

**Chaos and Correlation**

International Journal, April 15, 2013

**ДИНАМИКА ПРЕОНОВ И СТРУКТУРА  
КВАРКОВ И ЛЕПТОНОВ****PREONS DYNAMICS AND STRUCTURE  
OF QUARKS AND LEPTONS**

*Трунев Александр Петрович*  
*Директор, A&E Trounev IT Consulting, Торонто,*  
*Канада*

*Alexander Trunev*  
*Director, A&E Trounev IT Consulting, Toronto,*  
*Canada*

В работе рассмотрена модель структуры материи, в которой элементарные частицы, атомы и молекулы представляются состоящими из частиц преонов.

We consider the model of the structure of matter, in which elementary particles, atoms and molecules are presented consisting of particles preons.

Ключевые слова: АТОМ, КВАРКИ, НЕЙТРОН, МАГНИТНЫЙ МОМЕНТ, МЕТРИКА, ПРЕОН, ПРОТОН, ЭЛЕКТРОН, ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБОЛОЧКИ, ЭНЕРГИЯ СВЯЗИ, ЯДРО.

Keywords: ATOM, BINDING ENERGY, QUARKS, MAGNETIC MOMENT, METRIC, PREON, PROTON, NEUTRON, NUCLEI, ELECTRON, ELECTRON SHELL.

**Введение**

Представления о структуре вещества постоянно изменяются, по мере накопления данных и развития теории. В 1869 году, когда Д.И. Менделеев сформулировал периодический закон [1], химические элементы считались состоящими из атомов, но сами атомы не имели структуры. После того, как в 1897 г Томпсон открыл электрон [2], появились первые модели атомов, состоящих из смеси частиц, обладающих положительным и отрицательным электрическим зарядом [3]. В 1911 г Резерфорд, на основе своих опытов по рассеянию альфа и бета частиц на атомах предположил, что положительный заряд сосредоточен в малой области, которую он назвал ядром, а отрицательный заряд находится на периферии системы [4]. В результате, в 1913 году возникла планетарная модель атома Бора-Резерфорда [5], на основе которой в 1919 г Зоммерфельд построил теорию атома с эллиптическими орбитами электронов [6].

Модель Бора-Зоммерфельда позволяла полностью описать атомные спектры, а также объяснить все основные эксперименты в области атомной физики на основе классических представлений о движении электронов вокруг ядра с дополнительным условием квантования орбит. Но уже в 1926 году Эрвин Шредингер предложил новую теорию строения атомов, в которой электрон был представлен волновой функцией [7]. Таким образом, в новой квантовой теории электрон лишился орбиты, а правило квантования стало неотъемлемой частью модели атома Шредингера.

Параллельно с развитием квантовой теории развивались и представления о строении атомного ядра. В 1921 г Резерфорд выдвинул гипотезу, что в составе ядра должны быть нейтральные частицы, которые осуществляют прочное сцепление зарядов ядра. Эта гипотеза блестяще подтвердилась в 1932 году, когда Чедвик открыл новую элементарную частицу – нейтрон. В том же году Иваненко предположил, что открытая Чедвиком частица является составной частью ядра, наряду с альфа-частицами и протонами [8].

В последующие годы неоднократно обсуждался вопрос о глубокой аналогии в строении атома и атомного ядра [9]. Согласно теории атомных и ядерных оболочек [10-11], периодические закономерности в атомах и атомных ядрах объясняются, принципом Паули, который применяется отдельно в отношении электронов и нуклонов, заполняющих ядерные и электронные оболочки соответственно. Казалось бы, что теория строения атома и атомного ядра была завершена, однако в ней недоставало важного звена – объяснения самих ядерных сил.

В этой связи были предприняты беспрецедентные по масштабу и широте охвата исследования, которые привели к открытию многочисленных

частиц - адронов, участвующих в сильных взаимодействиях. В моделях квантовой хромодинамики, которые используются для моделирования адронов и атомных ядер [12-15], нуклоны представляются как составные частицы, состоящие из кварков и глюонов.

В работах [16-18] сформулирована модель метрики адронов, удовлетворяющая основным требованиям физики элементарных частиц и космологии, а также рассмотрена динамика кварков, взаимодействующих с полем Янга-Миллса. Получены результаты по магнитным моментам барионов, согласующиеся с экспериментом с высокой точностью. В работе [19] рассмотрено применение модели динамики кварков к моделированию энергии связи нуклонов в атомных ядрах. Выведено уравнение энергии связи нуклонов в зависимости от содержания кварков. Показано, что кварки в ядрах образуют оболочки, аналогичные электронным оболочкам. В работе [20] развита объединенная модель электронных и ядерных оболочек, в которой электроны и кварки представляются как составные частицы, состоящие из элементарных частиц преонов [21-25]. Показано, что в такой модели наблюдается симметрия ядерных и электронных оболочек.

В настоящей работе исследована динамика преонов в метрике адронов и лептонов. Показано, что основные свойства вещества определяются универсальными закономерностями, справедливыми в широкой области масштабов от молекул и атомов до кварков и преонов. Отметим, что существуют оригинальные подходы к моделированию метрики и структуры элементарных частиц [27-31]. Предложенная ниже модель отличается, прежде всего, тем, что кварки и лептоны рассматриваются как сложные системы, состоящие из преонов, обладающих собственной динамикой в пределах метрики частиц. Таким образом, вопрос о происхождении

электрического заряда переносится на нижестоящий уровень организации материи в недостижимую для эксперимента область масштабов.

### Основные уравнения модели метрики адронов и лептонов

Рассмотрим центрально-симметричную метрику вида [16-20, 26]

$$\Psi = \eta_{ij} \omega^i \omega^j = -dt^2 + e^{2v} dr^2 + d\theta^2 + \sigma^2(\theta) d\varphi^2$$

$$\frac{d^2\sigma}{d\theta^2} = -\kappa\sigma \quad (1)$$

$$\omega^1 = dt, \omega^2 = e^v dr, \omega^3 = d\theta, \omega^4 = \sigma d\varphi$$

Здесь  $\eta_{ij} = \eta^{ij}$  - метрический тензор пространства Минковского сигнатуры  $(- + + +)$ ,  $\kappa = const$  - гауссова кривизна квадратичной формы  $d\theta^2 + \sigma^2(\theta) d\varphi^2$ , Функция  $v = v(r, t)$  определяется путем решения уравнений Янга-Миллса [26]. Среди всех решений уравнений Янга-Миллса, в случае метрики (1), есть такое, которое выражается через эллиптическую функцию Вейерштрасса [26]. В этом случае уравнения модели приводятся к виду [16-20]:

$$A_{\tau\tau} = \frac{1}{2}(A^2 - \kappa^2), e^v = A_\tau, \tau = t \pm r + \tau_0$$

$$A = \sqrt[3]{12}\wp(\tau / \sqrt[3]{12}; g_2, g_3), \quad (2)$$

$$b_{11} = -b_{22} = \frac{1}{3}A - \frac{\kappa}{6}, b_{33} = b_{44} = \frac{1}{6}A - \frac{\kappa}{3}, b_{12} = b_{21} = 0.$$

Здесь обозначено:  $g_2, g_3$  - инварианты функции Вейерштрасса, причем  $g_2 = \kappa^2 \sqrt[3]{12}$ ;  $\tau_0$  - свободный параметр, связанный с выбором начал координат;  $b_{ij} + b_{ji} - 2(\eta^{ij} b_{ij}) \eta_{ij} = T_{ij}$  - тензор энергии-импульса материи. Отметим, что в этих обозначениях уравнение Эйнштейна имеет вид

$$b_{ij} + b_{ji} + b \eta_{ij} = R_{ij} \quad (3)$$

$b = \eta^{ij} b_{ij}$ ;  $R_{ij}$  - тензор Риччи.

В метрике (2) можно определить дефект решетки типа пузыря. В области пузыря считаем, что  $A^2 = \kappa^2$ , а во внешней области решение зададим в виде (2), имеем

$$\begin{aligned} A^2 &= \kappa^2, e^v = 0, |\tau| < \tau_0 \\ A &= \sqrt[3]{12} \varphi(\tau / \sqrt[3]{12}; g_2, g_3), e^v = A_\tau, |\tau| > \tau_0 \end{aligned} \quad (4)$$

На границах пузыря непрерывна функция  $A$  и ее первая производная,

$$\kappa = \sqrt[3]{12} \varphi(\tau_0 / \sqrt[3]{12}; g_2, g_3), A_\tau = 0, |\tau| = \tau_0 \quad (5)$$

В частном случае решетки с инвариантами заданными в виде  $g_2 = \sqrt[3]{12}$ ,  $g_3 = 1$ , находим первый ноль и соответствующее значение параметра метрики  $\tau_0 = 3.0449983$ ,  $\kappa = 2.1038034$ . Отметим, что метрика во внутренней области пузыря является трехмерной, поскольку не содержит радиальной координаты. Действительно, используя уравнения (1) и (4), находим

$$\Psi = -dt^2 + d\theta^2 + \cos^2(\sqrt{\kappa}\theta + \theta_0) d\varphi^2 \quad (6)$$

Аналогично строится решение для других корней второго уравнения (5). Все эти решения отличаются только размером пузыря, тогда как значение параметра  $\kappa$  не меняется.

