



Scan to know paper details and
author's profile

Studies of the Interaction of Nucleons in Triplets

Kamliya R.A.

ABSTRACT

Theoretical calculations of the interaction forces of nucleons in triplets containing two neutrons and one proton were carried out. Similar calculations were performed for triplets with one neutron and two protons. The calculations were carried out for various triplet configurations. The most stable states of triplets were found. The mechanism of isomeric transition of the core shown.

Keywords: proton, neutron, electron, interaction, triplet.

Classification: FOR CODE: 030699

Language: English



LJP Copyright ID: 392932
Print ISSN: 2631-8474
Online ISSN: 2631-8482

London Journal of Engineering Research

Volume 20 | Issue 3 | Compilation 1.0



© 2020. Kamliya R.A.. This is a research/review paper, distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-Noncommercial 4.0 Unported License <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>, permitting all noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Studies of the Interaction of Nucleons in Triplets

Исследования взаимодействия нуклонов в триплетах

Kamliya R.A.

Аннотация

Проведены теоретические расчеты сил взаимодействия нуклонов в триплетах, содержащих два нейтрона и один протон. Аналогичные расчеты проведены для триплетов с одним нейтроном и двумя протонами. Расчеты проведены для различных конфигураций триплетов. Найдены наиболее стабильные состояния триплетов. Показан механизм изомерного перехода ядра.

ABSTRACT

Theoretical calculations of the interaction forces of nucleons in triplets containing two neutrons and one proton were carried out. Similar calculations were performed for triplets with one neutron and two protons. The calculations were carried out for various triplet configurations. The most stable states of triplets were found. The mechanism of isomeric transition of the core shown.

Keywords: proton, neutron, electron, interaction, triplet.

Author: Доцент Абхазского государственного университета. Сухум, Абхазия

I. INTRODUCTION

Исследования атомов веществ и их ядер нацелены на выявление факторов определяющих их свойства. Если периодическая система элементов содержит 118 элементов, то количество нуклидов, отличающихся свойствами, равно порядка 3500 [1]. Место в периодической системе занимает элемент с определенным количеством электронов на оболочке, которые распределены по уровням энергии связи с ядром в соответствии с принципом Паули.

Если в ядре атома, занимающее определенное место в периодической системе, содержится другое количество нуклонов при том же количестве электронов, то такой атом называется изотопом. Но бывают нуклиды, имеющие одинаковое количество электронов и одинаковое массовое число, но отличаются по свойствам. Такие элементы называются изомерами.

Если распределение электронов задано принципом Паули, а он един для всех атомов, то остается предположить, что свойства изомеров определяются свойствами ядра – составом и тем как они упакованы. Ядра состоят из синглов, дублетов, триплетов, мультиплетов, упакованных определенным образом и взаимодействующих ядерными силами. В литературе [1] отмечается как факт наличие изомеров, но нет объяснения причин существования изомеров. Объяснений нет потому, что не ясна была природа ядерных сил и почему существуют сильные и слабые взаимодействия.

В работах [2,3] предпринята попытка разгадки природы ядерных сил. Исследования взаимодействия нуклонов ядра является актуальной задачей.

Содержание. Данная работа посвящена исследованиям взаимодействия нуклонов различных вариантов триплетов, которые могут быть ядром атома сверхтяжелого водорода H^3 либо изотопа гелия He^3 .

Триплет – это совокупность трех нуклонов, связанных сильным взаимодействием. Они могут иметь различные структуры.

Каждое ядро H^3 либо He^3 имеет, по крайней мере, один нейтрон и, по крайней мере, один протон. Как было показано в [2,3], на близком расстоянии взаимодействие кварков двух нуклонов, например протона и нейтрона, ориентирует их таким образом, что, в получившемся дублете (рис.1), против каждого заряда одного нуклона расположен противоположный заряд другого нуклона. Черными точками обозначен отрицательный заряд кварка, белыми кружками – положительный. Следует отметить, что при такой взаимной ориентации, силы притяжения всех трех пар зарядов одинаковы.

