

**Н.А.Магницкий**

**Теория сжимаемого  
осциллирующего эфира**

**Магницкий Николай Александрович**

**Теория сжимаемого осциллирующего эфира – М.: УРСС, 2021,  
216 с.**

В монографии предпринята попытка обоснования существования мировой эфирной среды, из уравнений которой строго математически выводятся проверенные многовековым опытом основные законы и уравнения классической теоретической физики, уравнения элементарных структурных единиц материи, основные свойства атомных ядер и атомов химических элементов. Такая эфирная среда, не только осуществляющая все взаимодействия материальных объектов, но и порождающая весь материальный мир, должна быть, как оказалось, сжимаемой, глобально неподвижной, но локально осциллирующей средой. Расчеты, выполненные по приведенным в монографии формулам, с точностью до долей процента совпали с экспериментальными данными даже для таких физических величин, значения которых считаются «аномальными» с точки зрения современной физической науки, основанной на теории относительности и квантовой механике.

Книга предназначена для научных работников, аспирантов, студентов старших курсов и всех, интересующихся проблемами устройства мироздания и сомневающих в справедливости современной физической картины мира.

## Оглавление

<b>Предисловие</b> .....	5
<b>Введение</b> .....	7
<b>Глава 1. Основные свойства эфирной среды</b> .....	10
1.1. Уравнения сжимаемого осциллирующего эфира.....	10
1.2. Преобразования Галилея уравнений эфира.....	14
1.3. Размерности плотности эфира и других физических величин.....	16
<b>Глава 2. Электродинамика эфира</b> .....	19
2.1. Вывод нелинейной обобщенной системы уравнений Максвелла- Лоренца.....	20
2.2. Вывод классической линейной системы уравнений Максвелла.....	23
2.3. Электродинамика эфира постоянной плотности.....	24
2.4. Электродинамика эфира переменной плотности.....	28
2.5. Электростатическое поле эфира и закон Кулона.....	28
<b>Глава 3. Эфир и законы электромагнетизма</b> .....	30
3.1. Закон Био–Савара–Лапласа.....	31
3.2. Электродвижущая сила. Взаимоиндукция.....	32
3.3. Переменный ток. Электрическое и магнитное поле тока.....	35
3.4. Взаимодействие токов. Сила Ампера и закон Ампера.....	40
3.5. Движение проводника в магнитном поле.....	45
<b>Глава 4. Структура и свойства элементарных частиц материи</b> .....	47
4.1. Система уравнений элементарных частиц.....	48
4.2. Свернутый фотон.....	50
4.3. Заряды электрона, протона и их античастиц.....	52
4.4. Электрические поля элементарных частиц и закон Кулона.....	54

4.5. Магнитные моменты электрона и протона.....	58
4.6. Внутренняя энергия и масса электрона и протона.....	60
4.7. Квadrупольный момент протона.....	64
4.8. Волновая модель нейтрона.....	65
4.9. Сравнение расчетов с экспериментами.....	70
<b>Глава 5. Структура и спектры атома водорода.....</b>	<b>73</b>
5.1. Эфирная структура атома водорода.....	74
5.2. Энергия связи протона и электрона.....	76
5.3. Основное состояние атома водорода.....	77
5.4. Возбужденные состояния атома водорода.....	79
5.5. Гидринные состояния атома водорода .....	81
5.6. Объяснение опытов Штерна-Герлаха, Эйнштейна-де Гааза и Зеемана.....	82
5.7. Тонкая структура атома водорода.....	84
<b>Глава 6. Гравитация.....</b>	<b>90</b>
6.1. Сходство и различие электростатических и гравитационных полей.....	91
6.2. Гравитационные поля элементарных частиц.....	93
6.3. Гравитационные поля масс. Закон всемирного тяготения.....	96
<b>Глава 7. Теория атомного ядра.....</b>	<b>100</b>
7.1. Внутренние энергии и магнитные моменты ядер.....	102
7.2. Эфирные модели простейших ядер.....	104
7.3. Эфирная структура и свойства сложных ядер.....	106
<b>Глава 8. Теория строения атома.....</b>	<b>143</b>
8.1. Спектры водородоподобных атомов .....	144
8.2. Спектры многоэлектронных атомов.....	151
8.3. Периодическая система химических элементов.....	167
<b>Приложение.....</b>	<b>208</b>
<b>Список литературы.....</b>	<b>214</b>

## Предисловие

Настоящая монография является результатом многолетних размышлений автора над причинами разразившегося в конце XX века и продолжающегося до сих пор глобального кризиса в фундаментальных научных исследованиях и, прежде всего, в теоретической физике. Основной причиной кризиса, по мнению многих исследователей, явились навязанные всей фундаментальной науке господствующие в теоретической физике многие десятилетия догмы специальной теории относительности и квантовой механики, базирующиеся на противоречащих здравому смыслу и повседневному опыту абстрактных постулатах и гипотезах. Аргументированную критику современного состояния находящейся в тупике фундаментальной науки можно найти во многих, опубликованных в последние годы, статьях и монографиях, авторы которых справедливо связывают такое положение дел с отрицанием существования эфира - среды, не только осуществляющей все взаимодействия материальных объектов, но и порождающей весь материальный мир. В настоящей работе предпринята попытка строгого математического обоснования существования такой эфирной среды, из уравнений которой выводятся уравнения структурных единиц материи и проверенные опытом основные законы и уравнения теоретической физики без привлечения абсурдных релятивистских и квантово-механических догм, постулатов, запретов и принципов. Такая эфирная среда, как оказалось, необходимо должна быть сжимаемой, глобально неподвижной, но локально осциллирующей.

Книга состоит из введения, восьми глав и приложения. Во введении рассмотрены основные тупиковые проблемы фундаментальной науки, решение которых, по мнению автора, возможно только при возвращении в науку понятия эфирной среды.

В первой главе рассмотрены основные свойства уравнений сжимаемого осциллирующего эфира. Проведено сравнение уравнений эфира с уравнениями сплошной среды. Показано, что уравнения эфира инвариантны относительно преобразований Галилея. Определена размерность плотности эфира. Показано, что размерности всех других порожденных эфиром физических величин совпадают с их размерностями в системе единиц СГС.

Вторая глава посвящена электродинамике сжимаемого осциллирующего эфира. Продемонстрирован вывод из уравнений эфира нелинейной обобщенной системы уравнений Максвелла-Лоренца, результатом линеаризации которой является классическая линейная система уравнений Максвелла. Определен смысл векторного потенциала. Определено понятие фотона как продольно-поперечной винтовой волны в эфире постоянной плотности. Показано, что уравнения Максвелла непригодны для опи-

сания движений в эфире переменной плотности. Выведен закон Кулона для электростатического поля эфира.

В третьей главе рассмотрен вывод из уравнений эфира законов электромагнетизма. Выведен закон Био-Савара-Лапласа, получены выражения для электродвижущей силы и взаимоиндукции двух контуров. Дано определение и получено выражение для переменного тока, выведены формулы для электрического и магнитного полей тока. Рассмотрена проблема взаимодействия токов и дана корректировка закона Ампера. Рассмотрено движение проводника в магнитном поле

В четвертой главе из уравнений эфира выведены уравнения для элементарных частиц материи: электрона, протона, нейтрона. Даны определения электрических полей, зарядов и магнитных моментов элементарных частиц и вычислены их значения. Дана корректировка закона Кулона. Определены внутренняя энергия и масса элементарных частиц. Проведено сравнение вычисленных значений с экспериментальными данными.

В пятой главе рассмотрена эфирная структура атома водорода. Вычислена энергия ионизации атома как энергия связи в эфире протона с электроном. Рассмотрены основное, возбужденные и гидринные состояния атома водорода. Даны эфирные объяснения классических физических экспериментов с атомом, включая объяснение его тонкой структуры.

Шестая глава книги посвящена проблеме гравитации в теории сжимаемого осциллирующего эфира. Рассмотрено сходство и различие электростатических и гравитационных полей. Выведены уравнения гравитационных полей масс как следствие уравнений гравитационных полей элементарных частиц. Рассмотрен закон всемирного тяготения. Окончательно определены все параметры эфира.

В седьмой и восьмой главах рассмотрены эфирные теории атома и атомного ядра. Приведены формулы и найдены численно внутренние энергии и магнитные моменты атомных ядер многих изотопов всех химических элементов. Даны ответы на многие вопросы, не имеющие ответов в рамках современной физики атомного ядра. Выведены формулы энергетических уровней энергий связи различных электронов атома с его ядром, найдена зависимость валентности атома от внешних энергетических уровней. Предложена эфирная корректировка таблицы химических элементов.

В Приложении приведены основные формулы векторного анализа, используемые в различных главах книги.

Автор выражает глубокую признательность О.А. Гребенкину за многолетнюю поддержку исследований по теории эфира, без которой написание настоящей книги было бы просто невозможно. Выражаю также благодарность любимой супруге Елене за стимулирование, поддержку, создание необходимых условий и благоприятной атмосферы в процессе работы над книгой.

## Введение

Попытка построения механики эфира, включая сюда электродинамику и тяготение, отнюдь не должна считаться безнадёжной. Я лично не думаю, чтобы надолго можно было отказаться от механики эфира. Ф. Ленард

Основу современной физической картины мира составляют две феноменологические теории (квантовая механика и теория относительности), во многом не согласующиеся со здравым смыслом, но в некоторых случаях подходящие для описания различных экспериментальных данных. Под феноменологической теорией принято понимать такую формулировку закономерностей в области наблюдаемых физических явлений, в которой не делается попытки свести описываемые связи к лежащим в их основе общим законам природы, через которые они могли бы быть понятыми. Для прикладных исследований феноменологические теории иногда бывают важнее, чем постижение скрытых внутренних механизмов и связей, что с чисто прагматической точки зрения создает уверенность у сторонников феноменологических теорий в ненужности познания истинных законов природы. Такой взгляд на развитие науки возобладавал, к сожалению, у естествоиспытателей начала XX века. Эфир, сыгравший важную роль в создании электродинамики Максвеллом и в открытии электромагнитных волн Герцем, был упразднен из науки как ненужный и обременительный придаток. Решающую роль в этом сыграла некорректная интерпретация экспериментов Майкельсона и многолетние безуспешные попытки вывода максвелловских уравнений из теории механики эфира. Вместе с эфиром из науки была упразднена принципиальная возможность познания законов природы. Реальность непознаваема, а объективных законов природы не существует, утверждали сторонники упразднения эфира, и первые значительные феноменологические успехи квантовой механики и теории относительности, как казалось, подтверждали такое мнение. Однако со временем стало очевидно, что теоретическая физика полностью погрузилась в мир своих фантазий, основанных на растущем числе различных постулатов и принципов, подтверждаемых каждый своим исключительным натурным экспериментом, что свидетельствует о явной ошибочности такого феноменологического представления реальной физической картины мира.

Кроме того, многие наиболее важные проблемы, поставленные перед теоретической физикой в начале прошлого века, так и остались нерешенными в течение следующего столетия господства в науке теорий, отрицающих существование эфирной среды. В электродинамике – это невоз-

возможность объяснить направленное распространение поперечной электромагнитной волны в пустоте, физический смысл постоянства скорости света, векторов электрического и магнитного полей и тока смещения в уравнениях Максвелла, а также векторного потенциала. В электромагнетизме остается неясным физический смысл основных категорий теории электромагнетизма, таких как переменный электрический ток, элемент тока, электрическое и магнитное поле тока, магнитная индукция, электродвижущая сила. Если ток – это движение электрических зарядов, то почему два параллельных проводника с током притягиваются, тогда как по закону Кулона они должны отталкиваться. Сила Лоренца в современной физике рассматривается исключительно как проявление релятивистского эффекта, что эквивалентно отсутствию ее разумного объяснения. Не может быть признана удовлетворительной и формулировка закона Ампера, который оказывается справедливым для параллельных, но не для перпендикулярных токов. Вызывает сомнение постулируемая современной наукой зависимость электродвижущей силы в проводнике не от самого проводника, а от площади контура, ограниченного проводником.

Но наибольшее количество вопросов вызывают основанные на постулатах квантовой механики современные теории строения атома и атомного ядра. Основные структурные элементы материи (электрон, протон, нейтрон) считаются точечными бесструктурными частицами, но вместе с тем обладающими зарядом, магнитным моментом и массой. Причем экспериментально найденные значения магнитных моментов считаются «аномальными», так как противоречат выводам квантовой механики. В такой ситуации любая другая теория была бы признана несостоятельной, но только не квантовая механика. Основным аргументом в пользу применимости ее идей и методов является феноменологическое описание спектров атома водорода и других водородоподобных атомов с помощью физически бессмысленного уравнения Шредингера, постулирующего нахождение микрочастицы одновременно в различных областях пространства. Но уравнение Шредингера не объясняет ни структуру атома водорода, ни сущность процессов поглощения и излучения атомом фотонов, ни причины появления квадратов в знаменателях уровней энергии, ни физическую сущность самих энергетических уровней, имеющих почему-то отрицательные значения. Навязанное квантовой механикой строение атомов химических элементов, при котором точечные электроны вращаются вокруг ядра атома по некоторым орбитам или орбиталам, не привело к пониманию сущности химической связи и давно перестало удовлетворять потребностям химической науки. Абсурдность планетарной модели атома вытекает из принципиальной невозможности вращения электронов вокруг ядра, так как размеры электронов электронной оболочки атома

значительно превышают размеры протонов ядра, что следует из их значительно меньшей массы. Современная физическая наука, отвергающая наличие эфирной среды, не способна дать ответы и на многие другие вопросы об устройстве атомов и атомных ядер химических элементов, такие, например, как: почему нет ядер, состоящих только из протонов или только из нейтронов; какова природа ядерных сил, удерживающих вместе протоны и нейтроны в ядре; зачем вообще нужны нейтроны в атомном ядре; почему размеры атомных ядер практически не зависят от атомного номера химического элемента; почему избирательно работает кулоновский барьер ядра; почему осколки распада тяжелых ядер на два нуклида несимметричны.

Особое место в ряду нерешенных физических проблем занимает проблема гравитации, которая является одним из самых загадочных физических явлений. Ни одна современная физическая теория не способна внятно объяснить природу этого явления. Попыткой решить проблему является общая теория относительности, согласно которой гравитация рассматривается не как распространение силового взаимодействия в пространстве, а является, якобы, результатом того, что массы каким-то чудесным образом могут искривлять в своих окрестностях четырехмерный пространственно-временной континуум. Эта гипотеза является всего лишь геометрической абстракцией, противоречащей здравому смыслу, и никоим образом не может рассматриваться как объяснение сущности гравитации. Для всех экспериментальных данных наблюдений, которые подтверждают общую теорию относительности, существуют альтернативные, и гораздо более разумные, объяснения.

Автор, считающий ошибочными основные положения теории относительности и квантовой механики, а также абсурдность их выводов, только за счет многочисленных подгонок приближенно совпадающих с некоторыми результатами натуральных экспериментов, не ставит своей целью вступать в дискуссии по этим вопросам. Более важным, по мнению автора, является предложить другую, не противоречащую здравому смыслу теорию, вытекающую из убежденности автора в существовании эфирной среды и возможности применения законов классической механики для разумного описания и объяснения существа явлений окружающего мира, которые не смогли объяснить ни теория относительности, ни квантовая механика за последние сто лет.

## Глава 1

---

# Основные свойства эфирной среды

Теоретическая физика должна оставаться детерминистической и продолжать использовать ясные образы в классических рамках пространства и времени. Х. А. Лоренц

### 1.1. Уравнения сжимаемого осциллирующего эфира

Хорошо известно, что основной причиной появления специальной теории относительности в начале двадцатого века были противоречия между электродинамикой, описываемой уравнениями Максвелла, и классической механикой, подчиняющейся уравнениям и законам Ньютона. Основные законы электродинамики остаются инвариантными относительно преобразований Лоренца при переходе от одной инерциальной системы отсчета к другой, в отличие от законов механики, которые остаются инвариантными относительно преобразований Галилея. Необходимо было выбрать из двух следующих возможностей: а) либо признать, что линейные уравнения Максвелла не совсем корректны, и их необходимо обобщить так, чтобы они удовлетворяли преобразованиям Галилея; б) либо признать, что не совсем корректны уравнения классической механики и их следует рассматривать только как приближения к истинным уравнениям Максвелла, удовлетворяющим преобразованиям Лоренца.

