

Поляризационная модель атомных ядер

В.В. Чернуха

Аннотация

Представлена поляризационная модель образования атомных ядер, основывающаяся на результатах разработанной автором поляризационной теории образования полей и фундаментальных частиц. Ядро рассматривается как вкрапление в действительное подпространство Вселенной центрально-симметричного комплексного пространства физического вакуума, в котором образуются формирующие нуклоны и связывающие их в ядра физические поля. Показано, что существование восьми известных магических чисел обусловлено центрально-симметричным распределением протонов и нейтронов в ядре. Вводится понятие магических чисел нуклонов ядра. Из двух трижды магических ядер Ni_{28}^{62} и Pb_{82}^{208} , первое ядро, по-видимому, обладает максимальной энергией связи нуклонов.

Рассмотрены поляризационные механизмы связывания нуклонов и возникновения в ядре коллективных нуклонных колебательно-вращательных возбуждений. Показано, что удержание нуклонов в ядре обусловлено отсутствующим в Стандартной модели элементарных частиц гравитонным взаимодействием. Поляризационная модель позволяет иначе интерпретировать слагаемые полуэмпирической формулы Вайцеккера, выведенной для определения энергии связи нуклонов в капельной модели ядра. Вычисленные в поляризационной модели численные значения слагаемых энергии связи нуклонов близки к соответствующим эмпирическим значениям формулы Вайцеккера, в которой протоны имеют эффективный электрический заряд $0,8e$. В поляризационной модели он возникает из-за гравитонного притяжения протонов.

1. Введение

В настоящее время нет теории, объясняющей образование и главные свойства атомных ядер. Эксперимент показывает, что зависимость энергии связи ядра от протонов (Z), нейтронов (N) и нуклонов (A) не является гладкой. Скачкообразным ростом энергии связи (и ряда других свойств) выделяются ядра с некоторыми значениями Z и N , названные магическими, так как их физическая природа не понятна. Для стабильных ядер экспериментально установлены следующие значения магических чисел протонов (p) и нейтронов (n): $K = 2, 8, 20, 28, 50, 82$ и 126 (последнее только для нейтронов). Недавно (в 2013 г.) японские исследователи сообщили о существовании еще одного магического числа $K = 34$. Ядра с менее выраженными особенностями свойств принято характеризовать полумагическими числами протонов и нейтронов (14, 40, 64 и некоторые другие). В разных моделях ядра появляются дополнительные магические и полумагические числа, которые могут отражать сделанные в этих моделях предположения.

Особо выделяются по своим свойствам дважды магические ядра с магическими значениями чисел протонов и нейтронов. Такими стабильными ядрами являются $He_2^4, O_8^{16}, Ca_{20}^{40}, Ca_{20}^{48}$ и Pb_{82}^{208} . У первых трех дважды магических ядер числа протонов и

нейтронов одинаковы. Это p - n -симметричные ядра. Стабильные ядра с $Z > 20$ являются p - n -асимметричными.

В капельной модели ядер энергия их связи с точностью до 10 МэВ описывается полуэмпирической формулой К. Вайцзеккера, содержащей пять слагаемых с подобранными для описания всего спектра ядер численными коэффициентами. Наличие магических чисел породило представление об оболочечной структуре ядер на подобии оболочечной модели атома, где оболочки характеризуются спином и моментом вращения электронов. Но в отличие от этой модели в оболочечной модели ядер не удастся связать вращательные свойства нуклонов с магическими числами.

Ни оболочечная модель ядра, ни его ферми-жидкостная модель, ни другие модели не позволили выявить природу магических чисел. Это означает, что в существующих моделях ядер не учитываются некоторые физические процессы, приводящие к связыванию протонов и нейтронов в «магические» мультиплеты с соответствующим вкладом в энергию связи нуклонов.

Мы рассмотрим поляризационную модель ядер, содержащую механизмы образования «магических» мультиплетов нуклонов и позволяющую определить значения констант в эмпирической формуле Вайцзеккера.

Эта модель основывается на положениях и результатах разработанной автором поляризационной теории Мироздания [1], которая позволяет количественно описывать свойства различных природных образований косной и живой материи разных иерархических уровней. Особо высокую точность продемонстрировала поляризационная теория объединения фундаментальных взаимодействий [2] и образования фундаментальных частиц (лептонов, кварков и некоторых бозонов) [3]. В [4] представлена поляризационная теория удержания кварков в адронах, природа которого в квантовой хромодинамике не получила объяснения. В [1, 4] рассмотрена поляризационная теория образования протонов и нейтронов, а в [5] теория образования He_2^4 как структуры формируемой не отдельными нуклонами, а 60-плетом кварков.

Поляризационный подход применим и к макросистемам. Согласующаяся с наблюдательными данными теория образования звезд (включая Солнечную систему), галактик и звездных и галактических кластеров представлена в [6].

Продемонстрированная в работах [1-6] эффективность поляризационного подхода в количественном описании свойств природных объектов разных иерархических уровней позволяет предположить, что этот подход окажется эффективным и в случае атомных ядер, физика образования которых в [1] не рассматривалась и сегодня недостаточно изучена и понята.

2. Поляризационный подход к образованию частиц и структурированию вещества

Поляризационная теория Мироздания строится как монофундаменталистская теория, основывающаяся на представлении о единстве фундаментальных законов природы на всех иерархических уровнях материи. Это требование ограничивает исходные положения о мироустройстве, на которых должна базироваться универсальная теория Всего сущего. Этому требованию соответствуют четыре исходных постулата поляризационной теории.

Согласно первому постулату, Мироздание возникает как возбуждение внеприродной субстанции – *нуль-вакуума*, в котором физические сущности отсутствуют (равны нулю). Ненулевые их характеристики возникают в результате поляризационных процессов с нулевой суммой значений физических величин. Таким образом, закон сохранения *любых* физических величин является основным законом Мироздания и обобщением известных законов сохранения, а поляризация – универсальным механизмом рождения физических величин (полей, частиц, вещественных и полевых структур).

В соответствии с этим постулатом Вселенная не рождается, как принято сегодня считать, в результате генерации частиц и античастиц в Большом взрыве. Она образуется и эволюционирует в паре с *Антинегавселенной*, содержащей античастицы с отрицательной массой (*антинегачастицы*) и компенсирующей заряд и массу вещества Вселенной. Другой совместно рождающейся поляризационной парой вселенных является Антивселенная и *Негавселенная*, содержащая частицы с отрицательной массой (*негачастицы*).

