

Квазикристаллическая модель атомных ядер исходя из электрической природы ядерных сил

Потапов А.А.

к.ф.-м.н., д.х.н., профессор, пенсионер

Предложена для обсуждения квазикристаллическая модель атомных ядер. В ее основание легла концепция электрической природы ядерных сил. Согласно кристаллоподобной модели ядро представляет протон-нейтронный кластер, имеющий правильную геометрическую конфигурацию. Протоны и нейтроны как структурные элементы ядра связаны между собой электродинамическими (ядерными) силами, а механизм связывания определяется взаимодействием между зарядом протона и индуцированным дипольным моментом нейтрона вместе с его позэлоновой оболочкой. Оболочки образуются в результате связывания на поверхности нуклонов электрон-позитронных пар, являющихся структурными элементами эфирной среды. Направленный характер связей протон-нейтронных связей обуславливает кристаллоподобную структуру ядер. Легкие ядра представляют правильные геометрические конфигурации, которые завершаются "кубическим" ядром кислорода, выступающим центром "кристаллизации" для последующих ядер в форме застраиваемого параллелепипеда.

На уровне сегодняшних представлений вещество представляет сложную систему вложенных структур, из числа которых следует выделить надмолекулярный, молекулярный, атомный (электронный) и субатомный уровни. Первоосновой вещества выступают *электрон и позитрон*, несущие элементарные заряды, которые в своем двуединстве выступают как первичные элементы, – как элементы праматерии. Во Вселенной в конечном итоге все состоит из электронов и позитронов. Сегодня можно считать достоверно установленным тот факт, что вещество имеет сугубо электрическую природу. Переходы между иерархическими уровнями вещества сопровождаются сменой структурных единиц. Согласно закону сохранения заряда полный электрический заряд системы, т.е. алгебраическая сумма положительного и отрицательного зарядов, является постоянной величиной. Электрические заряды на каждом из иерархических уровней вещества точно сбалансированы, и вещество в целом оказывается электрически нейтральным.

На **субатомном уровне** в соответствии с законом сохранения заряда электроны и позитроны могут сосуществовать только в связанном состоянии, т.е. в виде электрон-позитронных пар (так называемых позэлонов). В работе

[1] показано, что электрон-позитронные пары выступают в качестве структурной единицы *эфирной среды* как абсолютного пространства и вместилища всего сущего. Эфир предшествует атомно-молекулярному веществу и в совокупности они представляют единую материальную среду. Собственно, существование атомно-молекулярного вещества всецело обязано эфирной среде, в которую оно (вещество) погружено. Эфир предоставляет исходный материал в виде электронов и позитронов. На уровне эфира “записана” генетическая информация механизмов структурообразования вещества в последовательности: электроны + позитроны → протоны + нейтроны → ядра → атомы → молекулы → вещество [2]. В этой генеалогической цепи ядро представляется как неотъемлемая составляющая атомов.

Начало исследованиям ядра было положено Э. Резерфордом (1911 г.). Им было установлено, что в центре атома находится ядро, имеющее положительный элементарный заряд и в котором концентрируется почти вся масса атома. Следующим шагом в постижении сущности ядра стало открытие Э. Чедвиком нейтрона (1932г.). Нейтрон является составной частицей ядра. Образование ядер осуществляется в результате связывания нуклонов под действием особых ядерных сил. Протоны и нейтроны в составе ядер сохраняют свою индивидуальность. Заряд ядер равен сумме составляющих его зарядов протонов. Ядро выполняет функцию центра притяжения электронов в атомах. В ядре сосредоточена основная масса атома. Несмотря на предельно простой состав ядра, дать удовлетворительное объяснение устройства ядра пока не удалось.

Одной из причин неудачных попыток дать физически обоснованное объяснение строения ядра является тот факт, что нейтрон не имеет заряда и это, казалось бы, исключает саму возможность связывания нуклонов обычным путем, как это осуществляется с атомами и молекулами. Это послужило основанием для того, чтобы снять с рассмотрения механизмы электрического

взаимодействия между протоном и нейтроном и удариться в поиски особых ядерных сил.

Грубой ошибкой, допущенной в ядерной физике, стал постулат так называемой изотопической инвариантности, согласно которому силы ядерных взаимодействий не зависят от знака зарядов частиц, вступающих в эти взаимодействия: протоны между собой, нейтроны между собой и протоны и нейтроны, т.е. Ядерные силы одинаковы для любых сочетаний вступающих во взаимодействия протонов и нейтронов. Широко используемый в ядерной физике для описания ядерных моделей квантовомеханический аппарат оказался бессильным в решении ядерной проблемы и фактически завел ядерную физику в безысходный тупик. Нереализованные возможности в постижении физической сущности ядра также связаны с отрицанием эфира как материальной среды, являющейся предтечей атомно-молекулярного вещества. Все это вкуче объясняет создавшееся крайне неудовлетворительное состояние ядерной физике.

