

## НОВОЕ ОБ АТОМНОМ ЯДРЕ

Попенко В.И.

Научно-производственная корпорация «Киевский институт автоматики»

Во взаимодействиях нуклонов атомного ядра, принимают участие также взаимодействия их дипольных магнитных моментов. Как показывает анализ, свойства дипольных взаимодействий адекватны свойствам ядерных сил. Возможно взаимодействие нуклонов являются дипольными взаимодействиями их магнитных моментов, и Кулоновского взаимодействия зарядов протонов. Дипольный характер связи нуклонов подтверждается анализом их энергии связи. Подход к взаимодействиям нуклонов как дипольным взаимодействиям их магнитных моментов, открывает новые аспекты исследования атомного ядра.

**Ключевые слова:** диполь, магнитный момент, нуклоны, ядерные силы.

Два заряда разного знака ( $q$  и  $-q$ ), размещенные на некотором расстоянии  $l$  образуют диполь, с вектором дипольного момента равного произведению зарядов на расстояние между ними  $d = q \cdot l$ .

Потенциал диполя равен разности потенциалов создаваемых зарядами в точке наблюдения

$$\varphi_d = \frac{q}{r} - \frac{q}{r_1} = q \left( \frac{1}{r} - \frac{1}{r-l \cos \theta} \right) = -\frac{ql \cos \theta}{r^2 - rl \cos \theta} \approx -\frac{d \cos \theta}{r^2} \approx -\frac{d \cdot r}{r^3} \quad (1)$$

где  $r$  и  $r_1 = (r - l \cos \theta)$  – расстояния зарядов до точки наблюдения,  $\theta$  – угол между моментом диполя и направлением в точку наблюдения [1].

Градиент потенциала представляет электрическое поле диполя

$$E_d = \nabla \varphi_d \approx \nabla \left( -\frac{d \cdot r}{r^3} \right) \approx \left( 3r \frac{d \cdot r}{r^5} - \frac{d}{r^5} \right) \approx \frac{d}{r^3} \left( 3 \frac{r}{r} \cos \theta - \frac{d}{d} \right) \quad (2)$$

Энергия взаимодействия диполей равна энергии диполя  $d_1$  в поле  $E_{d_2}$ , создаваемого диполем  $d_2$ , и диполя  $d_2$  в поле  $E_{d_1}$ , создаваемого диполем  $d_1$ .

$W_{d_1, d_2} = d_1 E_{d_2} + d_2 E_{d_1}$ . Энергия пропорциональна произведению дипольных моментов, минус третьей степени расстояния между ними, и зависит от их ориентации,  $W_{d_1, d_2} \propto d_1 d_2 r^{-3} f_1(\gamma, \theta_1, \theta_2)$ , где  $\gamma$  – угол между моментами диполей,  $\theta_1, \theta_2$  – углы между линией, соединяющей диполи и моментами диполей.

Градиент энергии равен силам, действующим между диполями,  $\nabla W_{d_1, d_2} = \nabla (d_1 E_{d_2} + d_2 E_{d_1}) = F_{d_1} + F_{d_2}$ . Величина их пропорциональна произведению моментов диполей, минус четвертой степени расстояния между ними и зависит от их взаимной ориентации,  $F_{d_1}, F_{d_2} \propto d_1 d_2 r^{-4} f_2(\gamma, \theta_1, \theta_2)$ .

Ориентацию взаимодействующих диполей определяют моменты сил, действующих на диполи в поле друг друга  $M_1 = d_1 \times E_{d_2}$ ,  $M_2 = d_2 \times E_{d_1}$ .

Их величина пропорциональна произведению дипольных моментов, минус третьей степени расстояния между ними и зависит от взаимной ориентации диполей  $M_1, M_2 \propto d_1 d_2 r^{-3} f_3(\gamma, \theta_1, \theta_2)$ .

Моменты сил равны нулю при параллельном, (схематично  $\uparrow\uparrow, \uparrow\downarrow$ ), и последовательном ( $\rightarrow\rightarrow, \leftarrow\leftarrow$ ), расположении диполей и максимальны, когда диполи перпендикулярны ( $\leftarrow\uparrow$ ), где острый и конец стрелок – полюса диполей.

Ориентация диполей разноименными полюсами друг к другу ( $\uparrow\downarrow, \rightarrow\leftarrow$ ), является устойчивым состоянием. Отклонение от неё приводит к возникновению моментов сил уменьшаю-

щих его. Ориентация одноименными полюсами ( $\uparrow\uparrow, \rightarrow\leftarrow$ ), не устойчивое состояние. Отклонение от неё, вызывает моменты сил, увеличивающих его. Энергия связи диполей, при устойчивой ориентации отрицательна, неустойчивой – положительна.

Моменты сил стремятся развернуть диполи противоположными полюсами друг к другу, что приводит к притяжению диполей. Как результат, между свободными диполями всегда реализуется взаимное притяжение.