Согласно второму постулату в общем случае все физические величины комплексные, в том числе пространство и время, массы и заряды. Закон сохранения комплексной величины требует сохранения нулевого значения ее модуля ($|a + ib| = 0$, $a = \pm b$). Нам известен только один из миров Вселенной, где характеристики вещества и пространства действительны.

В соответствии с третьим постулатом свойства материи определяются симметрией ее пространства, т.е. существуют три типа миров с трансляционной, аксиальной и центральной симметриями пространства, характеризующиеся разными уровнями возбуждения нуль-вакуума. Первым из него рождаются миры с трансляционной симметрией пространства, материей которого являются распространяющиеся со скоростью c скалярные поля и образованные ими полевые сущности (c -миры с колебательными возбуждениями). В нем возникают вкрапления с аксиальной симметрией пространства, образующие вещественные квантовые миры с векторными полями и вихревыми сущностями. Эти миры характеризуются значением кванта циркуляции (планковской постоянной) и названы h -мирами.

В h -мирах образуются вкрапления с центральной симметрией, порождающей тензорные поля, одним из которых является гравитационное поле с константой гравитации G (G -миры). Наша Вселенная, пространство которой является сферически-симметричным, является одним из гравитирующих G -миров, возникающих в центрально-симметричном пространстве физического вакуума. Фундаментальные частицы Вселенной являются вкраплениями физического вакуума в ее действительном или мнимом подпространствах. Различие свойств внешнего и внутреннего подпространств фундаментальной частицы делает ее границы резкими и порождает в сферически-симметричном пространстве комплексное значение массы. Ее действительная компонента является инерционной массой, а мнимая – гравитационной массой. Поляризационный механизм образования массы приводит к равенству модулей действительной и мнимой ее компонент, что соответствует эмпирическим данным. Взаимодействие мнимых масс приводит к их гравитационному притяжению.

Такая последовательность рождения миров означает, что свойства Вселенной определяются тремя мировыми константами (скоростью света, планковской и гравитационной константами). Поэтому универсальная теория Вселенной должна

содержать эти три константы. Развита в [1] и в последующих работах автора поляризационная теория оперирует только этими константами и потому может рассматриваться как основа теории всего сущего. Ее четвертый постулат утверждает предопределенность процессов на всех иерархических уровнях. Он потребовал обоснования детерминистской интерпретации квантовой механики [7].

Согласно общей теории относительности, являющейся сегодня краеугольным камнем физической картины мира, масса искажает пространство-время, что порождает гравитацию. Эта особенность присуща только гравитационному полю, и она является причиной, препятствующей его квантованию. В поляризационной теории, требующей общности свойств всех поляризующихся полей, такой исключительный статус гравитационного поля неприемлем. Не искажающие пространство-время релятивистские теории гравитации существуют и способны описывать релятивистские эффекты в той же степени, что и общая теория относительности.

Как показано в [1, 3], центральная симметрия пространства физического вакуума определяет спектр рождающихся в нем скалярных, векторных и тензорных полей, массу и заряды фундаментальных частиц. Свойства центрально-симметричного пространства проявляются через симметрии фигур Платона (тетраэдр, куб, додекаэдр, икосаэдр). Особо важную роль играет симметрия додекаэдра и икосаэдра, имеющих одинаковые мультиплеты геометрических элементов: 30-плеты ребер, 12- и 20-плеты граней и вершин. Вместе с общим центром они образуют систему, названную ДИС. Фигуры Платона определяют возможные центрально-симметричные распределения частиц в физическом вакууме, независимые от их радиального распределения¹, а их геометрические мультиплеты определяют размерности мультиплетов таких частиц. Сферически-симметричное пространство Вселенной имеет общий центр с центрально-симметричным пространством физического вакуума. Поэтому возможно пространственное распределение частиц со сферически-симметричным ядром. У такой расширенной системы размерность мультиплетов частиц увеличивается за счет частиц, локализованных в сферически-симметричном ядре.

Групповые свойства комплексных величин физического вакуума определяются группой $SU(N)$, первые три неприводимых представления которых (с размерностями 1, N и N^2-1) образуют мультиплет физических состояний с размерностью $N(N+1)$. При $N = 3, 4, 5$ получаем соответствие мультиплетами ДИС. Поэтому в центрально-симметричном пространстве физического вакуума помимо (N^2-1) -плета янг-миллсовских полей, меняющих заряды частиц, существуют не меняющие их N -плет и синглет полей. Это отсутствующие в Стандартной модели элементарных частиц незаряженные поля, аналогичные по кулоновскому характеру взаимодействия электромагнитному полю.

Значения $N = 3$ и 5 соответствуют числу вершин и сторон граней фигур ДИС и определяют размерность мультиплетов физически эквивалентных состояний. Как показано в [3], такими мультиплетами являются проекции спинов векторных и тензорных полей и зарядов частиц. $N = 3$ определяет число и спин незаряженных глюонных полей, реализующих взаимодействие между цветовыми зарядами. Значение $N = 5$ порождает квинтет новых зарядов с нулевой суммой, названных *вкусами*, и квинтет новых тензорных полей, названных гравиионными, и переносящих взаимодействие между одинаковыми

¹ Централно-симметричное распределение частиц (и их волновых функций) возникает при их расположении в вершинах, центрах граней и серединах ребер.

вкусовыми зарядами. Изменение вкусовых зарядов частиц реализуется 24-плетом янг-миллсовских гравиионных полей, в Стандартной модели также отсутствующими. Гравиионное взаимодействие возникает между частицами вращающегося вещества.

Синглетные глюонные и гравиионные поля, реализуют взаимодействие в сферически-симметричном пространстве, где локализуются триплеты цветовых и квинтеты вкусовых зарядов с нулевой суммой.

Новым типом полей являются также комбинации незаряженных векторных и тензорных полей. Три глюонных поля и электромагнитное поле формируют квартет векторных полей, а квинтет гравиионных полей вместе с гравитационным полем – секстет тензорных полей. Парные комбинации полей квартета и секстета образуют три 24-плета незаряженных комбинированных полей: один включает векторные поля, а два – взаимно ортогональные тензорные поля [1]. В этих 24-плетках 23 поля содержат глюонные и гравиионные поля физического вакуума. Это триплет глюоно-гравитонных полей, квинтет фотоно-гравиионных полей и 15-плет глюоно-гравиионных полей. Содержащий гравиионные поля 20-плет комбинированных полей соответствует симметрии ДИС ($N = 4$).