Согласно кристаллоподобной модели ядра основой связывания протонов и нейтронов в ядре является классическая электродинамическая связь между протонами и нейтронами при активном участии позелонов эфирной среды [1]. Эта связь является структурообразующей в процессах самосборки ядер. Природа и механизм связывания вытекают из позитрон-электронного строения протонов и нейтронов [1]. Основная идея заключается в том, что связывание протона, несущего положительный заряд, с беззарядовым нейтроном, может быть осуществлена единственным для таких систем способом. В его основе лежит известное явление индукции электрического момента электрически нейтральной системы под воздействием электрического заряда. Система протон – нейтрон идеально подходит под эту теорию: электрический заряд протона индуцирует у нейтрона совместно с его оболочкой электрический момент, который затем вступает во взаимодействие с зарядом протона. *Ядерные силы – это*

электродинамические силы индукционно-поляризационного происхождения.

Дейтрон. Простейшей ядерной структурой является дейтрон 2_1D . Исходными структурными единицами дейтрона являются протон и нейтрон, имеющие электрон-позитронное строение. У дейтрона аномально большой радиус ($\approx 4,8$ Фм) и соответственно относительно низкая энергия связи, 2,2 МэВ. Дейтрон существенно отличается от протон-нейтронной пары как фрагмента многонуклонного ядра. В составе ядра энергия протон-нейтронной связи в среднем равна $(8 \div 10)$ МэВ, а расстояние между протоном и нейтроном оценивается на уровне $(1 - 2) \cdot 10^{-13}$ см. Такое разительное различие между дейтроном и протон-нейтронной парой в составе ядер явно связано с различием в их строении.

В работе [1] предложена *кольцевая модель связи дейтрона*. В ее основе лежит способность нейтронов к распаду, когда нейтрон испускает один из своих электронов, образуя этим протон: $n \rightarrow p + e$. В результате образуется система из электрона и двух протонов. В данной системе электрон становится связующим звеном между протонами. В результате данная система реализуется в виде ковалентной связанной структуры, представляющей пару протонов и одноэлектронную орбиту, находящуюся посередине между ними. При этом протоны выступают в качестве эффективного заряда в центральном поле которого формируется электронная орбита, наподобие образованию ковалентной связи молекулярного иона водорода [3].

Ковалентный способ связывания протонов в дейтроне объясняет "аномально" большой радиус ($\approx 4,8$ Фм). Расстояние между протонами в дейтроне увеличивается, поскольку в пространство между протонами вклинивается электронная орбита в соответствии с кольцевой моделью ковалентной связи. Как следствие этого становится понятной причина относительно низкой энергии связи дейтрона ($\epsilon_{pn} = 2,2$ МэВ).

В данной модели электрон на круговой орбите находится в центральном поле, создаваемым симметричными относительно центра масс зарядами

протонов. Для такой системы уравнение движения электрона имеет водородоподобный вид [3]

$$\epsilon_d(r) = \frac{L^2}{2mr^2} - \frac{q^{*2}}{r}, \quad (1)$$

где L – момент количества движения электрона, $L = mva$, m – масса электрона, v – скорость обращения электрона по круговой орбите радиусом a ; q^* – эффективный заряд, действующий на электроны со стороны обоих ядер.

Здесь первое слагаемое представляет кинетическую энергию центробежного отталкивания, второе – потенциальную энергию притяжения электрона со стороны заряда q , создаваемого парой протонов. Уравнение (1) представляет собой потенциальную функцию, подобную потенциальной функции водорода и отличаются от нее только величиной заряда q^* . Потенциальная функция $\epsilon_d(r)$ имеет минимум, характерный для систем с устойчивым состоянием.

Вид потенциальной функции $\epsilon_d(r)$ раскрывает механизм связывания. На больших расстояниях между протонами и электроном преобладают силы притяжения, а при малых расстояниях – силы отталкивания. Такой вид потенциальной функции $\epsilon_d(r)$ реализуется благодаря тому, что ее притягивательная и отталкивательная составляющие имеют разные показатели степени при r , т.е. r^{-2} у функции $\frac{L^2}{2mr^2}$ и r^{-1} – у функции q^{*2}/r . Сложение функций с разными степенями при r формирует у результирующей функции $\epsilon_d(r)$ четко выраженный минимум, который в итоге обеспечивает всей системе устойчивое состояние. Устойчивость такой системы достигается в результате баланса сил притяжения между электроном и эффективным зарядом, создаваемым протонами, с одной стороны, и сил взаимного отталкивания между протонами, – с другой стороны.