Мировая наука выбрала второй вариант, несмотря на аргументированные возражения многих выдающихся ученых начала прошлого века, таких как лауреаты Нобелевской премии Й.Штарк и Ф.Ленард, Дж.Томсон, а также Н.Тесла, Д.Менделеев, Н.Жуковский, А.Тимирязев и другие. Путь, выбранный мировой наукой, привел к абсолютизации скорости света и уравнений Максвелла, что привело к полному прекращению исследований по поиску более общих уравнений электродинамики, удовлетворяющих принципу относительности Галилея. Такие уравнения, обобщающие уравнения Максвелла, не могут быть, по мнению автора,

линейными уравнениями, так как линейные уравнения не способны описать все многообразие окружающего нас мира. Как следует из работ автора по хаотической динамике (см. [1-3]), окружающий нас материальный мир является нелинейным миром, описываемым детерминированными нелинейными системами дифференциальных уравнений, причем самое простое одномерное нелинейное уравнение может иметь на много порядков больше качественно различных решений по сравнению с самым сложным многомерным линейным уравнением. Следовательно, должна существовать некоторая система нелинейных детерминированных дифференциальных уравнений, линеаризация которой по некоторому параметру или переменной приводит к линейной системе уравнений Максвелла. Естественно, возникает вопрос, какой объект должна описывать такая система нелинейных дифференциальных уравнений?

Исходя из концепции устройства окружающего нас мира, которой придерживается автор настоящей работы вместе со всеми без исключения выдающимися учеными начала XX века, все существующие поля и материальные объекты являются порождением некоторой невидимой, неосязаемой, неоощаемой, всепроникающей нематериальной среды, называемой эфиром. Это утверждение, очевидно, имеет место для космического пространства, так как распространяющаяся в нем электромагнитная волна, являясь прежде всего волной, обязана быть колебаниями некоторой среды (эфира). Менее очевидным это утверждение является для материальных объектов. Таким образом, искомая система нелинейных дифференциальных уравнений должна быть детерминированной системой уравнений мирового эфира, причем из этой системы уравнений должны строго математически выводиться все экспериментально подтвержденные законы и уравнения как полей, так и материальных объектов. То есть, должна выводиться обобщенная нелинейная система уравнений Максвелла-Лоренца, линеаризация которой должна приводить к классической системе уравнений Максвелла-Лоренца, должны выводиться законы Био-Савара-Лапласа, Ампера, Кулона и всемирного тяготения, представления для постоянных Планка и тонкой структуры. Кроме того, из системы уравнений эфира должны получаться выражения для основных элементарных частиц материи: электрона, протона и нейтрона, для которых рассчитанные значения внутренних энергий, масс и магнитных моментов должны совпадать с их экспериментальными значениями, «аномальными» с точки зрения современной науки. Из детерминированных уравнений эфира также должны выводиться значения энергетических уровней основного, возбужденных и гидринных состояний атома водорода без опоры на физически бессмысленные уравнение Шредингера и модель Бора, должны рассчитываться энергии связи и магнитные моменты атомных ядер, а также спектры водородоподобных и многоэлектронных атомов.

Как и любая непрерывная сплошная среда, эфир должен обладать «плотностью»  $\rho(t, \mathbf{r})$  и, следовательно, одно из уравнений эфира должно быть хорошо известным уравнением неразрывности сплошной среды

$$\frac{\partial \rho(t, \mathbf{r})}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \mathbf{u}) = 0, \quad \mathbf{u}(t, \mathbf{r}) = \frac{d\mathbf{r}(t)}{dt}, \quad (1.1)$$

являющимся следствием равенства скорости изменения «массы» выделенного объема эфира потоку «массы» эфира через замкнутую поверхность, ограничивающую этот объем. Однако, будучи нематериальной, плотность и масса эфира не обязана иметь размерность плотности и массы материи. Более того, векторы  $\mathbf{r}(t)$  и  $\mathbf{u}(t, \mathbf{r})$  не обязаны быть траекторией и скоростью движения точек эфира. Действительно, наиболее разумной и подчиняющейся здравому смыслу является концепция неподвижного эфира Х.Лоренца, так как в этом случае с эфиром можно связать абсолютное пространство Ньютона и абсолютное время. Однако эфир у Лоренца никак не связан с материей и не является порождающим материю, в связи с чем существование свободного движения сквозь эфир любых материальных тел выглядит по меньшей мере загадочным. Данное противоречие снимается предположением о том, что материальные тела являются специфическими локальными возмущениями плотности эфира, а их движением является перемещение сложных волновых пакетов локальных возмущений в глобально неподвижном эфире, как это происходит, например, с распространением волн на поверхности воды. Итак, наше предположение заключается в том, что эфир является плотной сжимаемой невязкой осциллирующей глобально неподвижной сплошной средой в трехмерном плоском евклидовом пространстве, имеющей в каждый момент времени  $t$  плотность  $\rho(t, \mathbf{r})$ , а векторы  $\mathbf{r}(t)$  и  $\mathbf{u}(t, \mathbf{r})$  в (1.1) являются координатами и скоростью распространения локальных возмущений плотности эфира.

Вторым классическим уравнением механики сплошной среды является уравнение движения – уравнение Эйлера, являющееся дифференциальной формой записи закона сохранения импульса

$$\rho(t, \mathbf{r}) \frac{d\mathbf{u}(t, \mathbf{r})}{dt} = \mathbf{F}(t, \mathbf{r}) + \nabla p(t, \mathbf{r}),$$

в правой части которого стоит вектор внешних сил и градиент давления, а вектор  $\mathbf{u}(t, \mathbf{r})$  является вектором скорости движения среды. Уравнение Эйлера выводится на основе закона сохранения импульса в интегральной форме и формулы дифференцирования по времени интеграла по движущемуся объему, то есть, дифференцирования объемного интеграла, зави-

сящего от параметра (см., например, [4, с.37,55]). При этом получается уравнение

$$\frac{d\rho(t, \mathbf{r})\mathbf{u}(t, \mathbf{r})}{dt} + \rho(t, \mathbf{r})\mathbf{u}(t, \mathbf{r})(\nabla \cdot \mathbf{u}(t, \mathbf{r})) = \mathbf{F}(t, r) + \nabla p(t, r),$$

которое с учетом уравнения неразрывности переходит в уравнение Эйлера. Заметим, что второе слагаемое в левой части последнего уравнения получается вследствие изменения элементарного объема при движении сплошной среды. В случае же локально колеблющегося со скоростью света, но глобально неподвижного эфира, такого изменения элементарного объема не происходит. Кроме того, эфир, как первородная среда, непосредственно формирует силы и давление, действующие на порожденные им материальные объекты. Следовательно, закон сохранения «импульса эфира» должен иметь вид

$$\frac{d\rho(t, \mathbf{r})\mathbf{u}(t, \mathbf{r})}{dt} = 0. \quad (1.2)$$

Таким образом, формальное отличие уравнения возмущений эфира (1.2) от уравнения движения в классической механике сплошной среды, включая газо- и гидродинамику, состоит в отсутствии сил и градиента давления в правой части уравнения и в присутствии члена  $\mathbf{u}(t, \mathbf{r})d\rho(t, \mathbf{r})/dt$  в его левой части. Эффект изменения плотности эфира  $d\rho(t, \mathbf{r})/dt$  в уравнении (1.2) играет исключительно важную роль в существовании материального мира, в частности, определяет наличие электрического заряда, магнитного момента и массы элементарных частиц, атомных ядер и атомов химических элементов. Кроме того, в отличие от уравнения Эйлера, именно из закона сохранения «импульса эфира» (1.2) выводятся уравнения Максвелла, законы Био-Савара-Лапласа, Ампера, Кулона, объясняются многие другие факты и явления, наблюдающиеся экспериментально в окружающем нас материальном мире.

Таким образом, будем описывать эфирную среду в трехмерном плоском евклидовом пространстве двумя нелинейными уравнениями, следующими из уравнений классической механики Ньютона:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \mathbf{u}) = 0, \quad \frac{d\rho \mathbf{u}}{dt} = \frac{\partial \rho \mathbf{u}}{\partial t} + (\mathbf{u} \cdot \nabla)(\rho \mathbf{u}) = 0, \quad (1.3)$$

где первое уравнение является уравнением неразрывности, а второе - законом сохранения импульса эфира. Локально колеблющийся сжимаемый

эфир глобально стационарен, формируя абсолютную неподвижную систему координат с абсолютным временем в трехмерном плоском евклидовом пространстве. Все движения в эфире, включая движение материальных объектов, являются колебаниями и возмущениями его плотности и распространением этих возмущений в виде сложных волновых пакетов. Описывать эфир системой уравнений (1.3) впервые предложено в работах автора [5-8]. В заключение заметим, что, так как плотность эфира  $\rho \neq 0$ , то можно было бы исключить  $\rho$  из системы уравнений (1.3) и описывать эфир одним уравнением относительно скорости распространения в нем различных возмущений

$$\frac{\partial \mathbf{u}}{\partial t} = (\nabla \cdot \mathbf{u})\mathbf{u} - (\mathbf{u} \cdot \nabla)\mathbf{u}. \quad (1.4)$$

Однако, более предпочтительным является использование системы уравнений (1.3), так как именно из этой системы непосредственно выводятся практически все основные экспериментально подтвержденные и не противоречащие здравому смыслу уравнения и законы современной физики.

## 1.2. Преобразования Галилея уравнений эфира

Рассмотрим покоящуюся инерциальную систему отсчета  $O(x, y, z)$  и движущуюся относительно нее равномерно и прямолинейно с постоянной скоростью  $\mathbf{v}$  систему отсчета  $O'(x', y', z')$ . Без ограничения общности будем считать, что соответствующие оси координат параллельны друг другу. Преобразованиями Галилея называются имеющие глубокий смысл и соответствующие здравому смыслу и многовековому опыту преобразования координат и времени при переходе от одной инерциальной системы отсчета к другой:

$$\mathbf{r}' = \mathbf{r} - \mathbf{v} t, \quad t' = t, \quad \mathbf{u}' = \mathbf{u} - \mathbf{v}.$$

Преобразования Галилея подразумевают одинаковый ход времени во всех системах отсчета (абсолютное время). Известно также, что все уравнения классической механики записываются одинаково в любой инерциальной системе отсчета, то есть они являются инвариантными относительно преобразований Галилея. Покажем, что инвариантным относительно преобразований Галилея является любой закон, математическая запись которого представляет собой полную производную по времени от любой функ-

ции координат и времени  $f(\mathbf{r}, t)$ . Действительно, учитывая, что  $t' = t$  и  $\nabla' = \nabla$ , получим

$$\begin{aligned} \frac{df(\mathbf{r}, t)}{dt} &= \frac{\partial f(\mathbf{r}, t)}{\partial t} + (\mathbf{u} \cdot \nabla)(f(\mathbf{r}, t)) = \frac{\partial f'(\mathbf{r}', t')}{\partial t} + \\ &+ ((\mathbf{u}' + \mathbf{v}) \cdot \nabla)(f'(\mathbf{r}', t')) = \frac{\partial f'(\mathbf{r}', t')}{\partial t'} \frac{\partial t'}{\partial t} + \frac{\partial f'(\mathbf{r}', t')}{\partial \mathbf{r}'} \frac{\partial \mathbf{r}'}{\partial t} + \\ &+ ((\mathbf{u}' + \mathbf{v}) \cdot \nabla)(f'(\mathbf{r}', t')) = \frac{\partial f'(\mathbf{r}', t')}{\partial t'} - (\mathbf{v} \cdot \nabla)(f'(\mathbf{r}', t')) + \\ &+ ((\mathbf{u}' + \mathbf{v}) \cdot \nabla)(f'(\mathbf{r}', t')) = \frac{\partial f'(\mathbf{r}', t')}{\partial t'} + (\mathbf{u}' \cdot \nabla')(f'(\mathbf{r}', t')) = \frac{df'(\mathbf{r}', t')}{dt'}. \end{aligned}$$

Из доказанного утверждения сразу же вытекает, что второе уравнение системы уравнений сжимаемого осциллирующего эфира (1.3) инвариантно относительно преобразований Галилея. Также инвариантным относительно преобразований Галилея является и первое уравнение системы (1.3), так как

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \mathbf{u}) = \frac{d\rho}{dt} + \rho(\nabla \cdot \mathbf{u}).$$

Следовательно, в отличие от линейных уравнений Максвелла, инвариантных относительно преобразований Лоренца, нелинейные уравнения сжимаемого осциллирующего эфира (1.3) инвариантны относительно преобразований Галилея в соответствии со здравым смыслом и многовековой практикой научных наблюдений. А так как скорость света является скоростью звука в эфире, то есть скоростью распространения свободных колебаний эфирной среды, то мы приходим к очевидному выводу о зависимости скорости света, измеряемой в движущейся системе координат, от движения этой системы. Этот теоретический вывод недавно получил блестящее экспериментальное подтверждение во время слежения за поведением спутника на геостационарной орбите [9], во время которого наблюдалось практически полное совпадение полученного среднегодового значения скорости эфирного ветра с известной из астрономических наблюдений орбитальной скоростью Земли. Этого было достаточно для сделанного в [9] заключения о том, что движение Земли действительно может оказывать свое влияние на результат эксперимента, выполняемого на ней, что является основанием для пересмотра утверждения специальной теории относительности о независимости скорости света от движения наблюдателя. Анализ и критику результатов других многочисленных как положительных, так и отрицательных экспериментов по поиску эфирного ветра, начиная с опытов Майкельсона, можно найти в работах [10-11] и других.

Автор, также считающий ошибочными основные положения специальной теории относительности и абсурдность ее выводов, не ставит своей целью вступать в дискуссию по этому вопросу. Более важным, по мнению автора, является обосновать не противоречащую здравому смыслу и вытекающую из законов классической механики теорию эфира, способную разумно описать и объяснить те многочисленные процессы и явления окружающего нас мира, которые не смогла описать и объяснить современная теоретическая физика за последние сто лет. Одним из наиболее важных подтверждений существования Вселенной по законам классической механики является рассмотренный в следующей главе вывод из системы уравнений эфира (1.3) нелинейной системы уравнений (обобщенной системы уравнений Максвелла), линейаризацией которой является классическая система уравнений Максвелла. Этот результат доказывает существование первой возможности выхода мировой науки из кризиса в начале двадцатого века. Причина, по которой это не удалось сделать сто лет назад, состоит в господстве в науке того времени линейных математических моделей и линейных теорий, а также непонимание даже самыми выдающимися учеными того времени нелинейности устройства окружающего нас материального мира.