Всякий пузырь можно вывернуть наизнанку, просто изменив на противоположные неравенства (4). В этом случае можно определить метрику во внешней области пузыря, используя решение первого уравнения (2), так, чтобы метрика внешнего пространства совпала с метрикой нашей Вселенной [16]. Третий тип частиц можно составить как комбинацию двух первых, в результате возникает пузырь, ограниченный оболочкой конечной

толщины. Наконец, можно составить многослойную оболочку, состоящую из чередования оболочек конечной толщины и «вакуумных» промежутков, в которых выполняется равенство  $A^2 = \kappa^2$ . Такого рода структура пространства обладает двумя периодами, зависящими от инвариантов функции Вейерштрасса  $g_2, g_3$ .

Преобразуем метрику (6) к стандартному виду. Для этого умножим обе части выражения (6) на постоянное число  $-\kappa$  и введем новые переменные, отличающиеся от старых переменных на постоянный множитель  $\sqrt{\kappa}$ , в результате находим

$$\Psi \rightarrow \Psi_1 = dt^2 - d\theta^2 - \sin^2 \theta d\varphi^2 \quad (7)$$

Метрика (7) использовалась для моделирования структуры барионов, в том числе протона и нейтрона [17-18], а также атомных ядер [19-20]. В настоящей работе метрика (7) использована для моделирования динамики преонов в метрике кварков и лептонов.

### **Динамика преонов**

Для описания динамики преонов во внутренней области пузыря с метрикой вида (7) рассмотрим систему уравнений Дирака во внешнем поле Янга-Миллса [24-25]. Отметим, что согласно (2) в метрике (7) тензор энергии импульса является постоянным. Следовательно, будем предполагать, что поле Янга-Миллса во внутренней области пузыря сводится к некоторой совокупности констант. Кроме того, будем учитывать электромагнитное поле, которое генерируют заряды. Используя результаты работы [32], преобразуем уравнение Дирака к криволинейным координатам (7). Имеем систему уравнений

$$i\gamma^\mu (\nabla_\mu + iq_{ab}A_\mu^b)\psi_a = m_{ab}\psi_a \quad (8)$$

Здесь обозначено  $\gamma^\mu, q_{ab}, A_\mu^b, \psi_a, m_{ab}$  - матрицы Дирака, параметры взаимодействия, векторный потенциал, волновая функция и эффективная масса поля преона  $a$  входящего в состав частицы  $b$  соответственно. Матрицы Дирака в метрике (7) имеют вид

$$\gamma^0 = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 \end{pmatrix}, \quad \gamma^\varphi = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & -ie^{-i\varphi} \\ 0 & 0 & ie^{i\varphi} & 0 \\ 0 & ie^{-i\varphi} & 0 & 0 \\ -ie^{i\varphi} & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$$\gamma^\theta = \begin{pmatrix} 0 & 0 & -\sin\theta & e^{-i\varphi}\cos\theta \\ 0 & 0 & e^{i\varphi}\cos\theta & \sin\theta \\ \sin\theta & -e^{-i\varphi}\cos\theta & 0 & 0 \\ -e^{i\varphi}\cos\theta & -\sin\theta & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

В этих обозначениях оператор Дирака в метрике (7) можно представить в форме

$$\gamma^\mu \nabla_\mu = \gamma^0 \partial_t + \gamma^\theta \partial_\theta + \frac{\gamma^\varphi}{\sin\theta} \partial_\varphi$$

Поскольку преоны обладают электрическим зарядом, они генерируют электромагнитное поле, посредством которого взаимодействуют друг с другом. Для описания этого взаимодействия используем уравнения квантовой электродинамики в форме

$$e^2 q_{ab} \bar{\psi}_a \gamma^\mu \psi_a = (\partial_t^2 - \nabla^2) A_e^\mu \quad (9)$$

Здесь  $e^2 = 0.0072973525698(24)$  - постоянная тонкой структуры,

$\bar{\psi}_a = \psi_a^\dagger \gamma^0, \psi_a^\dagger$  - сопряженный (по Эрмиту) вектор. Таким образом,

предполагаем, что токи и заряды преонов суммируются, создавая

коллективное поле, с которым преоны взаимодействуют в соответствии с уравнениями (8).

Для понижения порядка системы представим решение уравнений (8)-(9) в форме

$$\psi_a = e^{-i\omega t + iL\varphi} \begin{pmatrix} f_1(\theta) \\ f_2(\theta)e^{i\varphi} \\ if_3(\theta) \\ if_4(\theta)e^{i\varphi} \end{pmatrix}_a \quad (10)$$

Здесь  $L, \omega$  - проекция углового момента на выделенную ось и энергия системы соответственно. Система уравнений Дирака для случая представления решения в форме (10), приводится к виду,

$$\begin{aligned} f_1' &= (L + q_{ab}A_b \sin \theta)(f_1 \cot \theta + f_2) + f_2 + \\ & (m_{ab} + \omega - q_{ab}\Phi_b)(f_3 \sin \theta - f_4 \cos \theta) \\ f_2' &= (L + q_{ab}A_b \sin \theta)(f_1 - f_2 \cot \theta) - f_2 \cot \theta - \\ & (m_{ab} + \omega - q_{ab}\Phi_b)(f_3 \cos \theta + f_4 \sin \theta) \\ f_3' &= (m_{ab} - \omega + q_{ab}\Phi_b)(f_1 \sin \theta - f_2 \cos \theta) + \\ & (L + q_{ab}A_b \sin \theta)(f_3 \cot \theta + f_4) + f_4 \\ f_4' &= -(m_{ab} - \omega + q_{ab}\Phi_b)(f_1 \cos \theta + f_2 \sin \theta) + \\ & (L + q_{ab}A_b \sin \theta)(f_3 - f_4 \cot \theta) - f_4 \cot \theta \end{aligned} \quad (11)$$

Здесь предполагается, что потенциал является суммой потенциалов электромагнитного поля и поля Янга-Миллса:

$$A_b = A_e + A_{YM}, \Phi_b = \Phi_e + \Phi_{YM}$$

Отметим, что масса и заряд являются индивидуальными для каждого преона, а момент и энергия всей системы выбираются из условия образования стоячих волн вдоль меридиональной координаты. Вычисляя ток в левой части уравнения (9) и оператор набла в правой части, находим уравнения, описывающие электродинамическую часть потенциала

[http://chaosandcorrelation.org/Chaos/CR\\_1\\_04\\_2013.pdf](http://chaosandcorrelation.org/Chaos/CR_1_04_2013.pdf)



$$e^2 q_{ab} \bar{\psi}_a \gamma^0 \psi_a = \alpha q_{ab} \left( \sum_{i=1}^4 f_i^2 \right)_a = -\Phi_e'' - \Phi_e' \cot \theta, \quad (12)$$

$$e^2 q_{ab} \bar{\psi}_a \gamma^\theta \psi_a = 2\alpha q_{ab} (f_1 f_4 - f_2 f_3)_a = -A_e'' - A_e' \cot \theta + \frac{A_e}{\sin^2 \theta},$$

$$\bar{\psi}_a \gamma^\theta \psi_a = 0.$$

Здесь по индексу  $a$  осуществляется суммирование по всем преонам, входящим в систему. Таким образом, в случае кварков и электронов, состоящих из трех преонов, задача сводится к решению системы из 14 обыкновенных дифференциальных уравнений.

Как известно, электромагнитные свойства элементарных частиц характеризуются электрическим зарядом и магнитным моментом. Поэтому параметры поля Янга-Миллса, фигурирующие в уравнениях (11), должны быть связаны с величиной заряда и магнитного момента системы преонов, которые определяются следующим образом

$$Q_b = \int dV q_{ab} \bar{\psi}_a \gamma^0 \psi_a = 4\pi \int_0^{\pi/2} d\theta \sin \theta q_{ab} \left( \sum_{i=1}^4 f_i^2 \right)_a \quad (13)$$

$$\mu_b = \frac{1}{2} \int dV [\mathbf{r} \times \mathbf{j}]_z = 2\pi \mu_q \int_0^{\pi/2} d\theta \sin^2 \theta q_{ab} \bar{\psi}_a \gamma^\theta \psi_a =$$

$$4\pi \mu_{preon} \int_0^{\pi/2} d\theta \sin^2 \theta \sum_a q_{ab} (f_1 f_4 - f_2 f_3)_a$$

Здесь масштаб магнитного момента преонов выбирается путем согласования магнитного момента электрона с теоретической величиной, определяемой из второго уравнения (13). Этот масштаб связан с масштабом массы обычным соотношением  $\mu_{preon} = e / 2m_{preon} = \mu_B m_e / m_{preon}$ , где  $\mu_B, m_e$  - магнетон Бора и масса электрона соответственно.