При этом надо учесть, что размеры дейтрона ($a_d = 4,8$ Фм) соизмеримы с размерами его оболочки, образованную связанными электрон-позитронными парами (позелонами) ($a_{\Pi} = 2,82$ Фм) [1]. . Это означает, что, электрон и протон в составе дейтрона сольватированы лишь частично, что

предполагает $q^* \neq e$, т.е. объем дейтрона заполнен позелонами лишь частично. В этом случае решение уравнения (1) для заданного равновесного радиуса a_d дает энергию связи дейтрона ϵ_d

$$\epsilon_d = -\frac{q^* e^*}{a_d^*}, \quad (2)$$

где e^* – эффективный заряд орбитального электрона, q^* – эффективный заряд, образованный двумя протонами [1].

Ковалентная связь дейтрона исключает саму возможность образования протон-нейтронной пары и тем самым объясняет отсутствие в природе связанных протон-нейтронных пар в свободном состоянии.

Ковалентная связь дейтрона позволяет естественным образом объяснить почему реакцию слияния ядер дейтерия не удастся запустить ни при каких обстоятельствах. Такому слиянию ядер препятствуют силы взаимного отталкивания протонов, образующих дейтроны в его кольцевой модели.

Т. о., в отличие от общепринятого в настоящее время представления о протон-нейтронном строении дейтрона, дейтрон представляет ковалентно связанную пару протонов. Этим дейтрон как самостоятельная ядерная частица отличается от протон-нейтронной пары как фрагмента многонуклонного ядра.

Структура легких ядер. К легким ядрам следует отнести ядра, начиная от водорода и до ядра кислорода включительно. Выделение легких ядер в отдельный класс ядер обусловлено особенностью формирования этих ядер и протон-нейтронной структурой, существенно отличной от структуры последующих ядер [1].

После ядра водорода следуют ядра изотопов гелия. Из общего числа изотопов устойчивыми являются **изотопы ${}^3_2\text{He}$ и ${}^4_2\text{He}$** . Ядро изотопа ${}^3_2\text{He}$ состоит из двух протонов и одного нейтрона. Наиболее вероятной конфигурацией ядра гелия-3 является конфигурация в виде протонов, разделенных друг от друга нейтроном. Устойчивость изотопа ${}^3_2\text{He}$ обеспечивает пара связей с энергией, равной $\epsilon_{pn} = \epsilon_{cb}/2 = 7,7/2 \approx 3,8$ МэВ.

Связывание протонов с нейтроном обеспечивается благодаря взаимодействию зарядов протонов с индуцированными дипольными моментами нейтрона и позлонов его оболочки. По мере сближения протона с нейтроном (рис. 1) происходит постепенное вытеснение позлонов из пространства между протоном и нейтроном. При этом нуклоны на линии связывания освобождаются от своих оболочек, в результате чего протон оголяется и его заряд e^+ увеличивается до $q = 11,7 e^+$. Именно этот заряд протона индуцирует у нейтрона и окружающих его позлонов электрические дипольные моменты [1]. Взаимодействие этих индуцированных моментов с и зарядом протона определяет механизм связывания протонов с нейтронами.

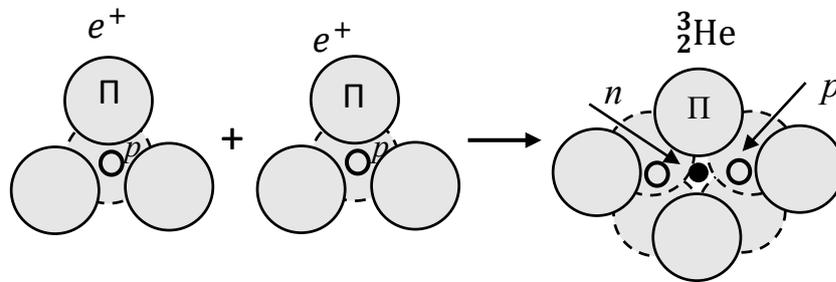


Рис. 1. Схема формирования ядра гелия ${}^3_2\text{He}$ в последовательности: протон p + нейтрон n + протон p .

Голые протоны показаны светлыми кружками, голые нейтроны – черными кружками, позлоны – затемненными кругами.