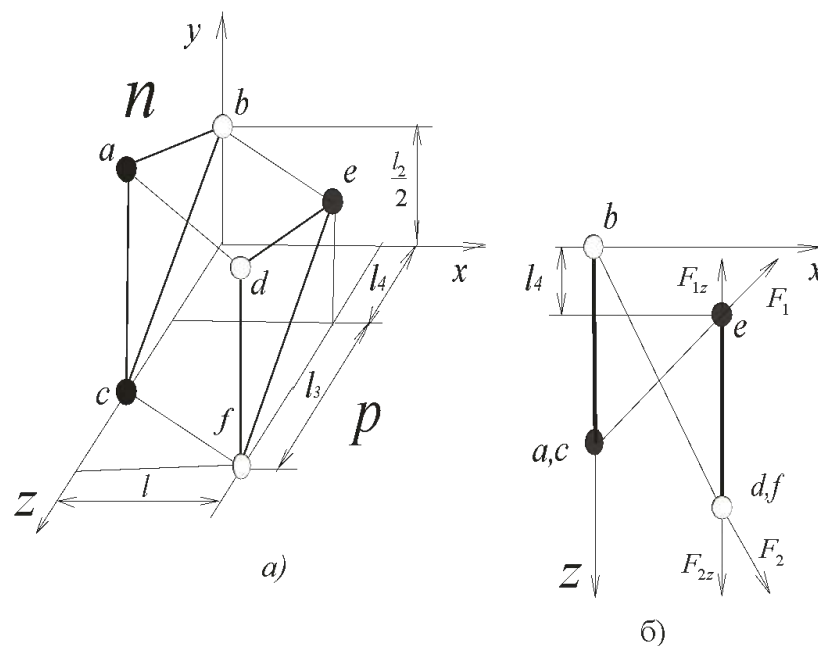


Рис.1.Дублет из нейтрона и протона
а)структура б)вид с верху

Однако, следует учесть следующее обстоятельство. Положительные заряды нуклонов имеют заряды $+2/3e$, а отрицательные - $-1/3e$. На виде дублета сверху (рис.1б) видно, что одноименные заряды расположены по диагонали структуры. Положительные заряды отталкиваются с силой F_2 , большей чем F_1 , с которой кварк e отталкивается от кварков a и c . F_2 – это суперпозиция сил, действующих на кварки d и f , а F_{1z} и F_{2z} – проекции на ось z сил F_1 и F_2 . Плоскости, в которых лежат кварки нейтрона и протона параллельны, поскольку протон является зеркальным отражением нейтрона с изменением всех зарядов на противоположные знаки. Нет сил, которые нарушили бы параллельность.

Для определенности, мы считаем нейтрон неподвижным, а протон может перемещаться под действием сил взаимодействия. Если сила $F_{2z} > F_{1z}$, то протон будет смещаться по отношению к нейтрону под действием силы $F_{2z} - F_{1z}$. Существует некоторое значение величины l_4 смещения, при котором F_{2z} и F_{1z} будут равны. Это оптимальное значение зависит и от расстояния l_4 между нуклонами. Для ряда значений l найдены оптимальные значения l_4 (Таблица1). В третьей строке таблицы указаны силы притяжения нуклонов при выбранных расстояниях.

Таблица1

$l[\text{Фм}]$	0.5	0.6	0.7	0.77	0.8	0.9	1.0
$l_4[\text{Фм}]$	0.1788	0.245	0.304	0.335	0.3545	0.3545	0.438
$F[\text{Н}]$	429	258	167	133	115	83	67

Расстояние между плоскостями кварков, на которое могут приблизиться нейтрон и протон с учетом смещения l_4 , при диаметре нуклонов $D=0.84\text{Фм}$ равно 0.77Фм . В таблице имеется это значение l .

Зависимость силы взаимодействия от расстояния между нуклонами очень резкая. Эта сила зависит от расстояния между зарядами кварков, которая определяется взаимной ориентацией нуклонов. Если диаметр нуклона равен $0,84\text{ Фм}$, то расстояние между кварками соседних нуклонов может быть значительно меньше этой величины.

Отметим некоторые отправные положения, которых будем придерживаться. Мы полагаем, что кварки находятся на границе нуклонов. Размеры кварков на три порядка меньше размеров нуклонов. Поэтому считаем кварки точечными зарядами. Плоскость, которую можно провести через три кварка, проходит через центр нуклона, считая его сферой.

Теперь, когда сформирован дублет, начнем формировать различные варианты триплетов, присоединяя к дублету с разных сторон нейтрон или протон. Целью является поиск наиболее стабильных триплетов.