Магниты и объекты, которым присущ магнитный момент, представляют собой магнитные диполи [2]. Взаимодействие диполей удобно наблюдать с помощью двух одинаковых магнитов подвешенных на нитях горизонтально за точки центра тяжести.

На большом расстоянии взаимодействие, малозаметно. При сближении, начинает сказываться действие моментов сил, магниты разворачиваются противоположными полюсами, какие оказались ближе друг к другу.

Дальнейшее сближение приводит к взаимному притяжению магнитов. Притяжение происходит до их механического соприкосновения.

Если один магнит полый, что позволяет другому вдвигаться в него, притяжение их происходит только до момента вхождения одного в другой. Дальнейшее сближение прекращается, хотя механического препятствия ему нет. При входе внутреннего магнита во внешний, происходит перемена взаимодействия, притяжение сменяется отталкиванием. Вдвинутые друг в друга магниты с определённой силой стремятся разойтись в стороны [2].

Перемену знака взаимодействия диполей при их совмещении объясняет формула (1) потенциала диполя  $\varphi_d = -d \cos \theta / (r^2 - rl \cos \theta)$ .

При соосном расположении диполей  $\cos \theta = 1$ . Формула потенциала примет вид  $\varphi_d = -d/r^2 (1-l/r)$ . На расстояниях превышающих характерную длину диполя,  $r > l$ , отношением  $l/r$  в знаменателе можно пренебречь, и потенциал будет равен  $\varphi_{d(r>l)} \approx -d/r^2$ .

На расстоянии меньшем, чем характерная длина диполя  $r < l$ , можно пренебречь единицей в знаменателе и потенциал поменяет знак на обратный,  $\varphi_{d(r<l)} = -d/r^2 (1-l/r) \approx d/rl$ . Поменяется и вид взаимодействия, притяжение сменяется отталкиванием.

Дипольным взаимодействиям свойственен минимальный радиус притяжения, с максимум отрицательной энергии взаимодействия. На расстояниях меньших этого радиуса притяжение сменяется отталкиванием, что подтверждает формула потенциала и эксперимент с полым магнитом. Это характерно не только для твердых железных магнитов, но и микрочастиц, которым присущи дипольные свойства.

Диполи, магниты могут связываться противоположной ориентацией полюсов, как последовательно ( $\rightarrow\rightarrow$ ), так и параллельно ( $\uparrow\downarrow$ ).

Энергия параллельной связи магнитов, примерно в два раза больше чем последовательной, так как в параллельной связи взаимодействуют четыре полюса магнитов, а в последовательной только два, два других разделены расстоянием в две длины магнитов [2]. Подтверждением может служить то, что для разрыва магнитов, слипшихся боковыми сторонами, необходимы более значительные усилия, чем слипшихся торцами.

Связанные взаимным притяжением, диполи образуют ассоциации. Два диполя связанные последовательно ( $\rightarrow\rightarrow$ ), имеют только одну связь полюсов. Дипольный момент такой связи диполей пропорционален количеству диполей.

Связь двух диполей параллельно с противоположной ориентацией полюсов, ( $\uparrow\downarrow$ ), образует квадруполь, имеющий две связи полюсов, им соответствует вдвое большая энергия связи. Дипольный момент нечетного числа, связанных параллельно диполей, равен одному моменту, четного – нулю.

Параллельная связь четырёх диполей, ориентированных противоположными полюсами друг к другу образует октуполь, с восемью связями полюсов



Энергия связи октуполя не менее восьми раз больше одно связанного, последовательного соединения двух диполей.

Различные ассоциации диполей обладают разной мультипольностью и соответствующей ей скоростью убывания поля с расстоянием. Силы, связывающие ассоциации, убывают пропорционально их полям [2].

Сила, действующая между зарядами, убывает пропорционально минус второй степени расстояния между ними,  $F_{q,q} \propto r^{-2}$ . Заряда с диполем – минус третьей степени  $F_{q,d} \propto r^{-3}$ . Диполя с диполем – четвёртой степени  $F_{d,d} \propto r^{-4}$ . Квадруполя с диполем – пятой степени  $F_{kd} \propto r^{-5}$ . Квадруполя с квадруполем – шестой  $F_{k,k} \propto r^{-6}$ . Октуполя с квадруполем – седьмой  $F_{o,k} \propto r^{-7}$ . Октуполя с октуполем – минус восьмой степени расстояния  $F_{o,o} \propto r^{-8}$ .

Радиус действия сил между ассоциациями диполей, как квадруполи и октуполи ничтожно мал, сравнительно Кулоновских сил между зарядами.

Нечетное число диполей невозможно расположить параллельно с противоположной ориентацией полюсов соседних диполей, что снижает

их общую энергию связи. Последовательное соединение не имеет этой особенности, но энергия связи его значительно меньше энергии параллельного соединения.