### 1.3. Размерности плотности эфира и других физических величин

По мнению автора, несмотря на то, что все окружающие нас материальные объекты порождены эфиром, сам эфир не является материальной субстанцией, то есть средой, данной нам в ощущениях. Мы не можем видеть, слышать, чувствовать, нюхать эфир и пробовать его на вкус. Поэтому нельзя требовать, чтобы плотность эфира имела некоторую обычную для человека размерность. Но все, порожденные эфиром материальные тела и поля, описываемые формулами, выведенными из уравнений эфира (1.3), должны иметь привычные, принятые современной наукой размерности. Системой таких размерностей, принятой всюду в настоящей работе, является система СГС, в рамках которой существуют три независимые размерности: масса (грамм, г), длина (сантиметр, см), и время (секунда, с). Размерности всех остальных физических величин сводятся к этим трем путём умножения, деления и возведения в степень (возможно, дробную). Как будет показано в следующих главах книги, если выбрать размерность плотности эфира в виде

$$[\rho] = \frac{\text{г}^{1/2}\text{с}}{\text{см}^{3/2}}, \quad (1.5)$$

где квадратными скобками  $[a]$  обозначена размерность величины  $a$ , то все физические величины, найденные по формулам теории эфира, будут иметь размерности, совпадающие с их размерностями в системе СГС. Все механические величины: скорость ( $\mathbf{u}$ ), ускорение ( $\mathbf{a}$ ), сила ( $\mathbf{F}$ ), энергия ( $\varepsilon$ ) будут иметь размерности

$$[\mathbf{u}] = \frac{\text{см}}{c}, \quad [\mathbf{a}] = \frac{[\mathbf{u}]}{c} = \frac{\text{см}}{c^2}, \quad [\mathbf{F}] = \gamma \cdot [\mathbf{a}] = \frac{\gamma \cdot \text{см}}{c^2}, \quad [\varepsilon] = [\mathbf{F}] \cdot \text{см} = \frac{\gamma \cdot \text{см}^2}{c^2}.$$

Все электромагнитные величины, являющиеся функциями плотности эфира, также будут иметь размерности, совпадающие с их размерностями в системе СГС. Так, например, векторы напряженности электрического поля  $\mathbf{E}$  и индукции магнитного поля  $\mathbf{B}$  будут иметь одинаковые размерности (см. главу 2)

$$[\mathbf{E}] = [\mathbf{B}] = [\mathbf{u}][\nabla][\rho][\mathbf{u}] = \frac{\text{см}}{c} \frac{1}{\text{см}} \frac{\gamma^{1/2} c}{\text{см}^{3/2}} \frac{\text{см}}{c} = \frac{\gamma^{1/2}}{\text{см}^{1/2} c}.$$

Заряд  $q$ , плотность заряда  $\sigma$ , плотность тока  $\mathbf{j}$  и линейный ток  $I$  будут иметь размерности (см. главы 2 и 3)

$$[q] = [\mathbf{E}] \text{см}^2 = \frac{\gamma^{1/2} \text{см}^{3/2}}{c}, \quad [\sigma] = [\nabla][\mathbf{E}] = \frac{\gamma^{1/2}}{\text{см}^{3/2} c},$$

$$[\mathbf{j}] = [\mathbf{u}][\nabla][\mathbf{B}] = \frac{\gamma^{1/2}}{\text{см}^{1/2} c^2}, \quad [I] = [\mathbf{u}]^2 [\rho][\mathbf{u}] = \frac{\gamma^{1/2} \text{см}^{3/2}}{c^2}.$$

Такие же размерности, как и в системе СГС, будут иметь важные физические константы, такие как постоянная Планка  $\hbar$ , гравитационная постоянная  $G$  и постоянная эфира  $V_0$  (см. главы 4 и 6)

$$[V_0] = \frac{\text{см}^2}{c}, \quad [\hbar] = [\rho]^2 [\mathbf{u}] [V_0]^2 = \frac{\gamma \cdot \text{см}^2}{c}, \quad [G] = \frac{[V_0][\mathbf{u}]^2 \text{см}}{[\hbar]} = \gamma^{-1} \text{см}^3 c^{-2}.$$

Очевидно, что из четырех размерностей ( $\gamma$ , см,  $c$ ,  $[\rho]$ ) независимыми являются только три: (см,  $c$ ,  $[\rho]$ ). Размерность массы ( $\gamma$ ) является производной размерностью, так как материя и, следовательно, масса образуются из эфира только при сворачивании фотона, удвоении его периода и разделении на частицу и античастицу (см. главу 4). При этом размерность массы, выраженная через размерности длины, времени и плотности эфира, имеет вид

$$[m] = \frac{[\hbar]}{c[\mathbf{u}]^2} = \frac{[\rho]^2 [\mathbf{u}] [V_0]^2}{c[\mathbf{u}]^2} = \gamma.$$

Трактовку физического смысла плотности эфира  $\rho$  можно дать, записав (1.5) в виде  $[\rho] = c^2[\sigma]$ , откуда следует, что размерность второй частной производной по времени от плотности эфира совпадает с размерностью плотности заряда, то есть плотность заряда в точке пространства определяется частотой колебаний плотности эфира по времени в данной точке. Количество эфира в объёме пространства определяется интегралом от плотности эфира по объёму. Поэтому размерность количества эфира, элемент которого, следуя Д.И.Менделееву [12], естественно назвать ньютонием (Nt), есть  $n = [Nt] = c^2[q]$ . При этом размерность второй производной по времени от количества эфира в точке пространства совпадает с размерностью заряда. Таким образом, размерности величин, порождаемых уравнениями эфира, не противоречат традиционно используемым в физике размерностям. Более того, система единиц измерения (см, с, н) будет достаточна для построения размерностей всех основных физических величин системы СГС. В такой системе размерности плотности эфира, заряда, массы, тока, напряжённости электрического и индукции магнитного полей будут иметь не содержащий радикалов вид

$$[\rho] = \frac{n}{\text{см}^3}, \quad [\mathbf{E}] = [\mathbf{B}] = \frac{n}{\text{см}^2 c^2}, \quad [q] = \frac{n}{c^2}, \quad [m] = \frac{n^2}{\text{см}^3 c^2}, \quad [I] = \frac{n}{c^3}.$$

Размерности остальных физических величин строятся на основе выражений для  $[q]$ ,  $[m]$  и  $[I]$ . Но наиболее интересным с точки зрения автора представляется вариант системы единиц, в котором плотность эфира  $\rho$  является безразмерной величиной, что вытекает из нематериальности эфира. Тогда

$$n = \text{см}^3, \quad [\mathbf{E}] = [\mathbf{B}] = \frac{\text{см}}{c^2}, \quad [q] = [m] = \frac{\text{см}^3}{c^2}, \quad [I] = \frac{\text{см}^3}{c^3}.$$

$$[j] = \frac{\text{см}}{c^3}, \quad [\mathbf{F}] = \frac{\text{см}^4}{c^4}, \quad [\varepsilon] = \frac{\text{см}^5}{c^4}, \quad [\hbar] = \frac{\text{см}^5}{c^3}, \quad [G] = 1.$$

В такой системе размерности всех основных физических величин будут выражаться только через размерности времени  $c$  (секунда) и длины см (сантиметр). При этом гравитационная постоянная безразмерна, а размерности массы и заряда совпадают, что подчёркивает их общее происхождение из эфира. Размерность количества эфира совпадает с размерностью объёма. Кроме того, в рассмотренной системе единиц размерности всех основных величин в системах единиц СГС и СИ совпадают и выражаются через целые степени размерностей длины и времени. Это означает, что есть только трехмерное евклидово плоское пространство, заполненное осциллирующими элементами эфира (ньютониями), и абсолютное время, а все остальные физические величины – их производные.

## Глава 2.

## Электродинамика эфира

Я убежден, что основные проблемы  
электромагнитной теории разрешатся  
с помощью старой механики Галилея  
и Ньютона. Н.Е.Жуковский

Основными уравнениями классической электродинамики являются линейные уравнения Максвелла, имеющие вид

$$\nabla \times \mathbf{E} = -\frac{1}{c} \frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}, \quad \nabla \times \mathbf{B} = \frac{1}{c} \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t} + \frac{4\pi \mathbf{j}}{c}, \quad (2.1)$$

$$\nabla \cdot \mathbf{B} = 0, \quad \nabla \cdot \mathbf{E} = 4\pi\sigma. \quad (2.2)$$

где вектор  $\mathbf{B}$  является вектором индукции магнитного поля, вектор  $\mathbf{E}$  является вектором напряженности электрического поля,  $c$  – скорость света в так называемом вакууме, а скаляр  $\sigma$  и вектор  $\mathbf{j}$  являются плотностями распределения зарядов и токов. Вместе с выведенным Х.Лоренцем уравнением для силы, действующей на движущийся со скоростью  $\mathbf{u}$  заряд в электромагнитном поле

$$\mathbf{F} = \sigma \left( \mathbf{E} + \frac{\mathbf{u}}{c} \times \mathbf{B} \right), \quad (2.3)$$

система линейных относительно векторов  $\mathbf{B}$  и  $\mathbf{E}$  уравнений Максвелла-Лоренца (2.1)-(2.3) является фундаментальной системой уравнений, лежащей в основе работы современной электро- и радиотехники, МГД-генераторов и ускорителей заряженных частиц. Уравнения (2.1)-(2.3) были сформулированы исключительно на основе обобщения эмпирических законов электрических и магнитных явлений. Как отмечено в учебнике по теоретической физике [13]: «уравнения Максвелла-Лоренца не вытекают из каких-либо более общих теоретических положений, но являются обобщенной записью наблюдавшихся на опыте фактов». Покажем, что это не так, и что уравнения (2.1)-(2.3) являются следствием системы урав-

нений эфира (1.3). Этот результат автора впервые опубликован в совместной работе [14].

## 2.1. Вывод нелинейной обобщенной системы уравнений Максвелла-Лоренца.

Введем эфирные определения векторов индукции магнитного поля и напряженности электрического поля:

$$\mathbf{B} = c \nabla \times (\rho \mathbf{u}), \quad (2.4)$$

$$\mathbf{E} = (\mathbf{u} \cdot \nabla)(\rho \mathbf{u}), \quad (2.5)$$

где  $c$  - скорость распространения возмущений в эфире (скорость света). Представление плотности потока возмущений эфира  $\rho \mathbf{u}$  в форме (2.4) - (2.5) является его некоторой специальной декомпозицией на два вектора  $\mathbf{E}$  и  $\mathbf{B}$ . Впервые такое представление было предложено рассматривать в работах автора [5-8]. Покажем, что введенные таким образом векторы  $\mathbf{E}$  и  $\mathbf{B}$ , удовлетворяют уравнениям, которые могут интерпретироваться как обобщенные нелинейные уравнения Максвелла-Лоренца. Так как

$$\begin{aligned} (\mathbf{u} \cdot \nabla)(\rho \mathbf{u}) &= \frac{1}{\rho} (\rho \mathbf{u} \cdot \nabla)(\rho \mathbf{u}) = \frac{1}{\rho} \left( \frac{1}{2} \nabla (\rho \mathbf{u})^2 - \rho \mathbf{u} \times (\nabla \times (\rho \mathbf{u})) \right) = \\ &= |\mathbf{u}| \nabla(\rho |\mathbf{u}|) - \frac{\mathbf{u}}{c} \times \mathbf{B}, \end{aligned}$$

то

$$\left( \mathbf{E} + \frac{\mathbf{u}}{c} \times \mathbf{B} \right) = |\mathbf{u}| \nabla(\rho |\mathbf{u}|). \quad (2.6)$$

Левая часть уравнения (2.6) является полем, соответствующим силе, возникающей при распространении возмущений в эфире, а правая часть – представлением силового воздействия эфира через его плотность и скорость распространения в нем таких возмущений. Поэтому уравнение (2.6) можно трактовать как представление силы, возникающей при распространении возмущений в эфире, через векторы  $\mathbf{E}$  и  $\mathbf{B}$ .

Три уравнения Максвелла из четырех получаются достаточно просто из системы уравнений эфира (1.3). Применим к выражениям (2.4) и (2.5) оператор дивергенции  $\nabla \cdot$ . Сразу получим два последних уравнения (2.2) из системы уравнений Максвелла, причем

$$4\pi\sigma = \nabla \cdot (|\mathbf{u}|\nabla(\rho|\mathbf{u}|)) - \nabla \cdot (\mathbf{u} \times (\nabla \times (\rho\mathbf{u}))), \quad (2.7)$$

где  $\sigma$  имеет смысл плотности заряда, определяемой возмущениями плотности эфира. Применим оператор ротора  $c\nabla \times$  ко второму уравнению системы уравнений (1.3). Сразу получим первое уравнение из системы уравнений Максвелла (2.1)

$$\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} + c\nabla \times \mathbf{E} = 0, \quad (2.8)$$

являющееся обобщением закона индукции Фарадея. Наиболее сложным является вывод второго уравнения из системы уравнений Максвелла (2.1), содержащего плотность тока  $\mathbf{j}$ . Применим ко второму уравнению из системы (1.3) оператор производной вдоль кривой  $(\mathbf{u} \cdot \nabla)$ . Получим

$$\frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t} + (\mathbf{u} \cdot \nabla)((\mathbf{u} \cdot \nabla)(\rho\mathbf{u})) - \left(\frac{\partial \mathbf{u}}{\partial t} \cdot \nabla\right)(\rho\mathbf{u}) = 0. \quad (2.9)$$

Воспользуемся далее формулами векторного анализа, основные из которых приведены в приложении (П). Из формулы (П10) следует, что

$$\begin{aligned} (\mathbf{u} \cdot \nabla)((\mathbf{u} \cdot \nabla)(\rho\mathbf{u})) &= \left( ((\mathbf{u} \cdot \nabla)(\rho\mathbf{u})) \cdot \nabla \right) \mathbf{u} - \nabla \times (\mathbf{u} \times ((\mathbf{u} \cdot \nabla)(\rho\mathbf{u}))) + \\ &+ \mathbf{u} \left( \nabla \cdot ((\mathbf{u} \cdot \nabla)(\rho\mathbf{u})) \right) - ((\mathbf{u} \cdot \nabla)(\rho\mathbf{u}))(\nabla \cdot \mathbf{u}), \end{aligned}$$

а из формулы (П9) следует, что

$$\begin{aligned} \nabla \times (\mathbf{u} \times ((\mathbf{u} \cdot \nabla)(\rho\mathbf{u}))) &= \\ \nabla \times \left( \mathbf{u} \times \left( \nabla(\mathbf{u} \cdot (\rho\mathbf{u})) - ((\rho\mathbf{u}) \cdot \nabla)\mathbf{u} - (\rho\mathbf{u}) \times (\nabla \times \mathbf{u}) - \mathbf{u} \times (\nabla \times (\rho\mathbf{u})) \right) \right) &= \\ = \nabla \times \left( \mathbf{u} \times \left( \nabla(\mathbf{u} \cdot (\rho\mathbf{u})) - ((\rho\mathbf{u}) \cdot \nabla)\mathbf{u} - (\rho\mathbf{u}) \times (\nabla \times \mathbf{u}) \right) \right) - &= \\ \nabla \times \left( \mathbf{u} \times \left( \mathbf{u} \times (\nabla \times (\rho\mathbf{u})) \right) \right) = \nabla \times \left( \mathbf{u} \times \left( \nabla(\mathbf{u} \cdot (\rho\mathbf{u})) - \right. &= \\ \left. ((\rho\mathbf{u}) \cdot \nabla)\mathbf{u} - (\rho\mathbf{u}) \times (\nabla \times \mathbf{u}) \right) \right) - \nabla \times \left( \mathbf{u} \left( \mathbf{u} \cdot (\nabla \times (\rho\mathbf{u})) \right) - |\mathbf{u}|^2(\nabla \times (\rho\mathbf{u})) \right) &= \end{aligned}$$

Следовательно, выражение  $(\mathbf{u} \cdot \nabla)((\mathbf{u} \cdot \nabla)(\rho\mathbf{u}))$  в (2.9) имеет вид

$$(\mathbf{u} \cdot \nabla)((\mathbf{u} \cdot \nabla)(\rho\mathbf{u})) = \left( ((\mathbf{u} \cdot \nabla)(\rho\mathbf{u})) \cdot \nabla \right) \mathbf{u} + \mathbf{u} \left( \nabla \cdot ((\mathbf{u} \cdot \nabla)(\rho\mathbf{u})) \right) -$$

$$\begin{aligned}
& ((\mathbf{u} \cdot \nabla)(\rho\mathbf{u}))(\nabla \cdot \mathbf{u}) - \\
& \nabla \times \left( \mathbf{u} \times \left( \nabla(\mathbf{u} \cdot (\rho\mathbf{u})) - ((\rho\mathbf{u}) \cdot \nabla)\mathbf{u} - (\rho\mathbf{u}) \times (\nabla \times \mathbf{u}) \right) \right) \\
& + \nabla \times \left( \mathbf{u} \left( \mathbf{u} \cdot (\nabla \times (\rho\mathbf{u})) \right) \right) - \nabla \times \left( |\mathbf{u}|^2 (\nabla \times (\rho\mathbf{u})) \right).
\end{aligned}$$

