

Атомное ядро

Георгий П. Шпеньков

g.shpenkov@gmail.com

«...Изыскание о строении мира – одна из самых великих и благородных проблем, какие только существуют в природе...»

Галилео Галилей

Аннотация. Эксперименты по рассеянию частиц и волн в веществе, проводившиеся со времен Резерфорда, породили ядерную модель атома. Однако, все эти эксперименты не дали убедительных доказательств того, что атом имеет один центр рассеяния, которым принято считать, как предположил Резерфорд, сверхплотное ядро - крошечную область пространства в центре атома, в котором сосредоточена практически вся его масса.

Данные по сечениям рассеяния, полученные на основе учёта вклада в рассеяние всех нуклонов – составляющих атома, полностью согласующиеся с экспериментальными, подтверждают, наряду с другими данными, оболочечно-узловое молекулярно-подобное (безъядерное, многоцентровое) строение атомов.

Содержание

Предисловие

1. Об открытии элементарных нуклонных молекул
2. Рассеяние по Резерфорду
3. Рассеяние на нуклонах молекулярно-подобного атома
4. Обсуждение
5. Вывод
6. Заключение

Послесловие

Ссылки

ПРЕДИСЛОВИЕ

Некоторые вехи истории.

В 1815 году Уильям Праут (William Prout) предположил, что все атомы состоят из атомов водорода ("*protyle*").

В 1886 году Ойген Гольдштейн (Goldstein Eugen) показал, что открытые им каналовые лучи являются *«положительно заряжёнными»* частицами. А Вильгельм Вин (Wilhelm Wien) в 1898 году доказал, что самые лёгкие из них – ионы водорода.

В 1911 году Эрнест Резерфорд (Ernest Rutherford) на основании результатов опыта по рассеянию α -частиц веществом выдвинул гипотезу о наличии крошечного ядра в центре атома, в котором сосредоточена почти вся масса атома. При этом он предположил, что в состав *«ядра»* атома любого химического элемента, *«положительно заряженного»* по его мнению, обязательно входят ядра атомов водорода.

Предположение Резерфорда о наличии сверхплотного ядра в центре атома было принято в физике не сразу, а после работы Нильса Бора (Niels Bohr), сформулировавшего в 1913 году постулаты, согласно которым электроны могут

двигаться только по определённым (стационарным) орбитам вокруг ядра атома, находясь на которых они не излучают энергию.

В 1919 году Резерфорд сделал вывод, что освободившийся при столкновении атома азота с быстрой α -частицей *атом водорода* является составной частью ядра азота.

Название "*протон*" предложено Резерфордом в 1920 году, как созвучное с названием "*протил*" (protyle) Праута.

Нейтрон обнаружен впервые в 1932 году Джеймсом Чедвиком (James Chadwick). С точностью до процента имеет ту же массу, что и ион атома водорода – протий (протон), но по сравнению с ним нейтральный, не обладает «зарядом».

Последствия принятия ядерной модели атомов, состоящих из *водородных атомов* (протонов и нейтронов) и электронов, огромно для всей физики. Появился новый раздел физики – *ядерная физика*. За ней – *Стандартная Модель* элементарных частиц, основы которой были заложены в 1960 году Шэлдоном Глэшоу (Sheldon Glashow). И т. д.

В данной статье представляется конструктивный анализ опыта Резерфорда. Необходимость такого анализа вызвана открытием *оболочечно-узлового* (молекулярно-подобного, безъядерного) строения атомов.

Это открытие сделано нами при представлении впервые в *графическом виде* одного из хорошо известных *частных решений* волнового уравнения и *обнаружении* при этом ясно просматриваемых *закономерностей* в структуре полученных графических образов.

Многоцентровая молекулярно-подобная безъядерная структура атома кардинально отличается от *одноцентрального* (ядерного) строения атома, принятого в современной физике.

Итак, раскрытие информации, «спрятанной» в строгих решениях волнового уравнения о безъядерном строении атомов, обнаруженной нами, свершившийся факт. Так что ничего не подделаешь: с открытием неядерного строения атомов, следующим из неподдающихся сомнению решений, придётся считаться.

Дело действительно серьёзное, поскольку касается фундамента физики. И многие уже обратили внимание на этот факт. В частности, открытие вызвало интерес у физиков ФТИ им. Иоффе в Санкт-Петербурге, где в прошлом 2023 году на конференции AMS13SPb/2023 мною был сделан доклад на данную тему.

В этой связи, по нашему мнению, следует вернуться к истокам и пересмотреть опыт Резерфорда. Что и было нами сделано.

Необходимо обратить внимание на степень убедительности аргументов (и их достаточность), на основании которых гипотеза Резерфорда о существовании сверхплотного ядра в центре атома была принята в физике.

В данной статье раскрываем слабые места вывода Резерфорда, на основании которого, в итоге, была принята выдвинутая им ядерная модель атома.

Представляется также новая теория рассеяния, разработанная с учетом открытия молекулярно-подобного (многоцентрального) строения атомов, а также открытия волнового строения и поведения их составляющих – *водородных атомов* (нуклонов).

В рамках новой теории рассеяния сечения рассеяния вычисляются логически безусловно и просто. Результаты вычислений, приведенные в настоящей работе, полностью согласуются с экспериментальными данными, представленными здесь же для сравнения. Полученные результаты подтверждают справедливость новой теории рассеяния, согласно которой все нуклоны, входящие в состав *элементарных нуклонных молекул* (многоузельных «атомов»), расположенные в узлах данных молекул («атомов»), вносят свой вклад в рассеяние падающих на вещество частиц. Подтверждается таким образом молекулярно-подобное (безъядерное, многоцентровое) строение атомов – открытие Волновой Модели.

1. Об открытии элементарных нуклонных молекул

Эта статья является дополнением к другим работам автора, уже опубликованным, посвященным открытиям, сделанным в рамках новой общей теории физики – Волновой модели (ВМ), разработанной на базе аксиом диалектической философии и её логики (диалектики).

Согласно одной из аксиом диалектики, все объекты и явления во Вселенной имеют волновую природу и, следовательно, подчиняются универсальному («классическому») волновому уравнению.

Анализируя одно из частных решений данного уравнения, мы пришли к открытию, что все атомы элементов таблицы Менделеева, за исключением протия (простейшего однонуклонного атома водорода), представляют собой элементарные (безъядерные) нуклонные молекулы, узловая структура которых идентична узловой структуре стоячих волн в сферическом пространстве.