*Результатом взаимодействия множества свободных, хаотически ориентированных диполей, является их взаимная ориентация разноименными полюсами друг к другу, которая приводит к снижению их общей энергии и взаимному притяжению диполей. Это наглядно подтверждает факт слипания намагниченных железных опилок в комок.*

Дипольным взаимодействиям характерны следующие свойства:

1. В результате действия моментов сил, между взаимодействующими диполями реализуется взаимное притяжение.

2. Силы притяжения диполей убывают пропорционально минус четвёртой, а их ассоциаций, пропорционально минус шестой и восьмой степени расстояния. Силы взаимодействия диполей и ассоциаций короткодействующие.

3. Взаимодействие диполей зависит от их взаимной ориентации.

4. Силы дипольного взаимодействия носят не центральный характер.

5. Энергия связи двух диполей отличается на дискретную величину в зависимости от их ориентации и способа расположения, а для нескольких диполей может иметь несколько дискретных уровней.

6. Дипольным взаимодействиям свойственно насыщение. Из-за быстрого убывания поля с расстоянием, каждый диполь взаимодействует только с соседними диполями и мало взаимодействует со следующими за ними. По этой причине, удельная энергия связи диполей, практически постоянна.

7. Дипольному взаимодействию свойственен граничный радиус сближения диполей, после которого притяжение сменяется отталкиванием.

8. Энергия связи диполей пропорциональна произведению дипольных моментов, обратно пропорциональна третьей степени расстояния между ними, зависит от взаимной ориентации и четности или нечетности их числа.

9. Дипольный момент параллельного соединения четного числа диполей равен нулю. Нечетного числа диполей – одному моменту. При последовательном соединении диполей дипольные моменты суммируются.

В микромире существуют объекты взаимодействия, которых, практически по всем пунктам, идентичны свойствам дипольных взаимодействий.

Ядра атомов состоят из протонов и нейтронов, называемых нуклонами, связанных ядерными силами, которым присущи следующие свойства [3]:

1. Ядерные силы являются силами притяжения между нуклонами.

2. Ядерные силы являются короткодействующими силами.

3. Ядерные силы зависят от ориентации их спинов и связанных с ними магнитных моментов.

4. Ядерные силы не центральны.
5. Энергия связи нуклонов в ядрах имеет множество различных дискретных уровней.
6. Ядерные силы обладают свойством насыщения. С увеличением ядра энергия связи на нуклон остаётся примерно постоянной.
7. Ядерные силы притягивают нуклоны в области  $10^{-13}$  см, но на существенно меньших расстояниях переходят в силы отталкивания.
8. Энергия взаимодействия нуклонов проявляет зависимость от четности или нечетности их числа.
9. Магнитный момент чётно – чётных ядер, т.е. с чётным числом протонов и нейтронов равен нулю. Для остальных ядер не превышает десяти единиц.

Практически, по всем девяти пунктам свойства ядерных сил, адекватны свойствам дипольных взаимодействий.

Ядерные силы велики по абсолютной величине. Средняя энергия связи нуклонов в ядрах ( $7\div 8$ ) МэВ, что составляет  $(0,75\div 0,85)\%$  от собственной энергии нуклонов. Однако, следует заметить, что энергия связи К-электронов тяжелых атомов более ста тысяч эВ, что тоже составляет не малый процент собственной энергии электрона,  $\sim 0,25\%$ .

Необходимо заметить, что до сих пор неизвестно соотношение энергии электрических Кулоновских полей электрона и протона и магнитных полей, отвечающих их магнитным моментам, а так же динамических электрических полей, соответствующих роторам магнитных полей, служащих одной из компонент формирования моментов количества движения, или спинов частиц.

Несколько проливает свет на этот вопрос то, что собственная энергия нейтрона, в котором связаны электрон и протон, превышает суммарную энергию протона и электрона на 0,85 МэВ. Можно полагать, что эта энергия является результатом взаимодействия их магнитных полей, и полей, принимающих участие в формировании спинов, частиц, за вычетом энергии их скомпенсированных Кулоновских электрических полей.

Нуклоны протон и нейтрон являются магнитными диполями с магнитными моментами  $\mu_p = 2,79 \mu_0$  и  $\mu_n = -1,91 \mu_0$ , где  $\mu_0$  ядерный магнетон, равный  $\mu_0 = \frac{e\hbar}{8\pi M_p c} = 5,05 \cdot 10^{-24} \frac{\text{эрг}}{\text{гаус}}$  [3].

Адекватность взаимодействий нуклонов в ядрах атомов с взаимодействиями диполей, а также наличие дипольных магнитных моментов у нуклонов даёт основание полагать, что взаимодействия между нуклонами ядер являются, дипольными магнитными взаимодействиями.