Комбинированные поля осуществляют взаимодействие между разными видами зарядов. В поляризационной теории образования фундаментальных частиц, являющихся вкраплениями физического вакуума, они играют определяющую роль, так как 23-плеты полей являются внутренними полями связанных физических систем [3]. Незаряженные поля формируют стационарные структуры, к которым относятся и стабильные ядра. Переходные процессы из одного стационарного состояния в другое происходят с участием меняющихся заряды частиц янг-миллсовскими полями.

В состав 24-плетов входит фотоногравитонный синглет, осуществляющий, как и фундаментальные поля, взаимодействие между частицами.

Гравиионное поле вместе с гравитационным полем образуют поляризационную пару тензорных полей и играет роль пятого фундаментального взаимодействия между частицами, позволяющего связать константы пяти фундаментальных взаимодействий [2]. Гравиионное взаимодействие при высоких энергиях объединяется с тремя известными взаимодействиями между зарядами – электромагнитным, слабым и сильным. Вместе с последним оно формирует грависильное взаимодействие с групповой симметрией электрослабого взаимодействия, что позволяет объединить четыре зарядовых взаимодействия. При низких энергиях гравиионное взаимодействие объединяется вместе с гравитационным взаимодействием, и все пять констант фундаментальных взаимодействий оказываются связанными. Такое объединение взаимодействий названо в [1] Гиперобъединением. Оно позволило вычислить постоянную тонкой структуры с точностью до девятого знака.

Это стало возможным при учете 72-плета комбинированных полей. Тензорные фотоногравитонные поля из-за вклада электрического отталкивания ослабляют константу гравитации при низких энергиях на фактор $(1 - \xi)^2$, где $\xi = 1/135$. Поскольку во внутреннем пространстве связанной структуры эти поля отсутствуют и соответственно гравитационная константа больше, то при переходе частиц с массой m в связанное состояние их масса m_c , пропорциональная $G^{-1/2}$, снижается на величину ξm [3]:

$$m_c = (1 - \xi)m. \quad (1)$$

Этот поляризационный эффект не зависит от вида взаимодействия частиц, которое может вносить свой вклад в дефект массы. Учет (1) позволил вычислить массы известных

лептонов, кварков, пионов и векторных бозонов с высокой точностью (в половине случаев в пределах погрешности эксперимента) как производных от первичной – планковской – частицы [3]. Достигнутая в поляризационной теории образования фундаментальных частиц точность вычисления оказалась рекордной: масса электрона, которая на 22,5 порядка меньше массы планковской частицы, известной с погрешностью около 10^{-4} , вычислена с точностью до четвертого знака. В этой теории образование реальных частиц происходит при поляризации в их внутреннем пространстве в определенной последовательности мультиплетов комбинированных полей. Этот подход используется и при построении поляризационной модели атомных ядер.

3. Образование атомных ядер

Мы рассмотрим поляризационную модель образования атомных ядер, позволяющую выявить природу магических чисел и определить зависимость энергии связи нуклонов в ядрах от числа их протонов и нейтронов. В основе модели лежит представление о том, что образующие ядро протоны и нейтроны рождаются в связанном состоянии в *поляризованном*² подпространстве физического вакуума, а связывание протонов и нейтронов в ядро осуществляется посредством гравитонного притяжения нуклонов в действительной части его *неполяризованного* подпространства, из которого ядра переходят в *неполяризованное* действительное пространство Вселенной. Иными словами, ядро рассматривается как вкрапление в пространстве Вселенной элемента пространства физического вакуума. В ядрах с «магическими» мультиплетными протонов или нейтронов их пространственное распределение соответствует центральной симметрии пространства физического вакуума. Иные размерности таких мультиплетов у «немагических» ядер приводят к нарушению центральной симметрии распределения ядер, приводящему к снижению энергии связи нуклонов.

3.1. Магические числа ядер.

В поляризационной теории фундаментальных частиц каждое новое внутреннее поле приводит к рождению новой частицы. В поляризационной модели ядер предполагается, что каждое дополнительное внутреннее незаряженное поле приводит к увеличению числа нуклонов на единицу и образованию нового ядра. Устойчивые ядра должны формироваться мультиплетными внутренними полями. К ним относятся 23-плет векторных комбинированных полей, дополняемый затем двумя 23-плетами тензорных полей, в результате чего формируется 69-плет всех комбинированных полей, участвующих в образовании ядер. Эти два числа (23 и 69) отражают два этапа формирования ядер. Другими незаряженными внутренними полями являются триплеты глюонных и квинтеты гравитонных полей, также участвующих в образовании нуклонов и магических ядер. Центральная симметрия распределения нуклонов придает ядру дополнительную устойчивость. Поэтому будем предполагать, что магические числа нуклонов

² В поляризационной теории пространство, как и другие физические величины, является комплексным. Его измерения могут иметь как физически эквивалентные, так и физически различные направления измерений, определяющих направление движения рождающихся частиц. В первом случае пространство является неполяризованным, во втором – поляризованным и имеющим множество подпространств, различающихся хотя бы одним направлением действительного или мнимого измерения.

определяются симметрией фигур Платона. Триплет глюонных полей и квинтет гравитонных полей отражают симметрию граней ДИС. Симметрия ДИС будет проявляться также в формировании 12-, 20- и 30-плетов полей и нуклонов. Таким образом, выделяются семь «особенных» чисел: 3, 5, 12, 20, 23, 30, 69. Они должны определять семь «магических» чисел ядер.

Так как пары частиц рождаются с нулевым суммарным импульсом и моментом, то, в отличие от непарных частиц, они не создают момент вращения ядра, снижающий энергию связи нуклонов. Поэтому магические числа должны быть четными. Равное восьми минимальное³ магическое число образуется двумя первыми нечетными «особенными» числами. Это число реализуется триплетом и квинтетом комбинированных полей и порождает октеты протонов и нуклонов, которые имеют центрально-симметричное распределение, определяемое симметрией куба с его восемью вершинами.

Квинтет и 15-плет комбинированных полей образуют 20-плет, одна из компонент полей которого является гравитонным полем. Он соответствует симметрии ДИС ($N = 4$) и определяет магическое число нуклонов $K = 20$.

23-плеты векторных комбинированных полей вместе с квинтетом тензорных комбинированных полей формирует 28-плет. Соответствующее магическое число нуклонов разделяется на октет и 20-плет с двумя «магическими» модами их центрально-симметричного азимутального распределения.