Истинными атомами являются лишь *водородные атомы*, к которым мы относим простейший атом водорода – *протий* а также его ион, *протон*, и ещё одно энергетическое состояние протия – *нейтрон*. Нейтрон в свободном состоянии существует всего лишь 14.64 минут, затем распадается на протон, электрон и электронное антинейтрино.

Элементарные нуклонные молекулы («атомы») представляют собой многоузловые (то есть многоцентровые) образования, в каждом узле которых находится, не более двух нуклонов. А в каждом узле обычных молекул, согласно представлениям современной физики и химии, находится один атом (со всеми его нуклонами, расположенными в его так называемом «ядре»).

По сравнению с обычными молекулами, в которых межатомные связи имеют электромагнитную природу, в элементарных нуклонных молекулах межнуклонные связи определяются сильным («ядерным») взаимодействием.

Таким образом, согласно Волновой модели (включающей Динамическую модель элементарных частиц и Оболочечно-узловую модель атома) атом представляет собой элементарную нуклонную молекулу (элементарную молекулу водородных атомов).

Центр массы нуклона в каждом узле такого атома колеблется с амплитудой порядка $1,4 \cdot 10^{-13}$ см и частотой $1,8 \cdot 10^{18}$ с⁻¹, образуя тем самым динамическое сферическое пространство, радиус объема которого равен амплитуде колебаний.

Именно эти динамические пространства в центрах нуклонных узлов и являются теми местами в атомах, которые отвечают за наблюдаемую особенность рассеяния падающих на вещество частиц.

С открытием оболочечно-узловой молекулярно-подобной структуры атомов мы, естественно, столкнулись с необходимостью создания соответствующей теории рассеяния частиц веществом, состоящим из таких молекулярно-подобных «атомов», что и было нами сделано.

Настоящая статья является русским вариантом статьи на данную тему, опубликованной на английском в 2008 году [1].

2. Рассеяние по Резерфорду

Исследования рассеяния α -частиц атомами вещества, начатые Гейгером и Марсденом [2], а также рассеяния β -частиц, проведенные Кроузером [3], были продолжены Резерфордом [4], который в конечном итоге предположил, что в центре атома имеется очень малая по сравнению с размером атома область пространства («ядро»), где сосредоточена основная масса атома и его «положительный заряд».

Таким образом, согласно Резерфорду, в атоме есть только одна физическая точка, рассеивающая падающие на атом α -частицы.

Другим принципиально важным в теории Резерфорда является положение, согласно которому рассеивающей силой является электростатическое отталкивание падающей «положительно заряженной» α -частицы от «положительно заряженного» гипотетического ядра, «электрический заряд» которого «распределен в его объеме».

Идея Резерфорда породила, таким образом, одноцентровую ядерную модель атома и, соответствующую этой модели, теорию рассеяния в кулоновском (электростатическом) поле неподвижного «положительно заряженного» ядра.

Однако, что такое «заряд»? Что это за «равномерно распределенное» в объеме «ядра»? Неизвестная форма материи? Физика не знала и до сих пор не имела ответа на эти вопросы.

Формула Резерфорда для рассеяния α -частиц имеет вид

$$dN = nN \left(\frac{Ze^2}{Mv^2} \right)^2 \frac{d\Omega}{\sin^4 \frac{\vartheta}{2}} \quad (1)$$

где N – число α -частиц, падающих на поверхность металлической фольги – мишени;

dN – среднее число α -частиц, рассеянных на угол ϑ в пределах телесного угла $d\Omega$;

n – число ядер рассеяния в 1 cm^3 ;

M – масса α -частицы и v её скорость на большом расстоянии от ядра;

Ze – «заряд» ядра.

Экспериментальные данные показали, что отклонение α -частиц подчиняется формуле Резерфорда, но не полностью. Резерфорд отметил в этой связи [4], что «Тогда рассеяние на большие и малые углы нельзя было объяснить предположением о том, что *центральный заряд* имеет одинаковую величину»:

“The large and small angle scattering could not then be explained by the assumption of a central charge of the same value”.

Но далее он написал: «Рассматривая доказательства в целом, кажется проще всего предположить, что атом содержит *центральный заряд*, распределенный в очень небольшом объеме, и что большие отдельные отклонения обусловлены *центральным зарядом* в целом, а не его составляющими.. .»

“Considering the evidence as a whole, it seems simplest to suppose that the atom contains a central charge distributed through a very small volume, and that the large single deflections are due to the central charge as a whole, and not to its constituents...»

Таким образом, на основании всех накопленных к тому времени данных, связанных с рассеянием в веществе, и предположения о существовании крошечного атомного ядра, Резерфорд создал теорию рассеяния налетающих на вещество частиц, а также выдвинул ядерную модель атома, которая была принята и, со временем, полностью развившись, существуют до настоящего времени.

Анализируя результаты всех данных по рассеянию частиц и волн в веществе, проведенных Резерфордом и его последователями, следует отметить следующее:

Во-первых, все они лишь констатируют факт наличия у атомов мест рассеяния частиц.

Во-вторых, теория Резерфорда основана на представлении о кулоновской (электростатической) природе рассеяния и, следовательно, описывает только рассеяние «заряженных» частиц, таких как α -частицы и протоны. Но не описывает рассеяние нейтронов, знание которого наиболее важно для прикладной атомной физики, атомной технологии и т. д.

В-третьих, природа массы и электрического заряда была большой загадкой того времени (и оставалась таковой до настоящего времени). Соответственно, бессмысленно говорить о «равномерно распределенном заряде», не зная, что такое заряд.

В-четвёртых, нет однозначного понимания того, что означает отклонение (или рассеяние) частиц на атоме, если частицы при этом ведут себя как волновые образования.

В-пятых, все проведенные эксперименты не дали никаких доказательств того, что каждый атом имеет только одно место рассеяния.

Вообще все данные, полученные Резерфордом [4, 5] и другими, показывают, что говорить о концентрации (плотной упаковке) всех нуклонов атома в крошечной (по сравнению с размером атома) центральной области его пространства – сверхплотном ядре – неубедительно.

*«Ошибки замечать не многого стоит;
дать нечто лучшее – вот, что
приличествует достойному человеку»*

Михаил Ломоносов

3. Рассеяние на нуклонах молекулярно-подобного атома

Резерфорд отождествлял центр рассеяния с крохотным положительно заряженным сверхплотным и твердым ядром (размером около 10^{-13} см), где, как он предполагал, сосредоточена основная масса атома (кроме электронов). Его почему-то не смущало, что плотность такого гипотетического образования должна иметь невероятно огромную фантастическую величину, порядка 10^{14} г/см³.

