоненту скорости, по формуле

$$V_{nl}=\int\limits_{\tau_0}^{\tau} w_{nl}(u)du=\int\limits_{\tau_0}^{\tau}\frac{n_l(u)(|\mathbf{V}_{\mathrm{Im}}|^2+|\mathbf{V}_{\mathrm{Re}}|^2)}{\rho(u)}du=\int\limits_{s_0}^{s}(|\mathbf{V}_{\mathrm{Im}}(u)|\frac{n_l(u)}{\rho(u)}+\frac{|\mathbf{V}_t|^2}{\rho_\infty})ds=$$

$$=\int\limits_{\tau_0}^{\tau}|\mathbf{V}_{\mathrm{Im}}|dt_l=\begin{cases}|\mathbf{V}_{\mathrm{Im}}|[t_l(\tau)-t_l(\tau_0)],|\mathbf{V}_{\mathrm{Im}}|=const\\ \int\limits_{\tau_0}^{\tau}|\mathbf{V}_{\mathrm{Im}}|dt_l,|\mathbf{V}_{\mathrm{Im}}|\neq const\end{cases},$$

$$\sum_{k=1}^{3}[V_{tk}^2(u)+V_{nk}^2(u)]=\sum_{k=1}^{3}[V_{tk}^2(u)+V_{\mathrm{Im}}^2(u)]=|\mathbf{V}|^2$$

При этом величина локальной скорости $V_{nl}(\tau_0)=0,|V_{\mathrm{Im}}(\tau_0)|\neq 0,V_{tl}(\tau_0)+iV_{\mathrm{Im}l}(\tau_0)=V_l(\tau_0)$. Т.е. тело может двигаться поступательно с большой скоростью, но при этом вращаться с другой мнимой скоростью. Но проинтегрированная относительно центростремительного ускорения скорость отлична от нуля $V_{nl}(\tau)\neq 0$, обращаясь при постоянной скорости частицы и постоянном радиусе кривизны, за период $T=\frac{2\pi R}{|\mathbf{V}_{\mathrm{Im}}|}$, где величина R это радиус кривизны, в ноль при этом тело вернется в помеченную начальную точку. Радиус кривизны должен быть конечен, иначе нормальная компонента скорости обратится в ноль. При переменной скорости частицы за время, когда один из интегралов $\int_{\tau_0}^{\tau} |\mathbf{V}_{\mathrm{Im}}| dt_l = 0$, которое, при конечном радиусе кривизны одного знака траектории, конечно и равно $T = \int_0^{2\pi} \frac{R(\varphi)d\varphi}{|\mathbf{V}_{\mathrm{Im}}(\varphi)|} = \int_{s_0}^{s_0+s_T} \frac{ds}{|\mathbf{V}_{\mathrm{Im}}(s)|}, 2\pi = \int_{s_0}^{s_0+s_T} \frac{ds}{R(s)}$, так как касательное направление t_l, при вращении меняет знак. Тело может двигаться поступательно на фоне вращательного движения, которое при его хаотическом характере, определяет вклад в поступательную скорость.

При этом вклад в поступательную часть комплексной скорости за один оборот вращения равен $\mathrm{Im}V = \Delta V_{\mathrm{Im}}(s)\frac{\Delta T}{T} = \Delta V_{\mathrm{Im}}(s)\tau_0 \Delta R_{\mathrm{Im}}(s)$, где использовали связь $\Delta T = T\tau_0 \Delta R_{\mathrm{Im}}(s)$. Причем, если эту связь записать в безразмерном виде, получим $\mathrm{Im}\, R_{\mathrm{Im}} = \tau_0 [\Delta R_{\mathrm{Im}}(s)]^2, \tau_0 = \frac{T\nu}{a^2}$. Причем имеем значение скорости $R^2(s) = R_t^2(s_0) + [\Delta R_{\mathrm{Im}}(s)]^2$, где величина $[\Delta R_{\mathrm{Im}}(s)]^2$ соответствует вкладу в поступательную скорость. Откуда имеем величину дополнительного вклада в поступательную скорость за счет мнимой части числа Рейнольдса $R^2(s) - R_t^2(s_0) = [\Delta R_{\mathrm{Im}}(s)]^2 = \mathrm{Im}\, R / \tau_0$. Откуда имеем дополнительный вклад в поступательную скорость $\Delta R_{\mathrm{Im}}(s) = \sqrt{\mathrm{Im}\, R / \tau_0}$.

При этом тело сместится относительно помеченной начальной точки. Чтобы смещение было существенным вращение должно быть хаотическим. Причем, когда этот период мал, по сравнению с временем процесса, это вращение воспринимается как мнимое среднеквадратичное отклонение скорости. Отметим, что тангенциальное ускорение и нормальное ускорение образуют скорость, которая направлена по касательной к траектории частицы. Величины t_l, n_l это тангенциальные и нормальные орты. Тангенциальное ускорение определяется по формуле

$$w_t = d\sqrt{\sum_{k=1}^{3} [V_{tk}^2(t) + V_{nk}^2(t)]} / dt = d\sqrt{\sum_{k=1}^{3} [V_{tk}^2(t) + V_{\mathrm{Im}}^2(t)]} / dt .$$

