

УДК 531.9+539.12.01

UDC 531.9+539.12.01

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

Трунев Александр Петрович
к.ф.-м.н., Ph.D.
*Директор, A&E Trounev IT Consulting, Торонто,
Канада*

Alexander Trunev
Cand.Phys.-Math.Sci., Ph.D.
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 as consisting of preons particles

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

<http://ej.kubagro.ru/2013/04/pdf/64.pdf>

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]

$$\Psi = h_{ij} w^i w^j = -dt^2 + e^{2n} dr^2 + dq^2 + s^2(q) dj^2$$

$$\frac{d^2 s}{dq^2} = -ks \tag{1}$$

$$w^1 = dt, w^2 = e^n dr, w^3 = dq, w^4 = sdj$$

Здесь $h_{ij} = h^{ij}$ - метрический тензор пространства Минковского сигнатуры (- + + +), $k = const$ - гауссова кривизна квадратичной формы $dq^2 + s^2(q) dj^2$, Функция $n = n(r, t)$ 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]:

$$A_{tt} = \frac{1}{2}(A^2 - k^2), e^n = A_t, t = t \pm r + t_0$$

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

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

Здесь обозначено: g_2, g_3 - инварианты функции Вейерштрасса, причем $g_2 = k^2 \sqrt[3]{12}$; t_0 - свободный параметр, связанный с выбором начал координат; $b_{ij} + b_{ji} - 2(h^{ij} b_{ij}) h_{ij} = T_{ij}$ - тензор энергии-импульса материи. Отметим, что в этих обозначениях уравнение Эйнштейна имеет вид

$$b_{ij} + b_{ji} + b h_{ij} = R_{ij} \tag{3}$$

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

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

$$\begin{aligned} A^2 &= k^2, e^n = 0, \quad |t| < t_0 \\ A &= \sqrt[3]{12} \wp(t / \sqrt[3]{12}; g_2, g_3), e^n = A_t, \quad |t| > t_0 \end{aligned} \quad (4)$$

На границах пузыря непрерывна функция A и ее первая производная,

$$k = \sqrt[3]{12} \wp(t_0 / \sqrt[3]{12}; g_2, g_3), A_t = 0, |t| = t_0 \quad (5)$$

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 $t_0 = 3.0449983, k = 2.1038034$. Отметим, что метрика во внутренней области пузыря является трехмерной, поскольку не содержит радиальной координаты. Действительно, используя уравнения (1) и (4), находим

$$\Psi = -dt^2 + dq^2 + \cos^2(\sqrt{k}q + q_0) dj^2 \quad (6)$$

Аналогично строится решение для других корней второго уравнения (5). Все эти решения отличаются только размером пузыря, тогда как значение параметра k 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 $A^2 = k^2$. 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 $-k$ и введем новые переменные, отличающиеся от старых переменных на постоянный множитель \sqrt{k} , в результате находим

$$\Psi \rightarrow \Psi_1 = dt^2 - dq^2 - \sin^2 q dj^2 \quad (7)$$

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

$$ig^m (\nabla_m + iq_{ab} A_m^b) \mathcal{Y}_a = m_{ab} \mathcal{Y}_a \quad (8)$$

Здесь обозначено $g^m, q_{ab}, A_m^b, \mathcal{Y}_a, m_{ab}$ - 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

$$\mathbf{g}^0 = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 \end{pmatrix}, \quad \mathbf{g}^j = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & -ie^{-ij} \\ 0 & 0 & ie^{ij} & 0 \\ 0 & ie^{-ij} & 0 & 0 \\ -ie^{ij} & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$$\mathbf{g}^q = \begin{pmatrix} 0 & 0 & -\sin q & e^{-ij} \cos q \\ 0 & 0 & e^{ij} \cos q & \sin q \\ \sin q & -e^{-ij} \cos q & 0 & 0 \\ -e^{ij} \cos q & -\sin q & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

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

$$\mathbf{g}^m \nabla_m = \mathbf{g}^0 \partial_t + \mathbf{g}^q \partial_q + \frac{\mathbf{g}^j}{\sin q} \partial_j$$

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

$$e^2 q_{ab} \bar{Y}_a \mathbf{g}^m Y_a = (\partial_t^2 - \nabla^2) A_e^m \tag{9}$$