Энергию связывания изотопа гелия ${}^3_2\text{He}$ можно определить как результат алгебраического суммирования энергии притяжения и отталкивания аналогично [1]

$$\epsilon_{\text{св}} = -\frac{2e^+p_{in}}{a_{pn}^2} - \frac{2ke^+p_{i\Pi}}{a_{pn}^2} + \frac{\xi e^{+2}}{a_{pp}\alpha}, \quad (3)$$

где e^+ – заряд протона, p_{in} – индуцированный дипольный момент нейтрона, $p_{in} = \alpha_n E_p$, где α_n – эффективная поляризуемость нейтрона, $p_{i\Pi}$ – индуцированный дипольный момент позлонов, E_p – напряженность, создаваемая протоном, $E_p = \frac{e^+}{a_{pp}^2}$, $p_{i\Pi} = \alpha_{\Pi 2} E_p$, где $\alpha_{\Pi 2}$ – поляризуемость позлона эфирной среды, α – постоянная тонкой структуры, a_{pn} – расстояние между протоном и нейтроном, a_{pp} – расстояние между протонами;

коэффициент k учитывает вклад в энергию связи протонов с позелонами нейтронной оболочки, а коэффициент ξ – учитывает эффект экранирования нейтроном взаимного отталкивания протонов.

Здесь первое представляет энергию притяжения между протонами и индуцированными дипольными моментами нейтрона p_{in} , второе слагаемое – энергию притяжения между протонами и открытыми поверхностями позелонов соответственно, третье слагаемое – энергию взаимного отталкивания протонов. Энергия связи становится "сильной" благодаря большому заряду голых протонов, относительно большой поляризуемости позелонов и предельно малым расстояниям между нуклонами, а также кооперативному характеру взаимодействий. По сути, электродинамическая связь между протоном и нейтроном изотопа гелия ${}^3_2\text{He}$ обязана эфирной среде.

Фактически ядерная физика начинается с изотопа гелия ${}^3_2\text{He}$, имея ввиду то, что именно у данного простейшего изотопа протоны и нейтрон связаны ядерными силами, т.е. силами, качественно и количественно отличающиеся от сил, действующих между атомами и молекулами [1].

Ядро гелия ${}^4_2\text{He}$ состоит из двух протонов и двух нейтронов. Устойчивость ядер ${}^4_2\text{He}$ обеспечивается большой энергией связи $\epsilon_{\text{св}} = 28,3$ МэВ. Радиус ядра ${}^4_2\text{He}$ равен 1,67 Фм. Ядро гелия имеет конфигурацию квадрата, вершины которого поочередно занимают протоны и нейтроны. В отличие от дейтрона и тритона у ядра гелия связи между нуклонами осуществляются с помощью электродинамических ядерных сил. Надо полагать, что механизм связывания нуклонов ядра гелия ${}^4_2\text{He}$ такой же, как у ядра изотопа ${}^3_2\text{He}$. Функцию противодействия силам притяжения у ядра гелия берет на себя кулоновское отталкивание между протонами. Возникает классическая схема формирования физической связи, согласно которой достигается баланс сил притяжения между протоном и связанными между собой нейтрон-позелоном, с одной стороны, и сил взаимного отталкивания протонов, – с другой стороны. Энергию связывания ядра гелия можно

определить как результат алгебраического суммирования энергии притяжения и отталкивания, так что

$$\epsilon_{\text{св}} = -\frac{2ke^+ \alpha_{\text{п}} E_p}{a_{\text{рп}}^2 \sqrt{\alpha}} + \frac{e^{+2}}{a_{\text{рр}} \alpha}, \quad (4)$$

где $\alpha_{\text{п}}$ – эффективная поляризуемость нейтрона, $\alpha_{\text{п}} \approx a_{\text{п}}^3$ связанного с позлоном эфирной среды, $a_{\text{п}}$ – радиус позлона; E_p – напряженность, создаваемая протоном, $E_p = \frac{e^+}{a_{\text{рр}}^2 \sqrt{\alpha}}$, e^+ – заряд протона, α – постоянная тонкой структуры, $a_{\text{рр}}$ – расстояние между протонами, $a_{\text{рп}}$ – расстояние между протоном и позлоном. Здесь коэффициент k учитывает число позлонов, участвующих во взаимодействии с протонами.

Согласно принятой модели ядра гелия в процессе формирования ядра, с одной стороны, внутренние поверхности нуклонов становятся оголенными, что приводит к увеличению зарядов протонов и соответствующему увеличению энергии связи ядра гелия. С другой стороны, исходные нуклоны теряют свои оболочки и соответственно масса ядра уменьшается на массу потерянных позлонов. Одновременно с этим ядро увеличивает свою массу за счет увеличения размеров своей внешней оболочки. Благодаря такому перераспределению масс, ядро гелия теряет свою массу, равную разности масс между суммой масс нуклонов и массой ядра, $\Delta m = Am_0 - M_{\text{я}} \approx 4,032 - 4,003 \approx 0,029$ я.е.м.