Открытие оболочечно-узловой (молекулярно-подобной, безъядерной) структуры атомов в рамках теорий Волновой модели (ВМ) [6–8] потребовало создания теории рассеяния элементарных частиц всеми нуклонами, расположенными в потенциальных узлах таких молекулярно-подобных атомов. Это было сделано нами и впервые опубликовано в 1996 году [9].

Данные о сечениях рассеяния нейтронов, полученные в рамках новой теории рассеяния практически для всех элементов таблицы Менделеева и рассеяния коротких рентгеновских лучей, оказались полностью согласующимися с экспериментальными данными. Покажем это.

Согласно ВМ атомы представляют собой элементарные нуклонные молекулы. Центрами рассеяния падающих частиц и волн в них являются отдельные нуклоны, составляющие таких «атомов», расположенные в узлах нуклонных оболочек атомов. Размер нуклонов (их радиус) имеет порядок боровского радиуса, например, радиус протона $r_p = 0.528421703 \times 10^{-8}$ см [10].

Центр масс узлового нуклона совершает в узле радиальные колебания с амплитудой порядка $1.4 \cdot 10^{-13}$ см и частотой $1.8 \cdot 10^{18}$ с⁻¹. Эти колебания охватывают объем сферического пространства, поперечное сечение которого имеет радиус, равный амплитуде колебаний.

Именно это динамическое пространство, радиусом $1.4 \cdot 10^{-13}$ см, является областью рассеяния нуклона, ошибочно отождествляемой в физике с мистическим твёрдым «ядром».

Как известно, согласно определению вероятность рассеяния определяется следующим отношением:

$$dw = -\frac{dN}{N} \quad (2)$$

где N – число частиц, налетающих на тонкий лист фольги, а dN – число рассеянных частиц; знак « \rightarrow » указывает, что dN есть потеря частиц из общего потока (из-за рассеяния) [9].

Вероятность рассеяния (2) пропорциональна толщине материального слоя dx прошедшего частицами луча:

$$-\frac{dN}{N} = \alpha dx \quad (3)$$

где $\alpha = dw/dx$ есть плотность вероятности рассеяния. Отсюда, закон рассеяния имеет вид

$$N = N_0 e^{-\alpha x} \quad (4)$$

В соответствии с оболочечно-узловой моделью атома [6-8, 11] налетающие частицы рассеиваются на нуклонах, расположенных в узлах. Число узлов примерно равно половине атомного веса (относительной атомной массы).

Налетающая частица рассеивается преимущественно на одном нуклоне узла, к которому она приближается.

Нуклон каждого узла обладает относительной свободой движения в пределах своего потенциального объема. Центр массы нуклона колеблется в узле с амплитудой

$$\Psi = \frac{A_m}{z_{m,n}} = \frac{r_0}{z_{m,n}} \sqrt{\frac{2hR}{m_0 c}} \quad (5)$$

где $h = 2\pi m_e v_0 r_0 = 6.6260693(11) \cdot 10^{-27} \text{ erg} \cdot \text{s}$ – постоянная Планка,

$$R = \frac{R_\infty}{(1 + m_e / m_0)} = 109677.5833 \text{ cm}^{-1} \text{ – постоянная Ридберга,}$$

$$r_0 = 0.5291772108(18) \cdot 10^{-8} \text{ cm} \text{ – Боровский радиус,}$$

$$c = 2.99792458 \cdot 10^{10} \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1} \text{ – скорость света,}$$

$z_{m,n}$ – корни функций Бесселя [12],

$$m_0 = m_p = 1.67262192369 \cdot 10^{-24} \text{ g} \text{ – масса протона.}$$

Первый максимум кинетической компоненты сферической функции нулевого порядка ($z_{m,n} = b'_{0,1} = 2.79838605$) определяет амплитуду смещения следующей величины,

$$\Psi = 3.219483546 \cdot 10^{-13} \text{ cm} \quad (6)$$

Согласно (5), определённая сфера рассеяния соответствует каждому корню $z_{m,n}$. Например, если корень $z_{m,n} = a'_{0,1} = 4.49340945$, соответствующий максимуму потенциальной компоненты сферической функции нулевого порядка, то мы имеем

$$\Psi = 2.005016 \cdot 10^{-13} \text{ cm}$$

Нули потенциальных и кинетических компонент сферических функций Бесселя нулевого порядка равны, соответственно, следующим значениям:

$$z_{0,n} = \pi n \quad \text{и} \quad z_{0,n} = \frac{\pi}{2} (2n - 1) \quad (7)$$

Смещение (5), вызванное пульсациями сферической оболочки нуклона на фундаментальной частоте ω_e [7], определяет сферический объём колебаний центра массы нуклона [13]. Сфера, ограничивающая пространство этого крошечного объема, является сферой центра массы нуклона. Она и является *сферой рассеяния* нуклона.

Сечение сферы рассеяния,

$$\sigma_n = \pi\Psi^2 \quad (8)$$

является мерой рассеяния частиц и волн.

Пусть эффективная площадь центра рассеяния равна σ_n , тогда полная площадь рассеяния частиц атомами металлической фольги равна

$$S_{tot} = A_{ef} \sigma_n n S d \quad (9)$$

где A_{ef} – число нуклонов в атоме, участвующих в рассеянии частиц или волн; n – концентрация атомов; S – площадь фольги и d – ее толщина.

Плотность вероятности рассеяния определяется как

$$\alpha = -\frac{\Delta N}{Nd} = \frac{S_{tot}}{Sd} = A_{ef} \sigma_n n, \quad (10)$$

отсюда, удельная плотность вероятности рассеяния

$$\alpha_s = \frac{\alpha}{\varepsilon_0 \varepsilon} = \frac{A_{ef} \sigma_n n}{A_r m_0 n} = \frac{A_{ef} \sigma_n}{A_r m_0}, \quad (11)$$

где A_r – относительная атомная масса, $\varepsilon_0 = 1g/cm^3$ – абсолютная единица плотности, ε – относительная плотность.

Если ввести элемент рассеивающей массы $\Delta m = \varepsilon_0 \varepsilon s x$ через удельную толщину рассеяния,

$$x_s = \frac{\Delta m}{s} = \varepsilon_0 \varepsilon x \quad (12)$$

закон рассеяния (4) принимает вид:

$$N = N_0 e^{-\alpha_s x_s} \quad (13)$$

Эффективное число нуклонов, рассеивающих падающие частицы или волны, определяется степенью их взаимного перекрытия в веществе фольги и характером их коллективного взаимодействия с падающими частицами и волнами.