Направление скоростей $\Delta V_{tl}, \Delta V_{nl}$ ортогонально и их сумма приводит к приращению модуля скорости движения $\sum_{l=1}^{3} (dV_l)^2 = \sum_{l=1}^{3} [(dV_{tl})^2 + (dV_{nl})^2] = \sum_{l=1}^{3} |dV_{tl} + idV_{\mathrm{Im}l}|^2$, так как $\sum_{l=1}^{3} (w_l)^2 = \sum_{l=1}^{3} [(w_{tl})^2 + (w_{nl})^2]$. Дифференцируемые по времени компоненты этих проекций определяют тангенциальное и нормальное ускорение. При этом вводится понятие тангенциальной и нормальной скорости, которые в декартовом пространстве не ортогональны $(\mathbf{V}_t, \mathbf{V}_l) \neq 0$, но в шестимерном комплексном пространстве ортогональны и их модуль комплексного вектора $V_l = V_{tl} + iV_{nl}$ равен

$$\sum_{l=1}^{3} |V_l|^2 = \sum_{l=1}^{3} [(V_{tl})^2 + (V_{nl})^2] = \sum_{l=1}^{3} |V_{tl} + iV_{nl}|^2$$

Это доказывается представлением $\mathbf{V}_t = \sum_{l=1}^{3} V_{tl}\mathbf{e}_{tl}, \mathbf{V}_n = \sum_{l=1}^{3} V_{nl}\mathbf{e}_{nl}$ и вычислением модуля как произведения комплексно сопряженных векторов с учетом ортогональности шести действительных ортов.

5. Физический смысл уравнения ОТО

Решение уравнения ОТО и уравнений движения для дискретных тел, определяет метрический тензор, описывающий гравитационное поле. Причем метрический тензор получен при усреднении комплексной скорости частиц вакуума. При этом значение метрического тензора связано с решением уравнения Клейна-Гордона. При этом из значения метрического интервала получено уравнение Клейна-Гордона, причем оно содержит метрический тензор, выраженный через волновую функцию. Причем метрический тензор ОТО получен из свойств частиц вакуума, с учетом квантового эффекта.

Совершенно аналогичная ситуация с уравнением Клейна-Гордона и уравнением ОТО. Допустим метрический тензор ОТО связан с волновой функцией соотношением

$$g_{lk} = g_{lkg} - \lambda\!\!\!^{-2} \frac{\partial_l \partial_k \psi_q}{\psi_q} \qquad (5.1)$$

Величина постоянной комптоновской длины волны определяется по формуле $\frac{\hbar^2}{m^2 c^2} = \lambda\!\!\!^{-2}$.

Величина γ - это гравитационная постоянная, величина $\hbar$ это постоянная Планка, постоянная c это скорость света. Тогда уравнение (5.1) запишется в виде

$$g_{lkq} = g_{lk} - g_{lkg} = -\lambda\!\!\!^{-2} \frac{\partial_l \partial_k \psi_q}{\psi_q} \qquad (5.1a)$$

Где величина g_{lk} это метрический тензор тела, состоящий из непрерывного решения g_{lkg}, решение уравнения ОТО, и независимой квантовой части метрического тензора g_{lkq}, ψ_q волновая функция, описывающая тело. При этом гравитационный член и квантовый нужно рассматривать независимым образом, так как они имеют отличную структуру. Одно описывает детерминированный процесс, а другое вероятностный процесс.

$$ds_q^2 = ds^2 - ds_g^2 = g_{lkq} dx^l dx^k = -\lambda\!\!\!^{-2} \frac{\partial_l \partial_k \psi_q}{\psi_q} dx^l dx^k = -\lambda\!\!\!^{-2} \frac{d\partial_k \psi_q}{\psi_q} dx^k =$$
$$= -\lambda\!\!\!^{-2} \frac{\partial^s \partial_k \psi_q}{\psi_q} dx_s dx^k = dx_k dx^k; ds_g^2 = g_{lkg} dx^l dx^k .$$

Откуда имеем $-\lambda\!\!\!^{-2} \partial^s \partial_k \psi_q \delta_s^k = \psi_q$,

$$-\lambda\!\!\!^{-2} \partial^k \partial_k \psi_q = \psi_q \qquad (5.2)$$

Причем вспомогательную волновую функцию ψ_q определяем в пространстве Минковского. Т.е. получается уравнение Клейна-Гордона см.[6]§10 в котором характерная длина волны элементарных частиц $\frac{\hbar}{mc}$ заменена размером Планка $\lambda\!\!\!^{-} = \frac{\hbar}{m_{Pl} c}$, т.е. в случае гравитационного поля, масса частицы заменена массой Планка.

Величина метрического интервала всей системы равна $ds^2 = ds_g^2 + ds_q^2 = (g_{lkg} + g_{lkq}) dx^l dx^k$. Определитель системы g считается с участием гравитационного и квантового метрического тензора, как интегральная характеристика двух разных процессов. Причем координаты у гравитационного поля и квантовой системы общие, а скорости, за счет гравитационного и квантового взаимодействия, разные $u_g^k = \frac{dx^k}{ds_g}$, $u_q^k = \frac{dx^k}{ds_q}$, кроме того, вводится величина скорости $u^k = \frac{dx^k}{ds}$, по суммарному метрическому тензору. Метрический интервал гравитационного и квантового поля определяется по формуле $s_g = \int_0^t \sqrt{g_{lkg} \frac{dx_l}{dt} \frac{dx_k}{dt}} dt$, $s_q = \int_0^t \sqrt{g_{lkq} \frac{dx_l}{dt} \frac{dx_k}{dt}} dt$, причем имеем суммарный метрический интервал $s = \int_0^t \sqrt{(g_{lkg} + g_{lkq}) \frac{dx_l}{dt} \frac{dx_k}{dt}} dt$, где метрические тензора определяются с помощью уравнений ОТО и уравнения Клейна - Гордона.