Первый вариант такой структуры изображен на рис.2. Как мы уже говорили, взаимодействие зарядов кварков способствует определенной ориентации и расположения нуклонов. Выбранная структура содержит два нейтрона и один протон p между нейтронами.

Проведены расчеты сил взаимодействия каждого кварка нейтрона a_1, b_1, c_1 с каждым кварком других нуклонов n и p . Расчеты проводились в системе компьютерной математики Mathcad Prime 3.1. Величины зарядов вносились в программу с учетом знаков. По закону Кулона сила взаимодействия зарядов пропорциональна произведению этих зарядов и поэтому отрицательная сила взаимодействия соответствует притяжению.

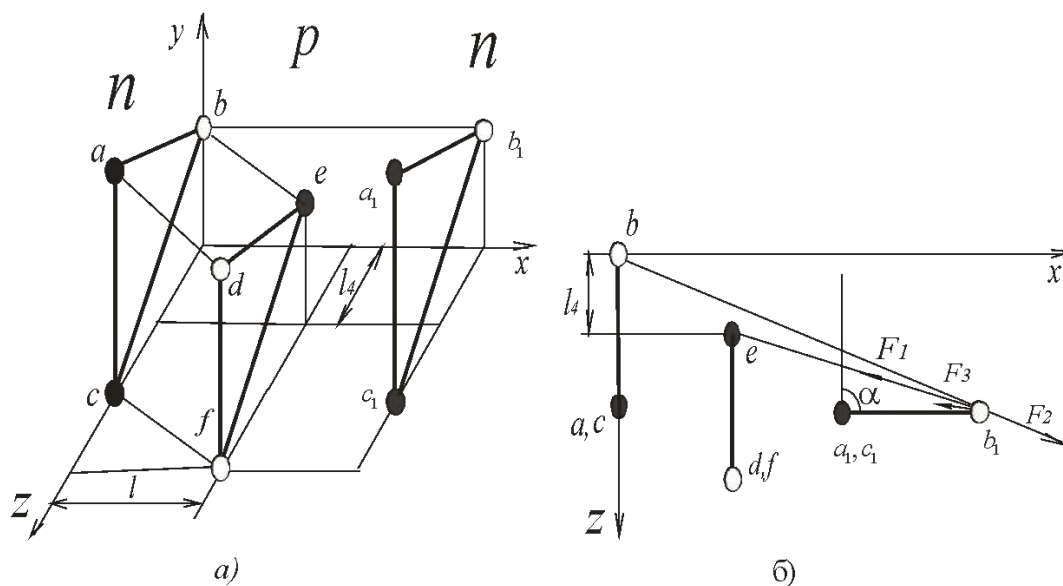


Рис.2. Первый вариант триплета
а) структура, б) вид сверху

Как следует из расчетов, проекция на ось x сил, действующих на кварк b_1 равна $F_{b1} = 26N$, а на кварки a_1 и c_1 действует сила $F_{a1} = F_{c1} = -66N$. Получили, что кварк b_1 отталкивается от дублета, а кварки a_1 и c_1 притягиваются и достаточно сильно. Строго говоря, в структуре, изображенной на рис.2а, может отталкиваться любой из кварков b_1, b . Однако, если переместится какой то из них, то другой остается притянутым к протону. Мы для определенности полагаем, что перемещается кварк b_1 и при этом уменьшается сила отталкивания кварков b и b_1 , а кварк b остается притянутым к протону.

На какой угол повернется нейтрон $a_1 b_1 c_1$? Рассчитаем силу, действующую на кварк b_1 при угле α_1 поворота нейтрона 90° (рис.2б). Большой ошибки не будет, если будем считать, что кварки a_1 и c_1 остаются неподвижными. Силы, действующие на кварк b_1 , равны $F_1 = -20N$, $F_2 = 17N$. Результирующая этих сил F_3 направлена против часовой стрелки. Следовательно, угол α , при котором не будет крутящего момента у нейтрона $a_1 b_1 c_1$ меньше 90° . Точное значение этого угла можно рассчитать, но в данном случае это не принципиально. Если не будет воздействия внешних сил, такое состояние триплета может сохраниться. Заметим, что результирующая сил F_3 , действующая против часовой стрелки, мала по величине. Поэтому, при воздействии на нейтрон a_1, b_1, c_1 каких то сил, угол α может стать больше чем 90° . Тогда начинают действовать силы притяжения кварка b_1 к кваркам a и c . Нейтрон начнет вращаться по часовой стрелке и займет положение, показанное на рис.3. Произошел изомерный переход.

