

PHYSICS AND MATHEMATICS

ЭЛЕКТРОСИЛЬНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ

Кандидат технических наук **Камлия Р. А.**,
доцент Абхазского государственного университета, Сухум, Абхазия

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30062019/6561

ARTICLE INFO

Received: 20 April 2019

Accepted: 10 June 2019

Published: 30 June 2019

KEYWORDS

proton, neutron,
electron, positron,
matter, antimatter,
gravitation.

ABSTRACT

This work is devoted to the theoretical research of the electrical interaction between two dipoles having revealed "dipole effect", and studies of the electrical interactions in neutron-neutron and neutron-proton doublet of atomic nuclei. The possible structures of neutron-neutron and neutron-proton doublets were revealed.

Research has shown that the strong nuclear interaction of nucleons is electrical in nature.

The analysis of the possible reasons of discrepancies between theoretical calculations and experimentally obtained results of the binding energy of paired nucleons was executed. The plausible reasons for the existence of isomers are expressed.

Citation: Камлия Р. А. (2019) Elektrosil'noe Vzaimodejstvie. *World Science*. 6(46), Vol.1. doi: 10.31435/rsglobal_ws/30062019/6561

Copyright: © 2019 Камлия Р. А. This is an open-access article distributed under the terms of the **Creative Commons Attribution License (CC BY)**. The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

Введение. В настоящее время физика рассматривает четыре фундаментальных взаимодействия – электромагнитное, гравитационное, сильное и слабое. Теория электромагнитного взаимодействия разработана в середине XIX века Дж. К. Максвеллом.

В 60-е годы XX века слабое взаимодействие объединили с электромагнитным взаимодействием, что явилось выдающимся достижением, упростившим картину фундаментальных взаимодействий [1]. Еще одним выдающимся достижением 60-х годов XX века является создание кварковой модели нейтронов. В соответствии с этой структурой нейтроны состоят из двух кварков с зарядами $-1/3e$ и одного кварка с зарядом $+2/3e$. При β^- -распаде нейтрона отделяется электрон и антинейтрино. Образуется протон с двумя кварками, имеющими заряды по $+2/3e$, и одним кварком, имеющим заряд $-1/3e$.

Природа сильного взаимодействия не выяснена до сих пор.

Сильное взаимодействие – это взаимодействие нейтронов и протонов ядра, которое существует на расстояниях около 1-3Фм ($1\text{Фм}=10^{-15}\text{ м}$). При расстояниях 2-3Фм эта сила резко уменьшается и практически становится незаметной.

Закон Кулона, в соответствии с которым сила взаимодействия двух зарядов обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними, справедлив для точечных зарядов. В ядре заряды кварков разнесены в объеме. Представляется актуальным тщательное рассмотрение электрических сил взаимодействия зарядов нуклонов при малых расстояниях между ними.

Результаты исследований. Прежде чем рассматривать взаимодействие нуклонов ядра, представляется целесообразным проанализировать взаимодействие двух диполей. В качестве диполей возьмем две электрон-позитронные пары (рис.1).