Используя локальное решение квантовой части уравнения ОТО $\psi_q = \exp[i u_{lq}(x_0^0,...,x_0^3)(x^l - x_0^l)/\lambda\!\!\!^{-}] + O(x^l - x_0^l)^3$, где u_{lq} локальная, квантовая, четырехмерная скорость, получим локальное значение метрического тензора

$$g_{lk} = g_{lkg}(x_0^0,...,x_0^3) + u_{lq}(x_0^0,...,x_0^3) u_{kq}(x_0^0,...,x_0^3) + O(x^l - x_0^l)$$

Отсюда можно сделать вывод, что квантовые эффекты проявляются при релятивистских скоростях, когда величина скорости u_{lq} велика.

Но в случае отсутствия гравитационного поля, для одного пробного тела с малой массой, локальное решение превращается в точное решение. В случае отсутствия гравитационного поля скорость постоянна и волновая функция точно равна $\psi_q = \exp(iu_{lq}\Delta x^l / \lambda\!\!\!^{-})$, причем гравитационного поля нет $g_{lkg} = g_{lkg0}$, метрический тензор равен

$$g_{lk} = g_{lkg0} + u_{lq}u_{kq}. \qquad (5.3)$$

Члены метрического тензора $g_{uvg}, -\lambda\!\!\!^{-2} \frac{\partial_u \partial_v \psi_q}{\psi_q}$ назовем соответственно гравитационным и квантовым. При этом g_{pqg0} метрический член пространства Минковского.

При этом при записи уравнения (5.2) надо использовать значение метрического тензора из (5.1а), даже в декартовой системе координат см. [11]§86, поэтому возникла ковариантная производная.

$$D^k D_k \psi = \frac{1}{\sqrt{-g}} \frac{\partial}{\partial x^l} \sqrt{-g} (g^{lk} \frac{\partial \psi}{\partial x^k}).$$

Перепишем эту формулу по-другому в виде уравнения Клейна-Гордона

$$-\lambda\!\!\!^{-2} D^k D_k \psi = -\lambda\!\!\!^{-2} \psi^{;k}_{;k} = \frac{-\lambda\!\!\!^{-2}}{\sqrt{-\left| g_{uvg} - \lambda\!\!\!^{-2} \frac{\partial_u \partial_v \psi_q}{\psi_q} \right|}} \frac{\partial}{\partial x^l} [\sqrt{-\left| g_{uvg} - \lambda\!\!\!^{-2} \frac{\partial_u \partial_v \psi_q}{\psi_q} \right|} \times$$

$$\times (g_{lkg} - \lambda\!\!\!^{-2} \frac{\partial^l \partial^k \psi_q}{\psi_q}) \frac{\partial \psi}{\partial x^k}] = \psi$$

При вычислении метрического тензора используется сумма гравитационного и квантового метрический тензор g_{uvg}, g_{uvq}. При этом величина ψ_q имеет смысл потенциала, описывающего изменение метрического тензора. В формуле используются разные метрические тензоры, гравитационный и квантовый, их объединяет общая система координат.

В случае отсутствия гравитационного члена, скорость частиц постоянна и волновая функция равна $\psi_q = \exp(iu_{lq}\Delta x^l / \lambda\!\!\!^{-})$. Где величина g_{lkg0}, это метрический тензор пространства Минковского, причем $g_{lk}\frac{dx^l}{ds}\frac{dx^k}{ds} = g_{lk}u^l u^k = (g_{lkg0} + u_{lq}u_{qk})u^l u^k = 1$. Причем для суммарного метрического тензора используется скорость с метрическим интервалом гравитационного и квантового поля $\psi = \exp(iu_l \Delta x^l / \lambda\!\!\!^{-})$.

$$
\begin{gathered}
-\lambda\!\!\!^{-2} D^k D_k \psi = \frac{-\lambda\!\!\!^{-2}}{\sqrt{-\left|g_{uvg0} + u_{uq}u_{vq}\right|}} \times \\
\times \frac{\partial}{\partial x^l}\left(\sqrt{-\left|g_{uvg0} + u_{uq}u_{vq}\right|}(g^{lk}_{g0} + u^{lq}u^{kq})\frac{\partial \psi}{\partial x^k}\right) = (g^{lk}_{g0} + u^{lq}u^{kq})u_l u_k \psi = \psi
\end{gathered} \quad .(5.4)
$$

Т.е. получено решение в отсутствии гравитационного поля.

При этом в результате получится метрический тензор, равный $g_{lkq} = -\lambda\!\!\!^{-2}\frac{D_l D_k \psi}{\psi}$, где ковариантной производной D_l соответствует суммарный метрический тензор $g_{lk} = g_{lkg} - \lambda\!\!\!^{-2}\partial_l \partial_k \psi_q / \psi_q$.

В самом деле

$$
-\lambda\!\!\!^{-2}\frac{D_l D_k \psi}{\psi}dx^l dx^k = -\lambda\!\!\!^{-2}\frac{D^s D_k \psi}{\psi}dx_s dx^k = dx_k dx^k
$$

откуда имеем $-\lambda\!\!\!^{-2}\frac{D^s D_k \psi}{\psi}\delta^k_s = 1$, т.е. релятивистское уравнение Клейна-Гордона $-\lambda\!\!\!^{-2} D^k D_k \psi = \psi$. Причем метрический тензор этого уравнения равен $g_{lk} = g_{lkg} - \lambda\!\!\!^{-2}\frac{\partial_l \partial_k \psi_q}{\psi_q}$. Методом итераций надо добиваться, чтобы в уравнения Клейна-Гордона входило определение метрического тензора $-\lambda\!\!\!^{-2}\frac{D_l D_k \psi}{\psi}$.