Все три 15-плета комбинированных полей вместе с квинтетом векторных фотонгравитонных полей формируют магическое число $K = 50$ также с двумя модами центрально-симметричного распределения, соответствующими 20- и 30-плетам нуклонов.

Следующее магическое число $K = 82$ уже не может быть образовано только комбинированными полями. Оно может формироваться 69-плетом комбинированных полей и 13-плетом полей, включающим триплет глюонных полей и оба квинтета гравитонных полей. 82 нуклона содержат мультиплеты, соответствующие симметрии ДИС: $12 + 20 \times 2 + 30$.

Два других магических числа (34 и 126) характеризуют ядра, содержащими сферически-симметричную моду распределения нуклонов, формирующую центральный ядро. В сферически-симметричном пространстве нет выделенных направлений спина и скоростей рождающихся нуклонов. Поэтому реализуются 9 глюонных и 25 гравитонных полей со всеми проекциями спинов, и вместо глюон-гравитонного октета полей реализуется 34-плет глюонных и гравитонных полей с нулевым суммарным спином. Он порождает 13- и 21-плеты нуклонов, в которых содержится по одному нуклону со сферически-симметричным распределением его волновой функции.

34-плет полей вместе с триплетом глюонных и квинтетом гравитонных полей образуют 42-плет с центрально-симметричной и сферически-симметричной модами распределения нуклонов. Для сферически-симметричного распределения скоростей нуклонов нужно, чтобы формирующие их мультиплеты поля распространялись во всех трех ортогональных направлениях. Поэтому три 42-плета полей формируют сферически-симметричное распределение глюонного и гравитонного полей, образующих 126-плет

³ Как показано в [5], образование дважды магического ядра He_2^4 с $K = 2$ происходит при связывании 60-плета кварков, соответствующего симметрии ДИС. Это связывание дает энергию связи его нуклонов $\xi m_{p,n} c^2 = 7$ МэВ, соответствующую ее экспериментальному значению. Пространственное распределение четырех нуклонов может определяться симметрией тетраэдра, имеющего квартеты граней, вершин и ребер.

нуклонов. Он содержит шесть 21-плетов нуклонов. Из них шесть нуклонов формируют сферически-симметричный ядро, а 120 нуклонов – шесть 20-плетов, создающих сферически-симметричную нуклонную структуру (или десять 12-плетов, или четыре 30-плета с центрально-симметричным распределением нуклонов). Таким образом, 34-плет и 126-плет протонов и нейтронов имеют сферически-симметричную моду их распределения. Это делает их физически выделенными структурами, что проявляется в существовании магических чисел нуклонов $K = 34$ и 126 .

Таким образом, в поляризационной модели ядра в отличие от оболочечной модели существование экспериментально установленных магических чисел $K = 2, 8, 20, 28, 34, 50, 82, 126$ получает объяснение как проявление центральной и сферической симметрии распределения нуклонов, образующихся мультиплетами незаряженных глюонных, гравитонных и комбинированных полей физического вакуума.

Особо выделяются устойчивые дважды магические ядра с магическими числами протонов и нейтронов. Если ввести понятие магических чисел нуклонов, то появляются трижды магические ядра. В пространстве Вселенной их нуклоны должны образовывать сферически-симметричный ядро, т.е. нуклонные магические числа определяются 13-, 21- и 31-плетами. Из дважды магических устойчивых ядер только Ni_{28}^{62} и Pb_{82}^{208} являются трижды магическими⁴. У Ni_{28}^{62} ядро образуют протон и нейтрон.

Pb_{82}^{208} имеет 16 нуклонных 13-плетов, т.е. центральный ядро содержит 16 нуклонов, из которых 6 являются нейтронами, а 10 протонами. Они имеют сферически-симметричное распределение, определяемое шестью осями симметрии додекаэдра и десятью осями симметрии икосаэдра, пересекающимися в центре ДИС, в окрестности которого должны локализоваться эти 16 нуклонов, чтобы не нарушать центрально-симметричное распределение остальных 120 нейтронов и 72 протонов. Эти протоны могут образовывать несколько соответствующих ДИС центрально-симметричных мод ($12 \times 6; 12 + 20 \times 3; 12 + 30 \times 2$). По сравнению с ядром никеля у свинца происходит существенная перестройка распределения нуклонов при связывании протонов и нуклонов: 10 протонов переходят в сферически-симметричный ядро. Более сильная, чем у никеля, p - n -асимметрия существенно снижает энергию связи нуклонов свинца. Поэтому можно предположить, что находящийся в области ядер с наибольшей энергией связи ($A \approx 50 - 60$) трижды магический изотоп Ni_{28}^{62} без учета оболочечных эффектов является ядром с максимальной энергией связи нуклонов. На это указывает протекание низкотемпературной реакции синтеза $Ni + H$, при котором все другие природные изотопы никеля (с $A = 58, 60, 61, 64$) трансформируются в никель-62 [8].

3.2. Энергия связи нуклонов в ядрах

Рассмотрим механизмы, определяющие энергию связи нуклонов в ядрах. В капельной модели ядра, не учитывающей поляризационные и оболочечные эффекты, энергия связи ядер определяется полуэмпирической формулой К. Вайцеккера, пригодной для приближенного описания всего спектра ядерных изотопов. Из нее следует выражение для энергии связи нуклонов:

$$\varepsilon(A, Z) = \varepsilon_1 - \varepsilon_2 A^{\frac{1}{3}} - \varepsilon_3 \frac{Z^2}{A^3} - \varepsilon_4 \left(\frac{1}{2} - \frac{Z}{A} \right)^2 + \mu; \quad (2)$$

⁴ Изотоп Sn_{50}^{132} является трижды магическим, но неустойчивым ядром.

$$\mu = \left\{ \begin{array}{l} \varepsilon_5 A^{-7/3} \text{ (четно – четные ядра)} \\ 0 \text{ (четно – нечетные ядра)} \\ -\varepsilon_5 A^{-7/3} \text{ (нечетно – нечетные ядра)} \end{array} \right\}$$

$$\varepsilon_1 = 15,56 \text{ МэВ}; \varepsilon_2 = 17,23 \text{ МэВ}; \varepsilon_3 = 0,71 \text{ МэВ}; \varepsilon_4 = 94,8 \text{ МэВ}; \varepsilon_5 = 12 \text{ МэВ}.$$

В (2) основной вклад вносит универсальное для всех ядер первое слагаемое. Второе слагаемое введено для учета энергии поверхностного натяжения капли ядерной жидкости, третье слагаемое учитывает кулоновское отталкивание протонов, четвертое – p -асимметрию ядер, а пятое – четность и нечетность числа протоны и нейтронов в ядрах. В поляризационной модели ядра эти члены получают представленную ниже поляризационную интерпретацию.