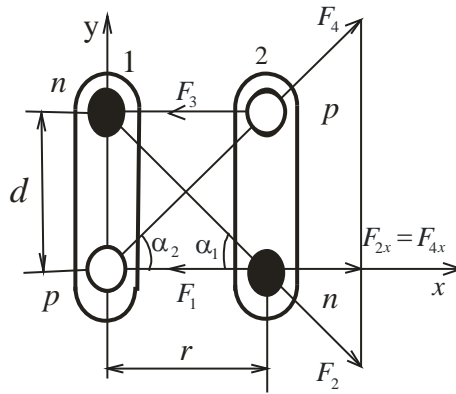


Рис.1. Электрон-позитронные диполи

Расстояние между электроном и позитроном зададим равным $d=1\text{Фм}$. Расстояние между диполями обозначим через r . Диполь, находящийся в начале координат, будем считать неподвижным. Сила притяжения определяется суммой сил взаимодействия каждого заряда подвижного диполя с каждым зарядом неподвижного диполя. Все четыре заряда по абсолютной величине равны. Поэтому выполняются равенства $F_1 = F_3, F_2 = F_4$. Так как диполи параллельны $\alpha_1 = \alpha_2$. Поэтому проекции сил F_2 и F_4 на ось x тоже равны $F_{2x} = F_{4x}$. Нас интересует сила, с которой можно оторвать диполь 1 от диполя 2. Будем искать проекции всех сил на ось x .

Сила взаимодействия электрона с позитроном первой диполи равна

$$F_1 = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{1}{r^2} \tag{1}$$

где: e – заряд электрона,

ϵ_0 – диэлектрическая постоянная.

Сила отталкивания электрона от другого электрона можно вычислить по формуле

$$F_2 = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{1}{r^2 + d^2} \tag{2}$$

Проекция F_2 на ось x равна

$$F_{2x} = F_2 \cdot \cos \alpha_1 = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{1}{r^2 + d^2} \cdot \frac{r}{\sqrt{d^2 + r^2}} \tag{3}$$

Разность сил F_1 и F_{2x} есть проекция на ось x равнодействующей сил, действующих на электрон,

$$F_e = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0} \cdot \left(\frac{1}{r^2} - \frac{1}{r^2 + d^2} \cdot \frac{r}{\sqrt{d^2 + r^2}} \right) \tag{4}$$

Проекция силы отталкивания электрона F_{2x} частично компенсирует силу притяжения электрона к позитрону. При $r=d=1\text{Фм}$ сила $F_2 = \frac{F_1}{2}$, а его проекция на ось x равна

$$F_{2x} = F_2 \cdot \cos 45^\circ = F_2 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \tag{5}$$

По мере увеличения расстояния r угол α уменьшается. Компенсация сил притяжения и отталкивания происходит в большей степени. Другими словами, при увеличении r диполь 1 как бы стягивается в точку. Кроме того, сами силы уменьшаются с увеличением расстояния в соответствии с законом Кулона. Наложение этих двух факторов приводит к резкому снижению силы притяжения диполей. Результаты расчетов для $d=1\text{Фм}$ при различных значениях r сведены в таблицу 1.

Таблица 1

r	F1	F2	cos α ₁	F _{2x}	F _e	k
1	1	0,5	0,707	0,35	0,65	1
2	0,25	0,2	0,89	0,178	0,07	9
3	0,11	0,1	0,948	0,095	0,015	43
4	0,0625	0,058	0,97	0,056	0,006	108
5	0,04	0,03846	0,980	0,0377	0,002	325

В таблице все силы указаны в относительных единицах. В последнем столбце указано во сколько раз уменьшается сила взаимодействия диполей по отношению к расстоянию r=1Фм. Как видно из таблицы, увеличение расстояния в 5 раз приводит к снижению силы взаимодействия в 325 раз. Приблизительно, сила взаимодействия уменьшается обратно пропорционально r^{3,5}. Позитрон взаимодействует с диполем с такой же силой.

Имеет место «дипольный эффект». Заключается он в следующем. Диполи содержат по два разнородных заряда – положительный и отрицательный. В целом диполи электронейтральны. Сила притяжения разнородных зарядов F₁ компенсируется частично силой отталкивания однородных зарядов F_{2x}. По мере увеличения расстояния между диполями силы притяжения и отталкивания компенсируются лучше (диполи как бы стягиваются в точку) и одновременно сами кулоновские силы тоже уменьшаются. Наложение двух факторов дает резкое уменьшение сил притяжения.

Характер зависимости силы взаимодействия диполей от расстояния похож на характер изменения сильного ядерного взаимодействия нуклонов от расстояния между ними.