Налицо два параллельных процесса: 1) перераспределение массы ядра и 2) связывание нуклонов. Эти процессы идут параллельно, но отражают они разные физические явления: одно отражает свойство взаимодействия частиц между собой, другое – перераспределение массы между оболочками нуклонов и оболочками ядра как целого. По сути, происходит перераспределение масс на уровне нуклонных оболочек, которое можно трактовать как изменение структуры ядер. Так что, масса в соответствии с ее определением остается количественной мерой вещества, а энергия – в качестве параметра состояния

вещества, и необходимость в отождествлении массы и энергии отпадает сама собой.

Устойчивый изотоп лития ${}^6_3\text{Li}$ содержит 6 нуклонов – 3 протона и 3 нейтрона. Исходя из принципа симметрии и принципа минимума потенциальной энергии, ядро представляет правильный шестигранник с вершинами образованными из чередующихся протонов и нейтронов. В данной конфигурации изотопа ${}^6_3\text{Li}$ три протона выступают как центры притяжения нейтронов с учетом их оболочек. В этой структуре нейтроны находятся между протонами и выполняют функцию экранов от прямого взаимодействия протонов. В процессе формирования шестигранника протоны и нейтроны вытесняют позлоны из внутренней полости ядра лития и тем самым оголяют свои заряды, так что протоны ядра взаимодействуют одновременно как с нейтронами, так и с оболочечными позелонами [1].

Ядро бериллия. Из общего числа изотопов бериллия единственным стабильным изотопом со 100%-ым распространением является бериллий ${}^9_4\text{Be}$. Его ядро состоит из 4-х протонов и 5-и нейтронов. Четыре протона являются центрами притяжения нейтронов, предопределяя конфигурацию ядра. Наиболее оптимальной конфигурацией ядра ${}^9_4\text{Be}$ является центрированный на нейтроне протонный тетраэдр, который в свою очередь вписан в нейтронный тетраэдр [1]. Связывание нуклонов достигается таким же образом, как и у предшествующих ядер.

У последующих ядер, - бора, углерода, азота и кислорода, механизм связывания нуклонов остается прежним – заряд-индукционным. Характерным для этих ядер представляется тот факт, что их нуклонные конфигурации представляют правильные геометрические фигуры. Последнее в данном ряду ядро кислорода ${}^{16}_8\text{O}$ состоит из 8 протонов и 8 нейтронов и имеет конфигурацию куба, вершины которого выступают протоны. Нейтроны попарно располагаются на диагоналях куба, так что куб из нейтронов оказывается симметрично встроенным в куб из протонов (рис. 3). Каждый протон связан с одним нейтроном, так что энергия связи определяется

восемью протон-нейтронными связями. В центре ядра кислорода размещается один позэлон. Он выступает в качестве центрирующего элемента и с его участием образуются связи с вершинными протонами (рис. 2).

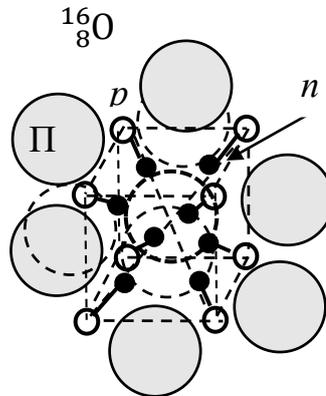


Рис. 2. Ядро кислорода в оболочечной модели

Оболочка состоит из 12 позэлонов П, показаны большими кружками, протоны ядра кислорода выделены маленькими кружками, нейтроны утоплены внутрь ядра кислорода (на схеме не показаны)

Ядро кислорода представляет собой положительный заряд $+8e$ и выступает центром притяжения нейтронов (нейтрон-протонных пар), наподобие протону в многоэлектронном атоме. Высокосимметричная конфигурация ядра кислорода $^{16}_8\text{O}$, его высокие энергия связи $\epsilon_{\text{св}}$ и энергия p - n -связи ϵ_{pn} выделяет ядро кислорода в ряду других ядер и придает ядру кислорода функцию корневого ядра, на основе которого осуществляется построение всех последующих ядер. Ядро кислорода выступает в роли центра сил, благодаря которому сборка нуклонов осуществляется радиально (квазирадиально). Нуклоны ядра кислорода представляют первую ядерную оболочку (рис. 2).