Для гравитационного поля получится метрический тензор

$$g_{lk0} = g_{lkg} - \lambda^2 \frac{\partial_l \partial_k \psi_q}{\psi_q} = g_{lk} + \lambda^2 \frac{p_l\, p_k}{\hbar^2} = \begin{cases} g_{00} + \lambda^2 \dfrac{E^2}{\hbar^2 c^2}, l = k = 0 \\ g_{l0} - \lambda^2 \dfrac{E p_l}{\hbar^2 c}, l = 1,...,3, k = 0 \\ g_{lk} + \lambda^2 \dfrac{p_l p_k}{\hbar^2}, l, k = 1,...,3 \end{cases}.$$

и метрический интервал для свободного пространства равен

$$ds^2 = g_{lk} dx^l dx^k + d(\frac{E}{mc}t - \frac{p_l x^l}{mc})^2 / 2,$$

Т.е. собственное время изменилось на величину

$$cd\tau = cdt\sqrt{g_{00} + (\frac{E}{mc^2} - \sum_{l=1}^{3} \frac{p_l \beta_l}{m\sqrt{1-\beta^2}})^2 / 2} = cdt\sqrt{1 - \frac{2\gamma m}{c^2 r} + (1-\beta^2)/2}\,.$$

Для микрочастиц эта поправка к изменению темпа времени мала, для макротел значительна, причем при испарении массы черной дыры поправка мала, но до испарения существенна. У массивных тел время течет быстрее, чем у тел с малой массой. Дело в том, что время t соответствует наличию гравитации, а время τ ее отсутствию. При этом время τ соответствует времени на бесконечности радиуса, т.е. не изменяется. А время t в поле гравитации ускоряется.

Чтобы тело массы m притягивало частицу со скоростью $V = \omega r$, при постоянном значении собственного времени частицы (т.е. при остановившемся собственном времени частицы), частица должна находиться на расстоянии $r = \frac{r_g}{1 + (1 - k^2 r^2)/2}$. Задавая этот радиус можно определить частоты вращения частицы с постоянным значением собственного времени. Эта частота определится из уравнения $1 - 2(r_g - r)/r = k^2 r^2$.

При этом частота вращения частиц с постоянным значением собственного времени в черной дыре определится из уравнения

$$\omega = \frac{c}{r}\sqrt{1 - \frac{2(r_g - r)}{r}} \qquad (5.5)$$

При этом частота вращения и скорость вращения не нулевая. Причем угловая скорость и скорость вращения связаны соотношением $\frac{V}{\sqrt{1-V^2/c^2}}=\omega\cdot r$. Уравнение (5.5) можно записать в виде

$$(\frac{\omega}{c})^2 r^3-3r+2r_g=0. \qquad (5.6)$$

Откуда имеем минимальный радиус

$$r=r_g[\frac{2}{3}-(\frac{\omega}{c})^2 4r_g^2/9]. \qquad (5.7)$$

В случае массивной черной дыры, максимальный ее радиус немного меньше $c/\omega=r_g$. Т.е. скорость углового вращения черной дыры равна $\omega=c/r_g$ при величине $\beta=\frac{\omega r}{c}=\sqrt{1-\frac{2(r_g-r)}{r}}=\sqrt{3-\frac{2r_g}{r}}$. Имеем четырехмерную скорость черной дыры $\beta=\sqrt{3}$.

При этом трехмерная скорость черной дыры равна $\frac{V}{c}=\frac{\beta}{\sqrt{1+\beta^2}}=\frac{\sqrt{3}}{2}=0.86$.

При этом согласно исследователям Гвидо Ризолити (Guido Risaliti) и его коллегам из Гарвард-Смитсоновского центра астрофизики (Cfa) определили, что скорость вращения поверхности черной дыры составляет $0.8c$, где c скорость света.

Скорость частиц вакуума образует тензор ОТО с учетом квантовых эффектов. Общая теория относительности построена для макротел, являющихся совокупностью частиц вакуума, и они вращаются с мнимой скоростью и поступательно движутся с действительной скоростью. Определим квадрат комплексной координаты материальных частиц, из которых состоит вакуум, двигающихся с поступательной скоростью $V_{s\alpha}, s=1,...,3, \alpha$ номер частицы. При этом частицы вакуума будут вращаться с переменной мнимой скоростью $iw_{s\alpha}(t,x_1,..,x_3)$. Считаем, что скорости частиц вакуума равномерно распределены в малом объеме, причем скорость вращения равна $w_{s\alpha} = w_{s\alpha}(t, x_1, ..., x_3)$ и имеется скорость поступательного движения $V_{s\beta} = V_{s\beta}(t)$, поступательное движение малого объема прямолинейно и зависит только от времени

$$ds^2 = \sum_{\alpha,\beta=-N}^{N}\sum_{s=1}^{3} (id\Delta w_{s\alpha} + d\Delta V_{s\beta})^2 t_q^2/(2N) =$$

$$= \sum_{\alpha,\beta=-N}^{N}\sum_{s=1}^{3} (i\frac{\partial\Delta w_{s\alpha}}{\partial x^k}dx^k + i\frac{\partial\Delta w_{s\alpha}}{\partial t}dt + \frac{d\Delta V_{s\beta}}{dt}dt)^2 t_q^2/(2N) =$$

$$= -\sum_{\alpha=-N}^{N}\sum_{s=1}^{3} \frac{\partial\Delta w_{s\alpha}}{\partial x^k}\frac{\partial\Delta w_{s\alpha}}{\partial x^l} t_q^2/(2N)dx^k dx^l +$$