Далее, используя уравнение (1.4), получим

$$\left( \frac{\partial \mathbf{u}}{\partial t} \cdot \nabla \right) (\rho\mathbf{u}) = \left( ((\nabla \cdot \mathbf{u})\mathbf{u} - (\mathbf{u} \cdot \nabla)\mathbf{u}) \cdot \nabla \right) (\rho\mathbf{u}).$$

Подставляя найденные выражения в (2.9), получим

$$\frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t} - \nabla \times \left( \frac{|\mathbf{u}|^2}{c} \mathbf{B} \right) + 4\pi \mathbf{j} = 0, \quad (2.10)$$

где  $\mathbf{j}$  имеет смысл плотности электрического тока и

$$\begin{aligned}
4\pi \mathbf{j} = & \left( ((\mathbf{u} \cdot \nabla)(\rho\mathbf{u})) \cdot \nabla \right) \mathbf{u} + \mathbf{u} \left( \nabla \cdot ((\mathbf{u} \cdot \nabla)(\rho\mathbf{u})) \right) - ((\mathbf{u} \cdot \nabla)(\rho\mathbf{u}))(\nabla \cdot \mathbf{u}) - \\
& \nabla \times \left( \mathbf{u} \times \left( \nabla(\mathbf{u} \cdot (\rho\mathbf{u})) - ((\rho\mathbf{u}) \cdot \nabla)\mathbf{u} - (\rho\mathbf{u}) \times (\nabla \times \mathbf{u}) \right) \right) + \\
& \nabla \times \left( \mathbf{u} \left( \mathbf{u} \cdot (\nabla \times (\rho\mathbf{u})) \right) \right) - \left( ((\nabla \cdot \mathbf{u})\mathbf{u} - (\mathbf{u} \cdot \nabla)\mathbf{u}) \cdot \nabla \right) (\rho\mathbf{u}).
\end{aligned} \quad (2.11)$$

В результате получим нелинейную обобщенную систему уравнений Максвелла

$$\nabla \times \mathbf{E} = -\frac{1}{c} \frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}, \quad \nabla \times \left( \frac{|\mathbf{u}|^2}{c^2} \mathbf{B} \right) = \frac{1}{c} \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t} + \frac{4\pi \mathbf{j}}{c}, \quad (2.12)$$

$$\nabla \cdot \mathbf{B} = 0, \quad \nabla \cdot \mathbf{E} = 4\pi \sigma. \quad (2.13)$$

Таким образом, представление плотности потока возмущений эфира  $\rho\mathbf{u}$  в виде декомпозиции на два вектора вихревого электрического  $\mathbf{E}$  и соленоидального магнитного  $\mathbf{B}$  полей является искусственным приемом. Также искусственным является вывод классической электродинамики о том, что изменение во времени магнитного поля порождает электрическое поле, а изменение во времени электрического поля порождает магнитное поле. Оба поля, являясь производными плотности потока возмущений эфира, изменяются синхронно. Кроме того, при взятии производных теряется целый класс решений, описывающих распространение возмущений в эфире, и, в частности, как будет показано ниже, теряется продольная

составляющая электромагнитной волны и инвариантность относительно преобразований Галилея.

Взяв дивергенцию от уравнения (2.10), получим закон сохранения заряда в виде

$$\frac{\partial \sigma}{\partial t} + (\nabla \cdot \mathbf{j}) = 0. \quad (2.14)$$

Так как плотность тока это движение зарядов, то уравнение непрерывности заряда (2.14) утверждает, что если заряд уходит из дифференциального объёма (то есть дивергенция плотности тока положительна), то количество заряда внутри объёма уменьшается. В этом случае скорость изменения плотности заряда отрицательна. Причем зарядом могут обладать произвольные возмущения плотности эфира, для которых  $\sigma \neq 0$ , а не только те возмущения, которые образуют материальные тела (см. главу 3).

Умножив уравнение (2.6) на плотность заряда  $\sigma$ , получим выражение плотности силы Лоренца через параметры эфира

$$\mathbf{F}_L = \sigma \left( \mathbf{E} + \frac{\mathbf{u}}{c} \times \mathbf{B} \right) = \sigma(|\mathbf{u}| \nabla(\rho|\mathbf{u}|)). \quad (2.15)$$

Таким образом, система нелинейных уравнений (1.3), (2.12) - (2.13), (2.15), где неизвестными функциями являются функции  $\rho$ ,  $\mathbf{u}$ ,  $\mathbf{E}$ ,  $\mathbf{B}$ , может быть интерпретирована как нелинейная обобщенная система уравнений Максвелла-Лоренца. В заключение заметим, что любой вектор вида  $\mathbf{A} = c\rho\mathbf{u} + \nabla\psi$  является векторным потенциалом, так как  $\nabla \times (\nabla\psi) = 0$  и, согласно (2.2),  $\mathbf{B} = \nabla \times \mathbf{A}$ .

## 2.2. Вывод классической линейной системы уравнений Максвелла.

В случае  $|\mathbf{u}| \approx c$  и экспериментально найденных  $\sigma$  и  $\mathbf{j}$ , уравнения (2.12) - (2.13) переходят в классическую линейную систему уравнений Максвелла (2.1) - (2.2)

$$\begin{aligned} \nabla \times \mathbf{E} &= -\frac{1}{c} \frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}, & \nabla \times \mathbf{B} &= \frac{1}{c} \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t} + \frac{4\pi\mathbf{j}}{c}, \\ \nabla \cdot \mathbf{B} &= 0, & \nabla \cdot \mathbf{E} &= 4\pi\sigma. \end{aligned}$$

Введение диэлектрической и магнитной проницаемости среды не является необходимым. Все свойства среды включены в  $\sigma$  и  $\mathbf{j}$ .

Важно еще раз отметить, что исходные уравнения эфира (1.3), инвариантны относительно преобразования Галилея. Одной из причин потери такой инвариантности в классических уравнениях Максвелла является линеаризация обобщенных нелинейных уравнений Максвелла (2.12)-(2.13) при  $|\mathbf{u}| \approx c$ . Другой причиной является применение операторов дифференцирования при переходе к векторам  $\mathbf{E}$  и  $\mathbf{B}$  (см. п. 2.3). Выражения для  $\sigma$  и  $\mathbf{j}$  через скорость распространения возмущений и плотность эфира позволяют рассчитывать  $\sigma$  и  $\mathbf{j}$  теоретически. С помощью специально возбуждаемых возмущений эфира можно получить плотность  $\rho$  и скорость  $\mathbf{u}$  в вакууме (т.е. в присутствии эфирной среды и в отсутствии материальных объектов), соответствующие электрическому току и плотности заряда. Причем присутствие материальных носителей заряда и тока, например элементарных частиц, необязательно.

### 2.3. Электродинамика эфира постоянной плотности

Рассмотрим простейший случай распространения волны в эфире постоянной плотности и сравним эту волну с классической электромагнитной волной, распространяющейся в так называемом физическом вакууме. Положим  $\mathbf{u} = (u_x, u_y, u_z)^T$  и перепишем систему уравнений эфира (1.3) в виде

$$\begin{aligned} \frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial(\rho u_x)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho u_y)}{\partial y} + \frac{\partial(\rho u_z)}{\partial z} &= 0, \\ \frac{\partial(\rho u_x)}{\partial t} + u_x \frac{\partial(\rho u_x)}{\partial x} + u_y \frac{\partial(\rho u_x)}{\partial y} + u_z \frac{\partial(\rho u_x)}{\partial z} &= 0, \\ \frac{\partial(\rho u_y)}{\partial t} + u_x \frac{\partial(\rho u_y)}{\partial x} + u_y \frac{\partial(\rho u_y)}{\partial y} + u_z \frac{\partial(\rho u_y)}{\partial z} &= 0, \quad (2.16) \\ \frac{\partial(\rho u_z)}{\partial t} + u_x \frac{\partial(\rho u_z)}{\partial x} + u_y \frac{\partial(\rho u_z)}{\partial y} + u_z \frac{\partial(\rho u_z)}{\partial z} &= 0. \end{aligned}$$

Решение системы (2.16) при  $\rho = \rho_0 = const$  будем искать в виде продольно-поперечной винтовой волны (фотона), колеблющейся в плоскости  $(x, z)$  и распространяющейся со скоростью света  $c$  в направлении  $y$ , то есть

$$\mathbf{u}(t, \mathbf{r}) = u_0 \sin(\omega t - ky) \mathbf{i}_x + c \mathbf{i}_y + u_0 \cos(\omega t - ky) \mathbf{i}_z, \quad \omega = kc, \quad (2.17)$$

где  $\mathbf{i}_x, \mathbf{i}_y, \mathbf{i}_z$  – единичные базисные векторы декартовой системы координат,  $u_0$  – амплитуда поперечных к оси  $y$  скорости колебаний эфира,  $\omega$  – частота колебаний. Так как

$$u_y = c, \quad \frac{\partial u_x}{\partial x} = \frac{\partial u_x}{\partial z} = \frac{\partial u_z}{\partial x} = \frac{\partial u_z}{\partial z} = 0,$$

то нетрудно проверить, что вектор (2.17) является решением системы уравнений (2.16). Вычислим теперь векторы индукции магнитного поля и напряженности электрического поля по формулам (2.4)-(2.5)

$$\mathbf{B} = c \nabla \times (\rho \mathbf{u}) = u_0 \rho_0 \omega (\sin(\omega t - ky) \mathbf{i}_x + \cos(\omega t - ky) \mathbf{i}_z), \quad (2.18)$$

$$\mathbf{E} = (\mathbf{u} \cdot \nabla)(\rho \mathbf{u}) = u_0 \rho_0 \omega (-\cos(\omega t - ky) \mathbf{i}_x + \sin(\omega t - ky) \mathbf{i}_z). \quad (2.19)$$

Векторы (2.18) и (2.19) ортогональны между собой, имеют равные амплитуды  $|\mathbf{E}| = |\mathbf{B}| = u_0 \rho_0 \omega$  и лежат в плоскости  $(x, z)$ , ортогональной направлению движения эфирной волны. Кроме того, очевидно, что  $\nabla \cdot \mathbf{E} = 4\pi\sigma = 0$ , то есть плотность зарядов в данном случае равна нулю. Нетрудно также проверить, что векторы (2.18) и (2.19) являются решениями классической линейной системы уравнений Максвелла (2.1)-(2.2) при отсутствии зарядов и токов. Из этого следует, что в нелинейной системе обобщенных уравнений Максвелла (2.12)-(2.13) плотность тока  $\mathbf{j}$  должна быть отлична от нуля. Подставляя в формулу для плотности тока (2.11) выражения для  $\mathbf{E}$  и  $\mathbf{B}$  из (2.18)-(2.19) и учитывая, что в данном конкретном случае  $(\nabla \cdot \mathbf{u}) = 0$ ,  $|\mathbf{u}|^2 = c^2 + u_0^2$ ,  $(\nabla \times \mathbf{B}) = \rho_0 \omega (\nabla \times \mathbf{u})$ ,  $(\mathbf{u} \cdot (\nabla \times \mathbf{u})) = k u_0^2$ , получим, что все слагаемые в формуле плотности тока обращаются в нуль, кроме слагаемого

$$\nabla \times \left( \mathbf{u} \left( \mathbf{u} \cdot (\nabla \times (\rho \mathbf{u})) \right) \right) = \rho_0 (\mathbf{u} \cdot (\nabla \times \mathbf{u})) (\nabla \times \mathbf{u}) = \nabla \times \left( \frac{u_0^2}{c} \mathbf{B} \right). \quad (2.20)$$

Следовательно, в данном частном случае при постоянной плотности эфира и конкретном решении уравнений эфира в виде винтовой волны фотона линейная система уравнений Максвелла с нулевыми плотностями зарядов и токов дает верный результат в виде плоской монохроматической циркулярно поляризованной электромагнитной волны (рис 1).

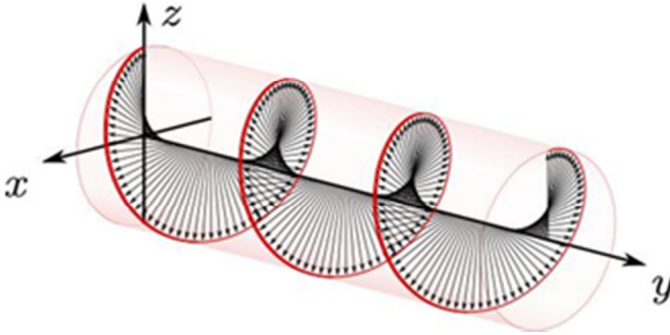


Рис.1. Винтовая волна эфира (фотон).

Однако, несомненным достоинством эфирного представления электромагнитной волны является присутствие в ней в явном виде продольной компоненты скорости в направлении распространения волны помимо поперечной колебательной компоненты. В электромагнитной волне продольная компонента в векторах  $\mathbf{E}$  и  $\mathbf{B}$  исчезает вследствие дифференцирования. Кроме того становится очевидной искусственность классической интерпретации электромагнитной волны, в которой, как принято считать, изменение электрического поля вызывает изменение магнитного поля и наоборот. Этого нет в эфирной волне. В общем случае векторы  $\mathbf{E}$  и  $\mathbf{B}$  несут не полную информацию о плотности потока возмущений эфира  $\rho\mathbf{u}$ , а классические линейные уравнения Максвелла дают верный результат только в редких случаях распространения волн в эфире постоянной плотности.

Покажем, что основной причиной потери галилеевой инвариантности в линейных уравнениях Максвелла является применение операторов дифференцирования при переходе к переменным  $\mathbf{E}$  и  $\mathbf{B}$ . Действительно, рассмотрим преобразование волны фотона (2.17) при переходе из покоящейся инерциальной системы отсчета  $O(x, y, z)$  в систему отсчета  $O'(x', y', z')$ , движущуюся равномерно и прямолинейно с постоянной скоростью  $\mathbf{v} = v_x\mathbf{i}_x + v_y\mathbf{i}_y + v_z\mathbf{i}_z$ . Так как  $\mathbf{r}' = \mathbf{r} - \mathbf{v}t$ ,  $\mathbf{u}' = \mathbf{u} - \mathbf{v}$ , то полагая  $\omega' = (\omega - kv_y) = k(c - v_y) = kc'$ , найдем, что

$$\mathbf{u}'(t, \mathbf{r}') = (u_0 \sin(\omega' t - ky') - v_x)\mathbf{i}_{x'} + c'\mathbf{i}_{y'} + (u_0 \cos(\omega' t - ky') - v_z)\mathbf{i}_{z'}$$

Полученное решение является решением систем уравнений эфира в системе отсчета  $O'(x', y', z')$ . Однако, получить такое решение из системы уравнений Максвелла принципиально невозможно даже при отказе от постулата о постоянстве скорости света с заменой  $c$  на  $c'$ . Причина состоит в том, что при дифференцировании решения пропадает не только продольная компонента, но также и постоянный сдвиг поперечной компоненты скорости распространения возмущений. Заметим также, что переход от системы  $O(x, y, z)$  к системе  $O'(x', y', z')$  сопровождается эффектом Доплера для эфирных волн, то есть изменением частоты колебаний  $\omega' = \omega - kv_y$ . При движении источника излучения, находящегося в системе отсчета  $O(x, y, z)$ , в сторону наблюдателя, находящегося в системе отсчета  $O'(x', y', z')$ , частота колебаний возрастает ( $v_y < 0$ ), а при движении в противоположном направлении - убывает ( $v_y > 0$ ).