Энергия взаимодействия  $W = \mu_1 H_2 + \mu_2 H_1$  равна сумме энергии магнитного момента нуклона  $\mu_1$  в магнитном поле  $H_2$ , отвечающего магнитному моменту нуклона  $\mu_2$ , и энергии магнитного момента  $\mu_2$  в магнитном поле  $H_1$ , отвечающего моменту  $\mu_1$ ,

$$H_2 = \frac{\mu}{r^3} \left( 3 \frac{r_2}{r} \cos\theta - \frac{\mu_2}{\mu} \right), H_1 = \frac{\mu}{r^3} \left( 3 \frac{r_1}{r} \cos\theta - \frac{\mu_1}{\mu} \right).$$

С магнитным моментом нуклонов связан спин частицы  $s$ . Ему соответствует поле, участвующее, совместно с магнитным полем, в формиро-

вании спина. Это поле мало исследовано, поэтому ограничимся магнитными взаимодействиями нуклонов, полагая, что их спиновые взаимодействия аналогичны.

Энергия связи – это энергия, на которую уменьшается собственная энергия объектов, вступающих в связь, величина её отрицательна.

Вне ядра связанных состояний протон – протон,  $p,p$  и нейтрон – нейтрон,  $n,n$  не наблюдается, но внутри ядер они вполне вероятны.

Из-за Кулоновского взаимодействия между зарядами протонов энергия их связи ниже, чем между нейтронами  $W_{p,p} < W_{n,n}$ . Энергия связи нейтрона с протоном выше, связи двух нейтронов  $W_{p,n} > W_{n,n}$ . Возможно в электрическом поле протона нейтрон испытывает частичную поляризацию зарядов, связанных в нём протона с электроном, отчего энергия их связи выше связи нейтронов.

Учитывая это, проанализируем энергию связи нуклонов в ядрах с позиции дипольных взаимодействий.

Энергия связи протона и нейтрона в ядре дейтрона  ${}^2_1H(p,n)$  составляет 2,2 МэВ. Возможно, нуклоны дейтрона связаны последовательно. Схематично,  $(\Rightarrow \rightarrow)$ , где одинарная стрелка – нейтрон, двойная – протон. Одинарная связь полюсов предполагает минимальную энергию связи диполей.

Нуклоны тритона  ${}^3_1H(n,p,n)$  соединены параллельно с противоположной ориентацией полюсов,  $(\downarrow \uparrow \downarrow)$ . Такое соединение насчитывает четыре связи полюсов диполей с энергией связи в четверо больше энергии одинарной связи нуклонов дейтрона в 2,2 МэВ, и для тритона составляет 8,5 МэВ.

Энергия связи изотопа гелия  ${}^3_2He(p,n,p)$ , отличающегося от тритона тем, что содержит два протона и один нейтрон,  $(\uparrow \downarrow \uparrow)$ , составляет 7,7 МэВ. Кулоновское взаимодействие между протонами снижает энергию связи гелия  ${}^3_2He$  на 0,8 МэВ сравнительно тритона с таким же числом нуклонов.

Энергия связи четырёх нуклонов, двух протонов и двух нейтронов гелия  ${}^4_2He(p,n,p,n = \alpha)$ , связанных параллельно с противоположной ориентацией полюсов соседних диполей, в октаполь  $\alpha$ -частицы, составляет 28,3 МэВ. Схематичное изображение октаполя



Соединение нуклонов диполей гелия  ${}^4_2He(\alpha)$  в октаполь, содержащее восемь связей между полюсами, энергетически наиболее выгодная конфигурация объединения нуклонов с энергией связи, в 28,3 МэВ, не менее восьми раз большей энергии связи односвязного дейтрона, в 2,2 МэВ.

Всплеск энергии связи в 20,6 МэВ, с образованием ядра гелия  ${}^4_2He$ , втрое больше средней на нуклон энергия связи ядра  ${}^4_2He$ , составляющей 7,07 МэВ.

Невозможность соединить нечетное число диполей параллельно с противоположной ориентацией полюсов, уменьшает энергию связи гелия  ${}^5_2He(\alpha, n)$  до 27,3 МэВ. На 1 МэВ меньше, сравнительно гелия  ${}^4_2He(\alpha)$ .

Присоединение нейтрона к изотопу гелия  ${}^5_2\text{He}(\alpha, n)$ , с образованием гелия  ${}^6_2\text{He}(\alpha, n, n)$  устраняет дефект нечетности диполей и понижает плотность заряда ядра. Энергия связи его ядра повышается на 2 МэВ до 29,3 МэВ.

В литии  ${}^3_3\text{Li}(\alpha, p)$  нейтрон гелия  ${}^5_2\text{He}(\alpha, n)$  замещен протоном. Кулоновское взаимодействие его с другими протонами снижает энергию связи до 26,3 МэВ. На 1 МэВ меньше, чем гелия  ${}^5_2\text{He}$  с тем же числом нуклонов.

Добавление нейтрона к литию  ${}^3_3\text{Li}(\alpha, p)$ , и образование лития  ${}^4_3\text{Li}(\alpha, n, p)$ , снижает Кулоновское влияние избыточного протона и повышает энергию связи сравнительно лития  ${}^3_3\text{Li}$ , на 5,7 МэВ составляя 32,0 МэВ.