$$+ \sum_{\alpha,\beta=-N}^{N}\sum_{s=1}^{3} [2\frac{\partial i\Delta w_{s\alpha}}{\partial x^k}\frac{d\Delta V_{s\beta}}{dt} - 2\frac{\partial\Delta w_{s\alpha}}{\partial x^k}\frac{\partial\Delta w_{s\alpha}}{\partial t}]dx^k dt \cdot t_q^2/(2N) +$$

$$+ \sum_{\alpha,\beta=-N}^{N}\sum_{s=1}^{3} [(\frac{d\Delta V_{s\beta}}{dt})^2 + 2\frac{\partial i\Delta w_{s\alpha}}{\partial t}\frac{d\Delta V_{s\beta}}{dt} - (\frac{\partial\Delta w_{s\alpha}}{\partial t})^2]dt^2 t_q^2/(2N) = \quad (5.8)$$

$$= -\sum_{k,l=1}^{3} h_{kl}dx^k dx^k + \sum_{k=1}^{3} h_{k0}dx^k cdt + h_{00}c^2 dt^2$$

Величина c скорость света, равная

$$2c^2\sum_{\beta=-N}^{N}(\frac{1}{\sqrt{1-V_\beta^2/c^2}} - 1)/N = 2c^2\sum_{\beta=-N}^{N}(u_{0\beta}-1)/2N = \sum_{\beta=-N}^{N}V_{rel\beta}^2/2N =$$

$$= \int_{-\infty}^{\infty} V_{rel}^2 \exp(-V_{rel}^2/2c^2)dV_{rel}/(c\sqrt{2\pi}) = c^2 \qquad ,$$

$$V_{rel\beta}^2 = 2c^2(u_{0\beta}-1) \in [0,\infty]; \frac{V_\beta}{c} = \sqrt{1 - \frac{1}{(1+\frac{V_{rel\beta}^2}{2c^2})^2}}$$

константа $t_q = \frac{\hbar^2}{m_e e^2 c} = \frac{\hbar^3}{137 m_e e^4}$ это постоянная квантовой механики. Т.е. получаем формулу инвариантного интервала общей теории относительности в системе координат, где средняя локальная скорость частиц вакуума равна нулю.

При этом из соотношения для средней скорости равной нулю, получен метрический тензор ОТО и СТО. Т.е. получено релятивистское определение скорости. Величина g_{kl} определена с учетом среднего локального течения, состоящего из четырехмерной скорости (скорость со знаком дельта, это скорость относительно средней, локальной четырехмерной скорости u_k)

$$g_{kl} = \sum_{\alpha=-N}^{N} \sum_{s=1}^{3} \frac{\partial \Delta w_{s\alpha}}{\partial x^k} \frac{\partial \Delta w_{s\alpha}}{\partial x^l} t_q^2 /(2N) + u_k u_l$$
$$g_{k0} = -\sum_{\alpha=-N}^{N} \sum_{s=1}^{3} \frac{\partial \Delta w_{s\alpha}}{\partial x^k} \frac{\partial \Delta w_{s\alpha}}{c\partial t} t_q^2 /(2N) + u_k u_0 , \qquad (5.9)$$

при этом коэффициент при временной компоненте метрического тензора равен

$$g_{00} = \sum_{\beta=-N}^{N} \sum_{s=1}^{3} \left(\frac{d\Delta V_{s\beta}}{cdt}\right)^2 t_q^2 /(2N) + u_0^2 - \sum_{\alpha=-N}^{N} \sum_{s=1}^{3} \left(\frac{\partial \Delta w_{s\alpha}}{c\partial t}\right)^2 t_q^2 /(2N). \quad (5.10)$$

Где суммируя первые члены (5.9) и (5.10), получим наряду с гравитационным членом и квантовый член. При этом члены со средней локальной скоростью опишут совокупность частиц вакуума или скорость тел в локальной системе координат. Этот член с локальной средней скоростью соответствует квантовым эффектам гравитационного поля.

При этом воспользовались соотношением $\sum_{\alpha=-N}^{N} \frac{\partial w_{s\alpha}}{\partial x^k} = 0, \sum_{\alpha=-N}^{N} \frac{\partial w_{s\alpha}}{\partial t} = 0$.

При этом имеем, используя вместо кинетической энергии системы полную энергию

$$g_{rr} = \sum_{s=1}^{3} \left(\frac{i\Delta w_s}{\Delta r}\right)^2 t_q^2 = \frac{(i\Delta w)^2 + 2U/m}{c^2} + u_r^2 = -\left(1 + \frac{2\gamma M}{c^2}\right) + u_r^2 = ,$$
$$= -(1 + r_g / r) + u_r^2, r_g = 2\gamma M / c^2$$

$$g_{00} = \sum_{s=1}^{3} \left(\frac{\Delta V_s}{c\Delta t}\right)^2 t_q^2 = \int_0^{\infty} \left[\frac{(\Delta V)^2 + 2U/m}{c^2} + u_0^2\right] \exp[-m_\gamma (\Delta V)^2 /(2m_\gamma c^2)] d\Delta V =$$
$$= 1 - 2\gamma M /(rc^2) + u_0^2 = 1 - r_g / r + u_0^2$$

Где M, масса частицы, создающей гравитационное поле. При этом радиус в этих формулах равен $r = \sqrt{R^2 + r_g^2 u_R^2}, R^2 = x_1^2 + x_2^2 + x_3^2$, т.е. сингулярность радиуса устраняется в метрическом интервале

$$ds^2 = g_{00}(dx^0)^2 - (R^2 + r_g^2 u_R^2)[g_{rr}(d\ln\sqrt{R^2 + r_g^2 u_R^2})^2 + d\theta^2 + \sin^2\theta d\varphi^2]$$

В формулах (5.9) и (5.10) содержится квантовый член, соответствующий средней локальной скорости частиц вакуума, описывающий также скорость пробного тела малой массы. Значит, частицы вакуума правильно описывают квантовое решение уравнений ОТО.

