

СИСТЕМНО-СТРУКТУРНЫЙ ЗАКОН МИКРОМИРА

Аннотация

Авторами установлен симплектически-планетарный закон чередования характера внутренней микро-геометрии различных структур материи в микромире. Получена полуэмпирическая формула, описывающая зависимость энергии связи от характерного размера различных микроструктур. Была выполнена оценка количества пионов в пионном облаке, которое окружает ядро нуклона. Было показано, что для реализации указанных в работе возможных виртуальных реакций перехода нейтрона в протон и обратно необходимо три пиона. Исходя из этого, определена масса кварка-партона.

Ключевые слова: планетарная система, симплектическая система, нуклон, пион, ядро, партон, кварк, стандартная модель.

Кілт сөздер: планетарлық жүйе, симплектисалық жүйе, нуклон, пион, ядро, партон, кварк, стандартты үлгі.

Keywords: planetary system, symplectic system, the nucleon, pion, core, parton, quark, the standard model.

Обменная часть сильных сил, реализуемая с помощью мезонов, занимает значительную долю в полном взаимодействии как ядер, так и элементарных частиц. Идеи обменных сил впервые зародились в квантовой химии, где были проверены экспериментально, а затем перенесены в ядерную, а позже и в элементарно-частичную физику.

Механизм обмена между адронами с помощью тяжелых частиц в общем случае нарушает закон сохранения энергии. Но в квантовом микромире процессы с нарушением закона сохранения энергии принципиально возможны благодаря «запрету», налагаемому соотношением неопределенностей Гейзенберга $\Delta E \Delta t \geq \hbar$. За время сильного взаимодействия $\Delta t \approx 10^{-23}$ с, в течение которого и происходит обмен частицами, «допускается» неопределенность в знании энергии ΔE , то есть на эту величину «можно виртуально нарушать» закон сохранения энергии.

Ядерные силы Юкавы должны были осуществлять взаимодействие между нуклонами с помощью частицы с массой 200-300 m_e . Такими частицами явились пионы π^+ , π^- , π^0 . Подставляя в соотношение неопределенностей величину $\Delta E = mc^2$ и $\Delta t = r_{NN}/c$, где r_{NN} – расстояние между адронами, c – скорость света (скорость обменных частиц), получим выражение для массы обменной частицы $M = \hbar / r_{NN} c$. Обменные виртуальные реакции между нуклонами идут как с неизменным изоспином, так и с его изменением: $p \rightarrow \pi^0 + p$; $p \rightarrow \pi^+ + n$; $n \rightarrow \pi^0 + n$; $n \rightarrow \pi^- + p$.

Реальный одиночный нуклон имеет плотный *ядро*, который окружен облаком из нескольких пионов. Оценим их число в пионном облаке. Для этого вычислим *полную энергию связи всех пионов в нуклоне*. С этой целью, поскольку масса ядра нуклона еще не измерена, построим зависимость энергий связи нескольких близких структур материи в зависимости от их размеров (таблица 1) и экстраполируем в область размеров нуклона и его ядра (рисунок 1).

Таблица 1 – Энергии связи различных структур материи на базисе протона

Номер структуры	Вид структуры материи	Геометрический фактор	Характерный радиус	Энергия связи, эВ
-----------------	-----------------------	-----------------------	--------------------	-------------------

			структуры, см	
1	Молекула водорода	симплектический	$1,318 \cdot 10^{-8}$	4,749
2	Атом водорода	планетарный	$0,46 \cdot 10^{-8}$	13,595
3	Ядро (дейтрон)	симплектический	$1,76 \cdot 10^{-13}$	$2,225 \cdot 10^6$
4	Протон	планетарный	$0,8 \cdot 10^{-13}$	$5,565 \cdot 10^6$
5	Партон (экстраполяция)	симплектический	$\sim 10^{-15}$	820 ГэВ

На рисунке 1 дана такая зависимость с достоверностью соответствия теории (сплошная линия) и эксперимента (точки) в диапазоне известных структур материи для систематического ряда водорода: «молекула-атом-ядро-нуклон-кern-...», равной 0,9998. Из рисунка 1 и таблицы 1 видно, что полная энергия связи пионов