### Модель кварков и лептонов

Решение системы уравнений (11)-(12) с нулевым векторным потенциалом Янга-Миллса можно получить в виде ряда по степеням малого параметра  $e^2 \approx 0.00729735257$ . Для системы кварков основное состояние с нулевым моментом представляется в стандартном виде:

$$L = 0, f_1 = f_{ab}, f_2 = 0, f_3 = g_{ab} \cos \theta, f_4 = g_{ab} \sin \theta \quad (14)$$

В случае (14) система уравнений (11) с нулевым векторным потенциалом приводится к виду:

$$2g_{ab} + (m_{ab} - \omega_{ab})f_{ab} = 0, \omega_{ab} = -m_{ab} \quad (15)$$

Вычисляя компоненты 4-вектора тока, и используя первое условие нормировки (13), находим

$$\begin{aligned} j^0 &= f_{ab}^2 + g_{ab}^2 = (1 + m_{ab}^2)f_{ab}^2, \\ j^\varphi &= 2f_{ab}g_{ab} \sin \theta = -2m_{ab}f_{ab}^2 \sin \theta, \\ 4\pi j^0 &= 1, f_{ab}^2 = \frac{1}{4\pi(1 + m_{ab}^2)} \end{aligned} \quad (16)$$

Используем полученные результаты для вычисления магнитных моментов электрона и кварков. Общие свойства исследуемых частиц представлены в таблицах 1-2. С учетом (14)-(15), находим из второго уравнения (13) выражение магнитного момента

$$\mu_b / \mu_{preon} = - \sum_a \frac{2m_{ab}q_{ab}}{3(1 + m_{ab}^2)} S_{ab}. \quad (17)$$

Здесь  $S_{ab}$  - собственное значение оператора спина равное  $\pm 1$  в зависимости от состояния системы – последняя колонка в таблице 1 (величина проекции спина равная  $1/2$  учитывается в выражении тока). Далее предположим, что преоны одного типа имеют равные массы в составе кварков, перечисленных в таблице 1. Как известно, магнитные моменты

[http://chaosandcorrelation.org/Chaos/CR\\_1\\_04\\_2013.pdf](http://chaosandcorrelation.org/Chaos/CR_1_04_2013.pdf)

кварков могли бы давать вклад в магнитные моменты барионов [33]. Однако при тех значениях массы, которые определены в таблице 2, этот вклад может на три порядка превышать наблюдаемые магнитные моменты протона и нейтрона.

Таблица 1. Свойства преонов и составных частиц [28-29]

Частица	Символ	Спин	Заряд	Состав	Состояние
Преон	$\alpha$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{3}$		
Преон	$\beta$	$\frac{1}{2}$	$-\frac{2}{3}$		
Преон	$\delta$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{3}$		
Антидипреон		0	$\frac{1}{3}$	$\bar{\beta} \bar{\delta}$	$\uparrow \downarrow$
Антидипреон		0	$-\frac{2}{3}$	$\bar{\alpha} \bar{\delta}$	$\uparrow \downarrow$
Антидипреон		0	$\frac{1}{3}$	$\bar{\alpha} \bar{\beta}$	$\uparrow \downarrow$
Кварк	u	$\frac{1}{2}$	$\frac{2}{3}$	$\alpha \bar{\beta} \bar{\delta}$	$\uparrow \downarrow \uparrow$
Кварк	d	$\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{3}$	$\beta \bar{\beta} \bar{\delta}$	$\uparrow \downarrow \uparrow$
Электрон	$e^-$	$\frac{1}{2}$	-1	$\beta \beta \delta$	$\uparrow \uparrow \downarrow$
Нейтрино	$\nu_e$	$\frac{1}{2}$	0	$\alpha \beta \delta$	$\uparrow \uparrow \downarrow$

Чтобы исключить такую возможность, положим, что магнитные моменты кварков точно равны нулю. В этих предположениях находим следующие уравнения, связывающие магнитные моменты и массы частиц:

$$\begin{aligned} \frac{\mu_u}{\mu_{preon}} &= -\frac{2m_\alpha}{9(1+m_\alpha^2)} + \frac{4m_\beta}{9(1+m_\beta^2)} + \frac{2m_\delta}{9(1+m_\delta^2)} = 0; \\ \frac{\mu_d}{\mu_{preon}} &= \frac{8m_\beta}{9(1+m_\beta^2)} - \frac{2m_\delta}{9(1+m_\delta^2)} = 0; \\ m_u &= m_\alpha + m_\beta + m_\delta; \quad m_d = 2m_\beta + m_\delta \end{aligned} \quad (18)$$

Система уравнений (18) содержит 4 уравнения и 5 неизвестных, поэтому, задавая массу любого преона или кварка как параметр, можно определить массу четырех остальных частиц. На рис. 1 представлены [http://chaosandcorrelation.org/Chaos/CR\\_1\\_04\\_2013.pdf](http://chaosandcorrelation.org/Chaos/CR_1_04_2013.pdf)

зависимости массы кварков и энергии преонов от массы  $u$  кварка. Отметим, что отношение масс двух типов кварков  $m_u / m_d$  принимает в модели (18) семь значений в диапазоне  $20 < m_u < 1000$ .

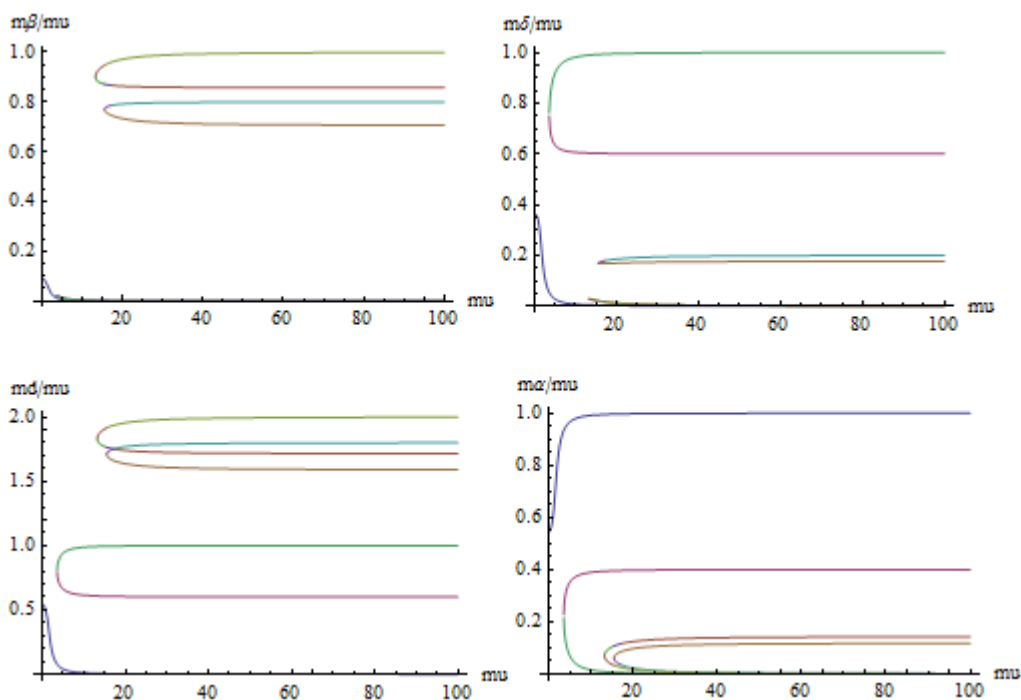


Рис. 1. Зависимость массы преонов и  $d$  кварка от массы  $u$  кварка.

Модель (18) позволяет определить численные значения отношения масс кварков – таблица 3

$$m_d / m_u = 0.6; 1; 1.588; 1.714; 1.8; 2 \quad (19)$$

Полученные соотношения (19) не согласуются с данными из таблицы 2, заимствованными из базы данных свойств элементарных частиц, встроенной в систему [34]. Известно, однако, что диапазон разброса массы легких кварков довольно велик [35], а наиболее распространенным приближением в моделях LQCD является равенство масс кварков  $u$  и  $d$ , т. е.  $m_u / m_d = 1$ .

Поэтому результаты (19) согласуются с существующими представлениями о свойствах легких кварков [35].

Таблица 2. Свойства кварков по данным [34].