Как сказано выше, ядро рассматривается как структура, образованная отдельно рождающимися протонными и нейтронными мультиплетами в поляризованном подпространстве физического вакуума, которые связываются в общую нуклонную систему в его неполяризованном подпространстве. Двойное связывание нуклонов приводит, согласно (1), к дефекту их массы

$$\{[1 - (1 - \xi)^2]^2\} m_N = \xi(2 + \xi)m_N \approx 2\xi m_N.$$

Протоны и нейтроны могут превращаться друг в друга. Такое обменное взаимодействие между парами нуклонов вносит свой вклад в энергию связи нуклонов. Энергия этого взаимодействия пропорциональна числу протонов и нейтронов:

$$\varepsilon_0 \sim ZN = \left(\frac{A}{2} - s\right)^2; \quad s = \frac{1}{2} - \frac{Z}{A}$$

Для p - n -симметричных ядер $s = 0$, и энергия обменного взаимодействия в 4 раза меньше, чем энергия взаимодействия отдельных нуклонов, приводящая к ξ -дефекту масс. Поэтому с учетом обменного связывания энергия связи нуклонов в p - n -симметричных ядрах равна $\varepsilon_0 = 2,25\xi m_N$. Принимая среднее значение массы нуклона равным его значению в p - n -симметричных ядрах ($m_N = 939$ МэВ), получаем $\varepsilon_1 = 15,65$ МэВ. Это значение энергии близко к значению $\varepsilon_1 = 15,56$ МэВ.

Энергия обменного взаимодействия нуклонных пар снижается при нарушении p - n -симметрии, так как уменьшается их относительное число. Этот эффект учитывает четвертое слагаемое в (2). Таким образом, в поляризационной модели зависимость энергии связи нуклона от заряда «немагического» p - n -несимметричного ядра имеет вид

$$W(Z) = -\varepsilon_3 \frac{Z^2}{A^3} - \varepsilon_4 \left(\frac{1}{2} - \frac{Z}{A}\right)^2,$$

аналогичный приведенному в (2). При фиксированном значении A $W(Z)$ имеет минимум при $Z_m = \frac{A}{2(1 + \frac{\varepsilon_3}{\varepsilon_4} A^{2/3})}$, определяющий минимальное снижение энергии связи:

$$\varepsilon_{min} = -\frac{\varepsilon_4}{2} \frac{x}{1+x} = -\frac{\varepsilon_3}{2} \frac{A^{2/3}}{1 + \frac{\varepsilon_3}{\varepsilon_4} A^{2/3}}; \quad x = \frac{\varepsilon_3}{\varepsilon_4} A^{2/3}.$$

Оценим значение ε_4 , сравнивая число пространственных состояний нуклонов в p - n -симметричных и p - n -асимметричных ядрах. неполяризованное синглетное состояние первых ядер дает вклад в энергию связи нуклонов, равный $0,25\xi m_N = 1,75$ МэВ. Обмен нуклонов кварками происходит в трехмерном поляризованном пространстве физического вакуума, содержащих $k_3 - 1 = 255$ поляризованных пространственных состояний. При поляризации квинтета вкусовых зарядов на долю каждого из них придется пятая часть, т.е. 51 пространственное состояние. В стационарном состоянии ядра у участвующих в обмене

кварков вкусовые заряды должны быть одинаковыми. Это позволяет предположить, что $\epsilon_4 = 51 \cdot 0,25\xi m_N = 89$ МэВ, что примерно на 5% меньше, чем значение ϵ_4 .

Кулоновская энергия ядра равна $Z^2 e^2 / R$, где радиус ядра $R = r_0 A^{1/3}$. Принято считать, что $r_0 = (1,2 \div 1,3) \cdot 10^{-13}$ см. В кулоновском члене формулы (2) значение $\epsilon_3 = 0,71$ МэВ и не согласуется с величиной $\frac{e^2}{r_0}$. Согласие достигается, если в ядрах протоны приобретают эффективный электрический заряд $z_{ef} = (0,8 \pm 0,03)e$. Это указывает на какое-то не учитываемое капельной моделью взаимодействие между протонами, уменьшающее силу кулоновского отталкивания в $1,54 \div 1,67$ раз. Можно предположить, что это взаимодействие приводит и к изменению плотности упаковки нуклонов в ядре, отражаемой диапазоном изменения r_0 .

В поляризационной модели таким взаимодействием может быть гравитонное притяжение поляризующихся в физическом вакууме одинаковых вкусовых зарядов, которые приобретают вращающиеся нуклоны. Так как суммарный вкусовой заряд ядра равен нулю, то количество протонов и нейтронов с разными видами вкусовых зарядов одинаково и составляет их пятую часть. Поскольку квадраты электрических и вкусовых зарядов имеют разные знаки, то у пятой части протонов кулоновское отталкивание оказывается скомпенсированным. У них с остальными протонами, имеющими иные вкусовые заряды, гравитонное взаимодействие отсутствует, т.е. четыре из пяти протонов взаимодействует только электрически. Поэтому эффективный электрический заряд протонов равен $z_{ef} = 0,8$, и в поляризационной и капельной моделях кулоновское слагаемое в энергии связи нуклона в ядре с $r_0 = 1,25 \cdot 10^{-13}$ см одинаковы. Таким образом, в поляризационной модели ядер $\frac{\epsilon_4}{\epsilon_3} = \frac{89}{0,71} = 125,5$.