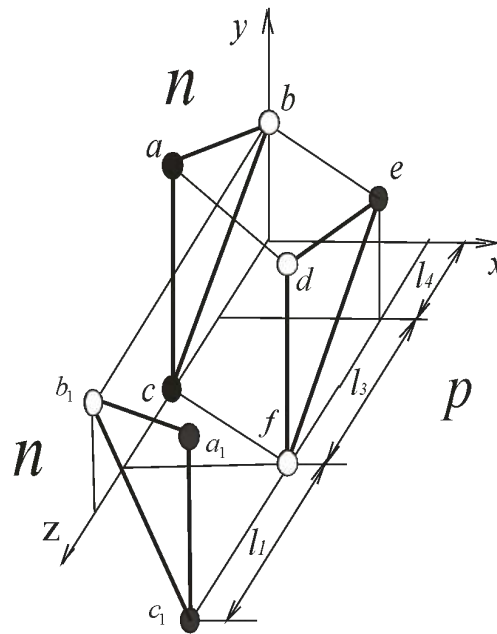


Рис.3. Второй вариант триплета

Проекции на ось z результирующих сил, действующих на кварки a_1 , b_1 , c_1 при $l_1 = 0.63\Phi_m$ равны: $F_{a_1z} = F_{c_1z} = -138N$, $F_{b_1z} = -63N$. Силы притяжения достаточно большие и действуют на каждый кварк. Такая конфигурация триплета может существовать длительное время.

Теперь рассмотрим конфигурацию, изображенную на рис.4. Расчет сил взаимодействия дублета с нейтроном дают результаты: $F_{a1z} = F_{c1z} = -59N$, $F_{b1z} = 34N$

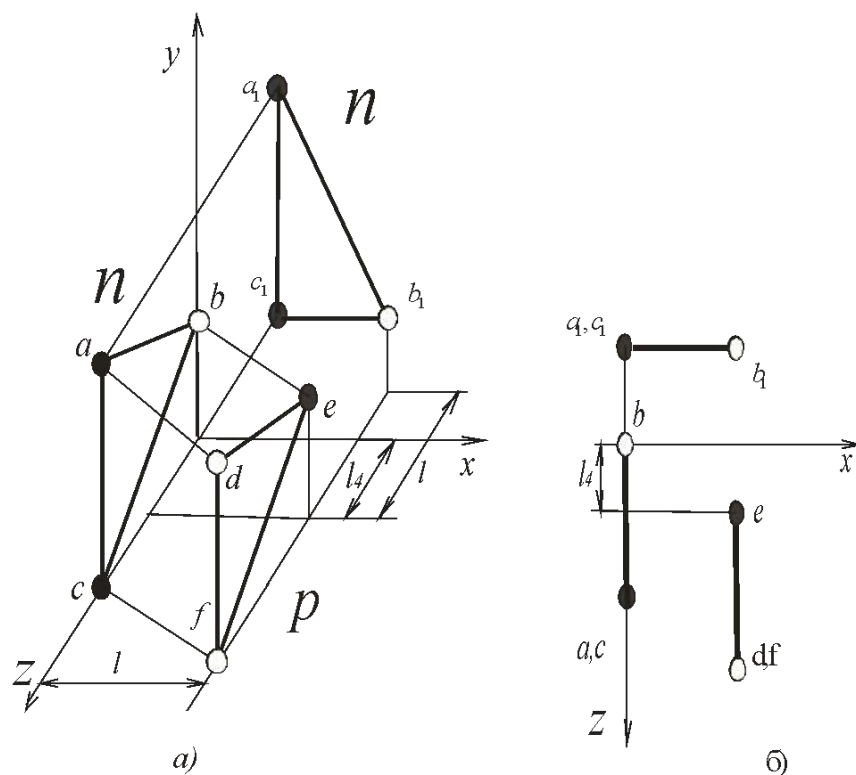


Рис.4. Третий вариант триплета.

а)объемная структура, б)условное обозначение (вид сверху)

Кварк b_1 отталкивается от дублета, а кварки a_1 и c_1 притягиваются с достаточно большой силой. Поскольку сила притяжения кварков a_1 и c_1 значительно больше силы отталкивания кварка b_1 , нейтрон поворачивается против часовой стрелки на какой-то угол. Кварки a_1 и c_1 остаются растянутыми к дуплету.