Теперь рассмотрим взаимодействие двух нейтронов. Нейтроны являются электронейтральными частицами (сумма положительных и отрицательных зарядов равны по величине), но эти заряды разнесены в объеме нейтрона и поэтому на малых расстояниях заряды одного нейтрона взаимодействуют с зарядами другого нейтрона с большой силой. Более того, когда нейтроны приближаются, электрические силы взаимодействия ориентируют их определенным образом. Благодаря этому два нейтрона притягиваются с определенной взаимной ориентацией. Анализ взаимодействия кварков одного нейтрона с кварками другого нейтрона показывает, что все кварки двух нейтронов должны лежать на одной плоскости. Этому расположению способствует и отталкивание отрицательных зарядов двух кварков. Они будут расположены так, как нарисованы на рис.2.

Теперь произведем расчеты сил электрического взаимодействия каждого кварка одного нейтрона со всеми кварками другого нейтрона, при различных расстояниях l и вычислим энергию взаимодействия нейтронов.

Треугольники a,b,c и a₁,b₁,c₁, в вершинах которых находятся кварки, являются равносторонними. Окружности, описанные вокруг треугольников, являются границами нуклонов.

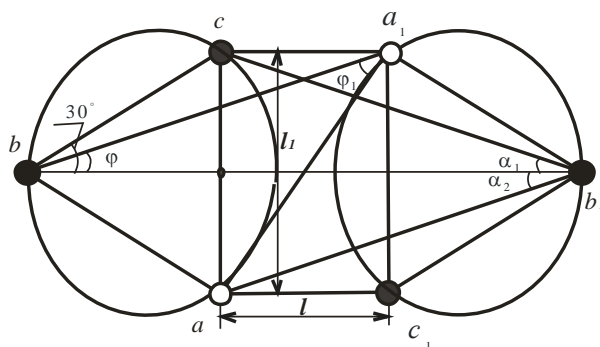


Рис.2. Дублет из двух нейтронов

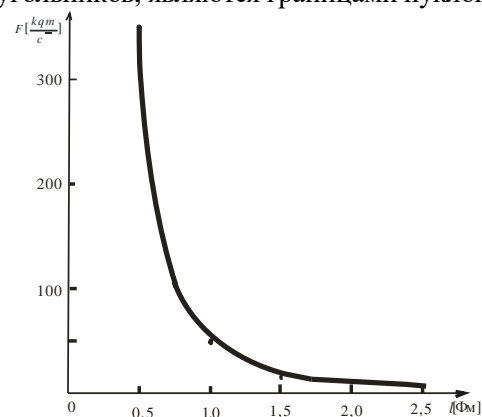


Рис.3 зависимость силы взаимодействия двух нейтронов от расстояния

Окружности, описанные вокруг треугольников, являются границами нуклонов. Диаметр нуклона $D=0,84\Phi_m$.

$$l_1 = D \frac{\sqrt{3}}{2} = 0,727\Phi_m. \quad (6)$$

Величина l (рис.2) есть расстояние между кварками двух нуклонов, которую будем изменять, и определять энергию связи нуклонов. При $l=0,5\Phi_m$ расстояние между центрами кварков будет порядка $1\Phi_m$.

Диаметры протонов и нейтронов составляют порядка 10^{-15} м, а кварки имеют диаметр порядка 10^{-18} м. Поэтому кварки можно считать точечными зарядами при рассмотрении электрического взаимодействия нуклонов.

Между каждым кварком одного нейтрона и каждым кварком другого нейтрона действуют кулоновские силы взаимодействия

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2} \quad (7)$$

где: q_1, q_2 - заряды,
 r - расстояние между зарядами,
 ϵ_0 - диэлектрическая постоянная.

Расстояния от каждого кварка до любого кварка другого нейтрона можно рассчитать, пользуясь исключительно теоремой Пифагора. График зависимости силы взаимодействия двух нейтронов от расстояния между ними приведен на рис.3. Расчеты выполнены в системе компьютерной математики Mathcad Prime 3.1.