Вообще говоря, решениями системы уравнений (2.14) могут быть также другие эфирные волны, соответствующие различным поляризациям электромагнитной волны. Например, волне

$$\mathbf{u}(t, \mathbf{r}) = u_0 \sin(\omega t - ky) \mathbf{i}_x + c \mathbf{i}_y + 0 \mathbf{i}_z, \quad \omega = kc, \quad (2.21)$$

соответствует решение системы уравнений Максвелла в виде плоско поляризованной монохроматической синфазной электромагнитной волны

$$\mathbf{B} = c \nabla \times (\rho \mathbf{u}) = u_0 \rho_0 \omega \cos(\omega t - ky) \mathbf{i}_z,$$

$$\mathbf{E} = (\mathbf{u} \cdot \nabla)(\rho \mathbf{u}) = -u_0 \rho_0 \omega \cos(\omega t - ky) \mathbf{i}_x.$$

Однако, такие волны не могут распространяться в свободном эфире, так как их энергия периодически обнуляется в отличие от винтовой волны фотона, сохраняющего энергию. Поэтому, наиболее естественной волной, распространяющейся в свободном эфире, является винтовая волна эфира (фотон). Вращение волны фотона внутри цилиндрического объема вокруг осевой линии распространения волны происходит с постоянной угловой скоростью  $\omega$ , а линейная скорость достигает своего максимального значения (скорости света  $c$ ) на боковой поверхности цилиндра с радиусом основания  $r_0 = c/\omega = \lambda/2\pi$ , где  $\lambda$  - длина волны фотона. Только такая волна, как будет показано в главе 4, сталкиваясь с препятствием и сжимаясь, может порождать элементарные частицы материи и античастицы в виде шаров радиуса  $r_0$ .

## 2.4. Электродинамика эфира переменной плотности.

Рассмотрим волну, распространяющуюся в эфире со скоростью света  $c$  в направлении  $y$ , но вызванную периодическими малыми локальными колебаниями (сжатиями – растяжениями) плотности эфира

$$\mathbf{u}(t, \mathbf{r}) = c\mathbf{i}_y, \quad \rho(t, \mathbf{r}) = \rho_0(1 + \alpha \sin(\omega t - ky)), \quad \omega = kc, \quad \alpha \ll 1. \quad (2.22)$$

Волна (2.22) является решением системы уравнений эфира (2.16). Вычислим векторы индукции магнитного поля и напряженности электрического поля по формулам (2.4)-(2.5)

$$\mathbf{B} = c\nabla \times (\rho\mathbf{u}) = 0, \quad \mathbf{E} = (\mathbf{u} \cdot \nabla)(\rho\mathbf{u}) = -c\omega\rho_0\alpha \cos(\omega t - ky)\mathbf{i}_y. \quad (2.23)$$

Очевидно, что найденные таким образом векторы  $\mathbf{E}$  и  $\mathbf{B}$  являются решениями линейной системы уравнений Максвелла только при задании плотностей зарядов и токов специального вида и что взаимовлияние векторов  $\mathbf{E}$  и  $\mathbf{B}$  друг на друга полностью отсутствует. Следовательно, классическая линейная система уравнений Максвелла непригодна для описания распространяющихся в эфире волн, вызванных осцилляциями его плотности.

Данный пример и многие другие примеры показывают, что уравнения Максвелла далеко не полностью описывают сущность электромагнитных процессов. В них априори заложена концепция дальнего действия, что постулирует отсутствие механизма передачи взаимодействий в пространстве. Отсутствует продольная компонента скорости передачи таких взаимодействий. Кроме того, уравнения Максвелла являются линейными уравнениями, что позволяет с уверенностью говорить о лишь приближенной модели описания электромагнитных явлений этими уравнениями. Для более полного описания электромагнитных явлений и процессов необходимо использовать более сложные нелинейные уравнения электродинамики эфира.

## 2.5. Электростатическое поле эфира и закон Кулона.

Предположим, что плотность зарядов  $\sigma$ , определяемая возмущениями плотности эфира, сосредоточена в некоторой конкретной точке пространства, то есть

$$\mathbf{V} \cdot \mathbf{E} = 4\pi\sigma, \quad \sigma = q\delta(\mathbf{r}), \quad (2.24)$$

где  $\delta(\mathbf{r})$  – дельта-функция. Предположим также, что электрическое поле заряда потенциально, то есть

$$\mathbf{E} = -\nabla\varphi,$$

Тогда для электрического потенциала  $\varphi$  получим уравнение Пуассона

$$4\pi q\delta(\mathbf{r}) = -\Delta\varphi,$$

где  $\Delta\varphi$  – оператор Лапласа. Решая уравнение Пуассона с условием  $\varphi \rightarrow 0$  при  $r \rightarrow \infty$  (см., например, [13], с.61), найдем, что

$$\varphi(\mathbf{r}) = \iiint \frac{q\delta(\mathbf{s})}{|\mathbf{r} - \mathbf{s}|} dV_s = \frac{q}{|\mathbf{r}|} = \frac{q}{r}.$$

Следовательно, электрическое поле точечного заряда  $q$  является электростатическим полем, а его напряженность  $\mathbf{E}$  на расстоянии  $r$  от заряда определяется выражением

$$\mathbf{E}(\mathbf{r}) = \frac{q}{r^3} \mathbf{r}. \quad (2.25)$$

Выражение (2.25) является законом Кулона для точечного заряда.

Приведенный здесь вывод закона Кулона для точечного заряда можно найти во многих учебниках и монографиях по теоретической физике. Однако реальные материальные заряды не являются точечными, а плотность заряда в реальных элементарных зарядах основных структурных единиц материи (электроне, протоне) не является плотностью эфира, порождающего данные заряды. Для реальных материальных зарядов, имеющих конечные размеры, вывод закона Кулона непосредственно из уравнений эфира (1.3) и его уточнение будут рассмотрены в главе 4, где будет выведена система уравнений элементарных частиц и найдены ее решения в виде основных структурных единиц материи.

## Глава 3.

---

# Эфир и законы электромагнетизма

Мы уверены, что проявления электричества и магнетизма неразрывно связаны с эфиром и, по сути, являются проявлением каких-то его свойств. Никола Тесла

В современной теоретической физике постоянно подчеркивается, что основные законы и уравнения электромагнетизма, такие как закон индукции Фарадея, закон Био-Савара-Лапласа, закон Ампера, уравнения Максвелла-Лоренца не вытекают из каких-либо более общих теоретических положений, а являются обобщенной записью наблюдавшихся опытных фактов. Кроме того, остается неясным физический смысл основных категорий теории электромагнетизма, таких как переменный электрический ток, элемент тока, электрическое и магнитное поле тока, магнитная индукция, электродвижущая сила, сила Ампера. Не может быть признано удовлетворительным также и «правило потока», согласно которому появление электродвижущей силы в контуре пропорционально скорости изменения магнитного потока через контур независимо от того, меняется ли магнитное поле или меняется площадь контура. Считается, что в первом случае электродвижущая сила создается в соответствии с законом Фарадея, а во втором – электронами движущегося проводника под воздействием силы Лоренца. По словам Р.Фейнмана, это единственный пример в физике, когда простой и точный закон требует для своего настоящего понимания анализа в терминах двух разных явлений [15]. Сама сила Лоренца в современной физике рассматривается исключительно как проявление релятивистского эффекта, что также не может быть признано удовлетворительным, так как постулирует наличие субъективных (зависящих от наблюдателя) явлений в объективно существующей природе. Неясной остается природа силы Ампера, не может быть признана удовлетворительной и формулировка закона Ампера, который оказывается справедливым для параллельных, но не для перпендикулярных токов. Также вызывает сомнение постулат современной науки, в соответствии с которым переменный электрический ток является направленным движением заряженных частиц.

Сущность силы Лоренца и причины ее возникновения в эфире рассмотрены в предыдущей главе без привлечения противоречащих здравому смыслу релятивистских эффектов. Рассмотрим вывод из уравнений эфира (1.3) других законов электромагнетизма.

### 3.1. Закон Био-Савара-Лапласа

Закон Био-Савара-Лапласа утверждает, что индукция  $\mathbf{B}$ , создаваемая в точке  $\mathbf{r}$  пространства магнитным полем контура  $L$  с током  $I$ , может быть представлена в виде

$$\mathbf{B}(\mathbf{r}) = \frac{1}{c} \int_L I d\mathbf{l} \times \frac{\mathbf{r} - \mathbf{s}}{|\mathbf{r} - \mathbf{s}|^3}. \quad (3.1)$$

Выведем формулу (3.1) из обобщенной нелинейной системы уравнений Максвелла. Из (2.12) следует, что

$$\nabla \times \left( \frac{|\mathbf{u}|^2}{c^2} \mathbf{B} \right) = \frac{1}{c} \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t} + \frac{4\pi \mathbf{j}}{c} = \frac{4\pi}{c} \left( \mathbf{j} + \frac{1}{4\pi} \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t} \right) = \frac{4\pi}{c} \mathbf{j}_{tot}. \quad (3.2)$$

Тогда, как следует из ([16], с.280-284), если полный ток  $\mathbf{j}_{tot}$  распределен в объеме  $V$  и

$$\nabla \cdot \left( \frac{|\mathbf{u}|^2}{c^2} \mathbf{B} \right) = 0, \quad (3.3)$$

то

$$\frac{|\mathbf{u}|^2}{c^2} \mathbf{B}(\mathbf{r}) = \frac{1}{c} \iiint_V \frac{\mathbf{j}_{tot} \times (\mathbf{r} - \mathbf{s})}{|\mathbf{r} - \mathbf{s}|^3} dV, \quad \mathbf{s} \in V,$$

откуда следует выражение для индукции  $\mathbf{B}$  магнитного поля тока  $\mathbf{j}_{tot}$

$$\mathbf{B}(\mathbf{r}) = \frac{c}{|\mathbf{u}|^2} \iiint_V \frac{\mathbf{j}_{tot} \times (\mathbf{r} - \mathbf{s})}{|\mathbf{r} - \mathbf{s}|^3} dV, \quad \mathbf{s} \in V, \quad (3.4)$$

Рассмотрим случаи выполнения условия (3.3). Перепишем (3.3) в виде

$$\nabla \cdot \left( \frac{|\mathbf{u}|^2}{c^2} \mathbf{B} \right) = \frac{|\mathbf{u}|^2}{c^2} \nabla \cdot \mathbf{B} + \left( \nabla \frac{|\mathbf{u}|^2}{c^2} \right) \cdot \mathbf{B} = \left( \nabla \frac{|\mathbf{u}|^2}{c^2} \right) \cdot \mathbf{B} = 0.$$

Следовательно, условие (3.3) выполнено, если выполнено условие  $\nabla|\mathbf{u}| = 0$ . Последнее условие точно выполнено для винтовой волны фотона (2.17), так как  $|\mathbf{u}|^2 = c^2 + u_0^2$ . Для других эфирных волн, распространяющихся со скоростью света, можно считать, что  $\nabla|\mathbf{u}| \approx 0$ , так как  $|\mathbf{u}| \approx c$ . Подставляя теперь  $|\mathbf{u}| \approx c$  в формулу (3.4) и выражая вектор тока в контуре  $L$  в виде  $\mathbf{j}_{tot} = I d\mathbf{l}$ , где  $d\mathbf{l}$  - элемент контура, а  $I$  - линейная плотность тока  $\mathbf{j}_{tot}$ , получим выражение закона Био-Савара-Лапласа в классическом виде (3.1).

### 3.2. Электродвижущая сила. Взаимоиндукция.

Рассмотрим линейный проводник  $L$  с током  $I$  и замкнутый контур  $L_1$  вне его, стягивающий поверхность  $S$ . Как установлено выше, ток  $I$  создает вокруг проводника  $L$  магнитное поле с вектором индукции  $\mathbf{B}$ , индуцирующее в проводнике  $L_1$  электрическое поле с вектором напряженности  $\mathbf{E}$  (рис. 2).

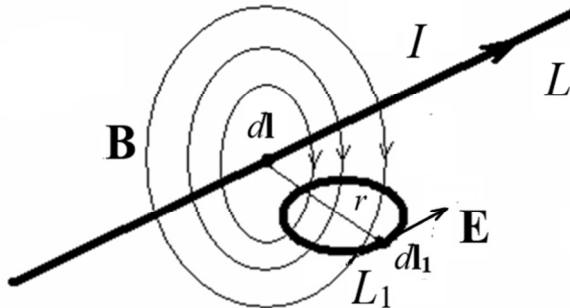


Рис. 2. К выводу электродвижущей силы

В классической электродинамике электродвижущей силой (э.д.с.)  $\mathcal{E}$  в контуре  $L_1$ , индуцируемой током  $I$  контура  $L$  называется величина, противоположная по знаку скорости изменения потока индукции  $\mathbf{B}$  магнитного поля тока  $I$  через контур  $L_1$ :

$$E = \oint_{L_1} (\mathbf{E} \cdot d\mathbf{l}_1) = -\frac{1}{c} \frac{\partial}{\partial t} \iint_S (\mathbf{B} \cdot \mathbf{n}) dS \quad (3.5)$$

где  $\mathbf{n}$  - единичный вектор нормали к элементу площади  $dS$ . Формула (3.5) является прямым следствием применения теоремы Стокса к закону индукции Фарадея (2.8):

$$E = \oint_{L_1} (\mathbf{E} \cdot d\mathbf{l}_1) = \iint_S ((\nabla \times \mathbf{E}) \cdot \mathbf{n}) dS = -\frac{1}{c} \frac{\partial}{\partial t} \iint_S (\mathbf{B} \cdot \mathbf{n}) dS$$

Выведем классическую формулу для коэффициента взаимоиנדукции контуров  $L$  и  $L_1$ . Выберем векторный потенциал  $\mathbf{A}$  такой, что  $\nabla \cdot \mathbf{A} = 0$ . Тогда, если  $|\mathbf{u}| \approx c$ , то, как следует из (3.2) и формулы (П5)

$$\frac{4\pi}{c} \mathbf{j}_{tot} = \nabla \times \left( \frac{|\mathbf{u}|^2}{c^2} \mathbf{B} \right) \approx \nabla \times \mathbf{B} = \nabla \times (\nabla \times \mathbf{A}) = \nabla(\nabla \cdot \mathbf{A}) - \Delta \mathbf{A} = -\Delta \mathbf{A},$$

где  $\Delta \mathbf{A}$  - оператор Лапласа. Решая полученное уравнение Пуассона для оператора Лапласа ([13], с.80), находим, что

$$\mathbf{A}(\mathbf{r}) = \frac{1}{c} \iiint_V \frac{\mathbf{j}_{tot}}{|\mathbf{r} - \mathbf{s}|} dV, \quad \mathbf{s} \in V,$$

Выражая вектор тока в контуре  $L$  в виде  $\mathbf{j}_{tot} = I d\mathbf{l}$ , где  $d\mathbf{l}$  - элемент контура, а  $I$  - линейная плотность тока  $\mathbf{j}_{tot}$ , получим, что

$$\mathbf{A}(\mathbf{r}) = \frac{1}{c} \int_L \frac{I d\mathbf{l}}{|\mathbf{r} - \mathbf{s}|}, \quad \mathbf{s} \in L, \mathbf{r} \in L_1. \quad (3.6)$$

Подставляя выражение (3.6) для векторного потенциала в (3.5) и используя теорему Стокса, найдем, что

$$\begin{aligned} E &= \oint_{L_1} (\mathbf{E} \cdot d\mathbf{l}_1) = -\frac{1}{c} \frac{\partial}{\partial t} \iint_S ((\nabla \times \mathbf{A}) \cdot \mathbf{n}) dS = -\frac{1}{c} \frac{\partial}{\partial t} \oint_{L_1} (\mathbf{A} \cdot d\mathbf{l}_1) = \\ &= -\frac{1}{c^2} \frac{\partial}{\partial t} \oint_{L_1} \int_L \frac{I d\mathbf{l} d\mathbf{l}_1}{|\mathbf{r} - \mathbf{s}|} = -\frac{1}{c^2} \oint_{L_1} \int_L \frac{\partial I}{\partial t} \frac{d\mathbf{l} d\mathbf{l}_1}{|\mathbf{r} - \mathbf{s}|}. \end{aligned} \quad (3.7)$$

Если контур  $L$  является замкнутым контуром, то

$$E = -M \frac{\partial I}{\partial t}, \quad M = \frac{1}{c^2} \oint_{L_1} \oint_L \frac{dl dl_1}{|\mathbf{r} - \mathbf{s}|}, \quad (3.8)$$

где  $M$  – коэффициент взаимной индукции двух замкнутых контуров  $L$  и  $L_1$ .