Игнорируя перекрытие, мы имеем $A_{ef} = A_r$.

В случае, когда рассеивающим объектом является атомный объем, плотность вероятности рассеяния должна быть пропорциональна относительной атомной массе, $\alpha \sim A_r$.

Если рассеяние определяется атомной площадью (диаметрального сечения атома), то $\alpha \sim A_r^{2/3}$; если оно реализуется на атомной линии, то $\alpha \sim A_r^{1/3}$.

Такая приближенная оценка позволяет записать ряд возможных значений эффективного числа нуклонов, участвующих в рассеянии падающих частиц или волн:

$$A_{ef} = A_r, \quad A_r^{2/3}, \quad A_r^{1/3} \quad (14)$$

С учетом (5) и (8) эффективное сечение рассеяния, приходящееся на атом, будет определяться формулой

$$\sigma_{ef} = A_{ef} \sigma_n = \pi A_{ef} \left(\frac{A_m}{z_{m,n}} \right)^2 \quad (15)$$

В случае рассеяния волн относительно коротких длин (в сравнении с размером нуклона) будет преобладать объемное рассеяние, поэтому следует принять $A_{ef} = A_r$. Тогда удельная плотность рассеяния (11) примет вид

$$\alpha_s = \frac{\sigma_n}{m_0} = \frac{\pi}{m_0} \left(\frac{A_m}{z_{m,n}} \right)^2$$

(16)

Отсюда, для максимума первой кинетической оболочки, $z_{m,n} = b'_{0,1}$ (см.(6)), мы имеем

$$\alpha_s = 0.1955 g^{-1} \cdot cm^2 \quad (17)$$

Полученное значение точно совпадает с экспериментальным, $\alpha_s = 0.2 g^{-1} \cdot cm^2$, практически для всех мишеней в случае коротких рентгеновских лучей [14]. Хорошее согласие (17) с экспериментальными данными свидетельствует об адекватности реальности изложенного теоретического подхода.

В случае рассеяния частиц проявляет себя атомная плоскость рассеяния. Соответственно, эффективное сечение рассеяния, приходящееся на один атом, равно

$$\sigma_{ef} = \pi A_r^{2/3} \left(\frac{A_m}{z_{m,n}} \right)^2 \quad (18)$$

Эффективные корни $z_{m,n}$ зависят от структуры нуклонных оболочек и от энергии падающих частиц или интенсивности волн, направленных в пространство исследуемого вещества.

Несмотря на указанную неопределенность, разумно сравнить теоретические сечения, рассчитанные по формуле (18), с экспериментальными данными.

В таблице 1 представлены такие данные: средние значения, полученные экспериментально [15] для максвелловского спектра нейтронов σ_{tot} (энергия от 0 до примерно 14 МэВ, и с энергией всего 0,75 МэВ), и рассчитанные по формуле (18) эффективные сечения рассеяния σ_{ef} (в единицах *барн*, $1barn(b) = 10^{-24} cm^2$) для корней функций Бесселя, лежащих в центральной части экспериментального значения.

Таблица 1. Сечения рассеяния для максвелловского спектра нейтронов

Experiment [14]		Theoretical data, Eq. (18)		
Element	σ_{tot}, b	σ_{ef}, b	$Z_{m,n}$ [11]	$Z_{m,n}$ value
1	2	3	4	5
^2He	1.0 ± 0.7	1.11	$j_{0,1}$	2.40482556
^3Li	1.4 ± 0.3	1.604	$j_{0,1}$	2.40482556
^4Be	7 ± 1	8.129	$j'_{1/2,1}$	1.16556119
^6C	4.8 ± 0.2	5.420	$y_{1/2,1}$	1.57079633
^7N	10 ± 1	10.90	$j'_{1/2,1}$	1.16556119
^8O	4.2 ± 0.3	4.776	$j'_{1,1}$	1.84118378
^9F	3.9 ± 0.2	3.761	$y'_{0,1}$	2.19714133
^{10}Ne	2.4 ± 0.3	2.135	$y'_{1/2,1}$	2.97508632
^{11}Na	4.0 ± 0.5	4.271	$y'_{0,1}$	2.19714133
^{12}Mg	3.6 ± 0.4	3.699	$j_{0,1}$	2.40482556
^{13}Al	1.4 ± 0.1	1.287	$b'_{1,1}$	4.22227640
^{14}Si	1.7 ± 0.3	1.737	$y'_{1,1}$	3.68302286
^{15}P	5 ± 1	5.100	$y'_{0,1}$	2.19714133
^{16}S	1.1 ± 0.2	1.159	$y_{1/2,2}$	4.71238898

17Cl	16 ± 3	20.257	$j'_{1/2,1}$	1.16556119
18Ar	1.5 ± 0.5	1.476	$a'_{0,2}$	4.49340946
19K	1.5 ± 0.3	1.455	$a'_{0,2}$	4.49340946
21Sc	24 ± 2	23.73	$j'_{1/2,1}$	1.16556119
22Ti	4 ± 1	3.799	$y'_{1/2,1}$	2.97508632
23V	4 ± 1	4.475	$b'_{0,1}$	2.79838605
24Cr	3.0 ± 0.5	3.18	$a'_{2,1}$	3.34209366
25Mn	2.3 ± 0.3	2.353	$y_{0,2}$	3.95767842
26Fe	11 ± 1	10.99	$j'_{1,1}$	1.84118378
27Co	7 ± 1	6.677	$j_{0,1}$	2.40482556
28Ni	17.5 ± 1	15.6	$y_{1/2,1}$	1.57079633
29Cu	7.2 ± 0.7	8.41	$y'_{0,1}$	2.19714133
30Zn	3.6 ± 0.4	3.54	$y_{2,1}$	3.38424177
31Ga	4 ± 1	3.868	$a'_{2,1}$	3.34209366
32Ge	3 ± 1	3.023	$j_{1,1}$	3.83170597
33As	6 ± 1	5.787	$b'_{0,1}$	2.79838605
34Se	11 ± 2	10.83	$a'_{1,1}$	2.08157598
35Br	6 ± 1	5.344	$y'_{1/2,1}$	2.97508632
36Kr	7.2 ± 0.7	8.066	$j'_{3/2,1}$	2.46053557
37Rb	12 ± 2	11.42	$a'_{1,1}$	2.08157598
38Sr	10 ± 1	10.42	$y_{1,1}$	2.19714133
39Y	3 ± 2	3.24	$y_{5/2,1}$	3.95952792
40Zr	8 ± 1	8.535	$j'_{3/2,1}$	2.46053557
41Nb	5 ± 1	4.683	$a'_{2,1}$	3.34209366
42Mo	7 ± 1	6.824	$b'_{0,1}$	2.79838605
44Ru	6 ± 1	5.93	$j'_{2,1}$	3.05423693
45Rh	5 ± 1	5.007	$a'_{2,1}$	3.34209366
46Pd	3.6 ± 0.6	3.656	$y_{0,2}$	3.95767842
47Ag	6 ± 1	5.855	$j_{1/2,1}$	3.14159265
48Cd	7 ± 1	6.829	$y'_{1/2,1}$	2.97508632
49In	2.2 ± 0.5	2.284	$j_{2,1}$	5.13562230
50Sn	4.9 ± 0.5	4.667	$j'_{5/2,1}$	3.63279732
51Sb	4.3 ± 0.5	4.266	$j_{1,1}$	3.83170597
52Te	5 ± 1	4.897	$j'_{5/2,1}$	3.63279732
53J	3.6 ± 0.5	3.648	$j'_{3,1}$	4.20118894
54Xe	4.3 ± 0.4	4.205	$y_{0,2}$	3.95767842
55Cs	20 ± 10	19.59	$j'_{1,1}$	1.84118378
56Ba	8 ± 1	7.668	$y'_{1/2,1}$	2.97508632
57La	15 ± 5	14.17	$y'_{0,1}$	2.19714133
58Ce	9 ± 6	8.784	$b'_{0,1}$	2.79838605