Для расчета энергии связи двух нейтронов следует вычислить энергию связи каждого кварка одного нейтрона со всеми кварками другого нейтрона.

Энергия связи равна работе по перемещению заряда из бесконечности, где сила взаимодействия равна нулю, в данную точку. Будем считать нейтрон abc неподвижным, а нейтрон a_1, b_1, c_1 подвижным. Таким образом, будем рассчитывать работу по перемещению кварков a_1, b_1, c_1 из бесконечности в точку, где находится данный кварк. Эта работа равна

$$A = \int_l^\infty E \cdot q \cdot dl \quad (8)$$

где: E -поле,
 q - перемещаемый заряд.

Маршрут, по которому перемещаем заряд, не играет роли. Например, работа по перемещению кварка a_1 из бесконечности в данную точку, в поле, создаваемом кварком a , равно

$$A_{a,a} = \int_{ra_1}^\infty \frac{qa_1}{4\pi\epsilon_0 \cdot r^2} \cdot qa_1 dl = \frac{q_a}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{qa_1}{ra_1a} \quad (9)$$

Тогда, работа по перемещению подвижного нейтрона в поле, создаваемом кварком a , равна

$$A_a = \frac{qa}{4\pi\epsilon_0} \cdot \left(\frac{qa_1}{ra_1a} + \frac{qb_1}{rb_1a} + \frac{qc_1}{rc_1a} \right) \quad (10)$$

В поле, создаваемом кварками b и c , работа равна

$$A_b = \frac{qb}{4\pi\epsilon_0} \cdot \left(\frac{qa_1}{ra_1b} + \frac{qb_1}{rb_1b} + \frac{qc_1}{rc_1b} \right) \quad (11)$$

$$A_c = \frac{qc}{4\pi\epsilon_0} \cdot \left(\frac{qa_1}{ra_1c} + \frac{qb_1}{rb_1c} + \frac{qc_1}{rc_1c} \right) \quad (12)$$

Полная работа по перемещению нейтрона

$$A = A_a + A_b + A_c \quad (13)$$

Энергию связи в электрон-вольтах (эв) получим по формуле

$$W = \frac{A}{e} \quad (14)$$

где: e - заряд электрона.

График зависимости энергии связи двух нейтронов от расстояния между ними приведен на рис.6. Расчеты выполнены в системе компьютерной математики Mathcad Prime 3.1.

Нейтрон и протон тоже притягиваются, но для них все кварки не лежат в одной плоскости. Через три кварка можно провести единственную плоскость. На рис. 4 кварки a, b, c расположены таким образом, что плоскость, проходящая через эти кварки, вертикальная. На два отрицательных заряда по $-1/3e$ нейтрона имеются два положительных заряда по $+2/3e$ протона, а на один положительный заряд нейтрона $+2/3e$ - один заряд $-1/3e$ протона. Поэтому нейтрон притягивается к протону с такой ориентацией, что против положительных зарядов протона будут расположены отрицательные заряды нейтрона, а против отрицательного - положительный заряд нейтрона. Плоскости, проходящие через кварки, протона и нейтрона будут параллельны (рис.4).

Теперь рассмотрим зависимость силы взаимодействия нейтрона с протоном от расстояния между ними. За расстояние будем принимать расстояние между плоскостями, на которых лежат кварки нейтрона и кварки протона. Эти плоскости, как мы уже говорили, параллельны. Нас будет интересовать проекции всех сил взаимодействия кварков на общий перпендикуляр к плоскостям. На каждый кварк подвижного протона действуют три кварка неподвижного нейтрона. Рассчитаем проекцию всех сил, действующих на каждый кварк, на перпендикуляр к плоскостям.