Сделаем оценку отношения $\frac{\epsilon_4}{\epsilon_3}$ для некоторых ядер. С уменьшением A и ϵ_4 энергия связи нуклонов возрастает. Ее максимум определяется значением ϵ_4 и приходится на некоторое ядро в диапазоне значений $A \approx 50 \div 60$, для которого $W(Z)$ должно иметь минимум (или близкое к нему значение). Соответствующее значение $\frac{\epsilon_4}{\epsilon_3} = \frac{A^{2/3}}{\frac{A}{Z_m} - 1}$. Для некоторых стабильных «немагических» ядер элементов, лежащих в области максимальных энергий связи, получаем следующие оценки возможных минимальных значений $\frac{\epsilon_4}{\epsilon_3}$: $\frac{\epsilon_4}{\epsilon_3}(Fe^{58}) = 129,8$; $\frac{\epsilon_4}{\epsilon_3}(Co^{59}) = 163,7$; $\frac{\epsilon_4}{\epsilon_3}(Ni^{64}) = 112$; у трижды магического ядра Ni^{62} $\frac{\epsilon_4}{\epsilon_3} = 146,2$. В капельной модели соответствующее отношение коэффициентов в формуле (2) $\epsilon_4/\epsilon_3 = \frac{94,8}{0,71} = 133,5$. Наличие в области наибольших энергий связи нуклонов ядер с его меньшим значением указывает, что отношение ϵ_4/ϵ_3 должно быть меньше, чем ϵ_4/ϵ_3 . Если наибольшей энергией связи обладает Fe^{58} или Ni^{64} , то снижение составит соответственно 3% или 19%.

Член, учитывающий энергию поверхностного натяжения в (2), в поляризационной модели ядер получает иную интерпретацию: как эффект коллективных колебательно-вращательных возбуждений поляризационно образующихся пар нуклонов с нулевым значением импульса. Возникновение коллективных возбуждений с некоторой частотой ω обусловлено процессом поляризации квинтета вкусовых зарядов нуклонов. Приобретающие при рождении скорость и вкусовой заряд нуклоны в действительном пространстве притягиваются, что удерживает их на орбите.

Рассмотрим удержание вращающихся нуклонов, совершающих одновременно радиальные колебания с частотой ω . В ядре с постоянной плотностью нуклонов, между которыми имеет место гравитационное и электрическое взаимодействия, эта частота оказывается не зависящей от местоположения нуклонов и реализует коллективную форму возбуждения.

В нейтронной системе на нейтрон с массой m_N , вращающийся на орбите радиуса r , действует центробежная сила $m_N \omega^2 r$, которая уравнивается взаимодействием вкусового зарядов нейтрона $q = ike$ (e – элементарный заряд, $k = 1, 2, 3 \dots$) и находящихся в сфере радиуса r вкусовых зарядов нейтронов, имеющих суммарный заряд $Q = q \frac{4\pi n_N}{3} r^3$ (здесь n_N – плотность нейтронов). Кулоновская сила взаимодействия вкусовых зарядов равна $\frac{qQ}{r^2}$. Отсюда получаем значение круговой частоты ω , не зависящее от местоположения нейтрона:

$$\omega = \pm \left(\frac{4\pi n_N}{15 m_N} \right)^{1/2} ek. \quad (3)$$

Это частота коллективных вращательных возбуждений рассматриваемой нейтронной системы. Легко видеть, что с такой же «плазменной» частотой нейтроны будут совершать радиальные колебания, т.е. реализуется коллективное колебательно-вращательное возбуждение нейтронного ядра. Коллективность возбуждений будет и в протонно-нейтронном ядре, где действуют кулоновские электрические и гравитационные силы, но частота протонных и нейтронных возбуждений может различаться.

Энергия нуклона $\epsilon_{col} = \hbar\omega/2$ определяется скоростью, получаемой нуклонами при их парном рождении. Она может иметь тангенциальную и радиальную составляющие. Согласно [1, 3], образующие нуклоны d - и u -кварки рождаются со скоростями, определяемыми соответственно поляризационными углами Кабиббо (θ_C) и Вайнберга (θ_W), т.е. средняя скорость нуклонов должна иметь промежуточное значение. С учетом кваркового состава протонов и нейтронов, содержащих, согласно [1, 5] по семь пар d - и u -кварков и одному непарному кварку, скорость рождения нуклонов должна быть близка к среднему значению скоростей d - и u -кварков, равному

$$\langle v \rangle = \frac{c(\sin\theta_C + \sin\theta_W)}{2} = \frac{\sqrt{\frac{1}{18} + \frac{2}{9}}}{2} c = 0,354c; \quad (\sin\theta_C = \sqrt{\frac{1}{18}}, \quad \sin\theta_W = 2 \sin\theta_C [1, 3]). \quad (4)$$

В коллективном возбуждении устанавливается распределение скоростей, при котором средняя энергия будет у нуклонов, имеющих среднюю скорость $\langle v \rangle$ и находящихся на радиусе $\langle r \rangle = R/2^{1/5}$. Это определяет угловую частоту $\omega = 2^{1/5} \langle v \rangle / R$ и энергию коллективных возбуждений одного нуклона

$$\epsilon_{col} = \epsilon_2 A^{-1/3}, \quad \epsilon_2 = \frac{\hbar\omega_0}{2}, \quad \omega_0 = \frac{2^{1/5} \langle v \rangle}{r_0}. \quad (5)$$

Зависимость этой энергии от числа нуклонов A в ядре такая же, как в формуле (2) у слагаемого, представляющего вклад поверхностного натяжения. В предположении, что энергии вращательных и колебательных возбуждений одинаковы, получим, что угловую частоту будет определять скорость $\frac{\langle v \rangle}{\sqrt{2}}$. С учетом (4) для $r_0 = 1,25 \cdot 10^{-13}$ см из (5) получаем для p - n -симметричных ядер $\epsilon_2 = 22,73$ МэВ, что на 30% больше значения $\epsilon_2 = 17,23$ МэВ. Для тяжелых ядер частоты протонов и нейтронов будут немного различаться, что при усреднении по спектру ядер приведет к небольшому снижению ϵ_2 (до 5%).

Мы получили, что в поляризационной модели ядер значения ϵ_1 и ϵ_3 близки соответственно к значениям ε_1 и ε_3 . Значение ϵ_2 несколько больше, а ϵ_4 несколько меньше соответственно ε_2 и ε_4 . Поэтому различие энергий связи в капельной и поляризационной модели ядер может оказаться небольшим. Можно считать, что в целом представленная поляризационная модель правильно определяет вклад коллективной составляющей в энергию связи ядер с различным составом нуклонов.