При этом взаимодействие частиц вакуума должно описывать потенциал гравитационного поля.

$$U(R) = -\frac{\gamma mM}{R - l_\gamma} = -\frac{\gamma\sum m_\gamma \sum M_\gamma}{R} + \sum_{k=1}^{\infty} A_k \frac{e^2 l_\gamma^k}{R^{k+1}};$$

$$\sum M_\gamma = M; \sum m_\gamma = m, A_k = \frac{\gamma\sum m_\gamma \sum M_\gamma}{e^2}$$

Т.е. гравитационный потенциал состоит из образованного из частиц вакуума тела плюс добавка из множества частиц вакуума с разным рангом. Надо использовать идеальные частицы вакуума. которые притягиваются в поле гравитации см. [17]. При этом в массивном теле частицы вакуума движутся со скоростью звука. А не со скоростью света, которая в связи с большим давлением внутри массивного тела приближается к скорости света.

Скорость $w_{s\alpha}$ стационарна, т.е. от времени не зависит. Общая теория относительности не допускает физической сингулярности определителя, при средней локальной скорости частиц вакуума, равной нулю, образованного метрическим тензором, поэтому имеем $h_{00}h_{rr} = const$, откуда определяется более точная формула $h_{rr} = -\frac{1}{1 - r_g / r}, h_{00} = 1 - r_g / r$ при средней локальной скорости частиц вакуума u_l, равной нулю.

Используя характерный радиус элементарных частиц и массивных тел, получаем уравнение $\lambda_\alpha = \frac{2\gamma m_\alpha}{c^2} - \frac{2e^2}{m_\alpha c^2}$, описывающее сумму гравитационного радиуса электромагнитного и гравитационного поля. Причем в результате взаимодействия двух одинаковых частиц электрическая энергия отрицательна. Имеем в общем случае два корня, равных

$$m_\alpha = -\frac{\lambda_\alpha c^2}{4\gamma} \pm \sqrt{(\frac{\lambda_\alpha c^2}{4\gamma})^2 + \frac{e^2}{\gamma}}.$$

Причем при большой величине $\frac{\lambda_\alpha c^2}{2\gamma}$, что соответствует размеру элементарных частиц, имеем два действительных корня $m_\beta = -\frac{\lambda_\alpha c^2}{2\gamma}, m_\alpha = \frac{2e^2}{\lambda_\alpha c^2}$, т.е. при величине

$$\lambda_\alpha = r_{ge} = \frac{2e^2}{m_e c^2}, \tag{5.11}$$

равной радиусу электрона, получим две частицы. Одна с массой электрона, а другая массивная частица с отрицательной массой $m_\beta = -\frac{\lambda_\alpha c^2}{2\gamma} = -\frac{e^2}{m_e \gamma} = -\frac{\hbar c}{137 m_e \gamma} = -\frac{m_{Pl}^2}{137 m_e} \approx -\frac{(2.2 \cdot 10^{-5})^2}{137 \cdot 10^{-27}} = -3.53 \cdot 10^{15} g$. Другая частица имеет размер $\lambda_\beta = \frac{2e^2}{m_\beta c^2} = -\frac{2\gamma m_e}{c^2} = -\frac{2 \cdot 6.67 \cdot 10^{-7-27}}{9 \cdot 10^{20}} = -1.4 \cdot 10^{-54} cm$, т.е. малую поверхность рассеяния. Причем необходимо рассматривать частицу в комплексном пространстве, тогда ее радиус равен $\lambda_\beta = \frac{2\gamma m_e}{c^2} \exp(i\pi)$. Если подставить значение массы m_β в уравнение для радиуса $\lambda_\beta = -\frac{2\gamma m_\beta}{c^2} = \frac{2e^2}{m_e c^2}$, т.е. получим радиус первой частицы, т.е. электрона. Т.е. такая подстановка не корректна.

По этим формулам каждой элементарной частице можно поставить в соответствие массивную частицу, имеющую малую поверхность рассеяния, т.е. трудно обнаруживаемую, в связи с малыми размерами и не рассеивающие электромагнитное излучение. Кроме того, так как частицы имеют отрицательную массу, они создают отрицательное давление. Эти частицы являются кандидатами в частицы темной материи.

При этом массе частицы, равной $m = m_{Pl} / \sqrt{137} = \sqrt{\dfrac{\hbar c}{137\gamma}}$, соответствует такая же масса парной частицы. При этом длина Планка равна $l_{Pl} = \lambda_{\alpha} = \dfrac{\sqrt{137}e^2}{m_{Pl}c^2} = \dfrac{\sqrt{137}\hbar}{m_{Pl}c137} = \sqrt{\dfrac{\hbar\gamma}{137c^3}}$. Величина времени Планка равна $t_{Pl} = \sqrt{\dfrac{\hbar\gamma}{137c^5}}$. При этом константы Планка определены с точностью до множителя. Соображения, описанные выше, позволяют оценить этот множитель.

В случае отсутствия внешнего потенциала для частиц вакуума имеем $g_{kl} = \delta_{kl}$. При этом имеем что $\sum_{s=1}^{3} (\dfrac{\Delta w_s}{\Delta x_k})^2 t_q^2 = 1$, $\sum_{s=1}^{3} (\dfrac{\Delta V_s}{c\Delta t})^2 t_q^2 = 1$ и скорость $w_{s\alpha}$ стационарна, т.е. от времени не зависит.