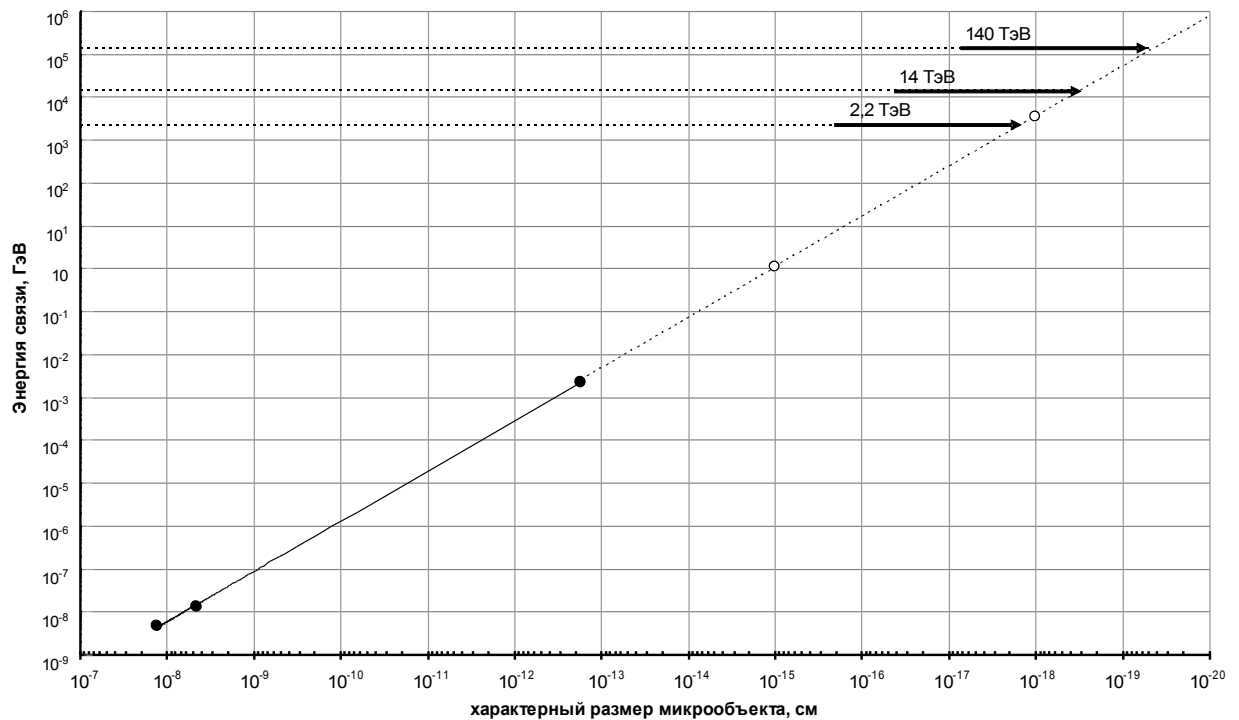


Рисунок 1 – Закон изменения полной энергии связи от характерных размеров структур микромира. Точки – эксперимент, сплошная линия – теория (1)

с керном нуклона составляет величину 5,565 МэВ (при размере нуклона $r_N = 0,8 \cdot 10^{-13}$ см). А, следовательно, в предположении, что масса нуклона делится между массой керна и суммарной массой пионов поровну, число пионов равно 3.

По-видимому, kern нуклона окружен, действительно, облаком из трех пионов (трех сортов пионов), что дает ему возможность реализовать все четыре, указанных выше, реакции. Указанная закономерность рисунка 1 описана нами формулой

$$E = \frac{\hbar c}{r_0} \alpha^{b-1} \left(\frac{r}{r_0}\right)^a, \text{ (МэВ)}, \quad (1)$$

где $a = -1,1702$, $b = -2,1552$.

В 1964 году Гелл-Ман и Цвейг независимо и одновременно сделали предположение о существовании в природе частиц с дробными значениями барионного и электрического зарядов. Эти частицы были названы «кварками» – q ; другая исследовательская группа назвала их «партонами». Косвенным экспериментальным подтверждением существования

кварков-партонов явились опыты по исследованию глубоконеупругого рассеяния электронов на протонах, в которых было обнаружено отклонение на большие углы, свидетельствующее о существовании внутри протона точечных объектов, то есть о его кварковоподобной структуре.

Барионы строятся из кварков по схеме qqq . Протон создается как сочетание двух u - и одного d -кварка ($p = uud$), а нейтрон – в виде $n = udd$. В теории ненарушенной калибровочной симметрии, которая лежит в основе Стандартной модели сильного и электрослабого взаимодействий, массы всех фундаментальных частиц равны нулю. Ненулевыми они становятся в результате спонтанного нарушения симметрии в процессе взаимодействия с хиггсовским полем. Однозначность в оценках масс u - и d -кварков в литературе отсутствует.