Заметим, что классические выражения электродвижущей силы (3.7) и коэффициента взаимной индукции (3.8) получены нами из уравнений эфира, так как все участвующие в формулах переменные выражаются через параметры эфира  $\rho$  и  $\mathbf{u}$ . Кроме того, они справедливы для произвольных контуров и не зависят от потоков индукции через поверхности, ограниченные контурами. Как и следовало ожидать, “правило потока” не отражает существа происходящих в проводниках электромагнитных процессов. Ниже будет показано, что изменение площади контура при движении проводника в магнитном поле также не является причиной возникновения в нем электродвижущей силы.

Тем не менее, из (3.7) следует, что напряженность поля, создаваемого в точке  $\mathbf{r}$  контура  $L_1$  замкнутым контуром  $L$  с током  $I$  равна

$$\mathbf{E}(\mathbf{r}) = -\frac{1}{c^2} \oint_L \frac{\partial I}{\partial t} \frac{d\mathbf{l}}{|\mathbf{r} - \mathbf{s}|}, \quad \mathbf{s} \in L, \mathbf{r} \in L_1. \quad (3.9)$$

и зависит от интеграла тока по контуру  $L$ . Следовательно, элемент  $d\mathbf{E}$  напряженности, создаваемой в точке  $\mathbf{r}$  контура  $L_1$  элементом тока  $I d\mathbf{l}$  в точке  $\mathbf{s}$  контура  $L$  должен иметь вид

$$d\mathbf{E} = -\frac{1}{c^2} \frac{\partial I}{\partial t} \frac{d\mathbf{l}}{|\mathbf{r} - \mathbf{s}|} = -\frac{1}{c^2} \frac{\partial I}{\partial t} \frac{d\mathbf{l}}{r}, \quad (3.10)$$

где  $r$  – расстояние между векторами  $\mathbf{r}$  и  $\mathbf{s}$ . То же, в соответствии с формулой (3.1), имеет место и для элемента индукции  $d\mathbf{B}$ , создаваемой в точке  $\mathbf{r}$  контура  $L_1$  элементом тока  $I d\mathbf{l}$  в точке  $\mathbf{s}$  контура  $L$

$$d\mathbf{B} = \frac{1}{c} \frac{I d\mathbf{l} \times (\mathbf{r} - \mathbf{s})}{|\mathbf{r} - \mathbf{s}|^3} = \frac{1}{c} \frac{I d\mathbf{l} \times \mathbf{r}}{r^3}. \quad (3.11)$$

Таким образом, чтобы понять, что представляет собой элемент переменного электрического тока  $I d\mathbf{l}$ , а также электрическое и магнитное поле тока, необходимо вывести дифференциальные законы (3.10) и (3.11) непосредственно из уравнений эфира (1.3).

### 3.3. Переменный ток. Электрическое и магнитное поле тока.

Как следует из формул (2.7) и (2.11) главы 2, плотность тока и плотность заряда могут существовать в эфире при отсутствии материальных носителей зарядов – элементарных частиц, являясь сложными потоками возмущений эфира постоянной или переменной плотности. Но проводник электрического тока является материальным объектом, состоящим из атомов, ядра которых окружены электронными оболочками. В современной науке принято классическое определение тока в проводнике как направленного движения заряженных частиц (электронов или ионов). Такое определение не может быть признано удовлетворительным по причине того, что электроны, и тем более ионы, имеют большой размер, сравнимый с размером атомов проводника (см. главу 4), и маловероятно, что они вообще совершают в проводнике какое-либо поступательное движение. Излучать электроны также не могут, так как, вопреки утверждениям современной науки, электроны не совершают орбитального движения вокруг ядра атома, имея размеры, на три порядка превосходящие размеры ядер. Вместе с тем, как будет показано в главе 4, электроны, протоны, нейтроны, ядра атомов, их электронные оболочки и сами атомы совершают периодические колебания сжатий-расширений образующих их объемов эфира. Центры ядер атомов остаются при этом неподвижными. Следовательно, наиболее вероятной является гипотеза, в соответствии с которой переменным электрическим током является передающаяся от атома к атому и бегущая со скоростью света по кристаллической решетке проводника волна сжатий-расширений объемов эфира, образующего атомы. Для подтверждения данной гипотезы выведем из уравнений эфира (1.3) формулу элемента тока  $Idl$ , являющегося волной сжатий-расширений объемов эфира, и удовлетворяющего уравнениям (3.10) и (3.11) одновременно.

Рассмотрим проводник, на который падает винтовая электромагнитная волна возмущений эфира (фотон), имеющая угловую скорость вращения  $\omega$  и длину волны  $\lambda$ ,  $\lambda/2\pi = c/\omega = r_*$ . Волна вызывает появление тока в проводнике, что, в свою очередь, вызывает появление электрического и магнитного полей тока вокруг проводника. Для электромагнитных волн, имеющих достаточно малую частоту колебаний (50-60Гц), величина  $r_*$  является достаточно большой величиной по сравнению с размерами проводника и окружающего его пространства. Например, даже если частота тока равна 1 МГц, то  $\omega = 2\pi \cdot 10^6 \text{с}^{-1}$  и, следовательно,  $r_* = c/\omega = 3 \cdot 10^{10} \text{см} \cdot \text{с}^{-1} / 2\pi \cdot 10^6 \text{с}^{-1} \approx 47.8 \text{м}$ . Будем

считать элементом тока атом проводника. Независимо от своего внутреннего строения, которое будет рассмотрено в главах 4, 5, внешнее строение любого атома аналогично внешнему строению простейшего атома – атома водорода. То есть, атом - это шар, по любой параллели которого бежит с постоянной угловой скоростью волна сжатий - расширений плотности эфира, причем шары электронов составляют внешнюю оболочку шара атома, а размер электрона сопоставим с размером кристаллической решетки проводника. В такой постановке естественно предположить, что ток - это колебания атомов с определенной частотой, передающиеся по кристаллической решетке со скоростью света в определенном направлении, а сила тока зависит от частоты колебаний. Покажем, что именно таким решением обладает система уравнений эфира (1.3). Выберем сферическую систему координат  $(r, \theta, \varphi)$  и совместим начало координат с центром атома, направив ось  $z$  вдоль направления падающей винтовой волны эфира (фотона). При этом фотон порождает волну возмущений эфира, распространяющуюся в шаре и вне шара атома вокруг оси  $z$  по углу  $\varphi$  с постоянной угловой скоростью  $\omega$  и линейной скоростью  $W = \omega r \sin\theta$ , где  $r \ll r_* = c/\omega$ . Запишем систему уравнений эфира (1.3) в стационарной сферической системе координат, учитывая тот факт, что вектор  $\mathbf{u}$  является скоростью распространения возмущений в эфире, а не скоростью движения самого эфира. Тогда

$$\mathbf{u} = u_r \mathbf{i}_r + u_\theta \mathbf{i}_\theta + u_\varphi \mathbf{i}_\varphi = V \mathbf{i}_r + \Omega \mathbf{i}_\theta + W \mathbf{i}_\varphi;$$

$$V = \frac{dr}{dt}, \quad \Omega = r \frac{d\theta}{dt}, \quad W = r \sin\theta \frac{d\varphi}{dt}.$$

Так как эфир глобально неподвижен, то можно считать, что единичные координатные векторы стационарной сферической системы координат  $(\mathbf{i}_r, \mathbf{i}_\theta, \mathbf{i}_\varphi)$  не зависят от времени, и их полные производные по времени равны нулю. Тогда из уравнений эфира (1.3) получим, что

$$\begin{aligned} \frac{d\rho\mathbf{u}}{dt} &= \frac{d\rho V}{dt} \mathbf{i}_r + \rho V \frac{d\mathbf{i}_r}{dt} + \frac{d\rho\Omega}{dt} \mathbf{i}_\theta + \rho\Omega \frac{d\mathbf{i}_\theta}{dt} + \frac{d\rho W}{dt} \mathbf{i}_\varphi + \rho W \frac{d\mathbf{i}_\varphi}{dt} = \\ &= \frac{d\rho V}{dt} \mathbf{i}_r + \frac{d\rho\Omega}{dt} \mathbf{i}_\theta + \frac{d\rho W}{dt} \mathbf{i}_\varphi = 0. \end{aligned}$$

Записывая по координатам последнее векторное уравнение вместе со скалярным уравнением неразрывности, получим систему уравнений сжимае-

мого осциллирующего эфира в стационарной сферической системе координат

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial(r^2 \rho V)}{\partial r} + \frac{1}{r \sin \theta} \frac{\partial(\rho \sin \theta \Omega)}{\partial \theta} + \frac{1}{r \sin \theta} \frac{\partial(\rho W)}{\partial \varphi} = 0,$$

$$\frac{\partial(\rho V)}{\partial t} + V \frac{\partial(\rho V)}{\partial r} + \frac{\Omega}{r} \frac{\partial(\rho V)}{\partial \theta} + \frac{W}{r \sin \theta} \frac{\partial(\rho V)}{\partial \varphi} = 0, \quad (\mathbf{i}_r)$$

(3.12)

$$\frac{\partial(\rho \Omega)}{\partial t} + V \frac{\partial(\rho \Omega)}{\partial r} + \frac{\Omega}{r} \frac{\partial(\rho \Omega)}{\partial \theta} + \frac{W}{r \sin \theta} \frac{\partial(\rho \Omega)}{\partial \varphi} = 0, \quad (\mathbf{i}_\theta)$$

$$\frac{\partial(\rho W)}{\partial t} + V \frac{\partial(\rho W)}{\partial r} + \frac{\Omega}{r} \frac{\partial(\rho W)}{\partial \theta} + \frac{W}{r \sin \theta} \frac{\partial(\rho W)}{\partial \varphi} = 0, \quad (\mathbf{i}_\varphi)$$

Будем искать решение системы уравнений (3.12) в виде:

$$W = \omega r \sin \theta, \quad \rho = \rho_0(1 + g(t, r, \theta, \varphi)), \quad |g(t, r, \theta, \varphi)| \ll 1,$$

$$|V(t, r, \theta, \varphi)| \ll 1, \quad |\Omega(t, r, \theta, \varphi)| \ll 1.$$

Подставляя искомый вид решения в систему уравнений (3.12) и пренебрегая членами второго порядка малости, получим систему уравнений для функций  $V(t, r, \theta, \varphi)$ ,  $\Omega(t, r, \theta, \varphi)$ ,  $g(t, r, \theta, \varphi)$ :

$$\frac{\partial g}{\partial t} + \frac{\partial V}{\partial r} + \frac{2V}{r} + \frac{1}{r} \frac{\partial \Omega}{\partial \theta} + \frac{\Omega \cos \theta}{r \sin \theta} + \omega \frac{\partial g}{\partial \varphi} = 0,$$

$$\frac{\partial V}{\partial t} + \omega \frac{\partial V}{\partial \varphi} = 0, \quad (\mathbf{i}_r) \quad \frac{\partial \Omega}{\partial t} + \omega \frac{\partial \Omega}{\partial \varphi} = 0, \quad (\mathbf{i}_\theta) \quad (3.13)$$

$$\frac{\partial g}{\partial t} + \frac{V}{r} + \frac{\Omega \cos \theta}{r \sin \theta} + \omega \frac{\partial g}{\partial \varphi} = 0, \quad (\mathbf{i}_\varphi)$$

Решение системы (3.13) будем искать в виде:

$$\begin{aligned} V(t, r, \theta, \varphi) &= \frac{vd}{r} \cos \theta \sin(\omega t - \varphi), \\ \Omega(t, r, \theta, \varphi) &= -\frac{vd}{r} \sin \theta \sin(\omega t - \varphi) \end{aligned} \quad (3.14)$$

$$g(t, r, \theta, \varphi) = \frac{cvd}{\omega^2 r^3} \cos(\omega t - \varphi),$$

где  $d$  - диаметр атома проводника, а  $v$  - постоянная, имеющая размерность скорости  $\text{см} \cdot \text{с}^{-1}$ . Покажем, что функции (3.14) действительно являются решением системы уравнений (3.13). Очевидно, они удовлетворяют, второму, третьему и четвертому уравнениям системы (3.13), так как

$$\frac{\partial g}{\partial t} + \omega \frac{\partial g}{\partial \varphi} = 0, \quad \frac{\partial V}{\partial t} + \omega \frac{\partial V}{\partial \varphi} = 0, \quad \frac{\partial \Omega}{\partial t} + \omega \frac{\partial \Omega}{\partial \varphi} = 0, \quad \frac{V}{r} + \frac{\Omega \cos \theta}{r \sin \theta} = 0.$$

Первое уравнение системы (3.13) также выполнено, так как в нем можно пренебречь четвертым слагаемым при  $\omega r \ll \omega r_* = c$ , то есть

$$\omega \frac{\partial g}{\partial \varphi} + \frac{1}{r} \frac{\partial \Omega}{\partial \theta} = \frac{cvd}{\omega r^3} \sin(\omega t - \varphi) \left(1 - \frac{\omega r \cos \theta}{c}\right) \approx \omega \frac{\partial g}{\partial \varphi}.$$

Для найденного решения в первом приближении

$$V \frac{\partial(\rho W)}{\partial r} + \frac{\Omega}{r} \frac{\partial(\rho W)}{\partial \theta} = \frac{vd}{r^2} \rho_0 \omega \sin(\omega t - \varphi) (\cos \theta \sin \theta - \sin \theta \cos \theta) = 0.$$

Следовательно, система уравнений эфира (3.12) на найденном решении в первом приближении принимает вид:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial(r^2 \rho V)}{\partial r} + \frac{1}{r \sin \theta} \frac{\partial(\rho \sin \theta \Omega)}{\partial \theta} + \frac{1}{r \sin \theta} \frac{\partial(\rho W)}{\partial \varphi} = 0,$$

$$\frac{\partial(\rho V)}{\partial t} + \frac{W}{r \sin \theta} \frac{\partial(\rho V)}{\partial \varphi} = 0, \quad (\mathbf{i}_r)$$

$$\frac{\partial(\rho \Omega)}{\partial t} + \frac{W}{r \sin \theta} \frac{\partial(\rho \Omega)}{\partial \varphi} = 0, \quad (\mathbf{i}_\theta)$$

$$\frac{\partial(\rho W)}{\partial t} + \frac{W}{r \sin \theta} \frac{\partial(\rho W)}{\partial \varphi} = 0, \quad (\mathbf{i}_\varphi)$$

Таким образом, направленный по оси  $z$  элемент тока  $Id\mathbf{l} = Id\mathbf{i}_z$  ( $d\mathbf{l} = d\mathbf{i}_z$ ) формирует вокруг себя два силовых поля, одно из которых, имеющее

направление  $\mathbf{i}_\varphi$  по углу  $\varphi$  вокруг направления тока, естественно назвать магнитным полем тока. Элемент вектора индукции  $d\mathbf{B}$  магнитного поля элемента тока  $I d\mathbf{l}$  задается формулой

$$d\mathbf{B} = \frac{W}{r \sin \theta} \frac{\partial(\rho W)}{\partial \varphi} d\mathbf{i}_\varphi = \omega^2 r \sin \theta \frac{\partial \rho}{\partial \varphi} d\mathbf{i}_\varphi = \frac{\rho_0 c v d}{r^2} \sin \theta \sin(\omega t - \varphi) d\mathbf{i}_\varphi.$$

Учитывая, что  $r \sin \theta d\mathbf{i}_\varphi = d\mathbf{l} \times \mathbf{r}$ , выражение для элемента индукции  $d\mathbf{B}$  магнитного поля элемента тока  $I d\mathbf{l}$  можно переписать в виде

$$d\mathbf{B} = \frac{c^2 \rho_0 v \sin(\omega t - \varphi) d\mathbf{l} \times \mathbf{r}}{c r^3}. \quad (3.15)$$

Сравнивая выражение элемента индукции магнитного поля тока (3.15) с дифференциальным законом Био-Савара-Лапласа (3.11), найдем представление для линейного тока  $I$  элемента  $d\mathbf{l}$  проводника в виде

$$I = c^2 \rho_0 v \sin(\omega t - \varphi). \quad (3.16)$$

Из (3.16) следует, что амплитуда тока в проводнике определяется не зависящими от проводника параметрами эфира  $\rho_0$  и  $c$ , а также постоянной  $v$ , зависящей от свойств проводника и внешних факторов.