Symbol	Spin	Charge	Mass	BaryonNumber	Bottomness	Charm	Hypercharge	Isospin	Strangeness	Topness
u	$\frac{1}{2}$	$\frac{2}{3}$	2.2	$\frac{1}{3}$	0	0	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	0	0
$\bar{u}$	$\frac{1}{2}$	$-\frac{2}{3}$	2.2	$-\frac{1}{3}$	0	0	$-\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	0	0
d	$\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{3}$	5.0	$\frac{1}{3}$	0	0	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	0	0
$\bar{d}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{3}$	5.0	$-\frac{1}{3}$	0	0	$-\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	0	0

Рассмотрим структуру лептонов. Известно, что нейтрино обладает нулевой массой и нулевым магнитным моментом, тогда как масса и магнитный момент электрона отличны от нуля, следовательно

$$\begin{aligned} \frac{\mu_e}{\mu_{preon}} &= -\frac{m_{preon}}{m_e} = \frac{8m_\beta}{9(1+m_\beta^2)} + \frac{2m_\delta}{9(1+m_\delta^2)}; \\ \frac{\mu_\nu}{\mu_{preon}} &= -\frac{2m_\alpha}{9(1+m_\alpha^2)} + \frac{4m_\beta}{9(1+m_\beta^2)} + \frac{2m_\delta}{9(1+m_\delta^2)} = 0; \\ m_e &= 2m_\beta + m_\delta; \quad m_\nu = m_\alpha + m_\beta + m_\delta = 0 \end{aligned} \quad (20)$$

Отметим, что система (20), как и аналогичная система (18), содержит 4 уравнения и 5 неизвестных. В этом случае можно в качестве независимого параметра выбрать массу электрона. На рис. 2 представлены зависимости энергии преонов и магнитного момента электрона от массы электрона. Эти зависимости являются однозначными только в области параметров  $0.16 < m_e < 0.94$ , то есть в окрестности наблюдаемой массы электрона, выраженной в МэВ.

В таблице 4 приведены численные значения параметров модели (20) в зависимости от массы электрона, включая известное из эксперимента значение  $m_e = 0.51099892 MeV$ .

Таблица 3. Зависимость массы преонов и d кварка от массы u кварка (указаны все возможные значения при заданной массе u кварка)

$m_u$	$m\alpha/m_u$	$m\beta/m_u$
100	{0.9999166650, 0.3998999619, 0.0001500450281, 0.1169761784, 0.1422042624, 0.0007543645590, 0.0006027242989}	{0.00001666643508, 0.00004165176757, 0.00002500203217, 0.7068448462, 0.8573282157, 0.7997725579, 0.9989962701}
1000	{0.9999991667, 0.3999990000, $1.500004500 \times 10^{-6}$ , 0.1176403917, 0.1428506426, $7.500431301 \times 10^{-6}$ , $6.000270024 \times 10^{-6}$ }	{ $1.666666435 \times 10^{-7}$ , $4.166651765 \times 10^{-7}$ , $2.500002031 \times 10^{-7}$ , 0.7058919367, 0.8571446907, 0.7999977498, 0.9999899996}
$m_u$	$m\delta/m_u$	$m d/m_u$
100	{0.00006666851820, 0.6000583863, 0.9998249529, 0.1761789754, 0.0004675219681, 0.1994730776, 0.0004010055823}	{0.0001000013884, 0.6001416898, 0.9998749570, 1.589868668, 1.715123953, 1.799018193, 1.998393546}
1000	{ $6.666668519 \times 10^{-7}$ , 0.6000005833, 0.9999982500, 0.1764676716, $4.666751965 \times 10^{-6}$ , 0.1999947498, $4.000100006 \times 10^{-6}$ }	{ $1.000000139 \times 10^{-6}$ , 0.6000014167, 0.9999987500, 1.588251545, 1.714294048, 1.799990249, 1.999983999}

В модели (20) не учитывается аномальный магнитный момент электрона, так как выражения (14)-(17) соответствуют первому члену ряда разложения по степеням малого параметра  $e^2 \approx 0.00729735257$ .

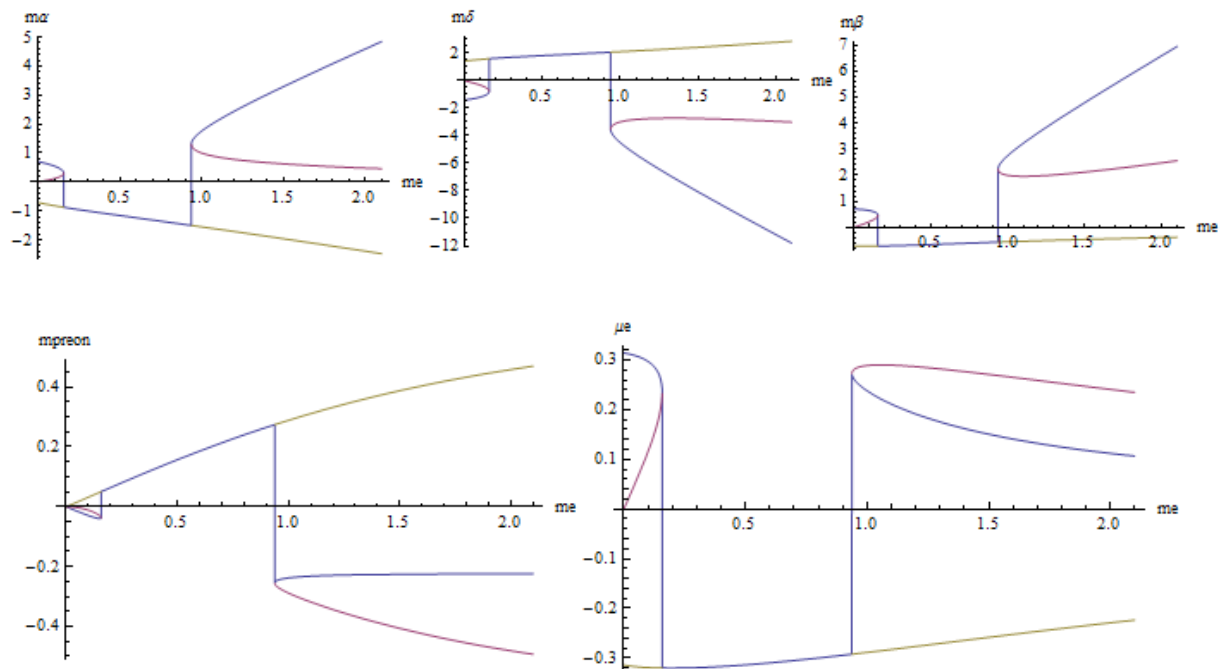


Рис. 2. Зависимость массы преонов и магнитного момента электрона от массы электрона.

Таблица 4. Зависимость массы преонов и магнитного момента электрона от массы электрона.

$m_e$	$m_\alpha$	$m_\beta$	$m_\delta$	$\mu_e/\mu_{preon}$	$m_{preon}$	$\mu_e/\mu_B$
0.210999	-0.920741	-0.320505	1.63048	-0.920741	0.0676262	-1.
0.310999	-1.00546	-0.319336	1.69992	-1.00546	0.0993132	-1.
0.410999	-1.08633	-0.316866	1.76165	-1.08633	0.130231	-1.
0.510999	-1.16527	-0.313447	1.81955	-1.16527	0.160171	-1.
0.610999	-1.24342	-0.3093	1.87584	-1.24342	0.188982	-1.
0.710999	-1.32143	-0.304583	1.93186	-1.32143	0.216558	-1.
0.810999	-1.39973	-0.299421	1.98845	-1.39973	0.24283	-1.

### Структура преонов

В представленной выше модели кварков и лептонов предполагается, что собственный магнитный момент преонов равен нулю, а их вклад в магнитный момент электрона обусловлен только наличием компоненты тока

$j^0$  в основном состоянии согласно второму уравнению (16). Это предположение, означает, что преоны, в свою очередь, являются составными частицами, которые, согласно нашей гипотезе, включают в себя безмассовый 0-фермион, обладающий спином  $\frac{1}{2}$  и скалярный 0-бозон, обладающий дробным зарядом. Косвенным подтверждением этой гипотезы может служить тот факт, что собственные магнитные моменты легких кварков равны нулю или очень малы, по сравнению с магнетон Бора, поэтому вклад преонов в магнитный момент кварков также близок к нулю.

Эта гипотеза согласуется с топологическими моделями преонов [23-25, 36], а также позволяет понять происхождение заряда электрона из системы скалярных зарядов типа [31]. Действительно, согласно существующим представлениям, заряд электрона является точечным вплоть до масштабов порядка  $10^{-18}$  м. Тем не менее, в некоторой области масштабов должна проявиться структура электрона и собственная структура преонов. Рассмотрим структуру преонов на основе модели [31], в которой предполагается, что электрический заряд возникает в результате нелинейного взаимодействия электромагнитного поля с физическим вакуумом.

Поместим искомый скалярный заряд и один фермион в пузырь, тем самым мы полностью определим структуру преона. В метрике (1)-(2) плотность энергии вакуума зависит от константы  $\kappa$ . Наличие заряда во внутренней области пузыря означает, что наружная стенка пузыря радиуса  $r = r_b$  имеет потенциал  $\Phi = \Phi_b$  относительно бесконечно удаленной точки. Тогда электростатический потенциал во внешней области имеет вид  $\Phi = \Phi_b r_b / r$ , что соответствует кулоновскому потенциалу.