Зная частоту коллективных возбуждений, можно определить равновесные вкусовые заряды протонов и нейтронов, необходимые для их удержания. В приближении равенства частот протонов и нейтронов определим необходимые для этого значения их вкусовых зарядов (соответственно k_p и k_n). С учетом соотношения $n_N = \frac{3}{4\pi r_0^3}$ получаем два уравнения для равновесного вращения нуклонов:

$$F_{n,p} = D; F_n = k_n \left[\left(1 - \frac{Z}{A}\right) k_n + \frac{Z}{A} k_p \right]; F_p = k_p \left[\left(1 - \frac{Z}{A}\right) k_n + \frac{Z}{A} k_p \right] - 5 \frac{Z}{A}, \quad (6)$$

где $D = B \frac{A^{1/3}}{Z}$; $B = \frac{5 \cdot 2^{2/5} m_N r_0 (v)^2}{e^2}$. С учетом (3) и (4) для $r_0 = 1,25 \cdot 10^{-13}$ см находим $D = 689 \frac{A^{1/3}}{Z}$.

Обозначая $x = k_p - k_n$ и $y = \frac{A}{Z} k_n$, из (6) получаем:

$$(y + x)y = D; k_p = \frac{D+5}{D} y = x + \frac{Z}{A} y \quad (7)$$

Из (7) находим:

$$k_n = \frac{Z}{A} \sqrt{\frac{D}{2 + \frac{5}{D} \frac{Z}{A}}}; k_p = \left(1 + \frac{5}{D}\right) \sqrt{\frac{D}{2 + \frac{5}{D} \frac{Z}{A}}}. \quad (8)$$

Отсюда следует, что приближенно $k_n \sim Z^{1/2} A^{-5/6}$ и $k_p \sim Z^{-1/2} A^{1/6}$. Общей тенденцией является снижение значения вкусовых зарядов с ростом массы ядер. Для магических ядер O_8^{16} , Ca_{20}^{40} , Ni_{28}^{62} и Pb_{82}^{208} получаем соответственно и $k_n = 5,97; 4,37; 3,52$ и $2,13$ и $k_p = 12,21; 9,11; 8,2$ и $5,94$. Если предположить, что как протоны, так и нейтроны приобретают одинаковые целочисленные вкусовые заряды, превышающие их равновесные величины, необходимые для удержания нуклонов, то возникает избыточное гравитонное притяжение между нуклонами, варьирующееся от ядра к ядру и в той или иной степени меняющее плотность упаковки протонов и нейтронов и радиус ядра.

Таким образом, в поляризационной модели ядра член, учитывающий вклад поверхностной энергии в (2), получает иное физическое содержание: это – энергия коллективного колебательно-вращательного возбуждения, приходящаяся на один нуклон. На рассмотренную картину коллективных возбуждений накладываются оболочечные эффекты, которые здесь не рассматриваются и в (2) также не учитываются.

Так как при поляризационном рождении пар протонов и нуклонов с нулевым суммарным моментом импульса вращение ядра не возникает, то энергия вращения ядра создается непарными нуклонами. Поэтому она в A раз меньше, чем энергия коллективного вращательного возбуждения, т.е. ее вклад в энергию связи непарных нуклонов пропорционален $A^{-7/3}$. Два непарных нуклона в нечетно-нечетных ядрах снижают энергию связи нуклонов вдвое больше, чем один непарный нуклон в нечетно-четных ядрах. Этот эффект учитывается последним слагаемым в (2).

Таким образом, поляризационная модель ядра дает значения вкладов в энергию связи нуклонов, близкие к соответствующим значениям слагаемых в формуле

Вайцзеккера, которая удовлетворительно описывает энергию связи нуклонов ядер, хотя и не учитывает существование в ядрах магических и спиновых мультиплетов нуклонов.

У магических ядер образование связанных нуклонных мультиплетов дает дополнительный вклад в энергию связи нуклонов. Так как время образования K -плета одинаковых нуклонов равно $K\tau_N$, где τ_N – время рождения одного нуклона, то энергия образования K -плета $\varepsilon_K = \frac{\hbar}{K\tau_N} = \frac{m_N c^2}{K}$, т.е. в K раз меньше энергии нуклона. Во столько же раз снизится и энергия связи нуклона, приобретаемая им при образовании K -плета связанных нуклонов и равная $\xi \frac{m_N c^2}{K}$. Для дважды и трижды магических ядер получаем следующие оценки: $\varepsilon_K(O_8^{16}) = 0,87$ МэВ, $\varepsilon_K(Ca_{20}^{40}) = 0,35$ МэВ, $\varepsilon_K(Ni_{28}^{62}) = 0,34$ МэВ, $\varepsilon_K(Pb_{82}^{208}) = 0,1$ МэВ.

Подведем итог. Представленная поляризационная модель атомного ядра связывает появление магических, дважды магических и трижды магических ядер с центральной и сферической симметриями пространственного распределения в них нуклонов и мультиплетами образующих ядро незаряженных векторных и тензорных полей, которые отсутствуют в Стандартной модели элементарных частиц. Не учитываемые в существующих моделях атомных ядер физические поля и поляризационные механизмы образования ядер и их нуклонных подсистем позволяют иначе интерпретировать слагаемые полуэмпирической формулы К. Вайцзеккера, предложенной им для определения энергии связи ядер в капельной модели ядра. Оценки вкладов поляризационных эффектов оказываются близкими к соответствующим эмпирическим значениям слагаемых в формуле Вайцзеккера. Это указывает на то, что в отличие от существующих моделей поляризационная модель ядра, в которой вращающиеся нуклоны приобретают вкусовые заряды и удерживаются гравитонным притяжением, способна описывать как общие, так и индивидуальные свойства ядер. Поэтому развитие представленной в данной работе поляризационной модели представляется перспективным направлением в разработке теории атомных ядер, способной количественно описывать их свойства.

4. Заключение

В рассмотренной поляризационной модели образования ядер протоны и нейтроны рождаются в поляризованном комплексном пространстве физического вакуума, а их объединение в ядро происходит во вкраплениях физического вакуума в действительном подпространстве Вселенной. Рождение ядра обусловлено поляризацией в физическом вакууме незаряженных векторных и тензорных полей, которые в Стандартной модели элементарных частиц отсутствуют. Спектр этих новых полей получен в разработанной автором поляризационной теории образования фундаментальных частиц. Увеличение числа нуклонов в ядре на единицу происходит в результате поляризации внутри него дополнительного поля. В данной работе показано, что связывание нуклонов в ядро осуществляется новым – гравитонным – взаимодействием между отсутствующими в Стандартной модели вкусовыми зарядами, которые приобретают вращающиеся в ядре нуклоны.