Здесь $e^2 = 0.0072973525698(24)$ - постоянная тонкой структуры, $\bar{Y}_a = Y_a^+ \mathbf{g}^0, Y_a^+$ - 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

$$y_a = e^{-iwt+iLj} \begin{pmatrix} f_1(q) \\ f_2(q)e^{ij} \\ if_3(q) \\ if_4(q)e^{ij} \end{pmatrix}_a \quad (10)$$

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

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

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

$$e^2 q_{ab} \bar{y}_a g^0 y_a = a q_{ab} \left(\sum_{i=1}^4 f_i^2 \right)_a = -\Phi_e'' - \Phi_e' \cot q, \quad (12)$$

$$e^2 q_{ab} \bar{y}_a g^j y_a = 2a q_{ab} (f_1 f_4 - f_2 f_3)_a = -A_e'' - A_e' \cot q + \frac{A_e}{\sin^2 q},$$

$$\bar{y}_a g^q y_a = 0.$$

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

$$Q_b = \int dV q_{ab} \bar{y}_a g^0 y_a = 4p \int_0^{p/2} dq \sin q q_{ab} \left(\sum_{i=1}^4 f_i^2 \right)_a \quad (13)$$

$$m_b = \frac{1}{2} \int dV [\mathbf{r} \times \mathbf{j}]_z = 2pm_q \int_0^{p/2} dq \sin^2 q q_{ab} \bar{y}_a g^j y_a =$$

$$4pm_{preon} \int_0^{p/2} dq \sin^2 q \sum_a q_{ab} (f_1 f_4 - f_2 f_3)_a$$

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 $m_{preon} = e / 2m_{preon} = m_B m_e / m_{preon}$, где m_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:

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

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

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

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

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

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

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

Здесь S_{ab} - собственное значение оператора спина равное ± 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 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	a	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{3}$		
Преон	b	$\frac{1}{2}$	$-\frac{2}{3}$		
Преон	d	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{3}$		
Антидипреон		0	$\frac{1}{3}$	$\bar{b}\bar{d}$	$\uparrow\downarrow$
Антидипреон		0	$-\frac{2}{3}$	$\bar{a}\bar{d}$	$\uparrow\downarrow$
Антидипреон		0	$\frac{1}{3}$	$\bar{a}\bar{b}$	$\uparrow\downarrow$
Кварк	u	$\frac{1}{2}$	$\frac{2}{3}$	$a\bar{b}\bar{d}$	$\uparrow\downarrow\uparrow$
Кварк	d	$\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{3}$	$b\bar{b}\bar{d}$	$\uparrow\downarrow\uparrow$
Электрон	e^-	$\frac{1}{2}$	-1	bbd	$\uparrow\uparrow\downarrow$
Нейтрино	ν_e	$\frac{1}{2}$	0	abd	$\uparrow\uparrow\downarrow$

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

$$\frac{m_u}{m_{preon}} = -\frac{2m_a}{9(1+m_a^2)} + \frac{4m_b}{9(1+m_b^2)} + \frac{2m_d}{9(1+m_d^2)} = 0;$$

$$\frac{m_d}{m_{preon}} = \frac{8m_b}{9(1+m_b^2)} - \frac{2m_d}{9(1+m_d^2)} = 0; \tag{18}$$

$$m_u = m_a + m_b + m_d; m_d = 2m_b + m_d$$

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 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 $20 < m_u < 1000$.