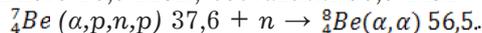
Нуклоны лития  ${}^3_3\text{Li}(\alpha, n, p, n)$ , образуют конфигурацию октуполь плюс тритон, энергия связи которой составляет 39,2 МэВ.

Нуклоны лития  ${}^4_3\text{Li}(\alpha, n, p, n, n)$  не образуют выгодных связи диполей, сравнительно  ${}^3_3\text{Li}$ , его энергия повышается на 2,1 МэВ, составляя 41,3 МэВ.

В бериллии  ${}^4_4\text{Be}(\alpha, p, p)$  не возможность отделить друг от друга избыточные протоны и снизить их Кулоновское взаимодействие, уменьшает энергию связи по сравнению с литием  ${}^4_3\text{Li}(\alpha, n, p)$  с таким же числом нуклонов на 5,1 МэВ, до 26,9 МэВ.

Третий нейтрон бериллия  ${}^4_4\text{Be}(\alpha, p, n, p)$ , разделяющий соседствующие протоны и ослабляющий их Кулоновское взаимодействие повышает его энергию связи на 10,7 МэВ, до 37,6 МэВ.

Присоединение нейтрона к бериллию  ${}^4_4\text{Be}(\alpha, p, n, p)$ , образует в ядре бериллия  ${}^5_4\text{Be}(\alpha, \alpha)$  второй октуполь. Энергия связи его возрастает сравнительно  ${}^4_4\text{Be}$ , на величину всплеска энергии равного 18,9 МэВ, составляя 56,5 МэВ.



Из-за не возможности связать нечетное число диполей параллельно с противоположной ориентацией полюсов, пятый нейтрон изотопа  ${}^5_4\text{Be}(\alpha, \alpha, n)$  повышает его энергию связи всего на 1,7 МэВ, до 58,2 МэВ.

Десятый нуклон бериллия  ${}^{10}_4\text{Be}(\alpha, \alpha, n, n)$  устраняет дефект нечетности нуклонов,  ${}^9_4\text{Be}(\alpha, \alpha, n)$ , повышая его энергию связи на 6,8 МэВ, до 65 МэВ.

В бериллии  ${}^{14}_4\text{Be}(\alpha, \alpha, n, n, n)$  проблема нечетности, как и у изотопа  ${}^4_4\text{Be}(\alpha, \alpha, n)$ , с его образованием добавляется 0,5 МэВ, составляя 65,5 МэВ.

Подобный анализ можно выполнить для всех изотопов, но целесообразнее рассмотреть другие их свойства, подтверждающие дипольный характер взаимодействия нуклонов в ядрах атомов.

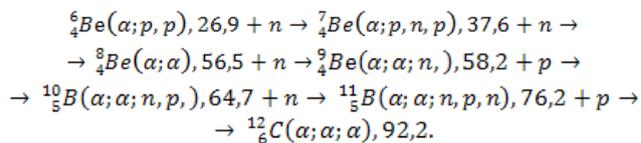
Естественная радиоактивность нестабильных изотопов, происходит с испусканием электронов, позитронов,  $\alpha$ -частиц и  $\gamma$ -излучения.

Из того, что испускаются не отдельные нуклоны, составные части ядра, а  $\alpha$ -частицы, следует, что нуклоны диполи в ядре, объединены в блоки октуполи  $\alpha$ -частиц, энергия связи нуклонов в которых, выше энергии связи блоков между собой [4].

Присоединение нуклона к ядру повышает энергию связи, в среднем, на (7-8) МэВ. Добавление нуклона, завершающего формирование ок-

туполя, из двух протонов и двух нейтронов, сопровождается увеличением, всплеском энергии связи до (15-20) МэВ, превосходящим среднюю энергию связи нуклонов в два три раза, что убедительно доказывает блочную структуру ядер.

Проследим изменение энергии связи в цепочке ядерных превращений при добавлении нуклона, начиная с изотопа бериллия  ${}^6_4\text{Be}$ , и заканчивая изотопом углерода  ${}^{12}_6\text{C}$ :



Образование второго блока октуполя  $\alpha$ -частицы в изотопе  ${}^8_4\text{Be}(\alpha; \alpha)$  и третьего в изотопе  ${}^{12}_6\text{C}(\alpha; \alpha; \alpha)$ , сопровождается всплесками энергии 56,5 - 37,6 = 19,5 МэВ, и 92,2 - 76,2 = 16 МэВ.