Проведены расчеты сил взаимодействия кварков a_1, b_1, c_1 с дуплетом при угле поворота 90° (Рис.5). При таком угле проекции на ось x сил взаимодействия с кварками a, b, c равны нулю. Нас интересует проекция на ось x силы, действующей на кварк b_1 , чтобы определить в какую сторону будет вращаться нейтрон $a_1 b_1 c_1$. Расчеты показали, что сила $F_{b1x} = 1N$ и направлена в отрицательную сторону оси x . Следовательно, нейтрон будет вращаться против часовой стрелки. Когда кварк b_1 окажется левее оси y , начинают действовать силы притяжения кварков a, c . Однако изомерного перехода к структуре (рис.6) не будет. В этой структуре кварк b_1 отталкивается от дублета с силой $F_{b1x} = 20N$ при расстоянии $l_1 = 0.84\Phi_m$. Таким образом, в структуре (рис.5) нейтрон остается притянутым к дуплету с углом поворота больше 90° . При такой

ориентации нейтрона a_1, b_1, c_1 расстояние до кварка b может существенно измениться и сила притяжения увеличивается.

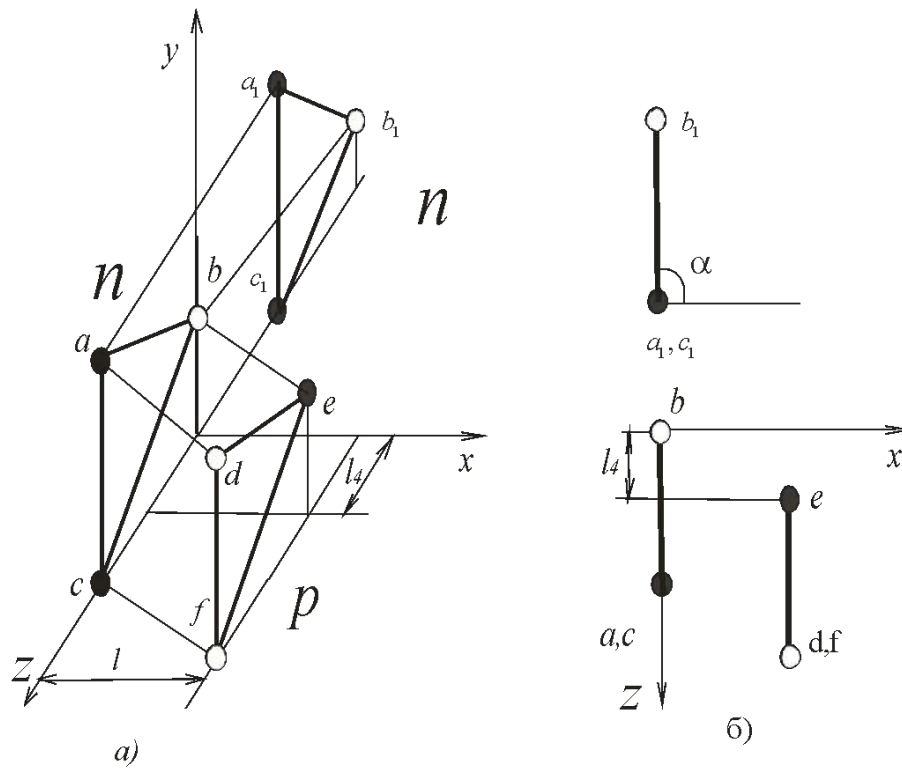


Рис.5. Триплет с развернутым нейтроном
а) структура б) условное обозначение (вид сверху)