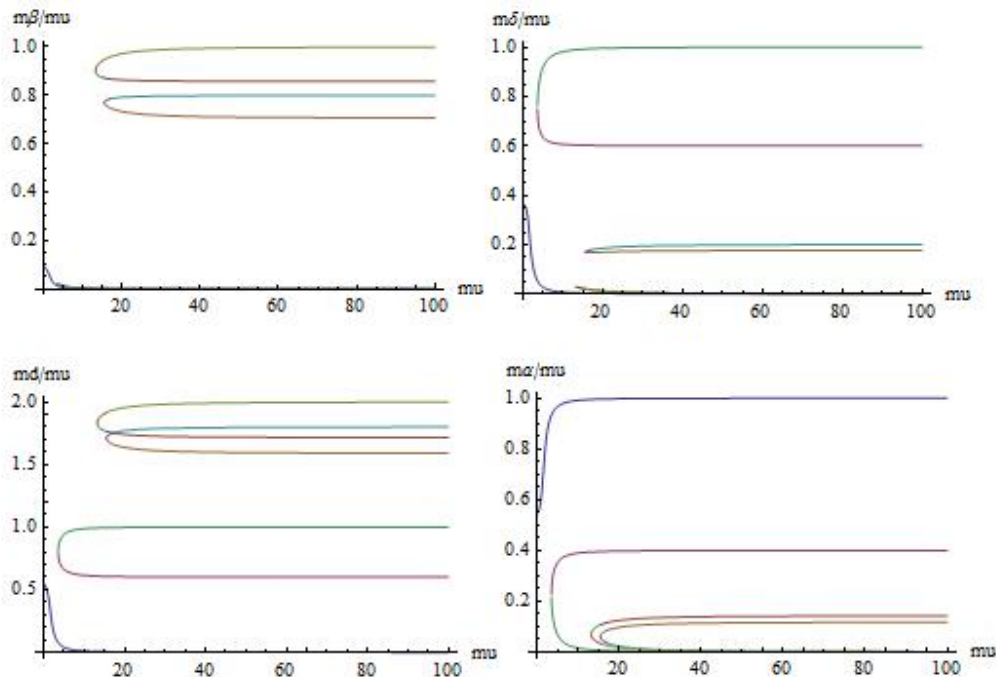


Рис. 1. Зависимость массы преонов и d кварка от массы u кварка.

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

$$m_d / m_u = 0.6; 1; 1.588; 1.714; 1.8; 2 \tag{19}$$

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

$$\frac{m_e}{m_{preon}} = -\frac{m_{preon}}{m_e} = \frac{8m_b}{9(1+m_b^2)} + \frac{2m_d}{9(1+m_d^2)};$$

$$\frac{m_n}{m_{preon}} = -\frac{2m_a}{9(1+m_a^2)} + \frac{4m_b}{9(1+m_b^2)} + \frac{2m_d}{9(1+m_d^2)} = 0; \tag{20}$$

$$m_e = 2m_b + m_d; \quad m_n = m_a + m_b + m_d = 0$$

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)

μ	$m\alpha/\mu$	$m\beta/\mu$
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	{0.999991667, 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}
μ	$m\delta/\mu$	$m\epsilon/\mu$
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, 0.999982500, 0.1764676716, $4.666751965 \times 10^{-6}$, 0.1999947498, $4.000100006 \times 10^{-6}$ }	{ $1.000000139 \times 10^{-6}$, 0.6000014167, 0.999987500, 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 $e^2 \approx 0.00729735257$.