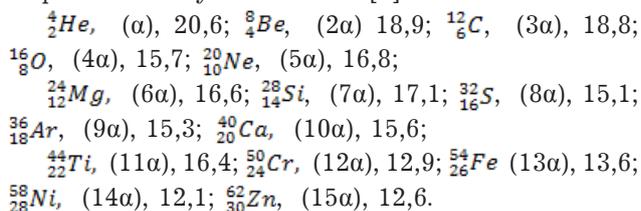
Всплески энергии довольно просто объясняются с позиции объединения в ядре диполей нуклонов в блоки октуполи  $\alpha$ -частиц. Объединение трех, не связанных в октуполь нуклонов  $p, n, p$  бериллия  ${}^7_4\text{Be}(\alpha, p, n, p)$ , предшествующего образованию  ${}^8_4\text{Be}(\alpha; \alpha)$  представляет ядро гелия  ${}^3_2\text{He}(p, n, p)$ , с нечетным числом диполей нуклонов, удельная энергия связи которого  $7,7/3 \approx 2,6$  МэВ втрое меньше удельной энергии связи нуклонов октуполя, равной  $\sim 7,07$  МэВ.

Аналогично в изотопе бора  ${}^{11}_5\text{B}(\alpha; \alpha, n, p, n)$ , предшествующего образованию углерода  ${}^{12}_6\text{C}(\alpha; \alpha; \alpha)$ , не связанные в октуполь нуклоны  $n, p, n$  образуют ядро тритона  ${}^3_1\text{H}(n, p, n)$  с удельной энергией  $8,5/3 \approx 2,8$  МэВ, также почти втрое меньше удельной энергии связи нуклонов октуполя  $\sim 7,07$  МэВ.

С образованием октуполей в  ${}^8_4\text{Be}(\alpha; \alpha)$  и в  ${}^{12}_6\text{C}(\alpha; \alpha; \alpha)$ , при добавлении нейтрона к  ${}^7_4\text{Be}(\alpha; p, n, p)$ , и протона к  ${}^{11}_5\text{B}(\alpha; \alpha, n, p, n)$ , удельная энергия связи нуклонов повышается до средней энергии связи нуклонов октуполя  $\sim 7,07$  МэВ, со всплеском общей энергии связи, порядка 19-16 МэВ.

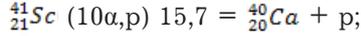
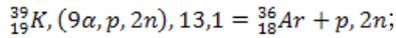
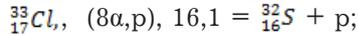
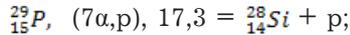
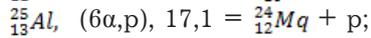
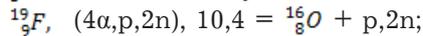
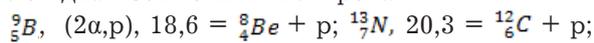
Можно полагать, что образующиеся в ядре блоки октуполи и энергия их связи сохраняются и при дальнейшем построении ядер последующих изотопов, а протоны, не связанные в октуполи, как в изотопе  ${}^{10}_5\text{B}(\alpha; \alpha, n, p)$ , служат началом для формирования следующих блоков - октуполей.

Ниже изотопы лёгких химических элементов с четными номерами, состав ядер в количестве блоков  $\alpha$ -частиц, а также всплески энергии связи, присоединения нуклона, завершающего формирование октуполя в МэВ [3].



Изотопы, с нечетными номерами со всплесками энергии связи, получают присоединением протона к изотопам с четными номерами, имею-

щими всплески энергии связи. Некоторые из них имеют два избыточных нейтрона.



Величина всплесков энергии с ростом числа нуклонов в ядре снижается. Очередные протоны тяжелых ядер присоединяются к избыточным нейтронам, число которых растёт с увеличением ядра. Понижение энергии связи присоединения протона, которое предшествует последующему всплеску, уменьшается. Колебания энергии связи присоединения нуклонов нивелируются. Величина её становится более однородной.

Это подтверждает сравнение энергии индивидуального присоединения нейтронов бериллия, содержащего не более 11 нуклонов: 10,7; 18,9; 1,7; 6,8; 0,5 МэВ, с максимальной разностью  $18,9 - 0,5 = 18,4$  МэВ.

А также платины, с числом нуклонов более 190: 6,3; 8,5; 6,2; 8,0; 6,8; 7,9; 5,2 МэВ, с максимальной разностью  $8,5 - 5,2 = 3,3$  МэВ. Энергия присоединения четного нуклона (подчеркнутые значения) выше, чем нечетного, что также подтверждает дипольную природу связи нуклонов.

В атомных ядрах действуют два вида конкурирующих сил. Силы притяжения магнитных диполей нуклонов. И силы Кулоновского отталкивания между заряженными протонами.

Равно действие этих сил обеспечивает стабильность атомного ядра, путем баланса количества заряженных протонов в ядре и нейтронов, компенсирующих Кулоновское расталкивание протонов, в результате ядерных реакций испускания и поглощения заряженных частиц, повышающих энергию связи ядра, и, соответственно, понижающих его общую энергию.

Изотопы атома, предшествующие стабильным изотопам испускают позитроны, путём распада протонов ядра, понижая его потенциал, следующие за стабильными, испускают электроны, в результате распада нейтронов ядра, повышая его потенциал.