Обращает на себя внимание то, что самосборка "легких" ядер осуществляется путем поиска (перебора) и выбора оптимальной нуклонной конфигурации. Все устойчивые ядра отвечают требованию высокой симметрии их конфигураций и минимуму потенциальной энергии. Ядром кислорода завершается построение легких ядер. Их сборка представляет объединение протонов с помощью нейтронов, которые выполняют функцию изолирующих прокладок. Механизм связывания протонов основан на

индукционном взаимодействии протонов с позелоновыми оболочками нейтронов. В этом отношении предшествующие кислороду ядра отличает то, что эти ядра представляют последовательность сменяющихся правильных конфигураций, причем их сборка каждый раз начинается с разборки предшествующего ядра.

Начиная с ядра кислорода $^{16}_8\text{O}$, построение всех последующих ядер становится единообразным, основанным на последовательном присоединении нейтронов к предшествующему ядру и образованием на их основе p - n -связей с валентными протонами. При этом сохраняются нормированные расстояния между нуклонами, обеспечивается надежная экранировка протонов и задается определенная направленность в построении последующих ядер. В процессе построения последующих ядер кислородный каркас остается неизменным.

Заселение граней ядра кислорода начинается с устойчивого изотопа фтора $^{19}_9\text{F}$. Чтобы присоединить протон к каркасу ядра кислорода сначала необходимо присоединить два нейтрона, с которыми присоединяемый протон образует две поперечные p - n -связи. (рис. 3). Связи образуются благодаря энергии притяжения между зарядом протона и индуцированным дипольным моментом у позелонов нейтронной оболочки. Дело в том, что один нейтрон не обеспечивает необходимые условия для образования p - n -связи. Такие условия создаются при наличии второго нейтрона на грани ядра кислорода. Это связано с тем, что оболочка присоединяемого нейтрона (на рис. 4 он обозначен как n -9) экранирует возможность присоединения к нему очередного (девятого) протона. На рис. 3 этот нейтрон со всех сторон окружен позелонами, ограничивая к нему доступ присоединяемого протона. Такие условия обеспечивает второй нейтрон (n -10) на грани ядра кислорода. Этот нейтрон в процессе его присоединения к протону каркаса-ядра кислорода вытесняет с поверхности его грани позелоны, освобождая тем самым пространство для присоединения протона.

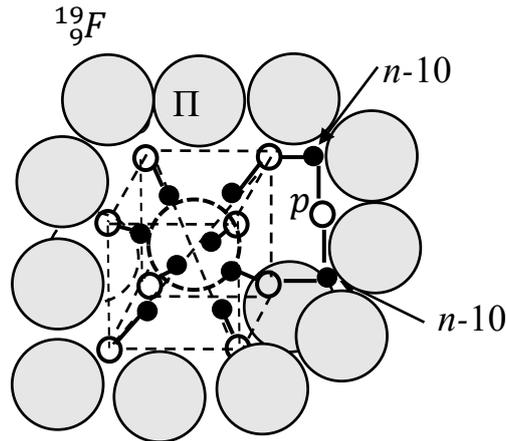


Рис.3. Модель изотопа фтора ^{19}F

Оболочки ядер из позелонов Π показаны большими затемненными кружками, протоны ядер фтора выделены маленькими светлыми кружками, нейтроны – черными кружками. Каркас ядра кислорода выделен штриховыми линиями

На рис. 3 видно, что заселяемая грань ядра кислорода свободна для присоединения нуклонов, так что присоединяемый протон встраивается между девятым и десятым нейтронами с образованием двух поперечных p - n -связей. Связи образуются благодаря тому, что в процессе своего присоединения протон также освобождается (частично) от своей оболочки и его заряд оголяется, обеспечивая тем самым формирование протон-нейтронной связи по механизму взаимодействия заряда протона с индуцированным дипольным моментом оболочки нейтрона.

Затем идёт доастройка параллелепипеда путём последовательного присоединения ядер $^{85}_{37}\text{Rb}$, $^{88}_{38}\text{Sr}$, $^{89}_{39}\text{Y}$, $^{90}_{40}\text{Zr}$, $^{93}_{41}\text{Nb}$, $^{98}_{42}\text{Mo}$, $^{99}_{43}\text{Tc}$, $^{102}_{44}\text{Ru}$. Совокупность этих 12 ядер образует нейтрон-протонный слой на грани ядра $^{72}_{32}\text{Ge}$. Принцип формирования ядер в процессе заселения его верхней (условно верхней) грани ядра $^{74}_{32}\text{Ge}$ остается прежним, основанным на последовательном присоединении протон-нейтронных пар к валентным протонам данной (верхней) грани ядра германия. Ядром рутения завершается построение нуклонного параллелепипеда из 44 ядер с соотношением сторон 4:4:3.