Найдем теперь элемент напряженности электрического поля  $d\mathbf{E}$  - второго поля, создаваемого элементом тока  $I d\mathbf{l}$  проводника. Это поле представляет собой сумму двух полей, направленных по радиусу  $\mathbf{r}$  и углу  $\theta$ :

$$d\mathbf{E} = \frac{W}{r \sin \theta} \frac{\partial(\rho V)}{\partial \varphi} \mathbf{i}_r + \frac{W}{r \sin \theta} \frac{\partial(\rho \Omega)}{\partial \varphi} \mathbf{i}_\theta = \\ = - \frac{\omega \rho_0 v d \cos(\omega t - \varphi) (\cos \theta \mathbf{i}_r - \sin \theta \mathbf{i}_\theta)}{r} = - \frac{\omega \rho_0 v \cos(\omega t - \varphi) d \mathbf{i}_z}{r}.$$

Замечательным является тот факт, что вектор  $d\mathbf{E}$  суммы этих двух полей всюду направлен по вектору  $\mathbf{i}_z$  (вдоль направления  $z$  оси атома). Полагая теперь  $d\mathbf{l} = d\mathbf{i}_z$  и выражая элемент  $d\mathbf{E}$  напряженности электрического поля через ток  $I$ , заданный формулой (3.16), найдем, что

$$d\mathbf{E} = - \frac{1}{c^2} \frac{\partial I}{\partial t} \frac{d\mathbf{l}}{r}, \quad (3.17)$$

что совпадает с дифференциальным законом (3.10) для элемента напряженности  $d\mathbf{E}$  электрического поля, создаваемого элементом тока  $I d\mathbf{l}$ .

Полученное полное соответствие между классическими выражениями для напряженности электрического поля и индукции магнитного поля тока с их выражениями, найденными непосредственно из уравнений эфира (1.3), является еще одним весомым аргументом в пользу существования эфира и того, что все электромагнитные процессы, включая электрический ток, являются процессами передачи возмущений и колебаний глобально неподвижной эфирной среды. Заметим, что сила тока определяется не только частотой  $\omega$  колебаний (дрожаний) атома, но также и волновым числом  $k = \omega/c$  (электропроводностью проводника) передачи этих колебаний от атома к атому по проводнику со скоростью света  $c$ .

### 3.4. Взаимодействие токов. Сила Ампера и закон Ампера.

Рассмотрим два взаимодействующих элемента тока  $I_1 d\mathbf{l}_1$  и  $I_2 d\mathbf{l}_2$  (рис 3). В классической теории электромагнетизма сила взаимодействия элементов тока определяется экспериментально найденной формулой (законом) Ампера

$$\mathbf{F}_{12} = \frac{1}{c^2} \left( I_2 d\mathbf{l}_2 \times \frac{(I_1 d\mathbf{l}_1 \times \mathbf{r}_{12})}{r_{12}^3} \right), \mathbf{F}_{21} = \frac{1}{c^2} \left( I_1 d\mathbf{l}_1 \times \frac{(I_2 d\mathbf{l}_2 \times \mathbf{r}_{12})}{r_{12}^3} \right), \quad (3.18)$$

где  $\mathbf{F}_{12}$  - сила, с которой первый ток действует на второй ток, а  $\mathbf{F}_{21}$  - сила, с которой второй ток действует на первый ток. Нетрудно убедиться в том, что в соответствии с законом Ампера параллельные токи, изображенные на рис. 3а, взаимодействуют и удовлетворяют третьему закону Ньютона  $\mathbf{F}_{12} = -\mathbf{F}_{21}$  (однонаправленные токи притягиваются, а разнонаправленные – отталкиваются), а для перпендикулярных токов, изображенных на рис.3.б, третий закон Ньютона нарушается, причем  $\mathbf{F}_{21} = 0$ , а  $\mathbf{F}_{12} \neq 0$ , в то время как эксперименты Ампера свидетельствовали о том, что перпендикулярные токи взаимодействовать не должны. Как видим, закон Ампера в виде (3.18) работает только в некоторых исключительных случаях и, следовательно, необходима вытекающая из уравнений эфира корректировка этого закона, по крайней мере, для параллельных и перпендикулярных токов, лежащих в одной плоскости.

Применим сначала теорию обобщенных уравнений Максвелла-Лоренца, изложенную в главе 2 и в пункте 3.1. Из (3.11) следует, что закон Ампера для силы, например,  $\mathbf{F}_{12}$  может быть записан в виде

$$\mathbf{F}_{12} = \frac{1}{c} (I_2 d\mathbf{l}_2 \times d\mathbf{B}_1), \quad d\mathbf{B}_1 = \frac{1}{c} \frac{(I_1 d\mathbf{l}_1 \times \mathbf{r}_{12})}{r_{12}^3} = \frac{1}{c} \frac{I_1 dl_1 \sin \theta}{r_{12}^2}, \quad (3.19)$$

то есть в виде векторного произведения вектора элемента тока  $I_2 d\mathbf{l}_2$  на вектор элемента магнитной индукции  $d\mathbf{B}_1$ , создаваемой элементом тока  $I_1 d\mathbf{l}_1$  в месте расположения элемента тока  $I_2 d\mathbf{l}_2$  (рис. 3а).

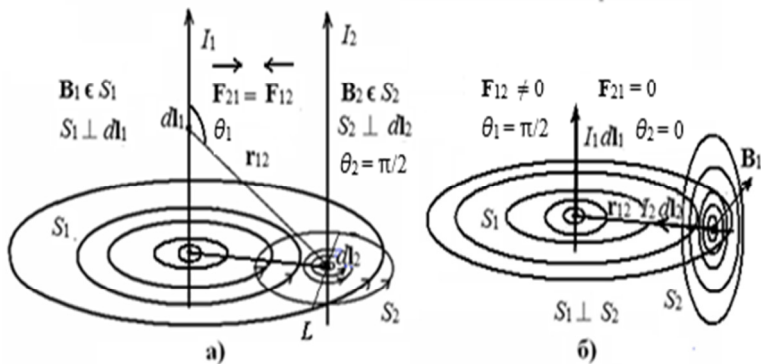


Рис. 3. Закон Ампера работает для параллельных токов и не работает для перпендикулярных токов

Сила  $\mathbf{F}_{12}$ , записанная в виде (3.19), называется силой Ампера, происхождение которой до сих пор остается одной из загадок природы и не имеет разумного объяснения с позиций современной науки. Выражение (3.19) является отражением укоренившегося в науке мнения о том, что сила Ампера, действующая на элемент тока, расположенный в магнитном поле, зависит, кроме самого элемента тока, исключительно от вектора магнитной индукции поля в месте расположения элемента тока. В соответствии с дифференциальным законом Био-Савара-Лапласа (3.11), выполненном при  $|\mathbf{u}_1| \approx c$ , элемент  $I_1 d\mathbf{l}_1$  первого проводника создает вокруг себя магнитное поле с индукцией

$$d\mathbf{B}_1(\mathbf{r}) = \frac{1}{c} \frac{I_1 d\mathbf{l}_1 \times \mathbf{r}}{r^3}. \quad (3.20)$$

Это магнитное поле возбуждает эфир в элементе проводника  $d\mathbf{l}_2$  так, что четверка  $(\mathbf{E}_2, d\mathbf{B}_1, \mathbf{u}_2, \rho)$  удовлетворяет обобщенной нелинейной системе уравнений Максвелла-Лоренца, и, следовательно, на элемент проводника  $d\mathbf{l}_2$  действует сила Лоренца, плотность которой равна

$$\mathbf{F}_L = \sigma \left( \mathbf{E}_2 + \frac{\mathbf{u}_2}{c} \times d\mathbf{B}_1 \right) = \sigma (|\mathbf{u}_2| \nabla(\rho|\mathbf{u}_2|)).$$

Второе слагаемое в последнем выражении - это плотность силы Ампера

$$\mathbf{F} = \sigma \frac{\mathbf{u}_2 \times d\mathbf{B}_1}{c} \quad (3.21)$$

В стационарном режиме, когда  $\partial E_2 / \partial t = 0$ , а также при постоянной плотности эфира, когда  $\rho = \rho_0$ , и при выполнении условия  $\mathbf{u}_2 = \psi(l_2)\mathbf{i}_2$ , где  $\mathbf{i}_2$  - единичный вектор направления  $\mathbf{l}_2$ , из (2.11) и (2.13) найдем, что

$$4\pi\sigma = \nabla \cdot \mathbf{E}_2 = \rho_0(\psi\psi')'(l_2), \quad 4\pi\mathbf{j}_2 = \rho_0(\psi\psi')'(l_2)\mathbf{u}_2.$$

Следовательно,

$$\sigma\mathbf{u}_2 = \mathbf{j}_2 = \frac{\rho_0(\psi\psi')'\psi(l_2)\mathbf{i}_2}{4\pi} = j_2\mathbf{i}_2, \quad \mathbf{F} = \frac{j_2\mathbf{i}_2 \times d\mathbf{B}_1}{c}.$$

Умножая последнее равенство на  $S_2 dl_2$  где  $S_2$  - площадь сечения проводника  $\mathbf{l}_2$ , и переходя от пространственной плотности тока  $j_2$  к линейной плотности  $I_2 = j_2 S_2$ , получим выражение для силы Ампера, действующей на элемент тока  $I_2 d\mathbf{l}_2$  проводника  $\mathbf{l}_2$  ( $d\mathbf{l}_2 = dl_2 \mathbf{i}_2$ ) со стороны элемента тока  $I_1 d\mathbf{l}_1$  проводника  $\mathbf{l}_1$

$$\mathbf{F}_A = \frac{1}{c} (I_2 d\mathbf{l}_2 \times d\mathbf{B}_1), \quad (3.22)$$

что совпадает с классическим выражением для силы Ампера (3.19). Из доказанного следует, что сила Ампера только в исключительных случаях является частью силы Лоренца, а выполнение закона Ампера сопровождается рядом условий, только два из которых:  $\rho = \rho_0$  и  $|\mathbf{u}_1| \approx c$  можно считать приближенно выполненными.

Проанализируем причины появления силы Ампера для параллельных и перпендикулярных токов, опираясь непосредственно на уравнения эфира (1.3). Рассмотрим лежащие в одной плоскости элементы токов  $I_1 d\mathbf{l}_1$  и  $I_2 d\mathbf{l}_2$ . Если токи не параллельны, то вектор магнитной индукции  $\mathbf{B}_1$ , лежит в плоскости  $S_1$ , содержащей точку элемента тока  $I_2 d\mathbf{l}_2$  и перпендикулярной вектору элемента тока  $I_1 d\mathbf{l}_1$ , но, вообще говоря, не перпендикулярной элементу тока  $I_2 d\mathbf{l}_2$ . В свою очередь элемент тока  $I_2 d\mathbf{l}_2$  создает вокруг себя свое магнитное поле, векторы магнитной

индукции  $\mathbf{B}_2$  которого лежат в плоскости  $S_2$ , перпендикулярной вектору элемента тока  $I_2 d\mathbf{l}_2$ , но, вообще говоря, не параллельной плоскости  $S_1$ . Если токи перпендикулярны, то плоскости  $S_1$  и  $S_2$  также перпендикулярны (рис. 3б). Если токи параллельны, то плоскости  $S_1$  и  $S_2$  совпадают (рис.3а). В этом случае происходит изменение магнитного поля тока  $I_2 d\mathbf{l}_2$  в плоскости  $S = S_1 = S_2$  под воздействием магнитного поля тока  $I_1 d\mathbf{l}_1$ . Новое поле является волной сжатий-расширений плотности эфира, являющейся решением системы уравнений (3.13) и распространяющейся вокруг направления тока  $I_2$  с некоторой угловой скоростью  $\omega$ . Это решение будем искать в виде

$$V(t, r, \theta, \varphi) = \frac{cvd}{\omega r^2} \sin \theta \sin(\omega t - \varphi),$$

$$\Omega(t, r, \theta, \varphi) = -V(t, r, \theta, \varphi) \frac{\cos \theta}{\sin \theta},$$

где  $v$  – некоторая константа скорости. Подставляя предполагаемый вид решения в (3.13), получим, что должно выполняться уравнение

$$\frac{\partial g}{\partial t} + \frac{V}{r} + \frac{\Omega \cos \theta}{r \sin \theta} + \omega \frac{\partial g}{\partial \varphi} = 0,$$

откуда находим, что

$$g(t, r, \theta, \varphi) = \frac{cvd}{\omega^2 r^3} \varphi \left( \frac{\cos^2 \theta - \sin^2 \theta}{\sin \theta} \right) \sin(\omega t - \varphi).$$

Так как в плоскости  $S$  угол  $\theta = \pi/2$ , то, следовательно, в плоскости магнитного поля элемента тока  $I_2 d\mathbf{l}_2$  под воздействием магнитного поля элемента тока  $I_1 d\mathbf{l}_1$  появляется радиальная компонента скорости

$$V(t, r, \varphi) = \frac{cvd}{\omega r^2} \sin(\omega t - \varphi), \quad g(t, r, \varphi) = -\frac{cvd}{\omega^2 r^3} \varphi \sin(\omega t - \varphi). \quad (3.23)$$

В полуплоскости справа от линии  $L$ , перпендикулярной плоскости токов, векторы азимутальных скоростей  $\mathbf{W}_1$  и  $\mathbf{W}_2$  токов  $I_1 d\mathbf{l}_1$  и  $I_2 d\mathbf{l}_2$  имеют однонаправленные компоненты, следовательно, угловая скорость распространения волны растет по сравнению с исходной угловой скоростью  $\omega_2$  волны индукции тока  $I_2 d\mathbf{l}_2$ . Это значит, что в этой полуплоскости

эфир сжимается, что соответствует случаю  $g(t, r, \varphi) \geq 0$  в (3.23) при распространении эфирной волны с угловой скоростью  $\omega$  и, следовательно,  $\sin(\omega t - \varphi) \leq 0$ . Тогда  $V(t, r, \varphi) \leq 0$ . Поэтому, появившаяся радиальная компонента скорости  $V(t, r, \varphi)\mathbf{i}_r$  направлена к оси тока  $I_2 d\mathbf{l}_2$ , а так как компоненты вектора  $V(t, r, \varphi)\mathbf{i}_r$ , направленные друг на друга перпендикулярно плоскости токов, взаимно уничтожаются, то остаются только компоненты, направленные параллельно плоскости токов в направлении элемента тока  $I_1 d\mathbf{l}_1$  (рис 3а). Аналогично, в полуплоскости слева от линии  $L$ , перпендикулярной плоскости токов, векторы азимутальных скоростей  $\mathbf{W}_1$  и  $\mathbf{W}_2$  токов  $I_1 d\mathbf{l}_1$  и  $I_2 d\mathbf{l}_2$  имеют противоположно направленные компоненты, следовательно, угловая скорость распространения волны уменьшается по сравнению с исходной угловой скоростью  $\omega_2$  волны тока  $I_2 d\mathbf{l}_2$ . Это значит, что в этой полуплоскости эфир расширяется, то есть  $g(t, r, \varphi) \leq 0$  и, следовательно,  $\sin(\omega t - \varphi) \geq 0$ ,  $V(t, r, \varphi) \geq 0$ . Таким образом, появившаяся радиальная компонента скорости  $V(t, r, \varphi)\mathbf{i}_r$  направлена от оси тока  $I_2 d\mathbf{l}_2$ , а так как компоненты вектора  $V(t, r, \varphi)\mathbf{i}_r$ , направленные в противоположные друг другу стороны перпендикулярно плоскости токов, взаимно уничтожаются, то остаются только компоненты, направленные параллельно плоскости токов опять же в направлении элемента тока  $I_1 d\mathbf{l}_1$  (рис 3а). Следовательно, радиальная эфирная волна двигает проводник  $d\mathbf{l}_2$  в сторону проводника  $d\mathbf{l}_1$ , то есть лежащие в одной плоскости однонаправленные токи притягиваются.