В работе [1] значение масс u - и d -кварков равны $m_u = 4$ МэВ и $m_d = 7$ МэВ, соответственно. В [2] приводятся значения $m_u = m_d = 340$ МэВ, а в [3] и [4] массы кварков порядка 300 МэВ. Авторы работы [5] дают значение около 330 МэВ. На основе закономерности рисунка 1 находим энергию связи внутренних подструктур ядра протона, равной 820 ГэВ. Вспомним, что кварки безуспешно пытались искать на ускорителях вплоть до энергии протонов 500 ГэВ. В результате был сделан вывод о том, что в свободном виде кварков в природе не существует. Однако закономерность (1) показывает, что «старым» ускорителям просто не хватило энергии пучка бомбардирующих частиц.

Нетрудно отметить еще одну закономерность по мере перехода от крупных структур материи ко все более мелким: молекула строится из двух одинаковых (квазитождественных) по размерам частиц-атомов (симплектическая структура); атом уже представляет систему, состоящую из ядра и электронов (солнечно-планетарная структура атома); ядро вновь строится из двух квазитождественных по размерам частиц-нуклонов (симплекс). Очевидно, что следующая структура (нуклон) представляет систему, состоящую из «nubbin» {nubbin – «наббин», англ. – комочек} и пионного облака (солнечно-планетарная структура нуклона) с полной энергией связи 5,565 Мэв. При этом размеры «наббина» много меньше размера самого нуклона.

Для атома

$$\frac{E_3}{E_2} = \left(\frac{r_3}{r_2}\right)^a . \quad (2)$$

Тогда для нуклона

$$\frac{E_5}{E_4} = \left(\frac{r_5}{r_4}\right)^a = \left(\frac{r_3}{r_2}\right)^a , \quad (3)$$

откуда энергия связи кварков (энергия, необходимая для полного расщепления «наббина» на отдельные, составляющие его, кварки):

$$E_5 = 821,345 \text{ ГэВ}. \quad (4)$$

Возможно, что именно из-за соотношения (4) кварки-партоны в свободном состоянии пока не найдены.

Такое полученное в настоящей работе численное значение энергии связи кварков-партонов (выше 820 ГэВ) дает определенную надежду все же найти их в свободном состоянии при повышении энергии ускорителей. На рисунке 1 стрелками показана энергия пучка протонов, достигнутая на коллайдере в ЦЕРНе на первых этапах его работы $E_{\text{БАК}}=2,2$ ТэВ и энергия, которая будет достигнута к следующему году в результате модернизации ускорителя $E_{\text{БАК}}=14$ ТэВ [6]. Напомним, что ожидаемая энергия протонов в космических лучах равна 140 ТэВ (на рисунке – верхняя стрелка).

Итак, если записать энергию связи нуклона в виде

$$E_{\text{связи}} = M - 3m, \quad (5)$$

где M – масса нуклона; m – масса партона-кварка, то получим численное значение этой массы

$$m = 311,33 \text{ МэВ}. \quad (6)$$

Указанный закон дает также определенный ключ к пониманию закономерностей не только в изменении устойчивости и других параметров, но и смены одной структуры материи другой, по крайней мере, в области микромира. Рассмотрим, например, как изменяется структура различных объектов микромира в цепочке: «молекула-атом-ядро-элементарная частица (нуклон)- ...» (таблица 1). При таком рассмотрении примем следующую терминологию: «планетарная система» – система типа атома; «симплектическая система» – система типа кристаллической решетки (многогранник). Нетрудно подметить следующую закономерность, действующую совместно с закономерностью изменения энергии связи от размеров микрочастиц (1), которая, несомненно, будет полезна при проникновении во все более мелкие структуры микромира, следующие за нуклоном:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Молекула: атом: ядро: нуклон: керн:... =} \\ \text{Симплекс: планетарная: симплекс: планетарная} \end{array} \right\} (7)$$

Таким образом, закономерность (7) дает предсказание, что керн (в дальнейшем «наббион» – от англ. *nubbin* – комочек) нуклона имеет симплектическую (плотноупакованную) систему. Составные элементы керна-наббиона нуклона (назовем их по-новому «DY-частицами») имеют уже планетарную систему с гипотетическими орбитальными частицами «квазиэлектронами». А сам керн DY-частицы должен иметь вновь симплектическую структуру в виде гипотетических очень тяжелых частиц, которые мы условно назовем «AY-частицами». Весьма вероятное открытие в будущем указанных гипотетических частиц DY- и AY-частиц будет тесно связано с развитием ускорителей типа черновского коллайдера, а также с ускорительной техникой в области 10^{18} – 10^{22} эВ или, в качестве альтернативы, открытие в физике космических лучей подобных частиц со сверхвысокими энергиями.