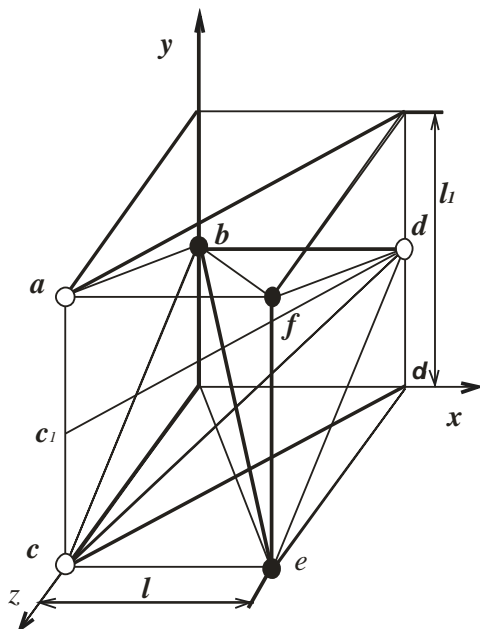


Рис.4. Взаиморасположение нейтрона и протона в дублете

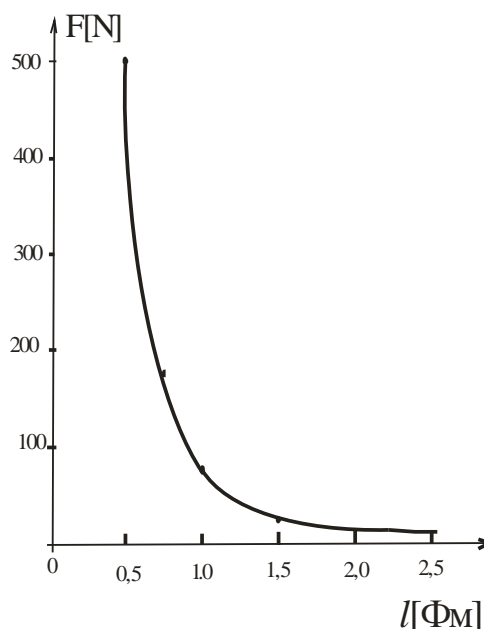


Рис.5. Зависимость силы взаимодействия нейтрона и протона от расстояния

Расчет сил взаимодействия производится также по закону Кулона. Расчет расстояний между кварками не представляет труда при известном взаимном расположении.

Сила взаимодействия нейтрона и протона зависит от расстояния между ними (центрами кварков). По результатам расчетов построен график (рис.5) зависимости силы от расстояния. Как видно из графика, характер зависимости силы взаимодействия от расстояния совпадает с характером изменения сильного ядерного взаимодействия.

Для расчета энергии связи воспользуемся той же математической моделью, что и в предыдущем случае. Изменилось только взаимное расположение кварков и заряды кварков.

Как видно из графика, характер зависимости энергии связи от расстояния похож на характер изменения сильного ядерного взаимодействия. Расчетное значение энергии связи отличается от экспериментальных данных примерно в 2 раза. Расстояние, на котором энергия связи равна экспериментальному значению, равно 0.3Фм .

Программа расчетов энергии связи составлена в системе компьютерной математики Mathcad Prime 3.1