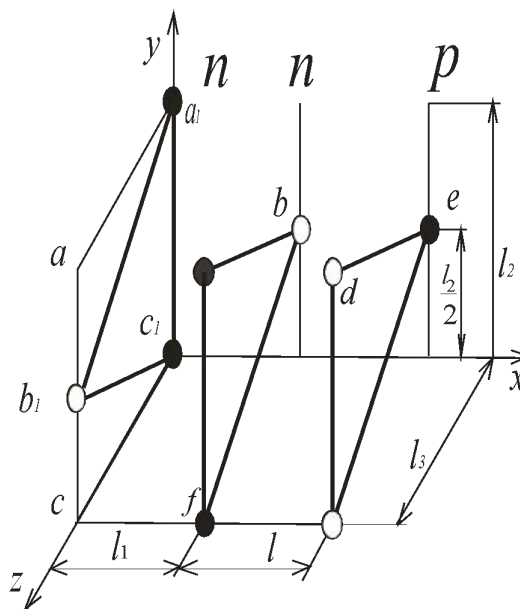


Рис.6. Четвертый вариант триплета

Другую конфигурацию получим, если вместо нейтрона на рис.4 поместим протон с зарядами $q_{a1z} = q_{c1z} = +2/3e$, $q_{b1z} = -1/3e$. В этом случае силы, действующие на кварки a_1, b_1 , равны: $F_{a1z} = F_{c1z} = 118N$,

Протон повернется по часовой стрелке на какой-то угол, силы F_{a1z}, F_{c1z} уменьшаются, но даже при оптимальном положении кварка b_1 , при которой сила его притяжения к дублету максимальна и равна $-30N$, сила $F_{a1z} = F_{c1z} = 40N$. Протон отрывается от дублета.

Единственная стабильная структура триплета, содержащая два протона, изображена на рис.7. Расчеты сил взаимодействия протона с дублетом дали следующие результаты:

$$F_{a1z} = F_{c1z} = -16N$$

$$F_{b1z} = -188N$$

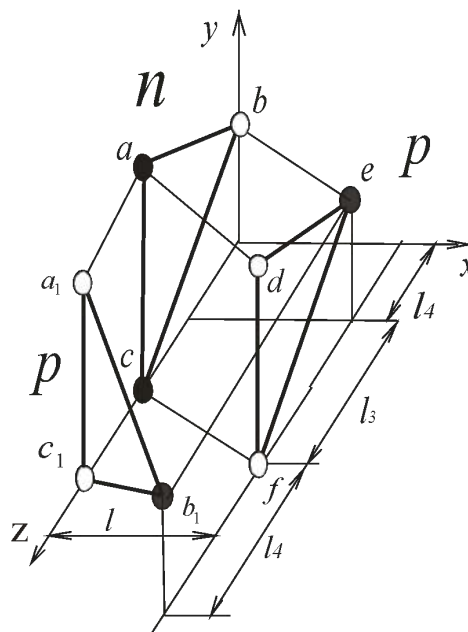


Рис.7. Пятый вариант триплета

Все три кварка притянуты к дублету с достаточно большой силой. Триplet высокостабильный.

Заключение. Как известно, свойства атомов определяются количеством электронов, составом ядра и его структурой. Ядро состоит из синглов, дублетов, триплетов и мультиплетов – это группы

нуклонов связанных сильным взаимодействием. Существуют различные структуры триплетов и мультиплетов, от которых и зависят свойства ядра и атома в целом.

Исследования электрического взаимодействия нуклонов показали, что любая пара нуклонов (нейтрон-нейтрон, нейтрон-протон, протон-протон) образуют дублет с единственным вариантом взаимной ориентации. Если к дуплету добавить еще один нуклон, то количество вариантов структуры триплетов резко возрастает. Количество вариантов упаковки ядра велико для ядер с большим массовым числом, в которых триплеты и мультиплеты, имеющие различные структуры, могут быть еще упакованы различным образом. Именно поэтому существует около 3500 нуклидов при максимальном массовом числе 294 и это наверное не окончательная цифра. Дублеты, триплеты и мультиплеты внутренними силами скреплены сильно, а между собой они взаимодействуют слабее. Этим объясняется в радиоактивных веществах испускание нейтронов и ядер гелия, которые очень стабильны.

Если воздействовать на ядро, например энергичными нейтронами, то внутренние связи могут быть нарушены. Следствием может стать формирования ядра с другой структурой. Поэтому для анализа поведения ядер с большим массовым числом потребуется программное обеспечение, которое будет анализировать процесс формирования ядра, определять структуру сформированного ядра для прогнозирования его свойств.

Литература.

1. Радиоактивность атомных ядер, учебное пособие МГУ имени М.В. Ломоносова под редакцией Б.С. Ишханова, Москва 2017 г.
2. Камлия Р.А. Электросильное взаимодействие, журнал «World Science», №6(46). Vol.1, June 2019.
3. Rasim A. Kamliya Research in Strong Interactions of Protons and Deutrons, Advances in Theoretical & Computational Physics, Volume 2, Issue 4, 2019.