В центрально-симметричном пространстве физического вакуума могут рождаться ядра с определенными «магическими» значениями чисел протонов и нейтронов, для

которых возможно их центрально-симметричное расположение. Показано, что известные восемь магических чисел протонов и нейтронов определяются соответствующими мультиплетами формирующих эти ядра полей физического вакуума. При «немагических» числах нуклонов их центрально-симметричное распределение невозможно, что приводит к снижению их энергии связи. Поэтому магические ядра выделяются увеличенным значением энергии связи нуклонов и большей устойчивостью. Магические числа есть также у общего числа нуклонов в ядрах, часть которых имеет сферически-симметричное пространственное распределение. Среди таких устойчивых ядер есть два трижды магических ядра: Ni_{28}^{62} и Pb_{82}^{208} . Изотоп Ni_{28}^{62} находится в области наибольших энергий связи нуклонов, и, возможно, является изотопом с ее максимальной величиной, на что указывает протекание низкотемпературной реакции природного никеля с водородом, где этот изотоп является конечным продуктом реакции.

Поляризационная модель образования ядер дает их энергии связи, близкие к значениям в полуэмпирической формуле Вайцзеккера, выведенной для капельной модели ядра и не учитывающей магических и оболочечных эффектов, но удовлетворительно описывающей энергию связи ядер. Показано, что все пять слагаемых полуэмпирической формулы Вайцзеккера, имеющие разные зависимости от заряда Z и числа нуклонов A ядра, получают поляризационную интерпретацию и близкие к экспериментальным значениям величины.

В данной работе при вычислении энергии связи нуклонов рассматриваются несколько поляризационных механизмов связывания нуклонов. В поляризационной теории гравитационная константа связи различна для свободных и связанных частиц, что приводит при их связывании к ξ -дефекту массы, равному доле их массы $\xi = 1/135$. Образование связанных мультиплетов протонов и нейтронов и их последующее связывание приводит к двойному ξ -дефекту. Кроме того у протон-нейтронных пар реализуется связывающее их обменное взаимодействие кварками, дающее у p - n -симметричных ядер четвертую часть ξ -дефекта массы. Поэтому независимый от A и Z вклад в энергию связи нуклона составляет долю массы нуклона, равную $2,25 \xi$ (это 15,65 МэВ), что близко к значению в формуле Вайцзеккера (15,56 МэВ). При нарушении p - n -симметрии энергия связи снижается пропорционально $\left(\frac{A}{2} - Z\right)^2$.

Член, введенной в капельной модели для учета энергии поверхностного натяжения ядерной жидкости, в поляризационной модели получает интерпретацию как проявление коллективных колебательно-вращательных возбуждений рождающихся нуклонных пар. Оказывающаяся независимой от положения нуклонов в ядре частота кванта коллективного возбуждения определяется скоростью рождающихся нуклонов, удерживаемых гравитационным притяжением вкусовых зарядов. Скорость нуклонов определяется вычисленной скоростью образующих их кварков. Показано, что появление в кулоновском члене формулы Вайцзеккера эффективного электрического заряда протонов, равного $0,8e$, связано с приобретением ими вкусовых зарядов, частично компенсирующих электрическое отталкивание.

Выведены формулы для вычисления равновесных значений вкусовых зарядов протонов и нейтронов. Если предположить, что вкусовые заряды протонов и нейтронов являются целочисленными и превышающими эти равновесные значения, то возникающее

избыточное гравитационное притяжение протонов и нейтронов будет приводить к сжатию ядра, в той или иной степени меняющему его радиус.

В представленной поляризации модели образования ядра численные значения слагаемых в энергии связи нуклонов близки к аналогичным вкладам в формуле Вайцзеккера. Поэтому поляризация модель при ее доработке потенциально способна количественно описывать как общие закономерности связывания нуклонов, так и индивидуальные особенности ядер, обусловленные симметрией пространственного распределения нуклонов в ядре.

Необходимо подчеркнуть, что в поляризации модели удержание нуклонов в ядрах обусловлено новым – гравитационным – взаимодействием. В Стандартной модели гравитационные и некоторые другие незаряженные внутренние поля отсутствуют, что не позволяет базирующимся на ней моделям ядра дать адекватную эксперименту физику образования ядер и их свойств.

Список литературы

1. Чернуха В.В. Поляризация теория Мироздания, -М. Атомэнергоиздат, 2008, 658 с.
2. Чернуха В.В. Поляризация теория объединения фундаментальных взаимодействий, www.ptm2008.ru
3. Чернуха В.В. О природе массы и зарядов фундаментальных частиц, www.ptm2008.ru
4. Чернуха В.В. О поляризации природе конфайнмента у адронов, www.ptm2008.ru
5. Чернуха В.В. Поляризация механизм сверхтекучести в гелии-2, www.ptm2008.ru
6. Чернуха В.В. Поляризация теория структурирования Вселенной, www.ptm2008.ru
7. Чернуха В.В. Детерминистская интерпретация квантовой механики, www.ptm2008.ru
8. О физике низкоэнергетических никель-водородных ядерных реакций, www.ptm2008.ru

26.06.2017

The polarization model of atomic nuclei

Annotation

A polarization model for the formation of atomic nuclei based on the developed by the author polarization theory of the formation of fields and fundamental particles, is presented. The nuclei is regarded as an inclusion into the real subspace of the Universe of the centrally symmetric complex space of the physical vacuum, in which physical fields are formed nucleons and bind them in the nucleus. It is shown that the existence of eight known magic numbers is due to the centrally symmetric distribution of protons and neutrons in the nuclei. The concept of

the magic numbers of the nucleons of the nucleus is introduced. Of the two triple magic nuclei of Ni^{62} and Pb^{208} , the first nucleus, apparently, has the maximum energy of binding.

The polarization mechanisms of nucleon binding and the formation of collective nucleon vibrational-rotational excitations in the nucleus are considered. It is shown that the retention of nucleons in the nucleus is due to the *gravional* interaction that is absent in the Standard Model of Elementary Particles. The polarization model allows us to interpret the terms of the semi-empirical Weizsacker formula derived for determining the binding energy of nucleons in the drop model of the nucleus. Calculated in the polarization model, the numerical values of the terms of the binding energy of nucleons are close to the corresponding empirical values of the Weizsacker formula, in which protons have an effective electric charge of 0.8 e. In the polarization model, it arises because of the gravitational attraction of protons. In the Weizsacker formula, the protons have an effective electric charge equal to 0.8 e. In the polarization model, it is explained by the *gravional* attraction of photons.