Что приводит к предположению существования кванта времени, пространства и скорости

$$\Delta x_k = l_q / N = l_{Pl} / \sqrt{137}, \Delta t = t_q / N = t_{Pl} / \sqrt{137},$$

$$\Delta V = \sqrt{\sum_{s=1}^{3} (\Delta w_s)^2} = c / N = 10^{-14} cm/\sec,$$

$$l_q = \hbar^2 / m_e e^2, t_q = l_q / c, \alpha = \frac{1}{137.035989} .$$

$$N = \hbar^2 \sqrt{137} / (l_{Pl} m_e e^2) = \frac{\sqrt{137}a_0}{l_{Pl}} =$$

$$= \frac{\sqrt{137.035989} \cdot 0,52917721092 \cdot 10^{-8}}{1.616199 \cdot 10^{-33}} = \frac{137.035989^{3/2} m_{Pl}}{m_e} =$$

$$= 3.8328658 \cdot 10^{25} = \begin{cases} 2^{85} / [(1+\alpha)(1+\alpha^{1.5})^3 (1+\alpha^2)^2 (1+\alpha^{2.5})^5 (1+\alpha^3)^2](1 \pm 10^{-6}) \\ 696^9 (1 \pm 0.9 \cdot 10^{-4}) \end{cases}$$

Константа N определена с точностью измерения по данным CODATA 2010,2012 $a_0 = 0{,}52917721092(17)10^{-8} cm$, величина $l_{Pl} = 1.616199(97)10^{-33} cm$. При этом эта константа равна степени двойки, с поправкой на множитель, зависящий от мировых констант.

Пределом квантовой теории гравитации является не классическая механика, а квантовая механика. Поэтому $N \cdot l_{Pl} / \sqrt{137}$ должна быть характерной конечной величиной квантовой механики l_q.

Причем среднее от квадратов случайной величины равно квадрату среднего плюс дисперсия. Значит, величина скорости света может оказаться больше скоростей отдельных частиц при большой дисперсии действительной скорости вращения частиц вакуума.

При этом добавка к скорости поступательного движения аддитивной величины скорости инерциальной системы координат, не приведет к изменению метрического тензора. Используется формула суммирования скоростей Галилея, так как получается метрический тензор пространства Минковского с помощью комплексной скорости в обычной евклидовой метрике. И только после этого возникает формула релятивистского сложения скоростей.

При этом температура вакуума равна среднему квадрату скорости частиц вакуума

$$kT = 2m_\gamma c^2 \sum_{\beta=-N}^{N} \left(\frac{1}{\sqrt{1 - V_\beta^2 / c^2}} - 1\right) / N = 2m_\gamma c^2 \sum_{\beta=-N}^{N} (u_{0\beta} - 1) / 2N =$$

$$= m_\gamma \int_{-\infty}^{\infty} V_{rel}^2 \exp(-V_{rel}^2 / 2c^2) dV_{rel} / (c\sqrt{2\pi}) = m_\gamma c^2, \qquad (5.12)$$

$$V_{rel\beta}^2 = 2c^2 (u_{0\beta} - 1) \in [0, \infty]; \frac{V_\beta}{c} = \sqrt{1 - \frac{1}{(1 + \frac{V_{rel\beta}^2}{2c^2})^2}}$$

Откуда имеем значение температуры

$$T = \frac{2.29 \cdot 10^{-67} 9 \cdot 10^{20}}{1.38 \cdot 10^{-16}} = 10^{-30} {}^\circ K \,. \qquad (5.13)$$

Отметим, что в микромире метрический тензор изрезан. Скорость частиц вакуума, зависит от потенциалов, действующих на них. Внутри тела действует множество потенциалов, которые изменяют скорость и концентрацию частиц вакуума, и, следовательно, меняют метрический тензор. Это говорит о связи метрического тензора не только с гравитационным полем, но и с полем сильного, слабого, и электромагнитного взаимодействия.

Выводы

Существует микро масштаб, который описывает свойства частиц, меньших чем элементарные частицы. Это во первых теория струн и петлевая гравитация. Но они основаны только на теоретических предположениях этих масштабов длин и времени. Предлагается, основанная на связи между уравнением Шредингера и Навье – Стокса и следующей из этой связи свойствах кинематической вязкости вакуума ввести понятие частиц вакуума. Свойства этих частиц вакуума получены на основании физических формул, основываясь на знании кинематической вязкости вакуума и экспериментальной плотности вакуума. Свойства этих частиц вакуума описывают физический смысл электромагнитного поля и метрического тензора ОТО. Они определяют значение нижнего уровня энергии электрона в атоме водорода и энергию нуклонов в ядре атома. При этом пространство время частиц вакуума эвклидово с представлением Ньютона о пространстве времени. Отличие от пространства Ньютона в том, что это пространство комплексное. Из свойств этого пространства на масштабах квантовой механики получены свойства пространства Минковского и Римана.

Волновая функция квантовой механики описывает потенциал скорости для частиц вакуума по формуле $V_l = -i\frac{\hbar}{m}\nabla_l \ln\psi$, где V_l скорость частиц вакуума, а ψ волновая функция системы. Частицы вакуума группируются в полях электромагнитного взаимодействия, причем их совокупность образует элементарные частицы. Но поведение частиц вакуума квантовая механика описывает приближенно, скорость вычисляется с помощью потенциала скорости, что справедливо для потенциального потока частиц вакуума. По мере увеличения внешнего поля плотность и энергия частиц вакуума растет, и, следовательно, увеличивается их скорость, что приводит к увеличению числа Рейнольдса и переходу в турбулентный режим. В ядре атома, при большой концентрации и энергии частиц вакуума, гидродинамическое приближение о потенциальной скорости не работает, и надо использовать турбулентный режим расчета частиц вакуума, и значит, надо описывать ядро атома по-другому. При этом для описания ядра атома необходимо использовать уравнение Навье – Стокса, из которого как частный случай при потенциальной скорости, следует уравнение Шредингера. Описание решения уравнения Навье – Стокса в турбулентном режиме, см. [1]. Отметим, что как доказано в [1], имеется счетное количество решений уравнения Навье – Стокса, со счетным количеством собственных энергий в турбулентном режиме. Выскажем замечания по поводу развития идеи описания элементарных частиц с помощью частиц вакуума. Представляет интерес описание стандартной модели с помощью частиц вакуума. С помощью частиц вакуума можно описывать ядро атома. Причем взаимодействие между огромным количеством диполей при большой плотности частиц вакуума в ядре приводит к возможности их описания с помощью электромагнитных сил см. конец раздела 2 .

