

ОТКАЗ ОТ ПЛАНЕТАРНОЙ МОДЕЛИ АТОМА РЕЗЕРФОРДА, ПОСТУЛАТЫ БОРА И ТУННЕЛЬНЫЙ ЭФФЕКТ

¹ Факультет физики, Технический университет (МАДИ), Москва, Россия

² Кафедра физической электроники, Государственный педагогический университет им. Герцена, Санкт-Петербург, Россия

Аннотация: В статье поднимается вопрос о странном поведении электронов в атоме, когда электронные орбитали Р- и d-состояний атома имеют вид восьмёрки с узловыми точками в ядре атома, а также обнаружение таинственного К-захвата электрона, когда ядра атомов некоторых изотопов химических элементов каким-то образом иногда захватывают электрон с внутренней (К- или L-) электронной оболочки атома. Объяснить эти явления в рамках существующей в квантовой электродинамике модели атома не удастся. В новой модели атома, предложенной профессором Львом Сапогиным в Унитарной Квантовой Теории, электрон совершает квантовые скачки в пределах орбитали не беспорядочно, как думали физики, а сквозь ядро атома, каждый раз туннелируя сквозь него. При этом, квантование энергетических уровней (орбиталей) электронов в атоме объясняется распределением узлов и пучностей в стоячей волне электрона, а целое число длин волн де Бройля должно разместиться в диаметре орбитали электрона. В статье указана зависимость величины констант взаимодействия в ядре водорода и, в частности, постоянной тонкой структуры, обнаруженная сотрудничеством CMS в экспериментах на Большом адронном коллайдере в 2019 г, при реакции в pp-столкновениях с энергией от 1 ТэВ до 13 ТэВ и внутриядерного давления 10^{35} Паскаль. Приводятся значения тонкой структуры в околоземной среде и нейтронной звезде.

Ключевые слова: электрон, ядро атома, орбиталь, кварк, глюон, туннельный переход.

1. Вступление

Значительные успехи в квантовой механике (особенно в стационарных условиях) начались с простого соотношения между длиной волны де Бройля и геометрическими свойствами потенциалов, позволившего решить проблему устойчивости атомных структур. Квантовые запреты связаны с целым числом длин волн Де Бройля, которые должны размещаться в длине стабильной орбиты. При этом формально частица считалась точкой, иначе трудно было бы приписать волновой функции характер амплитуды вероятности. Достоинство удивления, что созданная Нильсом Бором абстрактная квантовая идеология, включающая точечный принцип и принцип «дополнительности» Бора, запрещавшего даже ставить вопрос о внутреннем строении элементарных частиц, оказался пригодным для описания квантовой действительности. При строгом использовании новых правил игры, исследователь не впадал ни в какие противоречия, а любые парадоксы устранялись простым запретом их анализировать. Однако, сегодня квантовая теория поля в рамках принятой парадигмы исчерпала себя. Физики, работающие в рамках стандартной модели (СМ), утверждают, что все их предсказания подтверждены экспериментально. Но эта совершенная (из-за отсутствия чего-то лучшего) модель не может предсказать даже массы элементарных частиц, поэтому СМ нельзя рассматривать как окончательную теорию элементарных частиц. В стандартной модели (SM) даже отсутствует алгоритм расчета масс-спектра элементарных частиц. СМ содержит от 20 до 60 произвольно настраиваемых параметров (есть разные версии СМ) для расчета массы частиц. Все это сильно напоминает ситуацию с моделями Птолемея Солнечной системы до появления законов Кеплера и механики Ньютона. Эти земно-центрированные модели движения планет в Солнечной системе требовали сначала введения так называемых эпициклов, специально отобранных для координации теоретических прогнозов и наблюдений. Кроме того, СМ оставила без ответа некоторые фундаментальные квантовые вопросы, такие как корпускулярно-волновой дуализм, природа массы Бозона Хиггса и объяснения явлений химического катализа [1].