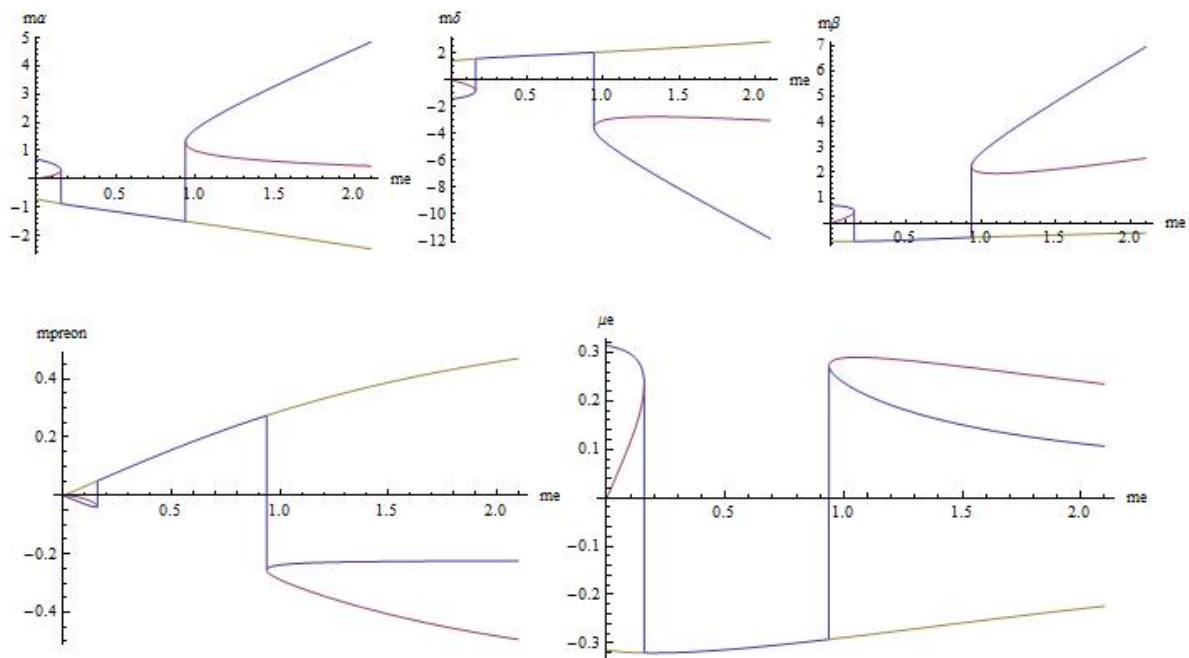


Рис. 2. Зависимость массы преонов и магнитного момента электрона от массы электрона.

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

m_e	$m\alpha$	$m\beta$	$m\delta$	μ_e/μ_{preon}	m_{preon}	μ_e/μ_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^j 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 магнетонам 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 k . 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 t_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 t_0 . Следовательно, потенциал в общем случае имеет вид

$$\Phi(r) = \frac{\Phi_b(k)nt_0}{r} = \frac{nq_0}{r} \quad (21)$$

Здесь $q_0 = \Phi_b(k)t_0$ – 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

$$\frac{4}{3}p(nt_0)^3 r_0 = q, \quad 4p(nt_0)^2 r_0 = q_1$$

Отсюда находим, что заряд на поверхности пузыря связан с зарядом в его внутренней области соотношением: $q = nt_0q_1/3$. С другой стороны, объемный заряд входит в выражение кулоновского потенциала (21). Отсюда находим, что $q_0 = t_0q_1/3$, поэтому выражение (21) принимает вид

$$\Phi(r) = \frac{\Phi_b(k)nt_0}{r} = \frac{nt_0q_1}{3r} \quad (22)$$

Наконец, полагая, что в природе есть только один масштаб заряда и поэтому, масштаб заряда t_0q_1 соответствует заряду электрона, приходим к соотношению между зарядом электрона и зарядом преона

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

Знак заряда можно определить из выражения характеристик (2) $t = t \pm r + t_0$, 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.