Указанный «закон чередования» (7) структур материи микромира, возможно, описывается известной «теоремой о предельных циклах» в теории динамического хаоса: *если имеется несколько предельных циклов, образующих концентрическую систему, то устойчивые предельные циклы чередуются с неустойчивыми предельными циклами; при этом особая внутренняя точка есть стянутый в точку предельный цикл*. Таким образом, процесс Большого Взрыва, в результате которого образованы все структуры материи, в том числе и микромира, можно рассматривать как процесс с семейством концентрических предельных циклов.

Заключение:

1. Получена полуэмпирическая формула, описывающая зависимость энергии связи от характерного размера различных микроструктур для водорода. На основе этой закономерности найдено число пионов в пионном облаке нуклона.

2. На основе обнаруженной степенной закономерности найдена энергия связи нуклона, равная 5,565 МэВ, и энергия связи кварков-партонов, равная 820 ГэВ, являющаяся основной причиной их необнаружения в свободном состоянии.

3. Полагая, что нуклон состоит из трех кварков-партонов, найдена их масса, которая оказалась равной 311,33 МэВ.

4. Впервые установлен симплектически-планетарный закон чередования характера внутренней микрогеометрии различных структур материи в микромире.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Мухин К.Н., Тихонов В.Н. // УФН. – 2001. – Т. 171, № 11.
- 2 Клоуз Ф. Кварки и партоны. – М.: Мир, 1982. – 438 с.
- 3 Юшков А.В., Жусупов М.А., Канашевич В.И. Ядерная физика. Понятийный аппарат. – Алматы: Қазақ университеті, 2002. – 152 с.
- 4 Таблицы физических величин. Справочник под ред. акад. М. Кикоина. – Атомиздат, 1976. – 1006 с.
- 5 Фундаментальная структура материи / Под ред. Дж. Малви. – М: Мир, 1984. – 312 с.
- 6 Наука и техника. 1 марта 2013 г. // <http://www.bbc.co.uk/russian/science/>

REFERENCES

- 1 Muhin K.N., Tihonov V.N., *UFN*, **2001**, *t.171*, №11., (in Russ)
- 2 Klouz F., *Kvarki i partony*, *M: Mir*, **1982**, 438 s. (in Russ)
- 3 Yushkov A.V., Zhusupov M.A., Kanashevich V.I., *Jadernaja fizika.*, Ponjatijnyj apparat.*Almaty: Kazak Universiteti*, **2002**, 152 s. (in Russ)
- 4 Tablicy fizicheskikh velichin. Spravochnik pod red. akad. Kikoina. *M: Atomizdat*, **1976**, 1006 s. (in Russ)
- 5 Fundamental'naja struktura materii. Pod red. Dzh. Malvi. *M: Mir*, **1984**, 312 s. (in Russ)
- 6 Nauka i tehnika. **1 marta 2013 g.**, <http://www.bbc.co.uk/russian/science/>

Резюме

В. В. Дьячков, А. В. Юшков

(әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ.)

МИКРОӘЛЕМНІҢ ЖҮЙЕЛІК-ҚҰРЫЛЫМДЫҚ ЗАҢЫ

Микроәлемдегі әртүрлі материя құрылымы ішкі микрогеометриясының симплектикалық-планетарлық мінезінің алмасу заңы авторлармен анықталған. Әртүрлі микроқұрылымдардың мінездік өлшемінен шығатын энергия байланысының тәуелділік сипаттайтын жартылай эмпирикалық формула алынған. Керн нуклонын қоршап тұрған пион бұлтындағы пиондардың санына бағалау беру орындалған. Аталған жұмыста көрсетіліп отырған нейтронның протонға және керісінше ауысуының ауаны реакцияларының мүмкіндігіне үш пион қажет. Осыдан шығарып кварк-партонның салмағы анықталды.

Кілт сөздер: планетарлық жүйе, симплектикалық жүйе, нуклон, пион, керн, партон, кварк, стандартты үлгі.

Summary

V. V. Dyachkov, A. V. Yushkov

(al-Farabi Kazakh national university, Almaty)

SYSTEMATIC AND STRUCTURAL LAWS OF THE MICROWORLD

The authors found symplectic planetary character of the domestic law of alternation microgeometry various components of matter in the microscopic world. The semiempirical formula describing the dependence of the energy of the characteristic size of the various microstructures.

Keywords: planetary system, symplectic system, the nucleon, pion, core, parton, quark, the standard model.

Поступила 27.03.2013г