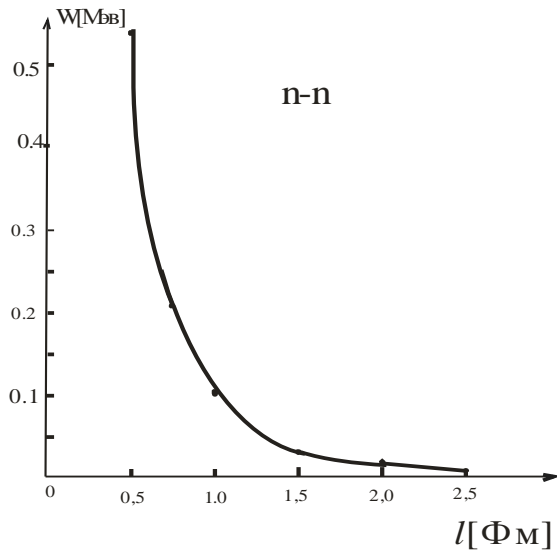


Рис.6. Зависимость энергии взаимодействия двух нейтронов от расстояния

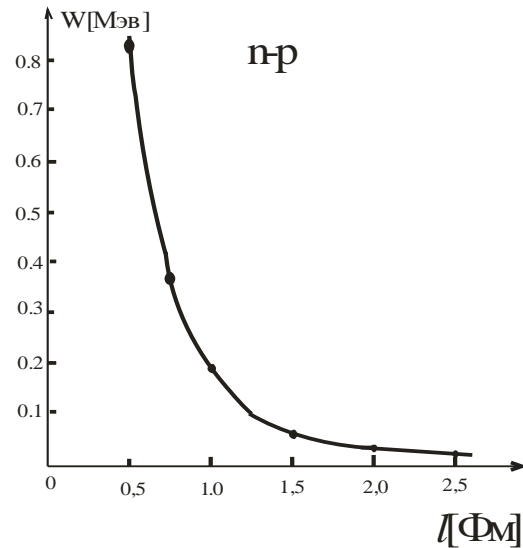


Рис.7. Зависимость энергии взаимодействия нейтрона с протоном от расстояния

Теперь сравним силу электрического и гравитационного взаимодействия электрона и позитрона. Сила электрического взаимодействия в соответствии с законом Кулона равна

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2} \tag{15}$$

где: $q_1 = q_2$ – заряд электрона,
 r - расстояние между центрами,
 ϵ_0 - диэлектрическая постоянная.

Расчет дает результат

$$F_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{e^2}{1 \cdot m^2} = 2,308 \cdot 10^{-28} N \tag{16}$$

где: e -заряд электрона.

Гравитационная сила взаимодействия равна

$$F_2 = k \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2} \tag{17}$$

где: m_1, m_2 – массы электрона и позитрона,
 k - гравитационная постоянная,
 r - расстояние между центрами.

Расчет гравитационной силы взаимодействия дает результат

$$F_2 = 6,67 \cdot 10^{-10} \cdot \frac{N \cdot m^2}{kg^2} \cdot \frac{(9,1 \cdot 10^{-31} kg)^2}{1 \cdot m^2} = 5,523 \cdot 10^{-71} N \tag{18}$$

Отношение $\frac{F_1}{F_2}$ равно

$$\frac{F_1}{F_2} = 4,177 \cdot 10^{42} \tag{19}$$

Заключение. Сила взаимодействия протона с нейтроном и энергия их связи больше нейтрон-нейтронного взаимодействия. Происходит это потому, что у протона больше положительного заряда и, кроме того, играет роль взаимная ориентация.

Проведенные расчеты показали, что два протона отталкиваются друг от друга. Они могут находиться близко, если между ними будет нейтрон. Нейтрон притягивает к себе два нейтрона с двух сторон и образуется триплет. Сила отталкивания протонов, когда между ними находится нейтрон, меньше, чем сила, с которой протон притягивается к нейтрону.

В ядрах атомов существуют дублеты, триплеты и мультиплеты. В меньшей степени попадают синглеты. Их различная компоновка определяет существование изомеров, имеющих одинаковое массовое число, но различные свойства ядер и атомов в целом. В настоящее время известно около 3500 нуклидов [2]. Тяжелые атому могут иметь более 10 изомеров. Рассчитанное значение энергии связи протона с нейтроном равно 0,83 МэВ, а экспериментально измеренное значение энергии связи дейтерия равно 2,1 МэВ, что подтверждает существенный вклад электрического взаимодействия в сильное ядерное взаимодействие.