Далее заметим, что радиус любого пузыря определяется масштабом  $\tau_0$ , зависящим от инвариантов функции Вейерштрасса. Если эти инварианты заданы для всего пространства, то любой масштаб определяется, в силу периодичности функции Вейерштрасса, как кратный основному масштабу  $\tau_0$ . Следовательно, потенциал в общем случае имеет вид

$$\Phi(r) = \frac{\Phi_b(\kappa)n\tau_0}{r} = \frac{nq_0}{r} \quad (21)$$

Здесь  $q_0 = \Phi_b(\kappa)\tau_0$  – масштаб заряда. Таким образом, мы доказали, что скалярный заряд, помещенный в пузырь, квантуется кратно некоторому основному заряду. Чтобы определить этот заряд, рассмотрим связь между объемным и поверхностным зарядом в метрике пузыря. Как установлено выше для волновой функции преонов в основном состоянии, плотность является постоянной во внутренней области пузыря вплоть до границы. Это утверждение справедливо также и для скалярной волновой функции, следовательно, имеем

$$\frac{4}{3}\pi(n\tau_0)^3\rho_0 = q, \quad 4\pi(n\tau_0)^2\rho_0 = q_1$$

Отсюда находим, что заряд на поверхности пузыря связан с зарядом в его внутренней области соотношением:  $q = n\tau_0q_1/3$ . С другой стороны, объемный заряд входит в выражение кулоновского потенциала (21). Отсюда находим, что  $q_0 = \tau_0q_1/3$ , поэтому выражение (21) принимает вид

$$\Phi(r) = \frac{\Phi_b(\kappa)n\tau_0}{r} = \frac{n\tau_0q_1}{3r} \quad (22)$$

Наконец, полагая, что в природе есть только один масштаб заряда и поэтому, масштаб заряда  $\tau_0q_1$  соответствует заряду электрона, приходим к соотношению между зарядом электрона и зарядом преона

$$q_{preon} = \pm \frac{ne}{3}, n = 1; 2. \quad (23)$$

Знак заряда можно определить из выражения характеристик (2)  $\tau = t \pm r + \tau_0$ , рассматривая отдельно пузыри с положительной или отрицательной скоростью расширения, как заряды двух разных знаков. Следовательно, заряд преонов обусловлен конечной скоростью расширения их оболочки, не согласованной со скоростью расширения окружающего пространства – рис. 3.

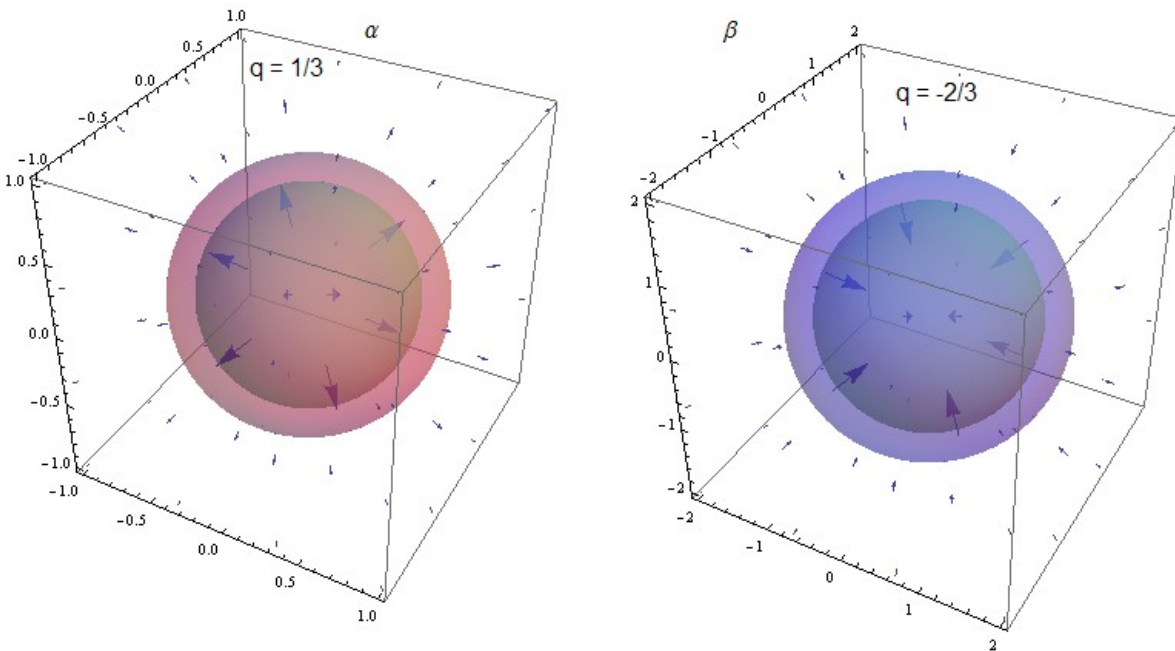


Рис. 3. Преоны альфа и бета отличаются масштабом внутренней области пузыря и направлением скорости движения оболочки.

На первый взгляд, кажется, что аналогичные рассуждения можно привести и в отношении зарядов электрона и кварков. Однако гипотезу о связи двух масштабов можно применить только один раз, например, на уровне преонов, для которых дробность заряда обоснована методами квантовой топологии [22-25, 36].

Возникает вопрос, почему у преона не бывает целого заряда, хотя выражение (23) этому не противоречит? В рамках обсуждаемой модели достаточно будет доказать, что существуют заряженные пузыри радиуса  $\tau_0, 2\tau_0$ , но не существует пузырей радиуса  $3\tau_0$  и больше. Доказательство сводится к вопросу устойчивости заряженных пузырей. Если пузырь радиуса  $3\tau_0$  и более неустойчив, то он распадается на более мелкие пузыри радиуса  $\tau_0, 2\tau_0$ .

Очевидно, что если электрический заряд является безразмерным параметром в выбранной нами системе единиц, то и все величины, входящие в его определение, тоже являются безразмерными величинами. В частности, заряд, входящий в выражение потенциала (22), является безразмерной величиной. Без ограничения общности положим  $q_1 = 1, \tau_0 = e$ , тогда из первого уравнения (5) находим

$$\kappa = \sqrt[3]{12}\varphi(e/\sqrt[3]{12}; g_2, g_3) \approx 12/e^2 + g_2 e^2 / 40\sqrt[3]{1.5} + g_3 e^4 / 336 + \dots$$

Здесь использовано разложение функции Вейерштрасса в ряд по степеням аргумента. Следовательно, плотность энергии во внутренней области пузыря возрастает с уменьшением параметра взаимодействия. В частности, полагая  $g_2 = \kappa^2 \sqrt[3]{12}, g_3 = 1$ , находим, что в случае электромагнитного взаимодействия,  $e^2 \approx 0.00729735257$ , плотность энергии в пузыре составляет  $\kappa = 1137.43$ .

Рассмотрим основное состояние 0-фермиона в метрике пузыря. В этом случае применимы уравнения (14)-(16), описывающие основное состояние фермиона с заданной энергией  $\omega_{ab} = -m_{ab}$ . Указанные решения существуют и при нулевой массе покоя, хотя не исключено, что 0-фермион обладает

конечной энергией, обусловленной гравитационным взаимодействием с материей во внутренней области пузыря.

Заметим, что преоны сами по себе способны объединяться в структуры, отличные от электронов и кварков. В этом случае они представляют особый вид тонкой материи, которая не может быть зарегистрирована в земных лабораториях. Можно предположить, что существует нейтральный газ преонов, состоящий из равных пропорций альфа, бета и дельта частиц и соответствующих античастиц. Такой газ пронизывает видимую материю насквозь, практически с ней не взаимодействуя. В частном случае, когда три частицы - альфа, бета и дельта, образуют нейтрино, можно наблюдать специфические эффекты, которые в свое время были использованы для обоснования гипотезы о существовании элементарной частицы нейтрино. Во всех остальных случаях этот газ можно рассматривать как тот самый гипотетический эфир, который фигурировал в работах ученых 19 века – Менделеева [1], Томсона [2], Максвелла, Лоренца [3] и других.

На рис. 4 показаны молекулы преона, состоящие из двух частиц с зарядом  $1/3$  и одной частицы с зарядом  $-2/3$ . Теоретически таких молекул должно быть шесть -  $\alpha\alpha\beta, \delta\delta\beta, \alpha\beta\delta$  + античастицы. Молекула  $\alpha\beta\delta$  совпадает по составу с нейтрино. Однако молекулы преона и нейтрино отличаются своей структурой – рис. 5. Нейтрино представляет собой молекулу преона  $\alpha\beta\delta$ , ограниченную поверхностью пузыря, которая расширяется со скоростью света. При этом сама молекула всегда остается во внутренней области пузыря.

Структура кварков и электрона приведена на рис. 6. Пузыри этих частиц расширяются синхронно с расширением нашей Вселенной, поэтому наблюдателю они кажутся стационарными структурами.