Унитарная квантовая теория (УКТ) Л.Г. Сапогина открывает новые возможности в теории квантового поля, восстанавливая физический смысл, исключенные из физики устаревшим принципом «дополнительности» Нильса Бора [2]. УКТ позволила профессору Льву Сапогину вычислять масс-спектр всех элементарных частиц без каких-либо корректирующих параметров [3]. Профессор Лев Сапогин описывает элементарные частицы как сгустки (волновые пакеты) поля реального мира, которые отождествляется с поляризационной, неоднородной космической средой квантового вакуума (темной материей) [4]. Он пишет: «По-видимому, ошибка всех предыдущих попыток представить частицу как волновой пакет состояла в том, что пакет строился из волн де Бройля, которые быстро расплывались в космическом пространстве. В УКТ пакет строится из парциальных волн с чудовищно большой частотой, так называемый джиттер Шредингера, а волна де Бройля появляется как побочный продукт, огибающая при движении и эволюции пакета парциальных волн в реальную частицу» [2].

2. Модели атома и туннельный эффект

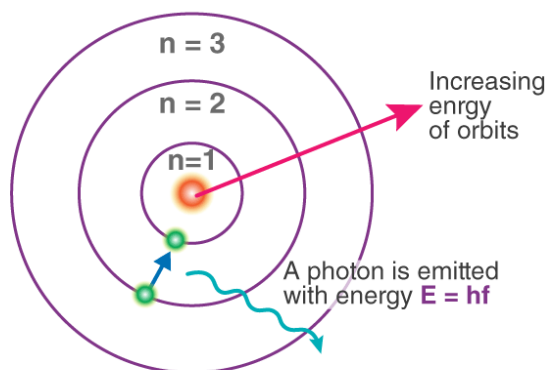
В 1911 году Эрнест Резерфорд, проделав ряд экспериментов, пришёл к выводу, что атом представляет собой подобие планетной системы, в которой электроны движутся по орбитам вокруг расположенного в центре атома тяжёлого положительно заряженного ядра [5]. Однако такое описание атома вошло в противоречие с классической электродинамикой. Дело в том, что, согласно классической электродинамике, электрон при движении с центростремительным ускорением должен излучать электромагнитные волны, а, следовательно, терять энергию. Расчёты показывали, что время, за которое электрон в таком атоме упадёт на ядро, совершенно ничтожно. Для объяснения стабильности атомов Нильсу Бору пришлось ввести постулаты, которые сводились к тому, что электрон в атоме, находясь в некоторых специальных энергетических состояниях, не излучает энергию («модель атома Бора-Резерфорда»). Постулаты Бора показали, что для описания атома классическая механика неприменима. Дальнейшее изучение излучения атома привело к созданию квантовой механики, которая позволила объяснить подавляющее большинство наблюдаемых фактов. Постулаты Бора:

1) Атом может находиться только в особенных стационарных, или квантовых, состояниях, каждому из которых отвечает определенная энергия. В стационарном состоянии атом не излучает электромагнитных волн.

2) Электрон в атоме, не теряя энергии, двигается по определённым дискретным круговым орбитам, для которых момент импульса квантуется: $L = n \cdot h$, где n - натуральные числа, а h - постоянная Планка. Пребывание электрона на орбите определяет энергию этих стационарных состояний.

3) При переходе электрона с орбиты (энергетический уровень) на орбиту излучается или поглощается квант энергии, где- энергетические уровни, между которыми осуществляется переход. При переходе с верхнего уровня на нижний энергия излучается, при переходе с нижнего на верхний — поглощается.

Используя данные постулаты и законы классической механики, Бор предложил модель атома, ныне именуемую Боровской моделью атома [6] (Рисунок 1).



© Byjus.com

Рисунок 1. Моделью атома Бора

В дальнейшем Зоммерфельд расширил теорию Бора на случай эллиптических орбит. Её называют моделью Бора-Зоммерфельда.

Позднее в модели Де Бройля атом стали рассматривать уже как ядро, вокруг которого расположены стоячие волны, а амплитуду волн – как вероятность нахождения электрона в данном месте (Рисунок 2). Причём, движение электрона считали устойчивым только тогда, когда вдоль орбиты укладывается целое число стоячих волн. При этом, волны де Бройля позволяют не только наглядно представить квантовую структуру поля, но и обосновать закономерность заполнения электронных оболочек атома и принцип периодичности таблицы Менделеева.