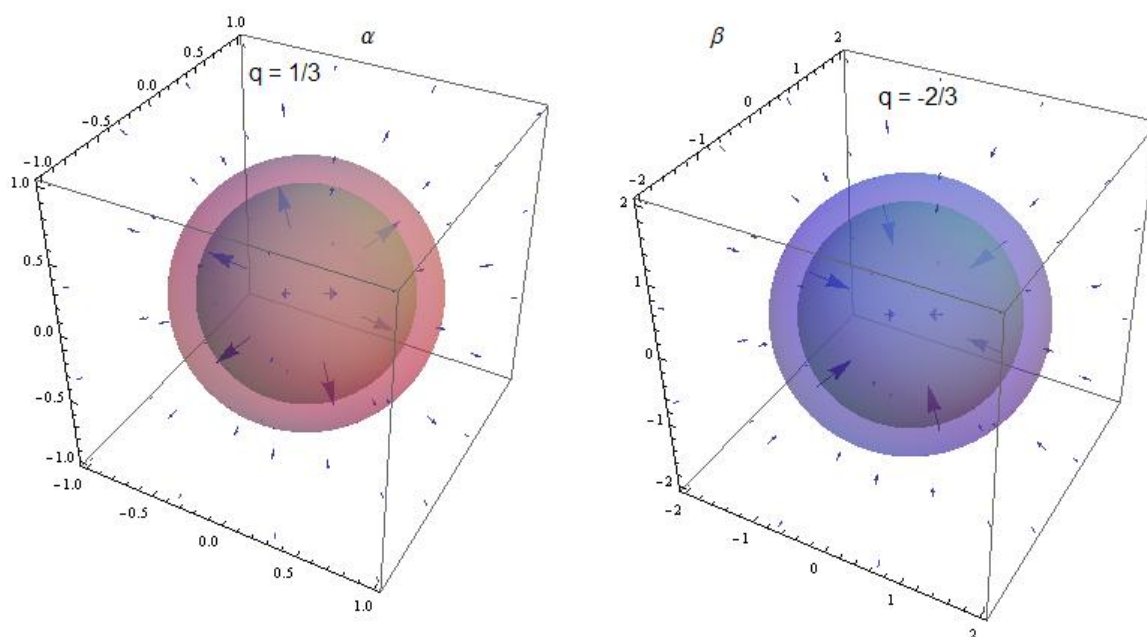


Рис. 3. Преоны альфа и бета отличаются масштабом внутренней области пузыря и направлением скорости движения оболочки.

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 $t_0, 2t_0$, но не существует пузырей радиуса $3t_0$ и больше. Доказательство

сводится к вопросу устойчивости заряженных пузырей. Если пузырь радиуса $3t_0$ и более неустойчив, то он распадается на более мелкие пузыри радиуса $t_0, 2t_0$.

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 $q_1 = 1, t_0 = e$, тогда из первого уравнения (5) находим

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

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 $g_2 = k^2 \sqrt[3]{12}, g_3 = 1$, находим, что в случае электромагнитного взаимодействия, $e^2 \approx 0.00729735257$, плотность энергии в пузыре составляет $k = 1137.43$.

Рассмотрим основное состояние 0-фермиона в метрике пузыря. В этом случае применимы уравнения (14)-(16), описывающие основное состояние фермиона с заданной энергией $w_{ab} = -m_{ab}$. 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.

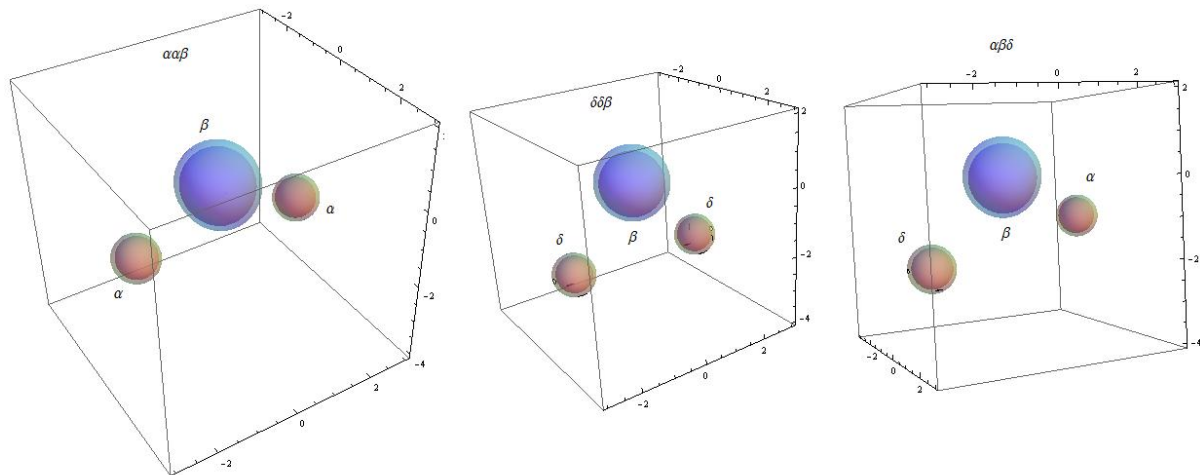


Рис. 4. Молекулы, состоящие из преонов $\alpha\alpha\beta$, $\delta\delta\beta$, $\alpha\beta\delta$

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.