Таким образом, можно предположить, что существует газ преонов, представляющий собой смесь молекул  $\alpha\alpha\beta$ ,  $\delta\delta\beta$ ,  $\alpha\beta\delta$  и, возможно, их античастиц, в некоторой пропорции. Эта смесь может пребывать в различных агрегатных состояниях – твердом, жидком и газообразном. Обычное вещество практически не взаимодействует с тонким веществом преонов, но электромагнитные свойства вакуума, видимо, зависят от наличия материи преонов, так как молекулы преонов могут поляризоваться во внешнем электромагнитном поле.

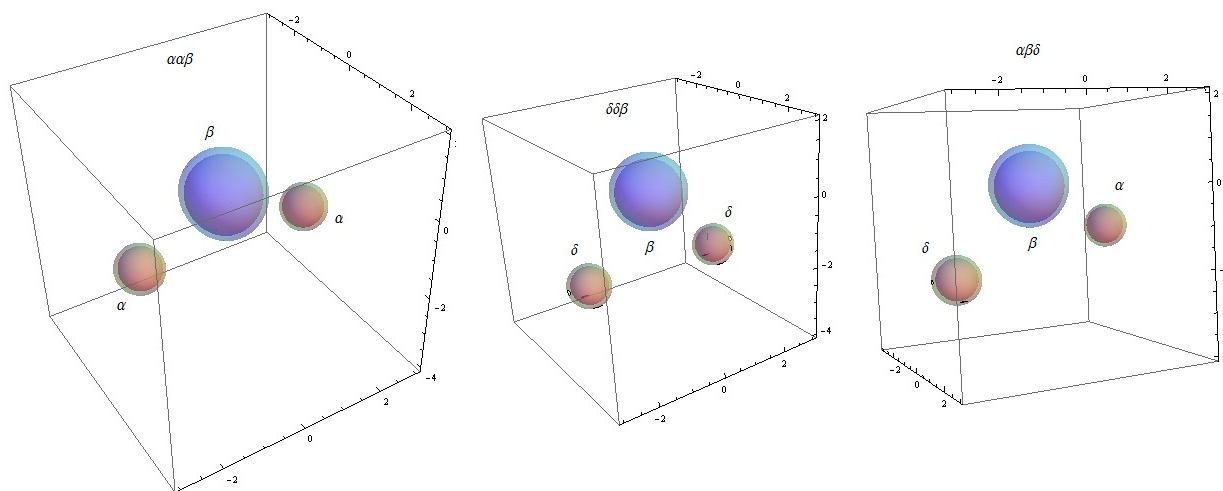


Рис. 4. Молекулы, состоящие из преонов  $\alpha\alpha\beta$ ,  $\delta\delta\beta$ ,  $\alpha\beta\delta$

Наконец, заметим, что для любой материи всегда действует ограничение, обусловленное метрикой (1)-(2), которая является решением уравнений Янга-Миллса, совместным с уравнением Эйнштейна (3). Поэтому само по себе наличие космической среды, состоящей из нейтральных молекул преонов, не приводит к нарушению постулатов теории относительности.

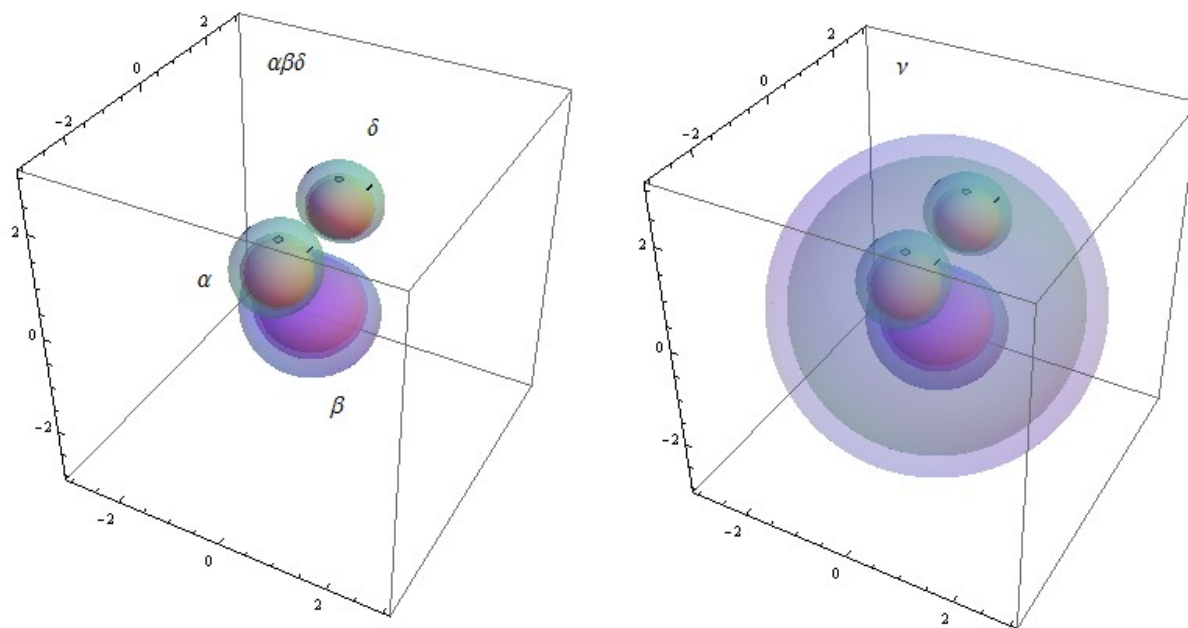


Рис. 5. Свободная молекула  $\alpha\beta\delta$  (слева) и нейтрино, состоящее из преонов  $\alpha\beta\delta$  (справа)

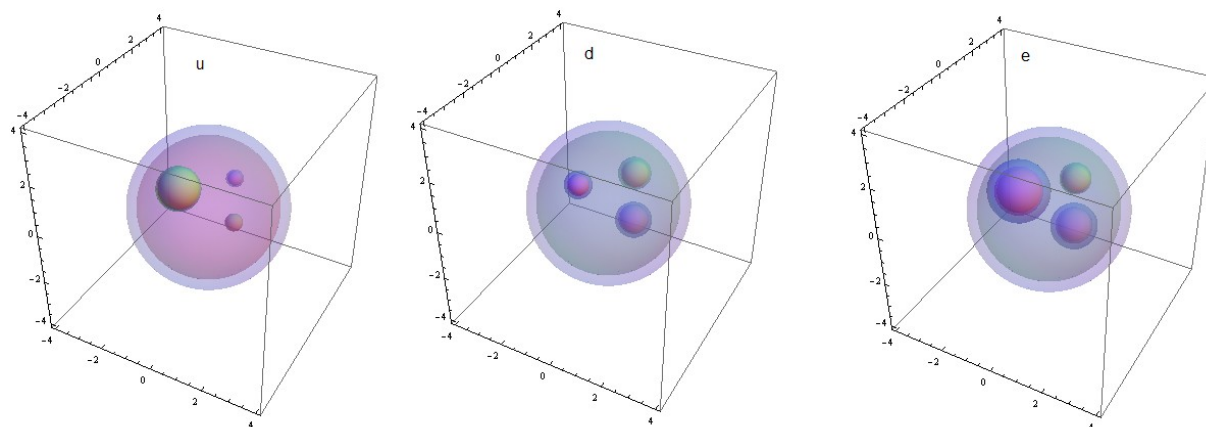


Рис. 6. Структура кварков и электрона.

Однако, если предположить, что молекулы преонов могут взаимодействовать с обычным веществом посредством гравитации, то их наличие должно приводить к заметным эффектам типа гравитационного линзирования. В этом случае материю преонов, видимо, можно наблюдать в [http://chaosandcorrelation.org/Chaos/CR\\_1\\_04\\_2013.pdf](http://chaosandcorrelation.org/Chaos/CR_1_04_2013.pdf)

форме темной материи, состоящей из компактных образований с высокой плотностью [37].

### **Симметрия электронных и ядерных оболочек**

В работе [20] сформулирована модель заполнения электронных и ядерных оболочек с учетом наличия структуры электронов и кварков:

- 1) каждый нуклон в ядре диссоциирует на отдельные кварки, которые распадаются на преоны;
- 2) преоны каждого типа образуют ферми-газ, обладающий химическим потенциалом как у релятивистских частиц;
- 3) при диссоциации масса нуклона расходуется на возбуждение кинетической энергии преонов и на создание связей между преонами;
- 4) во внутренней области пузыря преоны объединяются в кластеры кварков, электронов, протонов, нейтронов, ядер дейтрона, альфа-частиц и других ядер;
- 5) существует симметрия электронных и ядерных оболочек заключающаяся в последовательности заполнения электронных и протонных оболочек.

Отметим, что хотя преоны имеют собственную структуру, можно предположить, что процесс диссоциации не затрагивает преоны, учитывая высокую плотность энергии в пузыре  $\kappa = 1137.43$ . Тогда модель, описывающая структуру нейтрального атома, включая ядро и электронные оболочки, содержит  $12Z+9N$  однотипных уравнений для пяти типов частиц со спином  $\frac{1}{2}$ .