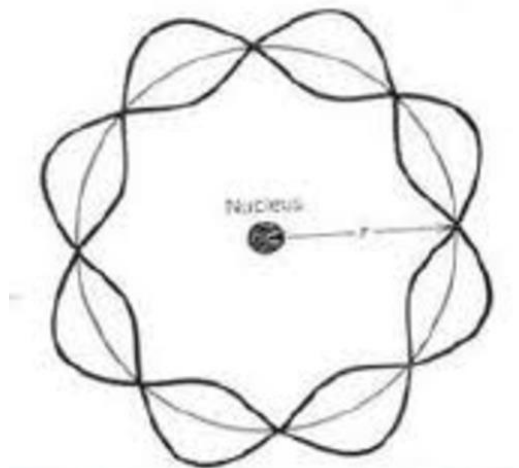
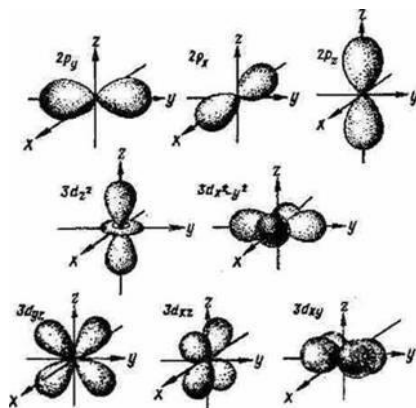


Рисунок 2. Модель атома де Бройля

Потенциальное поле атома представляет собой стоячие волны с набором нечетных гармоник (1-я, 3-я, 5-я и 7-я), количество которых в каждом наборе определяет главное квантовое число n . Волны распределены по оболочкам K, L, M, N, O, P, Q. Здесь каждая оболочка представляет собой эквипотенциальную поверхность, а каждая полуволна обладает квантом электрического заряда (заряд электрона) и квантом массы поля (масса электрона). При вероятностном описании электрона как стоячей волны или как электронного облака спин не имеет классических аналогий. Таким образом, для полной характеристики состояния электрона в атоме необходимы четыре квантовых числа. Идея о волновых свойствах электрона получила развитие в работах Эрвина Шредингера, Поля Дирака, Вернера Гейзенберга и Макса Борна. Опытное подтверждение эта идея получила в 1927 году, когда было открыто явление дифракции электронов. Однако, обнаружение таинственного K-захвата электрона, когда ядра атомов некоторых изотопов химических элементов каким-то образом иногда захватывают электрон с внутренней (K- или L-) электронной оболочки атома, поставили новые вопросы. В рамках квантовой механики объяснить механизм такого захвата электрона ядром атома оказалась не возможно, а Унитарная Квантовая Теория (УКТ) Льва Сапогина позволила решить эту задачу. В УКТ Льва Сапогина электроны внутри атома не летают по орбитам, как в планетарной модели Резерфорда, но представляют собой стоячую электромагнитную волну, которая не имеет орбиты и координат, но имеет определенную частоту и амплитуду. Такое представление атома допускает туннелирование электронов сквозь ядро атома [2]. Лев Сапогин объяснил туннелирование тем, что электрический заряд элементарной частицы не постоянен во времени, а периодически изменяется (осциллирует) с чудовищно большой частотой, так называемый джиттер Шредингера («zitterbewegung»), то возрастая до максимума, то уменьшаясь до нуля по гармоническому закону. Поэтому квантовая теория оперирует усредненными величинами во времени эффективного заряда частицы и ее массы, которая тоже осциллирует во времени по гармоническому закону в пределах от нуля до максимума [2]. Для осуществления туннелирования частица должна приближаться к потенциальному барьеру в фазе, когда амплитуда волнового пакета мала, и частица в отсутствие заряда преодолевает барьер, «не замечая» его. На другом этапе, когда амплитуда волнового пакета велика, начинается нелинейное взаимодействие, и частица может отражаться от барьера. С точки зрения унитарной квантовой теории (УКТ), профессора Л. Сапогина, движение электронов в туннельных переходах может происходить даже при очень низких температурах [2]. Таким