⁶³ Eu	8 ± 1	7.784	$j'_{2,1}$	3.05423693
⁶⁸ Er	15 ± 4	16.04	$y'_{0,1}$	2.19714133
⁶⁹ Tm	7 ± 3	6.977	$a'_{2,1}$	3.34209366
⁷⁰ Yb	12 ± 5	13.08	$j'_{3/2,1}$	2.46053557
⁷² Hf	8 ± 2	8.173	$j_{1/2,1}$	3.14159265
⁷³ Ta	5 ± 1	5.208	$y_{0,2}$	3.95767842
⁷⁴ W	5 ± 1	5.264	$y_{0,2}$	3.95767842
⁷⁵ Re	14 ± 4	13.73	$j'_{3/2,1}$	2.46053557
⁷⁶ Os	11 ± 1	10.77	$y_{3/2,1}$	2.79838605
⁷⁸ Pt	10 ± 1	9.69	$y'_{1/2,1}$	2.97508632
⁷⁹ Au	9.3 ± 1	9.25	$j'_{2,1}$	3.05423693
⁸⁰ Hg	20 ± 5	20.17	$a'_{1,1}$	2.08157598
⁸¹ Tl	14 ± 2	14.61	$j'_{3/2,1}$	2.46053557
⁸² Pb	11 ± 1	11.4	$y_{3/2,1}$	2.79838605
⁸³ Bi	9 ± 1	9.099	$j_{1/2,1}$	3.14159265

Поскольку рассеяние является массовым процессом, эксперимент определяет эффективное значение сечения рассеяния, соответствующее среднему значению ряда корней функций Бесселя.

В современной теории атома эффективный параметр рассеяния, $L = \sqrt{\sigma_{ef} / \pi}$, определяет эффективный радиус атомного ядра.

В оболочечно-узловой модели атома [8] (учитывающей динамическое поведение элементарных частиц [10]) эффективный параметр рассеяния L , как следует из (18), связан с числом нуклонов в атоме A_r и сферой рассеяния нуклона,

$$L = \sqrt{\frac{\sigma_{ef}}{\pi}} = A_r^{1/3} \frac{A_m}{z_{m,n}} \quad (19)$$

Сфера рассеяния нуклона определяется амплитудой $\Psi = A_m / z_{m,n}$ (5) пульсаций его центра массы.

Масса имеет присоединённый характер, и масса покоя нуклона, как и всех элементарных частиц, в соответствии с Динамической Моделью (ДМ) их строения и поведения, не существует.

И концепция твердого атомного ядра (причем невероятно гигантской плотности) не имеет смысла. Точно так же, как нет смысла говорить, как уже отмечалось, о «положительном заряде, распределенном по объему ядра», не зная, что такое заряд [16, 17].

Экспериментально, сечение рассеяния атома определяется формулой

$$\sigma_{tot} = \frac{1}{nd} \ln \left(\frac{I_0}{I} \right) \quad (20)$$

где I_0 и I – интенсивности потоков падающих (налетающих) и прошедших частиц или волн, d – толщина мишени.

На основании (18) и (20) (см. также (5)) находим экспериментальный радиус нуклонной сферы рассеяния

$$\Psi = A_r^{-1/3} \left(\frac{\sigma_{tot}}{\pi} \right)^{1/2} \quad (21)$$

который хорошо согласуется с представленной здесь теорией рассеяния.

В случае нейтронного потока эксперименты с определенной степенью приближения подтверждают следующее равенство:

$$\sigma_{tot} = A_r^{2/3} \sigma_n \quad (22)$$

Последнее также согласуется с теорией рассеяния, рассмотренной здесь, основанной на концепциях новой общей теории физики – Волновой Модели.

4. Обсуждение

Сравним теперь две принципиально разные формулы рассеяния, полученные двумя разными теориями рассеяния: формулу Резерфорда (1) (для α -частиц) и формулу ВМ (18) (для частиц и коротких рентгеновских лучей):

$$(1) \quad \frac{dN}{N} = nd\sigma = n \left(\frac{Ze^2}{Mv^2} \right)^2 \frac{d\Omega}{\sin^4(\vartheta/2)} \quad \text{и} \quad \sigma_{ef} = \pi A_r^{2/3} \Psi^2 = \pi A_r^{2/3} \left(\frac{A_m}{z_{m,n}} \right)^2 \quad (18)$$

Как видим, число рассеянных частиц согласно формуле Резерфорда (1) сильно зависит от угла рассеяния ϑ (угла между векторами скорости падения и конечной скорости α -частиц) и быстро возрастает с уменьшением ϑ .