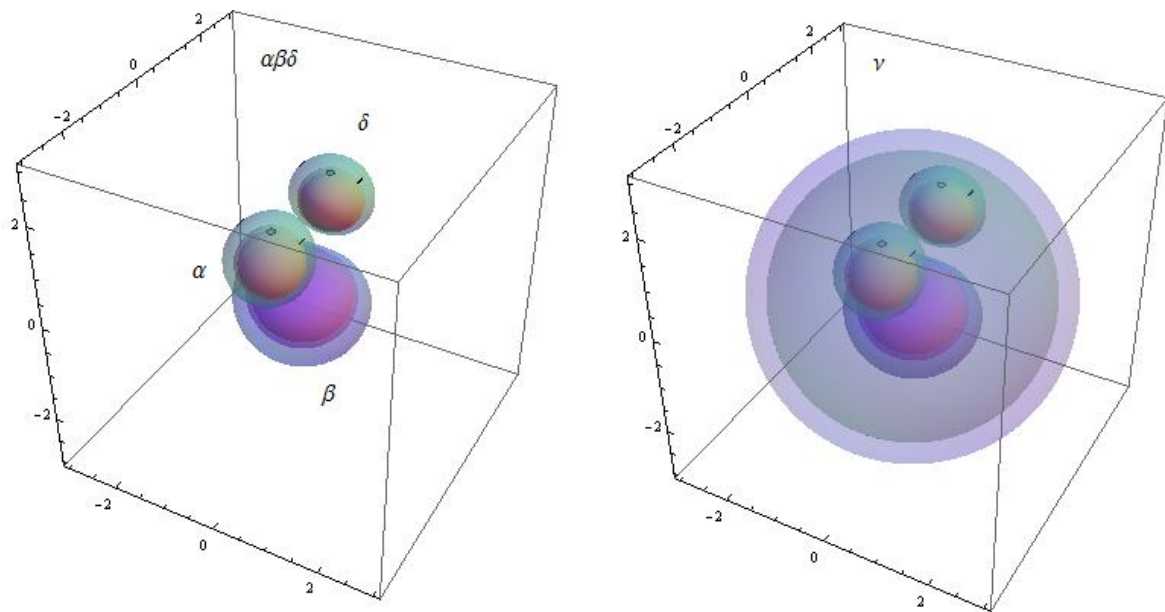


Рис. 5. Свободная молекула $\alpha\beta\delta$ (слева) и нейтрино, состоящее из преонов $\alpha\beta\delta$ (справа)

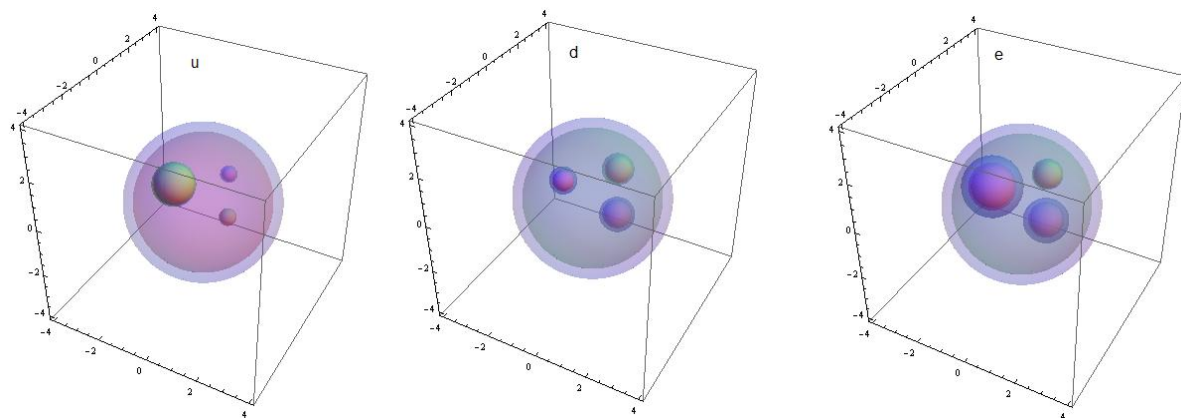


Рис. 6. Структура кварков и электрона.