образом, квантование энергетических уровней (орбиталей) электронов в атоме объясняется распределением узлов и пучностей в стоячей волне, а целое число длин волн де Бройля должно разместиться в диаметре орбиталии электрона. Профессор Сапогин утверждает, что находясь на ближайшей к ядру атома К-орбиталии, электрон совершает квантовые скачки в пределах орбитали не беспорядочно, как думали физики, а сквозь ядро атома, каждый раз туннелируя сквозь него. Он благополучно туннелирует благодаря тому, что в это мгновение находится в “нулевой фазе”, при которой мгновенные значения заряда и массы электрона близки к нулю, а потому он, в силу закона сохранения импульса, в это время должен развивать очень большую скорость движения сквозь ядро атома. Доказательством правильности такой точки зрения мы считаем то обстоятельство, что электронные орбитали Р- и d-состояний атома имеют вид восьмёркок с узловыми точками в ядре атома (Рисунок 3).



146

Рисунок 3. Формы электронных облаков для различных состояний электронов в атомах.

Поскольку областями, разрешёнными квантовой механикой для пребывания в них электрона, являются лишь внутренние области этих орбиталей, то, чтобы попасть из одной полуветви “восьмёрки” в противоположную, электрон должен проскочить сквозь ядро атома. Это позволяет нам по-новому взглянуть на механизм таинственного К-захвата электрона в атоме. Электронный захват заключается, как известно, в том, что ядра атомов некоторых изотопов химических элементов каким-то таинственным образом иногда захватывают электрон с внутренней (К- или L-) электронной оболочки атома. Физиков давно мучает вопрос, как совершается такой захват, если электрон в атоме по существующим представлениям, находится очень далеко (по ядерным масштабам) от ядра. А вот если электрон, по Сапогину, постоянно туннелирует сквозь ядро атома, то всё становится понятным. Ведь любая нечаянная флуктуация в движении электрона или ядра может нарушить туннелирование, и тогда электрон оказывается либо захвачен ядром, либо начинается нелинейное взаимодействие, и частица может отражаться от барьера. При этом захватывается не весь электрон, а только его электрический заряд и большая часть массы, которые присоединяются к одному из положительно заряженных протонов Р ядра, превращающимся при этом в нейтрон N, масса которого больше массы протона. А вот остаток электрона в виде электронного нейтрино ν_e вылетает далеко за пределы атома. Физики предполагают, что при этом в ядре атома идёт процесс:



который, однако, никогда не наблюдали в экспериментах по бомбардировке протонов пучками ускоренных электронов [7].

В результате К-захвата суммарный положительный заряд ядра уменьшается на единицу (в единицах заряда протона). Поэтому ядро при К-захвате превращается в ядро атома одного из изотопов химического элемента, стоящего в таблице Менделеева перед исходным химическим элементом. Правда, ядра атомов далеко не всех изотопов могут претерпевать такое превращение. Оно осуществляется лишь тогда, когда выполняются существующие в ядерной физике правила отбора и законы сохранения. В частности, сумма масс исходного ядра и электрона должна быть больше массы получающегося ядра атома. Доказательством правильности нашего понимания

электронного захвата является наличие явления внутренней конверсии электронов в атоме. Оно заключается в том, что когда правила отбора запрещают излучение γ -квант возбуждённым ядром атома, то возбуждение чаще всего снимается за счёт передачи энергии возбуждения ядра электрону оболочки атома. Передаваемая энергия бывает столь высокой (до МэВ), что десятки электрон выбиваются из атома. До сих пор механизм передачи возбуждения от ядра электрону оболочки атома был загадкой для физиков. Раньше ошибочно полагали, что возбуждение электрону передаётся γ -квантом, излучаемым ядром, но оказалось, что такое излучение запрещено существующими правилами отбора. Поэтому остаётся только предположить, что возбуждение от ядра к электрону оболочки атома передаётся тогда, когда, в соответствии с УКТ Льва Сапогина, этот электрон пронизывает ядро атома.