Предпочтительность реакций с испусканием лёгких частиц обусловлена тем, что энергетические изменения ядер в реакции с лёгкими частицами составляют не более 0,8 МэВ. В распаде нейтрона на протон и электрон освобождается ~ 0,8 МэВ энергии. Объединение их и образование нейтрона при К-захвате электрона ядром требует таких же затрат энергии [5].

Удаление же нуклона из ядра требует энергии, порядка энергии связи нуклонов (~ 2÷7) МэВ, от чего испускание их, практически, не наблюдается.

Стабильным ядрам соответствует наибольшая удельная на нуклон энергия связи. Удельная

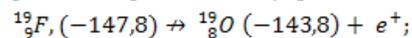
энергия связи семи изотопов кислорода  ${}^{14}_8\text{O} + {}^{20}_8\text{O}$  составляет: 7,05; 7,46; 7,97; 7,75; 7,76; 7,56; 7,57. Подчеркнуты наибольшие значения её, принадлежащие стабильным изотопам  ${}^{16}_8\text{O}, {}^{17}_8\text{O}, {}^{18}_8\text{O}$ .

Удельная энергия изотопов германия Ge: 8,57; 8,61; 8,63; 8,68; 8,68; 8,72; 8,70; 8,73; 8,707; 8,72; 8,69; 8,705; 8,67; 8,67. Подчеркнуты наибольшие значения удельной энергии связи, принадлежащие стабильным изотопам.

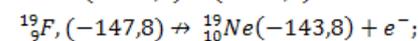
Максимум удельной энергии связи нуклонов стабильных ядер отвечает общему свойству материи стремления к состоянию с наименьшей энергией.

Ядро стабильно, если в предполагаемой реакции энергия дочернего ядра становится выше энергии материнского ядра. Потребность в сторонней энергии для осуществления реакции является причиной её запрета.

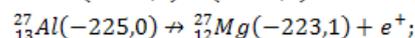
Пример запрещаемых реакций (перечеркнутая стрелка) для стабильных изотопов фтора  ${}^{19}_9\text{F}$ , алюминия  ${}^{27}_{13}\text{Al}$  и мышьяка  ${}^{75}_{33}\text{As}$ . Рядом разность энергии связи изотопов в МэВ, равная дефициту энергии, запрещающему реакцию:



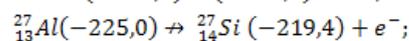
$$\Delta W = (-147,8) - (-143,8) = -3 \text{ МэВ};$$



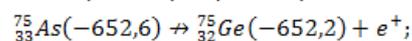
$$\Delta W = (-147,8) - (-143,8) = -3 \text{ МэВ};$$



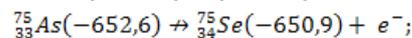
$$\Delta W = (-225,0) - (-223,1) = -1,9 \text{ МэВ};$$



$$\Delta W = (-225,0) - (-219,4) = -5,6 \text{ МэВ};$$

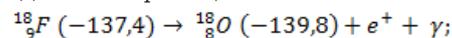


$$\Delta W = (-652,6) - (-652,2) = -0,4 \text{ МэВ};$$

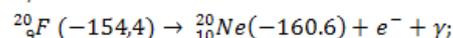


$$\Delta W = (-652,6) - (-650,9) = -1,7 \text{ МэВ}.$$

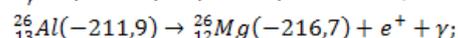
Ниже дозволенные реакции нестабильных к позитронному  ${}^{18}_9\text{F}, {}^{26}_{13}\text{Al}, {}^{74}_{33}\text{As}$ , и электронному  ${}^{20}_9\text{F}, {}^{28}_{13}\text{Al}, {}^{76}_{33}\text{As}$ , распаду изотопов этих же элементов. Рядом энергия  $W_\gamma$  гамма излучения, освобождаемая в реакции:



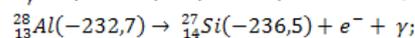
$$W_\gamma = (-137,4) - (-139,8) = 2,4 \text{ МэВ};$$



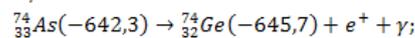
$$W_\gamma = (-154,4) - (-160,6) = 6,2 \text{ МэВ};$$



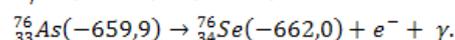
$$W_\gamma = (-211,9) - (-216,7) = 4,8 \text{ МэВ};$$



$$W_\gamma = (-232,7) - (-236,5) = 3,8 \text{ МэВ};$$



$$W_\gamma = (-642,3) - (-645,7) = 3,4 \text{ МэВ};$$



$$W_\gamma = (-659,9) - (-662,0) = 2,1 \text{ МэВ};$$

Блоки октуполи в ядре могут быть связаны между собой, гранями параллельными его диполям с противоположной ориентацией полюсов, а также гранями нормальными к диполям, последовательной связью противоположных полюсов. Зависимость энергии связи от площади

поверхности ядра предопределяет шарообразное размещение блоков, с минимумом поверхности ядра.