Даже в случае атома водорода число уравнений равно 12, а в случае изотопов водорода – дейтерия и трития, это число равно 21 и 30 соответственно. Следовательно, необходимо рассматривать задачу многих

[http://chaosandcorrelation.org/Chaos/CR\\_1\\_04\\_2013.pdf](http://chaosandcorrelation.org/Chaos/CR_1_04_2013.pdf)

тел, которую можно упростить, используя следующий прием. Рассмотрим правило заполнения оболочек фермионами [19-20]: если две частицы обладают энергией  $E_i$  каждая, то вероятность того, что третья частица обладающая энергией  $E_{i+1}$  образует с ними кластер, пропорциональна величине  $-E_{i+1}E_i^2$  (знак минус обусловлен тем, что энергия связи является отрицательной, тогда как вероятность является положительной величиной). Поскольку статистика преонов определяется распределением Ферми, то в результате приходим к модели:

$$-E_{i+1}E_i^2 = \frac{KT^3}{\exp[(E_i - \zeta_q)/T] + 1} \quad (24)$$

Здесь  $\zeta_q, T, K$  - энергия, химический потенциал, температура системы и параметр модели соответственно. Все размерные величины в модели (24) имеют размерность МэВ.

На рис. 7 представлена бифуркационная диаграмма модели (24), по которой определяется правило заполнения оболочек. Мы предполагаем, что вся диаграмма в целом описывает ядерные и электронные оболочки. Действительно, как следует из данных, приведенных на рис. 7, существует два типа оболочек, которые соответствуют малой и большой величине параметра  $K$ , а также два типа оболочек с малой и большой величиной отношения энергии к температуре при заданной величине параметра  $K$ .

Далее заметим, что в случае адиабатического расширения релятивистского газа фермионов выполняется соотношение:

$$VT^3 = const \quad (25)$$



Отсюда находим, что  $T = T_0 r_0 / r_q$ , где параметры  $T_0, r_0$  характеризуют состояние ядра. Следовательно, уровни энергии определяются в модели (24) в следующей универсальной форме

$$x_{i+1} x_i^2 = \frac{K}{\exp(-x_i + b) + 1},$$

$$E_i = -\frac{x_i T_0 r_0}{r_q}, \quad b = -\frac{\mu_q}{T} \quad (26)$$

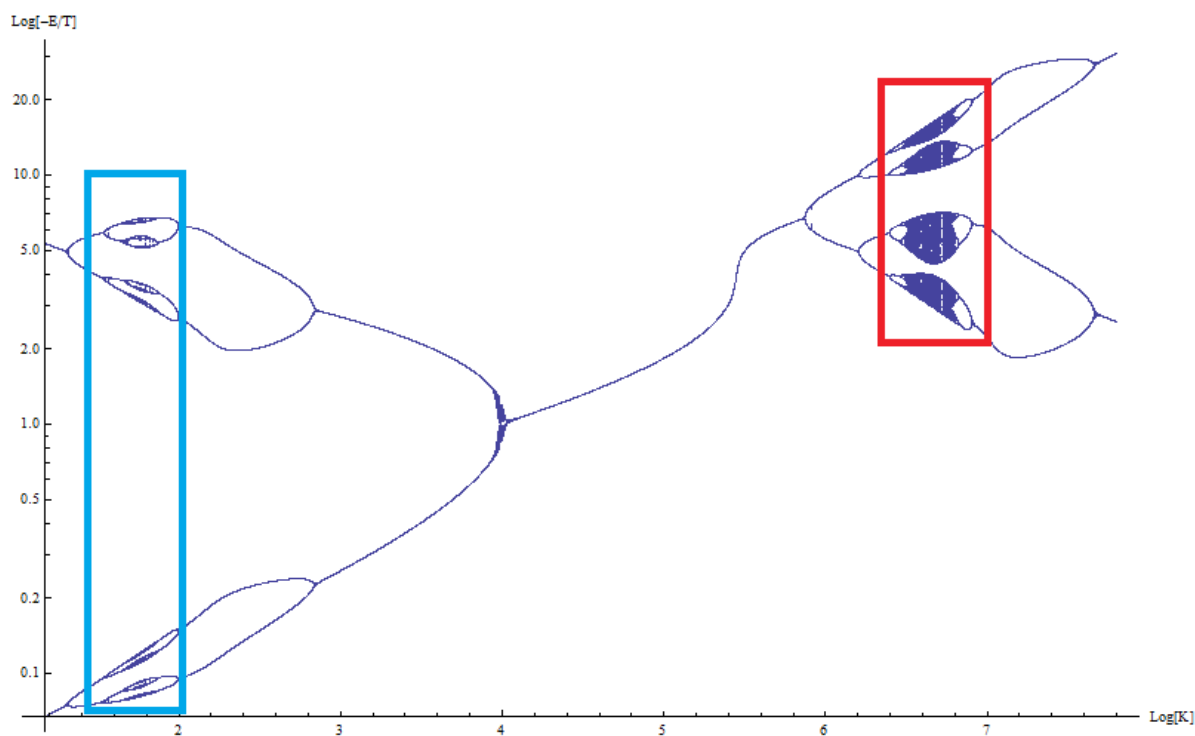


Рис. 7. Бифуркационная диаграмма модели (24) иллюстрирующая правило заполнения оболочек в атомах и в ядрах: оболочки выделены, синим и красным квадратом соответственно.

Адиабатические процессы связывают электронные и ядерные оболочки путем обмена частицами в реакциях бета-распада. Можно предположить, что

процесс обмена частицами в указанных реакциях осуществляется за счет изменения масштаба оболочек при выполнении условия (24). Тогда из (26) находим, что масштаб плотности энергии изменяется как отношении радиуса электронной орбиты к радиусу ядра, что составляет порядка  $10^4$ . Параметр модели при этом изменяется в пределах  $4.5 \leq K \leq 1000$ . Следовательно, в случае адиабатических процессов имеем оценку

$$K = K_1 (r_1 / r_q)^k. \quad (27)$$

Здесь параметры  $K_1, k$  характеризуют состояние атома. Таким образом, теория оболочек позволяет объединить электронные и ядерные оболочки в рамках одной модели.

Таким образом, атомы химических элементов можно рассматривать как совокупность молекул преонов, находящихся в двух агрегатных состояниях – жидком (ядро) и газообразном (электронные оболочки). Действительно, в теории атомного ядра широко используется капельная модель, согласно которой, атомное ядро является каплей жидкости [11]. С другой стороны, для описания электронных оболочек широко используется модель ферми-газа. Замещая протоны и нейтроны на кварки, а, кварки и электроны на их составные части преоны, приходим к модели атома, включающей жидкое ядро, состоящее из молекул  $\alpha\bar{\beta}\bar{\delta}$ ,  $\beta\bar{\beta}\bar{\delta}$  и окружающий ядро газ, состоящий из молекул  $\beta\beta\delta$  – рис. 8.

Возникает вопрос, почему система, состоящая из молекул преонов поляризуется, разделяясь на заряженное ядро и электронную «шубу», хотя существуют нейтральные молекулы, состоящие, например, из трех преонов  $\alpha\alpha\beta, \delta\delta\beta, \alpha\beta\delta$ ? Этот вопрос, очевидно, связан с вопросом о стабильности атома. Легко видеть, что атом, состоящий только из нейтральных частиц, не

может быть устойчив, поэтому его содержимое рассеивается в окружающем пространстве в виде нейтральных молекул типа  $\alpha\alpha\beta$ ,  $\delta\delta\beta$ ,  $\alpha\beta\delta$ .

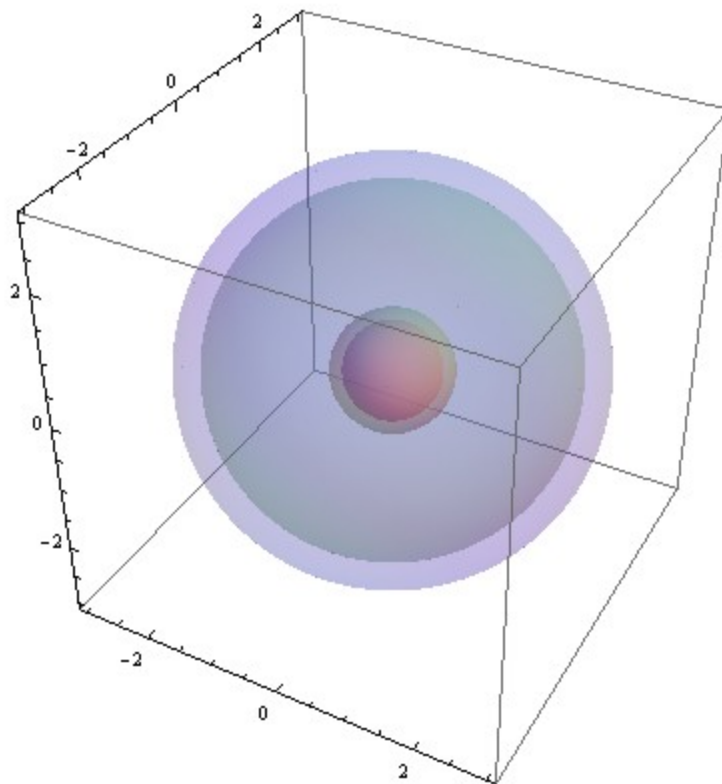


Рис. 8. Атом состоит молекул трех типов -  $\alpha\bar{\beta}\bar{\delta}$ ,  $\beta\bar{\beta}\bar{\delta}$  и  $\beta\beta\delta$ . Молекулы  $\alpha\bar{\beta}\bar{\delta}$ ,  $\beta\bar{\beta}\bar{\delta}$  образуют жидкое ядро, заключенное в пузырь, окруженный газом, состоящим из молекул  $\beta\beta\delta$  и заключенный во второй пузырь.