3. Зависимость величины тонкой структуры от давления внутри ядра водорода и нейтронной звезды

Решение основного нелинейного уравнения УКТ, позволило Льву Сапогину теоретически вычислить элементарный электрический заряд и значение постоянной тонкой структуры α с высокой точностью. У Сапогина $\alpha=1/137.962$, а экспериментально полученное значение $\alpha = 1/137.03552$ [3]. Величина постоянной тонкой структуры α , была введена в физику в начале 20-го века Арнольдом Зоммерфельдом, чтобы описать энергетические подуровни, обнаруженные экспериментально в спектрах излучения атомов. С тех пор, много других проявлений той же самой постоянной связи были обнаружены в различных явлениях, связанных с взаимодействиями элементарных частиц. В квантовой электродинамике постоянная тонкой структуры является мерой электромагнетизма - одной из четырех фундаментальных сил в природе (другими являются гравитация, слабая ядерная сила и мощная ядерная сила). Электромагнитная сила удерживает электроны, движущиеся вокруг ядра в атоме вселенной, иначе вся материя была бы разбита на куски. В настоящее время в квантовой электродинамике экспериментально получено следующее значение тонкой структуры элементарных частиц:

$$\alpha = 7.2973525376 (50) \times 10^{-3} = 1 / 137.035999679$$

$$\alpha = \frac{e^2}{\hbar c 4\pi\epsilon_0} = \frac{e^2}{2\epsilon_0\hbar c} \quad (2)$$

Где e - элементарный электрический заряд,

$\hbar = h / 2\pi$ - постоянная Дирака (или приведенная постоянная Планка),

c - скорость света в вакууме,

ϵ_0 - диэлектрическая проницаемость.

До недавнего времени считалось, что это неизменная сила во времени и пространстве. Однако, последние эксперименты позволяют обнаружить различия в значении тонкой структуры как одной из фундаментальных констант в пространстве поздней Вселенной и в ходе ее эволюционного развития [8]. Команда из Университета Нового Южного Уэльса под руководством профессора Джона Уэбба, Технологического университета в Суинберне и Кембриджского университета представила отчет об обнаружении изменений постоянных тонкой структуры- (α) . Сотрудничество CMS в экспериментах на Большом адронном коллайдере в 2019 г. изучило распределение продуктов реакции в pp-столкновениях с энергией от 1 ТэВ до 13 ТэВ. Было обнаружено, что уменьшение массы элементарных частиц, полученной по данным до энергии 13 ТэВ, а также изменение величины констант взаимодействия на доверительном уровне 95% зависят от энергии, при которой измерения сделаны. Этот эффект, объясняемый поляризацией вакуума, действительно наблюдался в экспериментах, в частности, измерялось уменьшение массы b - и c -кварков, а также было обнаружено изменением константы сильного взаимодействия [9]. Эффект поляризации вакуума приводит к экранированию заряда при низких энергиях. С увеличением энергии величина тонкой структуры (α) растет логарифмически:

$$\alpha(E) = \frac{\alpha_0}{1 - \Delta\alpha(E)} \quad (3)$$

Где E - напряженность электрического поля,
 $\Delta\alpha$ - инкрементное значение, рассчитанное как часть КХД

В 2018г. профессор Фолькер Беркерт провел серию экспериментов на ускорителе CEBAF. После столкновения быстрых электронов с массой жидкого водорода (источника протонов) исследователи зарегистрировали частицы, возникающие в результате их взаимодействия - электрон, протон и два фотона. Это позволило впервые измерить давление в центре протона, бомбардируя протон электронами, энергия которых достигала 100 МэВ или более, что позволяло электрону проникать в структуру протона (Рис.4) [7].