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://ej.kubagro.ru/2013/04/pdf/64.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 $k = 1137.43$. 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

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:

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

Здесь V_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

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

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

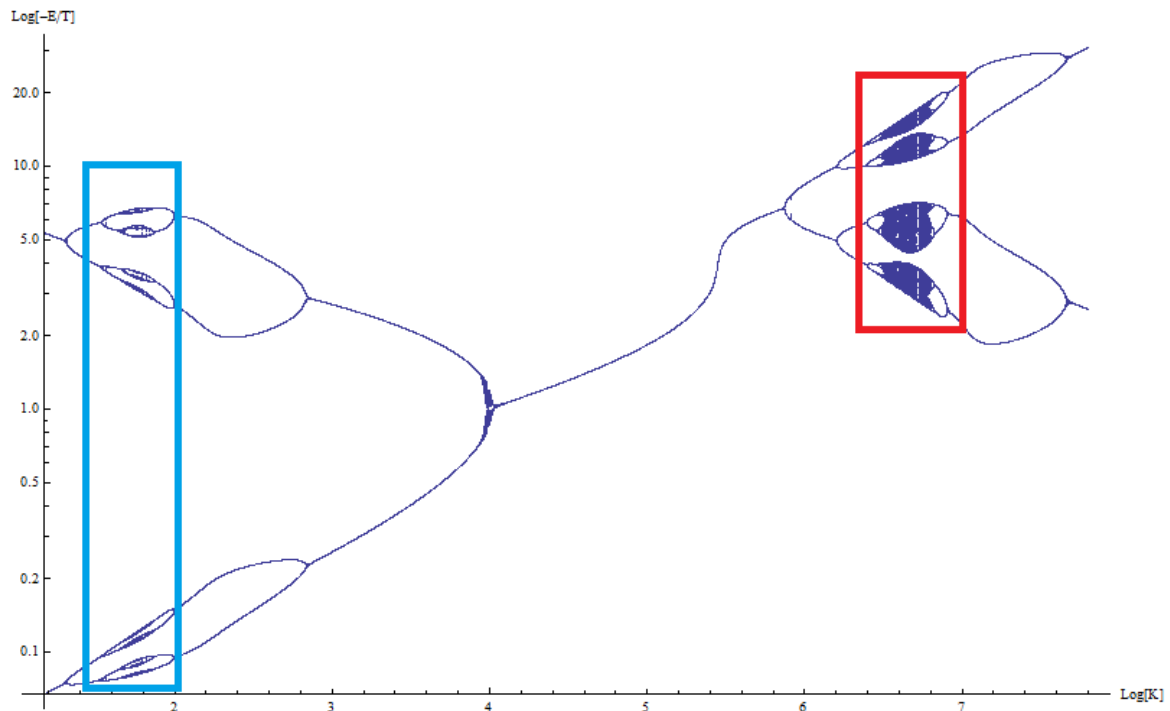


Рис. 7. Бифуркационная диаграмма модели (24) иллюстрирующая правило заполнения оболочек в атомах и в ядрах: оболочки выделены, синим и красным квадратом соответственно.

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 $a\bar{b}\bar{d}$, $b\bar{b}\bar{d}$ и окружающий ядро газ, состоящий из молекул bbd – 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 $\alpha\alpha\beta$, $\delta\delta\beta$, $\alpha\beta\delta$.