Формула (1) позволяет рассчитать эффективное сечение рассеяния α -частицы на кулоновском поле ядра с зарядом Ze , дифференциальное $d\sigma/d\Omega$ и интегральное $\sigma(\vartheta > \vartheta_0)$:

$$(23) \quad \frac{d\sigma(\vartheta)}{d\Omega} = \left(\frac{Ze^2}{Mv^2} \right)^2 \frac{1}{\sin^4(\vartheta/2)}, \quad \int_{\Omega} \frac{d\sigma(\vartheta)}{d\Omega} d\Omega = \int_{\vartheta_0}^{\pi} \int_0^{2\pi} \frac{d\sigma(\vartheta)}{d\Omega} \sin \vartheta d\vartheta d\varphi \quad (23a)$$

Если в формуле Резерфорда (1), сохраняя все остальные условия, изменять только угол ϑ , то должно быть

$$dN \cdot \sin^4(\vartheta/2) = const \quad (24)$$

Этот вывод был проверен в первую очередь. Более или менее удовлетворительное согласие экспериментальных результатов с требованиями теории (24) было получено, однако, не для всех случаев. В этом можно убедиться, в частности, на примере данных, полученных в эксперименте с золотой фольгой, представленных в таблице 2 [18].

Таблица 2. Рассеяние α -частиц листочками золота

ϑ°	$1/\sin^4(\vartheta/2)$	dN	$dN \cdot \sin^4(\vartheta/2)$
150	1.15	33.1	28.8
135	1.38	43.0	31.2
120	1.79	51.9	29.0
105	2.53	69.5	27.5
75	7.25	211	29.1
60	16.0	477	29.8
45	46.6	1435	30.8
30	223	7800	35.0
15	3445	132000	38.4

Согласие с условием (24) имело место преимущественно в случаях рассеяния на листках *тяжелых* металлов и не слишком быстрых α -частиц (с энергией не более 20 МэВ), причем *не для всех* углов. При малых углах наблюдаются наиболее существенные отклонения от значения константы (24).

Выводя формулу (1), Резерфорд полагал, что центрами рассеяния являются «положительно заряжённые» ядра атомов. То есть он считал, что каждый атом имеет только один рассеивающий центр. Следовательно, в формуле (1) n – число ядер рассеяния в 1 см^3 .

Но это ниоткуда не следует и до сих пор не подтверждено достаточно убедительно экспериментально. С таким же успехом можно рассматривать каждый из нуклонов, входящий в состав атомов, как рассеивающий центр.

Резерфорд не предполагал (в качестве альтернативы), что нуклоны (будучи сильно связанными друг с другом) могут располагаться во внутреннем пространстве атома отдельно, на определённых расстояниях друг от друга.

Здравый смысл восстает против принятой концепции, согласно которой все нуклоны в атоме находятся в *сверхплотно упакованном* состоянии в чрезвычайно малом физическом объеме – в одной физической точке в центре атома (ядре).

Итак, мы видим, что теоретическая конструкция одноцентрового (ядерного) строения атома, крайне *неубедительна*.

Напротив, в формуле Волновой Модели (18) для эффективного сечения рассеяния содержится относительная атомная масса A_r , т. е. параметр числа нуклонов в атоме. Это указывает на то, что в данной формуле учтены эффективные сечения рассеяния каждого из нуклонов, присутствующих в атоме.

Экспериментальные данные, представленные в таблице 1, подтверждают корректность формулы (18), а значит, и фундаментальных представлений, на основе которых эта формула была выведена. Это волновая природа происхождения и поведения всех частиц и оболочечно-узловое строение атомов.

На это указывает амплитуда колебаний центра массы нуклона в атомном узле $\Psi = A_m / z_{m,n}$ в формуле (18) (около 10^{-13} см , (6)), где $z_{m,n}$ – корни функций Бесселя, решения волнового уравнения.

Как упоминалось выше, анализ большого числа актов рассеяния, зарегистрированных для α -частиц на *золоте* (см. табл. 2), вполне удовлетворительно подтвердил предсказанную равенством (24), следующим из формулы Резерфорда (1), угловую зависимость для всех углов, кроме малых.

Но для *алюминия*, более *легкого* металла, Резерфорд обнаружил противоположную особенность: рассеяние под малыми углами подчинялось равенству (24), а под большими углами – нет.

Резерфорд пришел к выводу, что события с большим или малым углом рассеяния зависят от массы и, следовательно, размера ядра.

Альфа-частицы (α), как он рассуждал, чаще приближаются к более тяжелым ядрам, иногда попадая в них, чем к более легким. Однако, это лишь словесное объяснение Резерфорда, масса или размер ядер не входят в его формулу (1).

Существенное различие сечений рассеяния на легких и тяжелых металлах, например, *Al* и *Au* (для нейтронов низких энергий, см. табл. 1), логически безупречно объясняется в рамках ВМ благодаря параметру A_r , содержащемуся в формуле (18):

$$\begin{aligned}
 Al \Rightarrow A_r = 26.9815, \quad \Psi = 2.133767898 \cdot 10^{-13} \text{ см}, \quad \sigma_{ef} = \mathbf{1.287} \text{ b}, \\
 \sigma_{exp} = \mathbf{1.4 \pm 0.1} \text{ b} \\
 Au \Rightarrow A_r = 196.96657, \quad \Psi = 2.9497900094 \cdot 10^{-13} \text{ см}, \quad \sigma_{ef} = \mathbf{9.25} \text{ b}, \\
 \sigma_{exp} = \mathbf{9.3 \pm 0.1} \text{ b}
 \end{aligned}$$

5. Выводы

Итак, с учетом открытий волнового молекулярно-подобного строения атомов, а также волновой природы строения и поведения их составляющих – нуклонов – разработана новая теория рассеяния. В её рамках сечения рассеяния вычисляются логически безупречно и просто.

Полученные данные полностью согласуются с экспериментальными. Тем самым подтверждается правильность концепции, согласно которой каждый нуклон, входящий в состав элементарной нуклонной молекулы («атома»), расположенный в её узле, вносит свой вклад в рассеянии падающих на вещество частиц.

Согласно Волновой Модели центр массы нуклона, размер которого составляет $0,528... \cdot 10^{-8}$ см [10], совершает в узле молекулярно-подобного атома радиальные колебания с амплитудой порядка $1,4 \cdot 10^{-13}$ см и частотой $1,8 \cdot 10^{18}$ с⁻¹.

Колебания охватывают объем сферического пространства, радиус которого равен амплитуде колебаний. Эти сферические области колебаний центра массы и определяют характер рассеяния частиц веществом.