В литературе электрические силы взаимодействия не рассматриваются, ссылаясь на то, что кулоновские силы обратно пропорциональны квадрату расстояния между зарядами, а сильное ядерное взаимодействие значительно больше электрических сил и изменяется в зависимости от расстояния значительно быстрее кулоновских сил. Однако, теоретические расчеты, учитывающие дипольный эффект, показали, что электрические силы взаимодействия могут быть значительны на малых расстояниях и очень быстро спадают благодаря дипольному эффекту. Характер их изменения совпадает с характером изменения сильного ядерного взаимодействия на тех же расстояниях.

Таким образом, расчеты показали, что в сильное ядерное взаимодействие при существующей кварковой структуре нуклонов существенный вклад вносят электрические взаимодействия кварков нуклонов ядра. И это при том, что расчеты проводились, считая кварки точечными зарядами (диаметр кварка 10^{-18} м), по сравнению с нуклоном, имеющим диаметр 10^{-15} м. Масса электрона, который отделяется от кварка при β^- -распаде нейтрона, меньше массы нуклона в 1840 раз. Возникает вопрос: из каких частиц состоит нуклон, и какую имеет он структуру?

Вообще все микрочастицы состоят из материи и антиматерии [3,4]. У большинства частиц структура сферическая, где материя обволакивает антиматерию, либо наоборот. Существуют еще майорановские частицы, у которых материя и антиматерия сосуществуют в виде диполя и частица тождественна античастице.

Электрического заряда не существует [3,4]. То, что мы называем отрицательными и положительными зарядами, есть материя и антиматерия. Электрон не заряжен, он является отрицательным зарядом с наружным слоем материи и внутренним – антиматерией. Разряженного электрона не существует. Кстати сказать, одной из нерешенных проблем Стандартной Модели физики частиц (СМ) является определение природы электрического заряда.

В СМ упоминается о материи, но нигде не говорится об антиматерии. Симметрия должна быть. Существует теория симметрии, которая используется для изучения свойств микромира.

Не существует носителя положительного заряда из числа частиц материального мира, а позитрон является антиэлектроном – частицей антивещества. Если в ядре существует положительный заряд, то это означает сосуществование противоположностей (частиц и античастиц) в масштабах атома [3]. Притягиваются материя и антиматерия.

Когда мы говорим электрические взаимодействия, следует понимать как взаимодействия материи и антиматерии.

Теперь вернемся к нуклонам. Их масса значительно превышает массу электрона. Они имеют множество положительных и отрицательных частиц, связанных большой силой, поскольку расстояния между ними очень малы. Если нуклоны содержат майорановские частицы, то они тоже представляют собой диполи из отрицательного и положительного зарядов – материи и антиматерии. Несовершенством существующей структуры нуклонов обусловлена погрешность в расчетах сил взаимодействия нуклонов.

Суперпозиция сил взаимодействия частиц одного нуклона (тела) со всеми частицами другого нуклона (тела) дает силу электрического взаимодействия нуклонов, либо силу взаимодействия двух тел. Гравитация тоже является суперпозицией гравитационного

взаимодействия всех частиц одного тела со всеми частицами другого тела. Расчеты показывают (19), что электрические взаимодействия электрона с позитроном больше гравитационного взаимодействия на 42 порядка. Можно ли на таком фоне заметить гравитацию, и существует ли вообще гравитация?

Выводы.

1. Сильное ядерное взаимодействие носит электрический характер.
2. Причиной несовпадения экспериментальных данных и теоретических расчетов является несовершенство структуры нуклонов.
3. Гравитации не существует.

ЛИТЕРАТУРА

1. Найдыш В.М., Концепция современного естествознания, издательство «Кнорус», Москва, 2016г.
2. Радиоактивность атомных ядер, учебное пособие МГУ имени М.В. Ломоносова под редакцией Б.С. Ишханова, Москва, 2017г.
3. Камлия Р.А. Черная дыра-антивещество, Сухум, 2015г.
4. Камлия Р.А. Сосуществование противоположностей в материальном мире, Юбилейное научное издание Абхазского государственного университета, Сухум, 2017г.