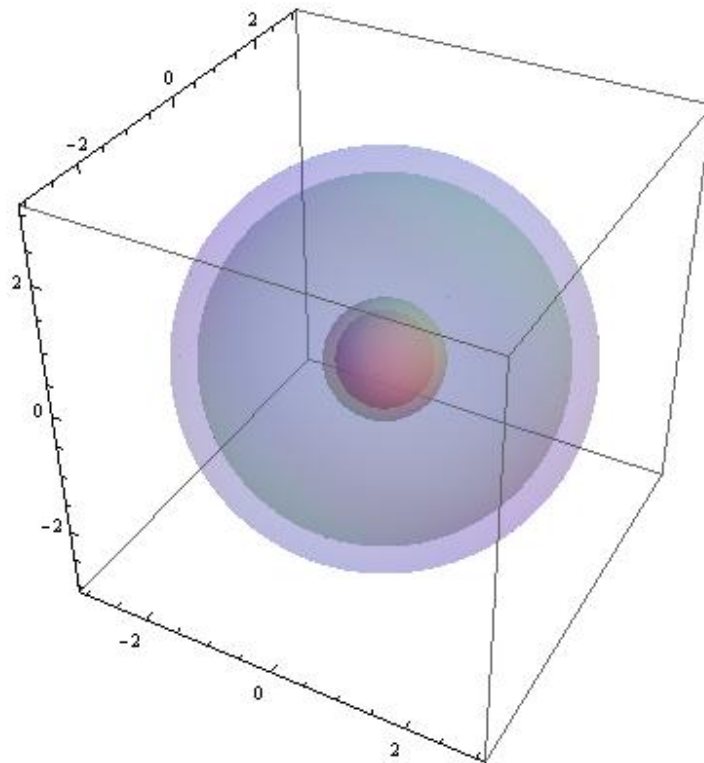


Рис. 8. Атом состоит молекул трех типов - $a\bar{b}\bar{d}$, $b\bar{b}\bar{d}$ и bbd . Молекулы $a\bar{b}\bar{d}$, $b\bar{b}\bar{d}$ образуют жидкое ядро, заключенное в пузырь, окруженный газом, состоящим из молекул bbd и заключенный во второй пузырь.

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.

Список литературы

- 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
- 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 α and β 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 al.* 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 SLq(2) (Knot) Model //arXiv:1301.6440v1 [hep-th] 28 Jan 2013
- 25) Finkelstein R.J. An SLq(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) М. В. Green, J. Н. 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.

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.

References

1) D.I. Mendeleev, the Periodic Law. Main articles. - Moscow: Publishing House of the USSR Academy of Sciences, 1958, p. 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

3) G.A. Lorentz. The theory of electrons and its applications to the phenomena of light and heat radiation. Moscow, GITTL, 1953, 471 p.

4) E. Rutherford. The Scattering of α and β 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, A. Sommerfeld, Atomic Structure and Spectra. Volume 1 and 2. GITTL, Moscow, 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) Heisenberg W. Notes on the theory of the atomic nucleus // UFN (1), 1936.

10) Maria Goeppert-Mayer. On Closed Shells in Nuclei // Phys. Rev. Vol. 74, 1948; Phys. Rev. Vol. 75, 1949.

11) D.D. Ivanenko, Periodic Table of the elements and the nucleus // Mendeleev. The life and writings of the USSR, Moscow, 1957, p.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 al. 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) Trunev A.P. Metric modeling of hadrons based on the Yang-Mills // Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University (The Journal KubGAU) [electronic resource]. - Krasnodar KubGAU, 2012. - № 10 (84). Pp. 874 - 887. - Mode of access: <http://ej.kubagro.ru/2012/10/pdf/68.pdf>, 0,875 u.p.l.

17) Trunev A.P. Dynamics of quarks and hadrons in the metric structure of baryons // Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University (The Journal KubGAU) [electronic resource]. - Krasnodar KubGAU, 2013. - № 01 (85). Pp. 525 - 542. - Mode of access: <http://ej.kubagro.ru/2013/01/pdf/42.pdf>

18) Trunev A.P. Dynamics of quarks and baryons in the metric structure of the core // Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University (The Journal KubGAU) [electronic resource]. - Krasnodar KubGAU, 2013. - № 01 (85). Pp. 623 - 636. - Mode of access: <http://ej.kubagro.ru/2013/01/pdf/49.pdf>

19) Trunev A.P. Dynamics of quarks in nuclei and quark shell // Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University (The Journal KubGAU) [electronic resource]. - Krasnodar KubGAU, 2013. - № 02 (86). Pp. 674 - 697. - Mode of access: <http://ej.kubagro.ru/2013/02/pdf/48.pdf>

20) Trunev A.P. Preonovye shell and structure of the atom // Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University (The Journal KubGAU) [electronic resource]. - Krasnodar KubGAU, 2013. - № 03 (87). Pp. 795 - 813. - Mode of access: <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 SLq (2) (Knot) Model // ArXiv: 1301.6440v1 [hep-th] 28 Jan 2013

25) Finkelstein R.J. An SLq (2) Extension of the Standard Model // arXiv: 1205.1026v3

26) L.N. Krivonosov, V.A. Lukyanov. Complete solution of the Yang-Mills equations for the centrally symmetric metric // 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.

<http://ej.kubagro.ru/2013/04/pdf/64.pdf>

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.

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.