Сплошную среду, состоящую из таких молекул, можно рассматривать как гипотетический эфир, наличие которого, однако не противоречит теории относительности, поскольку метрика (1)-(2), использованная для описания динамики преонов, является решением уравнений Янга-Миллса и Эйнштейна

(3), составляющих математическую основу квантовой хромодинамики и теории относительности соответственно.

Наконец, заметим, что представленная выше модель атома в простейших случаях сводится к уже известным уравнениям Шредингера [7] и Дирака (8). В более сложных случаях модель приводится к уравнениям квантовой хромодинамики, описывающим процессы в атомных ядрах [12-15]. В общем же виде настоящая модель является расширением стандартной теории на тот случай, когда необходимо учитывать внутреннюю структуру преонов, кварков и электронов.

## References

1. Менделеев Д. И., Периодический закон. Основные статьи. — М.: Изд-во АН СССР, 1958, с. 111.
2. J.J. Thomson. Cathode rays// Philosophical Magazine, 44, 293 1897; J.J. Thomson. Carriers of Negative Electricity/Nobel Lecture, December 11, 1906, [http://nobelprize.org/nobel\\_prizes/physics/laureates/1906/thomson-lecture.pdf](http://nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/1906/thomson-lecture.pdf)
3. Г.А. Лорентц. Теория электронов и ее применение к явлениям света и теплового излучения. Москва, ГИТТЛ, 1953, 471 с.
4. E. Rutherford. The Scattering of  $\alpha$  and  $\beta$  Particles by Matter and the Structure of the Atom// Philosophical Magazine. Series 6, vol. 21. May 1911.
5. Niels Bohr (1913). "On the Constitution of Atoms and Molecules, Part I". Philosophical Magazine 26 (151): 1–24; Niels Bohr (1913). "On the Constitution of Atoms and Molecules, Part II Systems Containing Only a Single Nucleus". Philosophical Magazine 26 (153): 476–502.
6. Arnold Sommerfeld. Atombau und Spektrallinien. - Braunschweig: Friedrich Vieweg und Sohn, 1919; Зоммерфельд А. Строение атома и спектры. Том 1, 2. М.: ГИТТЛ, 1956.
7. E. Schrödinger. Quantisierung als Eigenwertproblem (Erste Mitteilung) // Annalen der Physik. — 1926. — Vol. 384 (79). — P. 361—376.; E. Schrödinger. Quantisierung als Eigenwertproblem (Zweite Mitteilung) // Annalen der Physik. — 1926. — Vol. 384 (79). — P. 489—527; E. Schrödinger. Über das Verhältnis der Heisenberg-Born-Jordanschen Quantenmechanik zu der meinem // Annalen der Physik. — 1926. — Vol. 384 (79). — P. 734—756.; E. Schrödinger. Quantisierung als Eigenwertproblem (Dritte Mitteilung) // Annalen der Physik. — 1926. — Vol. 385 (80). — P. 437—490.; E. Schrödinger. Quantisierung als Eigenwertproblem (Vierte Mitteilung) // Annalen der Physik. — 1926. — Vol. 386 (81). — P. 109—139.
8. Iwanenko, D.D. The neutron hypothesis// Nature, **129**, 1932, 798.
9. Гейзенберг В. Замечания к теории атомного ядра// УФН (1), 1936.

10. Maria Goeppert-Mayer. On Closed Shells in Nuclei// Phys. Rev. Vol. 74; 1948; Phys. Rev. Vol. 75; 1949.
11. Иваненко Д.Д., Периодическая система химических элементов и атомное ядро // Д.И.Менделеев. Жизнь и труды, АН СССР, М., 1957, с.66-100.
12. Stephen R. Cotanch. THEORETICAL STUDIES OF HADRONS AND NUCLEI/ Rep. 27695-8202, North Carolina State University, Raleigh, North Carolina, 2006.
13. S. Durr, Z. Fodor, J. Frison *et all*. Ab Initio Determination of Light Hadron Masses// Science, 21 November 2008: Vol. 322, no. 5905 pp. 1224-1227.
14. G. Colangelo et al., Review of lattice results concerning low energy particle physics, Eur. Phys. J. C 71 (2011) 1695, arXiv:1011.4408.
15. H. Leutwyler. Progress in understanding Quantum Chromodynamics/ Schladming Winter School 2012. <http://www.leutwyler.itp.unibe.ch/data/2012Schladming.pdf>
16. Трунев А.П. Моделирование метрики адронов на основе уравнений Янга-Миллса // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – №10(84). С. 874 – 887. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2012/10/pdf/68.pdf>, 0,875 у.п.л.
17. Трунев А.П. Динамика кварков в метрике адронов и структура барионов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №01(85). С. 525 – 542. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/01/pdf/42.pdf>
18. Трунев А.П. Динамика кварков в метрике барионов и структура ядра // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №01(85). С. 623 – 636. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/01/pdf/49.pdf>
19. Трунев А.П. Динамика кварков в атомных ядрах и кварковые оболочки // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ)

- [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №02(86). С. 674 – 697. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/02/pdf/48.pdf>
20. Трунев А.П. Преоновые оболочки и структура атома // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №03(87). С. 795 – 813. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/03/pdf/61.pdf>
  21. Jean-Jacques Dugne, Sverker Fredriksson, Johan Hansson, Enrico Predazzi. Preon Trinity - a new model of leptons and quarks// arXiv:hep-ph/9909569v3
  22. Sverker Fredriksson. Preon Prophecies by the Standard Model// arXiv:hep-ph/0309213v2
  23. Sundance O. Bilson-Thompson, Fotini Markopoulou, Lee Smolin. Quantum gravity and the standard model// arXiv:hep-th/0603022v2
  24. Robert J. Finkelstein. The Preon Sector of the  $SL_q(2)$  (Knot) Model //arXiv:1301.6440v1 [hep-th] 28 Jan 2013
  25. Finkelstein R.J. An  $SL_q(2)$  Extension of the Standard Model// arXiv:1205.1026v3
  26. Л.Н. Кривоносов, В.А. Лукьянов. Полное решение уравнений Янга-Миллса для центрально-симметричной метрики// Journal of Siberian Federal University, Mathematics & Physics 2011, 4(3), 350-362.
  27. J. A. Wheeler: Geometrodynamics (Academic Press, New York, 1962).
  28. R. P. Kerr: Phys. Rev. Lett. 11, 237 (1963); E. T. Newman and A. I. Janis: J. Math. Phys. 6, 915 (1965); 5. E. T. Newman et al: J. Math. Phys. 6, 918 (1965).
  29. M. B. Green, J. H. Schwarz and E. Witten: Superstring theory (Cambridge University Press, Cambridge, 1988).
  30. H. I. Arcos and J. G. Pereira. Spacetime: Arena or Reality?//arXiv:0710.0301v1 [gr-qc] 1 Oct 2007.
  31. Vladimir Dzhunushaliev and Konstantin G. Zloshchastiev. Singularity-free model of electric charge in physical vacuum: Non-zero spatial extent and mass generation// arXiv:1204.6380v5 [hep-th] 27 Mar 2013
  32. V. Dzhunushaliev. Canonical conjugated Dirac equation in a curved space// arXiv:1202.5100, Feb. 25, 2012.
  33. J.J.J. Kokkedee. The Quark Model. – W.A. Benjamin Inc., NY-Amsterdam, 1969.
- [http://chaosandcorrelation.org/Chaos/CR\\_1\\_04\\_2013.pdf](http://chaosandcorrelation.org/Chaos/CR_1_04_2013.pdf)

34. Wolfram Mathematica 9.0/ <http://www.wolfram.com/mathematica/>
35. A.V. Manohar, C.T. Sachrajda. Quark masses// <http://pdg.lbl.gov>
36. Sundance O. Bilson-Thompson. A topological model of composite preons// arXiv:hep-ph/0503213v2.
37. J. Hansson & F. Sandin. Preon stars: a new class of cosmic compact objects//arXiv:astro-ph/0410417v1, 18 Oct. 2004.