Можно определить зависимость метрического тензора и волновой функции от координат, и вычислить детерминированную и вероятностную часть метрического тензора, но это возможно только для неподвижных объектов. Можно определить метрический тензор и для двигающихся объектов.

При этом метрический тензор нашей Солнечной системы, состоит из детерминированной гравитационной части, имеющей первый порядок малости и вероятностной части, имеющей второй порядок малости. Порядок малости определяется отношением трехмерной скорости к скорости света. По определенному гравитационному полю определяется с помощью детерминированного уравнения движения зависимость $\mathbf{x} = \mathbf{x}(s, \mathbf{x}_0, \mathbf{u}_0), \mathbf{u} = \mathbf{u}(s, \mathbf{x}_0, \mathbf{u}_0)$. Эта зависимость, описывает движение частицы малой массы, где выделенные жирным шрифтом описаны переменные, которые являются четырехмерными векторами. Причем это движение частицы малой массы от массы частицы не зависит, и в четырехмерном фазовом пространстве можно определить траектории движения, без учета взаимного влияния. Решая уравнение Клейна-Гордона, находим зависимость волновой функции от координат. Подставляем вместо координат значение координат траектории движения, опишем зависимость метрического тензора от метрического интервала s и начальных условий хаотической части метрического тензора, которая будет определена с плотностью вероятности $|\psi|^2$.

Интерес представляет описание не стационарного метрического тензора черной дыры, нахождение ее хаотической части, при большой скорости приближения к черной дыре.

Причем в микромире с его большими скоростями, гравитационное поле мало, но вероятностные значения поправок к метрическому тензору существенны, изменяя метрический тензор до значения $g_{lk} = g_{lk0} + u_l u_k$, где g_{lk0} метрический тензор пространства Минковского. Порядок величины поправок совпадает с порядком собственной энергии атома водорода, т.е. может появиться аддитивная составляющая энергии. Эти поправки могут приводить к отличию метрики пространства от метрики Минковского и изменить описание электрона в атоме и описание ядра атома.

Список литературы

1. *Якубовский Е.Г.* Исследование решений уравнения Навье – Стокса, "Энциклопедический фонд России", 2014, 60с., http://russika.ru/sa.php?s=868

2. *Л.Д.Ландау, Е.М. Лифшиц* Гидродинамика, т.VI, М.-, «Наука», 1988г.,

3. *Кикоин И.К.* Таблицы физических величин. Справочник. М.: «Атомиздат», 1976г.,1009с.

4. *Матвеев А.Н.* Молекулярная физика. М.: «Высшая школа»,1981, -400с.

5. *Сивухин Д.В.* Общий курс физики. Т.III, Электричество. -М: «Физматлит», 2004. -656с.

6. *Берестецкий В.Б., Лифшиц Е.М., Питаевский Л.П.* Квантовая электродинамика, т.IV, М.,- «Наука»,1989 г., 727

7. *Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М.* Квантовая механика Нерелятивистская теория т.III, Наука, М.,1969,768с.

8. *Е. Якубовский* Обобщение уравнений ОТО и квантовой механики. Решение обобщенных уравнений. LAP LAMBERT Academic Publishing, 2013. 120с.

9. *Горбунов Д.С., В.А. Рубаков* Введение в теорию ранней Вселенной. Теория горячего взрыва. -М.: издательство ЛКИ, 2008, 552с.

10. *Рубаков В.А.* Классические калибровочные поля. Бозонные теории. М., 2005, -296с.

11. *Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М.* Теория поля т.II, М.,- «Наука», 1973,564с.

12. Якубовский Е.Г. Вычисление вязкости твердого тела и жидкости. «Энциклопедический фонд России», 2015, 3стр. http://russika.ru/userfiles/390_1440699433.pdf

13. Якубовский Е.Г. Группировка частиц вакуума в кварки «Энциклопедический фонд России», 2016, 9стр. http://www.russika.ru/sa.php?s=1087

14. Якубовский Е.Г. Оператор рождения и уничтожения с точки зрения частиц вакуума «Энциклопедический фонд России», 2016,6стр. http://russika.ru/sa.php?s=1152

15. Якубовский Е.Г. Вычисление массы фотона «Энциклопедический фонд России», 2016,6стр. http://russika.ru/sa.php?s=1153

16. *Якубовский Е.Г.* ЧАСТИЦЫ ВАКУУМА, ОПИСЫВАЮЩИЕ СВОЙСТВА ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ И ПОЛЯ Реферативный журнал «Научное обозрение» 2016, т.2, стр.58-80, http://science-review.ru/abstract/pdf/2016/2/662.pdf

17. Якубовский Е.Г. Частицы вакуума, обладающие свойствами сверхтекучей фазы явления сверхтекучести. «Энциклопедический фонд России», 2016, 4 стр. http://russika.ru/sa.php?s=1213