Объем колебательного пространства, радиус которого r_{osc} на пять порядков меньше радиуса самого протона, $r_p = 0,528421703 \cdot 10^{-8}$ см (согласно ВМ), а именно

$$r_{osc} = 2,65 \cdot 10^{-5} r_p,$$

и есть та область пространства (по порядку величины в 100 тысяч раз меньшая размеров атома), которая была субъективно принята Резерфордом за сверхплотное твердое «ядро» атома и рассматривается таковой в физике до сих пор.

6. Заключение

С тех пор как гипотеза, выдвинутая Резерфордом, была принята физическим сообществом, гипотетическое ядро, в котором якобы сконцентрирована практически вся масса атома, стало постепенно рассматриваться в науке, без всякого сомнения, как реальная сущность.

Сформировался новый раздел физики – ядерная физика.

Атомная и ядерная физика, теория элементарных частиц стали развиваться придерживаясь принятой концепции существования сверхплотного крошечного «ядра» в центре атома. А также с учётом соответствующих параметров (размеров и плотности), приписанных «ядру» и частицам-нуклонам – его составляющим.

С появлением новой общей теории физики, базирующейся на *аксиомах диалектики*, Волновой Модели, начался процесс пересмотра существующих теорий современной физики, базирующихся на *абстрактно-математических постулатах*, к ним относится и теория атома.

В результате, вскрыта ошибочность ядерной модели строения атома, неадекватность её реальности [19-21], несогласованность с основной аксиомой диалектики о волновой природе всего сущего во Вселенной. Это относится и к Стандартной модели элементарных частиц [22].

Решения ВМ (диалектической физики) привели к открытию неядерного оболочечно-узлового строения атомов, согласно которому все атомы являются элементарными нуклонными молекулами (молекулами водородных атомов).

В каждом узле элементарных нуклонных молекул («атомов») располагается, в основном, по два спаренных нуклона.

Составляющие «атомов» частицы-нуклоны представляют собой пульсирующие сферические образования из тонко-материального поля-пространства эфира.

Волновое происхождение и, соответственно, волновое поведение частиц определяют не только особенность рассеяния частиц веществом, но и другие явления, наблюдаемые в природе.

В частности, волновая природа строения и поведения *атомов водорода* ответственна за их *микроволновое фоновое излучение* (открытие ВМ), которое наблюдается в пространстве как *космический микроволновый фон* [23, 24].

Определяет истинную природу так называемой «аномалии» магнитного момента электрона и природу *лэмбовского сдвига* (также открытия ВМ [25 – 27]). И т. д.

Упомянутые выше явления описываются логически безупречно и просто на основе учета *колебаний центра массы* частиц и их волновых оболочек, параметров ВМ.

Пересмотр известных физических явлений на основе представлений Волновой Модели привел и к другим фундаментальным открытиям.

Новые данные о строении элементарных частиц и атомов ставят под сомнение ключевые представления химии, в частности, о *роли электронов* в образовании химических связей. Это чрезвычайно важное для науки следствие открытий ВМ.

Как следует из ВМ, формирование геометрической формы обычных молекул, то есть пространственного расположения связей в молекулах, определяется *геометрией расположения* внутренних межнуклонных связей во взаимодействующих «атомах», но не так называемыми «электронными орбиталями», субъективно приписанным атомам.

А именно внешние связи между различными «атомами» (которые представляют собой элементарные нуклонные молекулы) при образовании обычных молекул и кристаллов [28] реализуются строго *вдоль* характеристических направлений *внутренних сильных межнуклонных связей* взаимодействующих «атомов». Электроны ответственны только за прочность этих межатомных межузельных связей [29].

Ещё одними из важных следствий, наряду с другими не упомянутыми выше, является раскрытие необоснованности введения (постулата) концепции “*атомных орбиталей*”, а также концепции “*гибридизации атомных орбиталей*”, что убедительно показано в работах автора, например в [30, 31].

*«Не истины науки трудны. А расчистка
человеческого сознания от всего
наследственного хлама...»*

Александр Герцен

ПОСЛЕСЛОВИЕ

240 лет тому назад (1784 год) Рене-Жюст Аюи (René-Just Haüy) установил *общий принцип**, согласно которому все разновидности одного кристаллического вещества заключают в себе, как *элементарную ячейку*, часть кристалла, обладающую «примитивной и первоначальной формой своего рода».

Он назвал эти элементарные ячейки «*интегрирующими молекулами*». То есть Аюи рассматривал *атомы* любого вещества как *элементарные молекулы*, строение которых *определяет* форму кристаллов.

А чуть более 200 лет тому назад Уильман Праут (1815 год) предположил, что все атомы состоят из *атомов водорода*.

Прошло 100 лет с того момента (предположения Праута), в течении которого, Огюст Браве (Auguste Bravais), к сожалению, заменил «*интегрирующие молекулы*» (атомы) Аюи центрами их тяжести (физическими *точками*) (1848 год), а Резерфорд осуществил свой знаменитый опыт по рассеянию (1911 год).

Приняв вывод, сделанный Резерфордом на основании результатов проделанного им опыта, в физике стали считать, что атомы водорода Праута располагаются во всех

остальных атомах в их центрах в виде *сверхплотной кучки* (крохотного «ядра») ничтожно малого размера, примерно в 100 тысяч раз меньшего размеров самих атомов.

Прошло ещё примерно 90 лет. Появилась новая общая теория физики – Волновая Модель. И сверхплотная *кучка* («ядро») стала *разваливаться*. Все её составляющие – *водородные атомы*, к ним мы относим ионы атома водорода *протия*, *протоны*, и *нейтроны*, приобрели свою истинную первородную форму и размер.

Вернулись их свойства и поведение, обусловленные *волновой природой* происхождения. Став компонентами остальных атомов, расположились в их *потенциальных узлах*, структура которых подобна структуре обычных кристаллов, согласно *общего принципа*, установленного Рене Аюи 240 лет тому назад.

И ещё одно замечание. *Протий*, *протон* и *нейтрон* – различные энергетические состояния атома водорода Праута.

Вот вкратце и вся история.

*) René-Just Haüy, «*Essai d'une théorie sur la structure des cristaux*»
(«Очерк теории строения кристаллов»), Париж, 1784.

ССЫЛКИ

[1] G. P. Shpenkov, *The Scattering of Particles and Waves on Nucleon Nodes of the Atom*, International Journal of Chemical Modelling, Vol. 2, No. 1, pp. 97-108, (2008).

[2] H. Geiger and E. Marsden, *On a Diffuse Reflection of the α -Particles*, Proc. Roy. Soc., Series A, Vol. 82, 1909, 495-500.