Таким же образом осуществляется заселение противоположной (нижней) грани ядра германия с помощью первой четвёрки нуклонов $^{103}_{45}\text{Rh}$,

$^{106}_{46}\text{Pd}$, $^{107}_{47}\text{Ag}$, $^{114}_{48}\text{Cd}$. Всего на эти цели идет 12 протон-нейтронных пар, вплоть до ядра бария $^{138}_{56}\text{Ba}$. На этом завершается построение ядра-куба 4:4:4, сторона которого равна четырём длинам p - n -связей. Протоны и нейтроны ядра $^{138}_{56}\text{Ba}$ образуют квазикристаллическую решётку, типа ионного кристалла. Такая конструкция придаёт ядру дополнительную жёсткость решётки и высокую стабильность. Ядро бария $^{138}_{56}\text{Ba}$ по праву занимает исключительное положение в ряду ядер. Ядром бария завершается "вторая оболочка", представляющая слой упорядоченных нуклонов, покрывающий все шесть граней куба-кислорода, который представляет "первую оболочку".

После ядра бария $^{138}_{56}\text{Ba}$ образование ядер идёт по пути заселения его боковых граней. Застройка боковых граней ядра бора существенно отличается от рассмотренного выше способа. Переход к другому способу застройки обязан нуклонной структуре граней ядра бора. Сначала к валентным протонам грани присоединяются нейтроны, затем вновь присоединяемые протоны образуют с этими нейтронами протон-нейтронные связи (поперечные связи) как было показано выше. Протоны и нейтроны на грани ядра бора располагаются в шахматном порядке, поэтому нейтроны вновь создаваемого слоя оказываются зеркальным отображением их валентных протонов. Такой порядок расположения нейтронов предопределяет соответствующее расположение присоединяемых протонов нового слоя. Они образуют поперечные протон-нейтронные связи (в плоскости грани), которые имеют направление под углом 45° по отношению к p - n -связям нижележащего слоя, так что цепочки из чередующихся p - n -связей располагаются вдоль диагоналей данной грани ядра бора. При таком расположении новый слой нуклонов на грани ядра бора вмещает 12 нейтронов и 16 протонов. В процессе формирования первого слоя третьей оболочки заселяются три грани бария слоями нейтронов и на одну из этих граней присоединяются 16 протонов. Прибавление к грани ядра бария первого протон-нейтронного слоя приводит к конфигурации ядра гафния в форме параллелепипеда с соотношением

сторон 4:4:5. Всего ядро гафния с завершённым слоем имеет $58 + 12 \cdot 3 + 16 = 110$ нейтронов.

Роль нейтронов на боковых гранях заключается в повышении эффективного потенциала ядра [1]. Например, для обеспечения устойчивости стабильного ядра тербия ${}^{159}_{65}\text{Tb}$, который имеет 9 протонов первого протон-нейтронного слоя, потребовалось создать на боковой грани ядра бария дополнительный слой из 12 нейтронов.

Ядра последующих 16-и элементов образуются аналогичным образом, путём заселения нуклонами второй грани ядра бария. Застройка начинается со стабильного ядра тантала ${}^{181}_{73}\text{Ta}$, имеющего 100%-ую распространённость, и завершается ядром радия ${}^{202}_{88}\text{Ra}$. Отличительной особенностью ядер данного ряда является то, что их период полураспада изменяется крайне нерегулярно и не предсказуемо [1].

На образование второго слоя нуклонов ядра радия идет 16 протонов, которые с 12-тью нейтронами на второй боковой грани ядра бария образуют протон-нейтронную сетку, плюс 16 нейтронов, которые наслаиваются на протоны этой сетки. Общее число нейтронов завершающего ядра радона складывается из 110 нейтронов, составляющих ядро гафния, плюс 28 нейтронов на второй грани ядра бария, всего 138 нейтронов. В результате заселения второй грани ядра бария ${}^{202}_{88}\text{Ra}$ образуется ядро радия в конфигурации параллелепипеда с соотношением сторон 4:4:6 и суммарным числом протонов – 88 и нейтронов – 138. Тем самым завершается образование нейтронного слоя по всей поверхности ядра ${}^{234}_{88}\text{Ra}$. Избыточные 8 нейтронов, по всей видимости, распределяются между верхней и нижней гранями ядра бария. Ядро лоуренсия *Lr* является последним в ряду актинидов. У него – максимальное число нейтронов, равное 163.