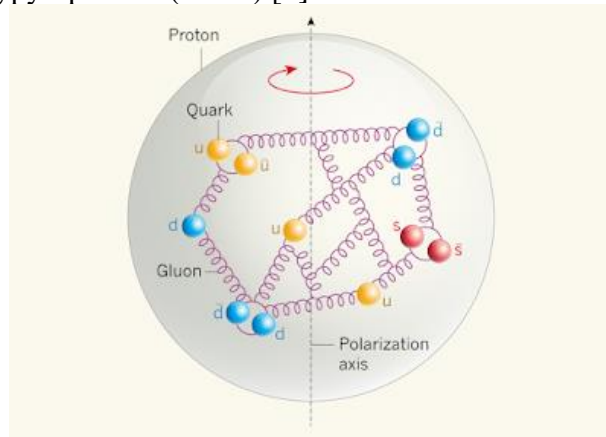


Рисунок 4. Структура протона, кварков и глюонов

Фолькер Беркерт и его коллеги из лаборатории Джефферсона обнаружили, что в протоне давление может превышать 10^{35} Паскаль [7]. Известно, что при таком давлении наблюдается поляризация квантового вакуума и изменение констант взаимодействия, в том числе и постоянной тонкой структуры [8]. Значение тонкой структуры в земных условиях (при нормальном давлении и температуре) равно $\alpha_e = 0,0072975$, а сила упругой деформации $F = 1.155 \times 10^{19}$ [кг / с²] определяются электромагнетизмом в теории квантовой электродинамики (КЭД). Однако, внутри ядра протона, где теория квантовой хромодинамики (формула 3) и эксперименты профессора Фолькер Беркерт [7] предсказывают величину упругой деформации $F = 5.211 \times 10^{26}$ [кг / с²], под воздействием ядерных сил значение тонкой структуры может достигать большей величины, чем под воздействием сил электромагнетизма.

В статье астрофизиков из Финляндии, опубликованной 1 июня 2020 , говорится, что «материя внутри максимально массивных стабильных нейтронных звезд интерпретируется как свидетельство наличия ядер кваркового вещества, в которых скорость звука почти достигает скорость света» [10]. Считается, что определенная форма этого странного вещества, называемая кварк-глюонной плазмой, заполнила новорожденную вселенную примерно через 20 микросекунд после Большого взрыва. Она вела себя как чрезвычайно горячая жидкость, которая затем охлаждалась до состояния «обычного» вещества, которое сегодня наполняет вселенную. В настоящее время единственное место во Вселенной, где все еще можно найти материю кварков, - это эпицентр столкновений частиц на Большом адронном коллайдере и, возможно, сердце нейтронной звезды [10].

4. Заключение

Новая физика, на базе Унитарной Квантовой Теории Льва Сапогина, отвергая точечный принцип и принцип «дополнительности» Бора, запрещающего даже ставить вопрос о внутреннем строении элементарных частиц, позволила предложить современную модель атома и по новому подойти к решению задачи холодного ядерного синтеза [11].

ЛИТЕРАТУРА

1. Stanislav I. Konstantinov, "Cosmic Medium and Leo Sapogin's Unitary Quantum Theory", *Physics Journal*, Vol. 1, No. 2, (2015), pp. 121-127
2. Сапогин Л.Г., Рябов Ю.А., Бойченко В.А. «Унитарная Квантовая Теория и новый источник энергии», Москва: Сайне-Пресс, (2008).
3. Leo G. Sapogin, Ryabov Yu.A. "The Mass Spectrum of Elementary Particles in Unitary Quantum Theory and Standard Model", - *Global Journal of Science Frontier Research A* ,vol.16,Issue 2,Version 1.0, (2016)
4. Stanislav Konstantinov, "The Role of Vacuum Polarization in the Large Hadron Collider", *Global Journals Inc. (USA) GJSFR-A*, Volume 20, Issue 4, Version 1.0, pp 20-27, (2020)
5. Rutherford E. "The Scattering of α and β Particles by Matter and the Structure of the Atom", *Philosophical Magazine. Series 6*, vol. (21. May 1911)
6. Niels Bohr (1913). "On the Constitution of Atoms and Molecules, Part II Systems Containing Only a Single Nucleus" (PDF). *Philosophical Magazine*. 26 (153): 476–502. Bibcode: 1913PMag...26..476B. doi:10.1080/14786441308634993
7. Burkert VD, Elouadrhiri L, Girod FX. "The pressure inside the proton" -*Nature*, 557:396–399, (2018)
8. Wilczynska, M. R. et al. "Four direct measurements of the fine structure constant 13 billion years ago", *Science Advances*, (2020), DOI: 10.1126 / sciadv.aay9672
9. Новости физики «Бегущая масса τ -кварка», *Успехи Физических Наук*, Том 189, №11, (2019) DOI: 10.3367 / UFNe.2019.10.038675
11. Eemeli Annala, and et al., "Evidence for quark-matter cores in massive neutron stars", *Nature Physics*, (01 June 2020)
12. Stanialav Konstantinov , "Nuclear fusion: the management prospects", *Physics & Astronomy International Journal*, Volume 2 Issue 6 (2018), pp. 537-545