Идея дипольного взаимодействия нуклонов в ядре атома сводит сильные взаимодействия к определённой форме электромагнитных взаимодействий магнитных полей, соответствующих магнитным, моментам нуклонов и, возможно, полей, соответствующих спинам частиц.

Свойство ядерных сил менять притяжение на отталкивание на расстояниях существенно меньших  $10^{-13}$  см, исключает необходимость движения нуклонов в самосогласованном поле ядер. Нуклоны в ядрах располагаются на расстояниях, при которых силы притяжения переходят в отталкивание, образуя статичные связи. Возвращающие силы, возникающие при отклонении нуклонов от этих расстояний, удерживают их в связанном состоянии.

Нуклоны ядра статично связаны магнитными дипольными связями.

Комок железных опилок, связанных действием магнитных сил, упоминаемый в описании взаимодействия диполей является грубым, но верным прототипом атомного ядра.

Возбужденные возмущением должной меры, нуклоны будут совершать затухающие колебания с излучением энергии. Большая величина ядерных сил определяет частоты излучения ядер в диапазонах гамма э.м. волн.

Распад нейтрона на протон и электрон, объединение электрона с протоном в ядрах некоторых атомов в результате К-захвата электрона с образованием нейтрона, называемые слабыми взаимодействиями, являются также одной из форм

электромагнитных взаимодействий магнитных полей, соответствующих магнитным моментам протона и электрона, а также электрических полей их зарядов [5].

Существование ядерного, нуклонного поля, посредством которого взаимодействуют нуклоны, проблематично, тогда как магнитное поле соответствующее магнитному моменту нуклонов и взаимодействие с ним реально.

Электромагнитную природу сильных и слабых взаимодействий подтверждает одинаковый с электромагнитными взаимодействиями вид выхода энергии. Кинетической энергии разлетающихся частиц, расталкиваемых электрическими и магнитными силами, а также электромагнитного излучения в оптических, рентгеновских и гамма диапазонах.

Подтверждает это аннигиляция электронов, протонов и нейтронов с их античастицами, результатом которой является электромагнитное излучение в оптических, рентгеновских и гамма диапазонах и, следует подчеркнуть, ничего более, кроме электромагнитного излучения. Подтверждается это также фото рождением частиц в результате трансформации фотонов э.м. излучения, при определённых условиях, в пару частиц.

Идея, дипольной природы взаимодействий нуклонов нуждается в теоретических и экспериментальных исследованиях, которые могут принести новые возможности в познании атомного ядра.

Облечь правомерность идеи дипольной природы ядерных сил в математическую форму – прерогатива теоретиков.

## Список литературы:

1. Джексон Дж. Классическая электродинамика. – М. «Мир», 1965.
2. Попенко В. И. Дипольные взаимодействия нуклонов, «Молодой вчений», 2015.
3. Широков Ю. М. и Юдин Н. П. Ядерная физика. – М. «Наука», 1972.
4. Неудачин В. Г., Смирнов Ю. Ф. нуклонные ассоциации в лёгких ядрах, «Наука», 1965.
5. Ли Ц., Ву Ц. Слабые взаимодействия, «Мир», 1968.

**Попенко В.И.**

Науково-виробнича корпорація «Київський інститут автоматики»

## НОВЕ ПРО АТОМНЕ ЯДРО

### Анотація

У взаємодіях нуклонів атомного ядра, беруть участь також взаємодії їх дипольних магнітних моментів. Як показує аналіз, властивості дипольних взаємодій адекватні властивостям ядерних сил. Можливо взаємодії нуклонів являються дипольними взаємодіями їх магнітних моментів, і Кулонівської взаємодії зарядів протонів. Дипольний характер зв'язку нуклонів підтверджується аналізом їх енергії зв'язку. Підхід до взаємодій нуклонів як дипольних взаємодій їх магнітних моментів, відкриває нові аспекти досліджень атомного ядра.

**Ключові слова:** диполь, магнітний момент, нуклони, ядерні сили.

**Popenko V.I.**

Scientifically-Productive Corporation «Kyiv Institute of Automation»

## **NEW ABOUT ATOMIC KERNEL**

### **Summary**

In co-operations of nucleons of atomic kernel, take part also co-operations of their dipole magnetic moments. Properties of dipole co-operations are adequate to properties of nuclear forces. Co-operation of nucleons is possible are dipole co-operations of their magnetic moments, and Coulomb co-operation of charges protons. Dipole character of connection of nucleons is confirmed by the analysis of their energy of connection. Going near co-operations of nucleons as dipole co-operations of their magnetic moments, opens the new aspects of research of atomic kernel.

**Keywords:** doublet, magnetic moment, nucleons, nuclear forces.