[3] J. A. Crowther, *On the Scattering of Homogeneous β -Rays and the Number of Electrons in the Atom*, Proc. Roy. Soc., Series A, Vol. 84, No. 570, 1910, 226-247.

[4] E. Rutherford, *The Scattering of α and β Particles by Matter and the Structure of the Atom*, Philosophical Magazine, Series 6, Vol. 21, 1911, 669-688.

[5] E. Rutherford, *The Structure of the Atom*, Philosophical Magazine, Vol. 27, 1914, 488-498.

[6] L. Kreidik and G. Shpenkov, *Alternative Picture of the World*, Vol. 2, Geo. S., Bydgoszcz, 1996.

[7] L. Kreidik and G. Shpenkov, *Atomic Structure of Matter-Space*, Geo. S., Bydgoszcz, 2001.

[8] G. P. Shpenkov, *Shell-Nodal Atomic Model*, Hadronic Journal Supplement, Vol. 17, No. 4, 507-566, (2002).

[9] L. Kreidik and G. Shpenkov, *Alternative Picture of the World*, Vol. 3, Geo. S., Bydgoszcz, 1996.

[10] L. Kreidik and G. Shpenkov, *Dynamic Model of Elementary Particles and the Nature of Mass and 'Electric' Charge*, "Revista Ciencias Exatas e Naturais", Vol. 3, No 2, 157-170, (2001); <https://revistas.unicentro.br/index.php/RECEN/article/view/478>

[11] G. P. Shpenkov, *An Elucidation of the Nature of the Periodic Law*, Chapter 7 in "The Mathematics of the Periodic Table", edited by Rouvray D. H. and King R. B., Nova Science Publishers, NY, 119-160, 2006.

- [12] Bessel Functions, part. III, *Zeros and Associated Values*, Royal Society Mathematical Tables, Volume 7, edited by F. W. J. Olver (University Press, Cambridge, 1960).
- [13] G. P. Shpenkov, *Theoretical Basis and Proofs of the Existence of Atom Background Radiation*, Infinite Energy, Vol. 12, Issue 68, 22-33, (2006).
- [14] Handbuch der Physik/ *Encyclopedia of Physics*, ed. by S. Flugge, Vol. XXX, X-RAYS, Springer-Verlag, Berlin-Gottingen-Heidelberg, 1957.
- [15] V. S. Barashenkov and V. D. Toneev, *Interaction of High-Energy Particles and Atomic Nuclei with the Nucleus* (in Russian), Atomizdat, Moscow, 648 pages, 1972.
- [16] G. P. Shpenkov, *What the Electric Charge is*, 06.04.2018;
<https://shpenkov.com/pdf/Elec-Charge.pdf>
- [17] L. Kreidik and G. Shpenkov, *Philosophy of Contents-Form and Coulomb's Law*, Proceedings of The Twentieth World Congress of Philosophy, Copley Place, Boston, Massachusetts, USA, 10-16 August, 1998;
<https://www.bu.edu/wcp/Papers/Scie/ScieShpe.htm>
- [18] Э. В. Шпольский, Атомная физика, Т. 1. *Введение в атомную физику*, «Наука», Москва, стр. 105, 1974.
- [19] L. Kreidik and G. Shpenkov, *Important Results of Analyzing Foundations of Quantum Mechanics*, Galilean Electrodynamics & QED-East, Special Issues 2, 13, 23-30, (2002);
<https://shpenkov.com/pdf/QM-Analysis.pdf>
- [20] G. Shpenkov and L. Kreidik, *Schrödinger's Errors of Principle*, Galilean Electrodynamics, Vol. 16, No. 3, 51 - 56, (2005);
<http://shpenkov.com/pdf/Blunders.pdf>
- [21] George P. Shpenkov, *The end of the myth about atomic nuclei; Discoveries of the Wave Model*, 25.11.2016;
<https://www.youtube.com/watch?v=WjoWSY0BgWE>
<https://shpenkov.com/pdf/EndEngl.pdf>
<https://www.youtube.com/watch?v=5ofkZmTViX4> (Rus)
<https://shpenkov.com/pdf/End.pdf> (Rus)
- [22] [4] G. P. Shpenkov, “*Some Words about Fundamental Problems of Physics: Constructive Analysis*”, LAMBERT Academic Publishing, pages 116 (2012);
amazon.com/words-about-fundamental-problems-physics/dp/3659237507
<http://shpenkov.com/pdf/Book-2011-Eng.pdf>
- [23] G. P. Shpenkov, *Theoretical Basis and Proofs of the Existence of Atom Background Radiation*, Infinite Energy, Vol. 12, Issue 68, 22-33, (2006).
- [24] George P. Shpenkov, *Scientific fiction: “Big Bang”: The nature of cosmic microwave background*, 07.01.2017; <https://shpenkov.com/pdf/BB.pdf>
<https://www.youtube.com/watch?v=CcjbifeZavw>
- [25] G. P. Shpenkov, *The First Precise Derivation of the Magnetic Moment of an Electron Beyond Quantum Electrodynamics*, Physics Essays, 19, No. 1, (2006).
- [26] George P. Shpenkov, *Trouble with the electron spin*, Keynote Speech at the International Conference on Magnetism & Magnetic Materials, November 01-02, 2018, Paris, France; <https://shpenkov.com/pdf/TroubleElSpin.pdf>
- [27] George P. Shpenkov, *Quantum electrodynamics: fundamentals and prospects*, 08.06.2020; <https://shpenkov.com/pdf/QED.pdf>

[28] George Shpenkov, *Discovery of the wave nature of crystals*, Report at the Annual Meeting of the German Crystallographic Society (DGK), 25–28 March 2019, Leipzig;
<https://shpenkov.com/pdf/CrystalsNature.pdf>

[29] G. P. Shpenkov, *The Role of Electrons in Chemical Bonds Formations (In the Light of Shell-Nodal Atomic Model)*, MOLECULAR PHYSICS REPORTS 41, 89-103, (2005).

[30] G. P. Shpenkov, *Conceptual Unfoundedness of Hybridization and the Nature of the Spherical Harmonics*, HADRONIC JOURNAL, Vol. 29. No. 4, p. 455, (2006).

[31] G. P. Shpenkov, *Conceptual Unfoundedness of Hybridization and the Nature of the Spherical Harmonics*, Book of Abstracts, 6th Congress of the International Society for Theoretical Chemical Physics, Vancouver, July 19-24, 2008, p. 172.

24.02.2024
Георгий П. Шпеньков
g.shpenkov@gmail.com

<https://shpenkov.com/pdf/Arguments.pdf>