В рамках кристаллоподобной модели такое поведение объясняется периодическим расположением 16 протон-нейтронных пар на данной грани ядра бария. При таком расположении нуклонов процесс заселения грани начинается с крайних угловых положений. В этих положениях вновь

присоединяемые нуклоны испытывают минимальное отталкивающее действие со стороны заряда остова ядра. Следующие две четверки протон-позитронных пар размещаются по периметру грани также исходя из требования минимального действия заряда ядра на присоединяемые нуклоны. Последняя четверка нуклонов – астат, радон, франций и радий занимают свои места в центре грани ядра и действие на них отталкивающих сил со стороны остова ядра максимально. Соответственно энергия связи между нуклонами ослабевает и как следствие этого, период полураспада уменьшается. Так что наблюдаемая зависимость времени жизни ядер второй грани третьей оболочки однозначно определяется геометрическим расположением нуклонов на этой грани.

Далее следует образование ядер третьего протон-нейтронного слоя путем последовательного присоединения следующих 16-и протонов. Она начинается с изотопов **ядра актиния** $^{226}_{89}\text{Ac}$ и завершается изотопом резерфордия $^{260}_{104}\text{Rf}$. Эта грань последняя для стабильных ядер. Она открывает ряд заурановых радиоактивных ядер. В неё вошли ядра тория и урана, которыми завершается ряд построения естественных элементов в таблице Менделеева. последующие ядра этой грани являются нестабильными. После изотопа $^{227}_{89}\text{Ac}$ идет заселение 12-ти протонной грани. На третьем слое – 15 нейтронов, соответственно на верхнюю и нижнюю грани приходится 9 избыточных нейтронов. Ядро резерфордия $^{260}_{104}\text{Rf}$ завершает третий слой третьей оболочки. У него 164 нейтрона, которые складываются из 58 нейтронов остова ядра бария, 48 нейтронов четырех 12-и протонных граней, 48 нейтронов трех 16-ти протонных слоев, всего 164 нейтрона. Так что на верхнюю и нижнюю грани ядра бария приходится 10 избыточных нейтронов. В результате ядро резерфордия оказывается полностью "покрытым" слоем нейтронов, включая верхнюю и нижнюю грани ядра бария. Ядром резерфордия (курчатовия) завершается заселение третьей грани параллелепипеда с соотношением сторон 6:5:4.

Построение ядер четвертой грани с $Z > 105$ в принципиальном отношении не должно отличаться от рассмотренных выше ядер и сводится к заселению ее 16-тью протонами и 16-тью нейтронами. Всего у гипотетического ядра $Z=120$ число нейтронов достигает в сумме по оболочкам: $8 + 50 + 12 \cdot 4 + 16 \cdot 4 + 8 = 178$. Ядро ${}_{120}^{298}X$ под номером 120 имеет конфигурацию параллелепипеда с соотношением сторон 6:6:4. По имеющимся данным у изотопов, завершающих четвертый слой третьей оболочки, максимальное число нейтронов равно 176, а число протонов – 118, что соответствует максимальному числу элементов таблицы Менделеева. Этим ядром завершается построение системы ядер.

Выводы

1. Атомное ядро представляет совокупность протонов и нейтронов (нуклонов), которые связаны между собой ядерными силами, имеющими электродинамическую природу. Механизм ядерных сил определяется индукционно-поляризационными взаимодействиями между протоном, с одной стороны, и нуклонами нейтронной оболочки, – с другой стороны. Интенсивность межнуклонных взаимодействий возрастает благодаря предельно малым межнуклонным расстояниям и благодаря многократному увеличению заряда голых протонов.
2. Формирование ядер осуществляется путем последовательного присоединения нуклонов к предшествующему ядру. Благодаря направленным взаимодействиям между нуклонами, ядра представляют структурно организованные комплексы. Легкие ядра представляют простейшие правильные геометрические фигуры, такие как бинарные, треугольные, кольцевые, тетраэдрические, октаэдрические, гексаэдрические. Средние и тяжелые ядра представляют правильные плотноупакованные структуры, наподобие кристаллической решетке, в процессе застройки ядра-параллелепипеда. Протон-нейтронные слои образуют две завершенные оболочки в кубической конфигурации и одну незавершенную оболочку в форме параллелепипеда с соотношением

сторон 6:6:4. Грани третьей оболочки имеют дополнительный внешний слой нейтронов.

Литература

1. Потапов А.А. Атомное ядро: природа и механизмы формирования. Кристаллоподобное строение ядер. – Москва: РУСАЙНС, 2021. – 258с.
2. Природа и механизмы структурообразования вещества. – М.: РУСАЙНС, 2019. – 326 с.
3. Потапов А.А. Природа и механизмы связывания атомов. – М.: РИОР: ИНФРА-М., 2013. – 295с.