Аналогичная ситуация имеет место в случае лежащих в одной плоскости противоположно направленных токов. В полуплоскости справа от линии  $L$ , перпендикулярной плоскости токов, векторы азимутальных скоростей  $\mathbf{W}_1$  и  $\mathbf{W}_2$  токов  $I_1 d\mathbf{l}_1$  и  $I_2 d\mathbf{l}_2$  имеют противоположно направленные компоненты, следовательно, угловая скорость распространения волны уменьшается по сравнению с исходной угловой скоростью  $\omega_2$  волны тока  $I_2 d\mathbf{l}_2$ . Это значит, что в этой полуплоскости эфир расширяется, то есть его плотность уменьшается  $g(t, r, \varphi) \leq 0$  и, следовательно,  $\sin(\omega t - \varphi) \geq 0$ . Поэтому  $V(t, r, \varphi) \geq 0$ . Таким образом, появившаяся радиальная компонента скорости  $V(t, r, \varphi)\mathbf{i}_r$  направлена от оси тока  $I_2 d\mathbf{l}_2$ , а так как компоненты вектора  $V(t, r, \varphi)\mathbf{i}_r$ , направленные друг на друга перпендикулярно плоскости токов, взаимно уничтожаются, то остаются только компоненты, направленные параллельно плоскости токов в направлении от элемента тока  $I_1 d\mathbf{l}_1$ . Аналогично, в полуплоскости слева от линии  $L$ , перпендикулярной плоскости токов, векторы азимутальных скоростей  $\mathbf{W}_1$  и  $\mathbf{W}_2$  токов  $I_1 d\mathbf{l}_1$  и  $I_2 d\mathbf{l}_2$  имеют однонаправленные компоненты, следовательно, угловая скорость распространения волны увеличивается по сравнению с исходной угловой скоростью  $\omega_2$  волны тока  $I_2 d\mathbf{l}_2$ . Это значит, что в этой полуплоскости эфир сжимается, то есть  $g(t, r, \varphi) \geq 0$  и, следовательно,  $\sin(\omega t - \varphi) \leq 0$ ,  $V(t, r, \varphi) \leq 0$ . Таким

образом, появившаяся радиальная компонента скорости  $V(t, r, \varphi)\mathbf{i}_r$  направлена к оси тока  $I_2 d\mathbf{l}_2$ , а так как компоненты вектора  $V(t, r, \varphi)\mathbf{i}_r$ , направленные друг на друга перпендикулярно плоскости токов, взаимно уничтожаются, то остаются только компоненты, направленные параллельно плоскости токов опять же в направлении от элемента тока  $I_1 d\mathbf{l}_1$ . Следовательно, в этом случае радиальная эфирная волна двигает проводник  $d\mathbf{l}_2$  в сторону от проводника  $d\mathbf{l}_1$ , то есть лежащие в одной плоскости противоположно направленные токи отталкиваются.

Из приведенных выше рассуждений следует, что перпендикулярные токи, изображенные на рис.3б, не взаимодействуют. Сила  $\mathbf{F}_{12}$ , также равна нулю, как и сила  $\mathbf{F}_{21}$ , несмотря на то, что вектор магнитной индукции  $\mathbf{B}_1$  перпендикулярен элементу тока  $I_2 d\mathbf{l}_2$ , но лежит в плоскости  $S_1$ , перпендикулярной плоскости индукции  $S_2$  элемента тока  $I_2 d\mathbf{l}_2$ , так что векторы азимутальных скоростей  $\mathbf{W}_1$  и  $\mathbf{W}_2$  токов  $I_1 d\mathbf{l}_1$  и  $I_2 d\mathbf{l}_2$  не взаимодействуют, а радиальная компонента скорости  $V(t, r, \varphi)\mathbf{i}_r$  равна нулю. Таким образом, в случае токов, лежащих в одной плоскости, сила их взаимодействия зависит не от синуса угла  $\sin \theta$  между одним током и вектором индукции другого тока, а от косинуса угла  $\cos \alpha$  между плоскостями индукции взаимодействующих токов. В случае параллельных токов  $\sin \theta = \cos \alpha$  и закон Ампера имеет место. В общем случае вектор силы Ампера не является векторным произведением вектора элемента тока на вектор индукции магнитного поля другого тока.

### **3.5. Движение проводника в магнитном поле.**

Современная физическая наука описывает появление тока в проводнике при его движении в магнитном поле действием на свободные электроны проводника силы Лоренца. Считается, что появление силы Лоренца является чисто релятивистским эффектом и не может быть объяснено с позиций классической физики [13,15,17]. Такая точка зрения на появление тока в движущемся проводнике в магнитном поле, принятая современной наукой, противоречит здравому смыслу по двум причинам: во-первых получается, что объективно происходящее в природе явление ставится в зависимость от субъективного наблюдателя и системы отсчета и, во-вторых, электроны не могут свободно перемещаться внутри проводника, так как их размер сравним с размером кристаллической решетки (см. главу 4). Покажем, что появление тока в проводнике происходит под воздействием силы Ампера, происхождение которой подробно описано в предыдущем пункте на основе теории эфира без использования каких-либо релятивистских фокусов.

Рассмотрим, например, движение вправо второго проводника, находящегося в магнитном поле первого проводника и изображенного на рис. 3а. Движение проводника в магнитном поле равносильно действию на проводник радиальной силы со стороны эфира (силы Ампера) в противоположном (левом) направлении. Это означает возникновение решения системы уравнений эфира (3.13) с радиальной компонентой вектора скорости  $V(t, r, \varphi)\mathbf{i}_r \neq 0$ . Одновременно появляется направленная по оси  $z$  и малая по модулю колебательная компонента вектора скорости, порождающая электрическое поле и ток во втором проводнике, а также направленная по углу  $\varphi$  азимутальная компонента вектора скорости  $W\mathbf{i}_\varphi = \omega_2 r \mathbf{i}_\varphi$ , порождающая магнитное поле тока второго проводника. Интересно отметить, что возникшее индукционное магнитное поле тока второго проводника удовлетворяет правилу Ленца, то есть ток во втором проводнике направлен так (вверх на рис. 3а), чтобы потоком своего индукционного магнитного поля препятствовать изменению потока магнитного поля первого проводника. Действительно, если замкнуть мысленно второй проводник в контур справа, то при движении проводника вправо площадь контура уменьшается вместе с потоком через него магнитного поля первого проводника. Следовательно, индукционное магнитное поле второго проводника справа от него по правилу Ленца должно быть направлено от нас, как и на рис. 3а, увеличивая магнитный поток первого проводника. Если же мысленно замкнуть второй проводник в контур слева, то при движении проводника вправо площадь контура увеличивается вместе с потоком через него магнитного поля первого проводника. Следовательно, индукционное магнитное поле второго проводника слева от него по правилу Ленца должно быть направлено к нам, опять же как на рис. 3а, уменьшая магнитный поток первого проводника. Таким образом, правило Ленца работает, но сами потоки через замкнутые контуры не имеют никакого отношения к объяснению сущности происходящих электромагнитных явлений. Следовательно, вопреки устоявшемуся в науке мнению, существует один механизм появления тока и электродвижущей силы, связанный с распространением волн и возмущений плотности эфира, удовлетворяющих системе уравнений (1.3).

## Глава 4.

---

# Структура и свойства элементарных частиц материи

Мы не знаем, как с учетом квантовой механики построить самосогласованную теорию, которая не давала бы бесконечностей собственной энергии электрона. Р. Фейнман

В основе современной теории элементарных частиц лежит полная загадок и парадоксов квантовая механика, которую, по словам Р.Фейнмана, никто не понимает, но многие умеют применять. Логика построения квантовой теории противоречит здравому смыслу и обычной логике классической физики. Электрон и протон - основные элементарные частицы, из которых состоит материя. Эти частицы вместе с их античастицами (позитроном и антипротоном) рождаются из фотонов и аннигилируют, порождая фотоны, описываемые электромагнитной теорией Максвелла-Лоренца. Однако согласно квантовой теории электрон описывается волновой функцией, не имеющей ничего общего не только с электромагнитной теорией, но и вообще какого-либо физического смысла. Электрон в квантовой электродинамике является точечным объектом, но в то же время он имеет заряд, массу и магнитный момент, причем полностью отсутствует понимание сути этих понятий. Естественное предположение о неточности электрона приводит к возникновению бесконечности его заряда и массы. Движение электрона согласно квантовой механике не является детерминированным, а вероятности абсурдной возможности его одновременного нахождения в различных областях пространства определяются квадратом модуля волновой функции.

В теории сжимаемого осциллирующего эфира электрон и протон, являясь основными структурными единицами материи, имеют схожую волновую детерминированную структуру и единый механизм рождения из эфира, описываемого системой уравнений (1.3). Они имеют конечные размеры, заряд и массы, значения которых почти точно совпадают с их экспериментальными значениями, аномальными с точки зрения совре-

менной квантовой электродинамики. Все другие структуры материи, такие как нейтрон, атом водорода, ядра атомов и сами атомы химических элементов являются суперпозициями (наложениями) волновых структур определенного числа протонов и электронов. Результаты главы опубликованы кратко в работах автора [18-20].

## 4.1. Система уравнений элементарных частиц

Запишем систему уравнений (1.3) в стационарной сферической системе координат, принимая во внимание тот факт, что эфир глобально неподвижен, а вектор  $\mathbf{u}$  является вектором скорости распространения малых возмущений (сжатий-расширений) плотности эфира, а не вектором скорости движения самого эфира. В этом случае, как показано в п.3.3, система уравнений сжимаемого, осциллирующего, но глобально неподвижного эфира (1.3) в стационарной сферической системе координат приобретает вид

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial(r^2 \rho V)}{\partial r} + \frac{1}{r \sin \theta} \frac{\partial(\rho \sin \theta \Omega)}{\partial \theta} + \frac{1}{r \sin \theta} \frac{\partial(\rho W)}{\partial \varphi} = 0,$$

$$\frac{\partial(\rho V)}{\partial t} + V \frac{\partial(\rho V)}{\partial r} + \frac{\Omega}{r} \frac{\partial(\rho V)}{\partial \theta} + \frac{W}{r \sin \theta} \frac{\partial(\rho V)}{\partial \varphi} = 0, \quad (\mathbf{i}_r)$$

(4.1)

$$\frac{\partial(\rho \Omega)}{\partial t} + V \frac{\partial(\rho \Omega)}{\partial r} + \frac{\Omega}{r} \frac{\partial(\rho \Omega)}{\partial \theta} + \frac{W}{r \sin \theta} \frac{\partial(\rho \Omega)}{\partial \varphi} = 0, \quad (\mathbf{i}_\theta)$$

$$\frac{\partial(\rho W)}{\partial t} + V \frac{\partial(\rho W)}{\partial r} + \frac{\Omega}{r} \frac{\partial(\rho W)}{\partial \theta} + \frac{W}{r \sin \theta} \frac{\partial(\rho W)}{\partial \varphi} = 0, \quad (\mathbf{i}_\varphi)$$

где  $\mathbf{u} = u_r \mathbf{i}_r + u_\theta \mathbf{i}_\theta + u_\varphi \mathbf{i}_\varphi = V \mathbf{i}_r + \Omega \mathbf{i}_\theta + W \mathbf{i}_\varphi$ . Полагая в системе (4.1)  $\Omega(t, r, \theta, \varphi) = 0$ , получим систему уравнений элементарных частиц в виде:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial(\rho V)}{\partial r} + \frac{2(\rho V)}{r} + \frac{1}{r \sin \theta} \frac{\partial(\rho W)}{\partial \varphi} = 0,$$

$$\frac{\partial(\rho V)}{\partial t} + V \frac{\partial(\rho V)}{\partial r} + \frac{W}{r \sin \theta} \frac{\partial(\rho V)}{\partial \varphi} = 0, \quad (\mathbf{i}_r) \quad (4.2)$$

$$\frac{\partial(\rho W)}{\partial t} + V \frac{\partial(\rho W)}{\partial r} + \frac{W}{r \sin \theta} \frac{\partial(\rho W)}{\partial \varphi} = 0, \quad (\mathbf{i}_\varphi)$$

Найдем решения системы уравнений (4.2), обладающие при малых  $r$  всеми известными свойствами, присущими основным элементарным частицам: электрону и протону. Эти решения будем искать в виде волн, распространяющихся по углу  $\varphi$  вокруг оси  $z$  с постоянной угловой скоростью  $\omega = c/r_0$  под воздействием малых колебаний плотности эфира:

$$W = \omega r \sin \theta, \quad \rho = \rho_0(1 + g(t, r, \theta, \varphi)), \quad |g(t, r, \theta, \varphi)| \ll 1.$$

Положим, что радиальная компонента  $V(t, r, \theta, \varphi)$  скорости распространения возмущений плотности эфира также мала при малых  $r$ :  $|V(t, r, \theta, \varphi)| \ll 1$ . В такой постановке каждая элементарная частица является шаром некоторого радиуса  $r_0$ . Внутри шара вдоль любой параллели (окружности радиуса  $r \sin \theta$ ,  $r \leq r_0$ ) в результате малых радиальных колебаний плотности эфира распространяются волны с постоянной угловой скоростью (частотой)  $\omega = c/r_0$ , совершая полный обход параллели по углу  $0 \leq \varphi \leq 2\pi$  за одинаковое время  $T = 2\pi r \sin \theta / W = 2\pi / \omega = 2\pi r_0 / c$ . При этом линейная скорость волн линейно растет с ростом радиуса, достигая своего максимального значения (скорости света  $c$ ) на экваторе шара при  $r = r_0$ ,  $\sin \theta = 1$  (рис.4). Вне частицы, то есть при  $r > r_0$ , положим  $W = c \sin \theta$ .

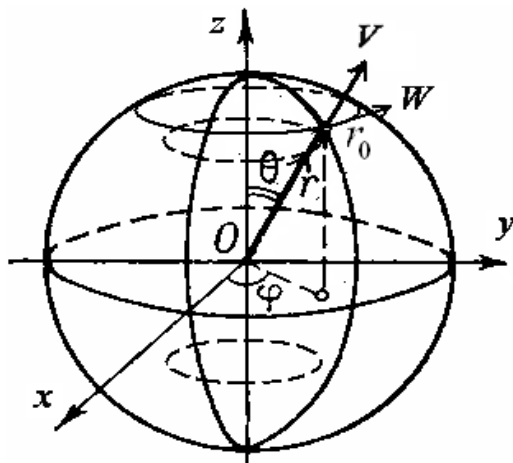


Рис 4. Схема элементарной частицы.

Все меридианы фронтов азимутальных волн внутри шара частицы с любым радиусом  $0 < r \leq r_0$  вращаются вокруг оси  $z$  с одной угловой скоростью  $\omega$ , что задает естественную границу  $r_0$  шара каждой элементарной частицы и позволяет интерпретировать частицу как материальный объект. На самом деле частица является сложным локальным волновым возмущением плотности эфира, а движением частицы в эфире является перемещение ее волнового пакета, то есть перемещение частицы как сложного волнового образования в глобально неподвижном эфире. Вне шара частицы угловые скорости вращения меридианов волновых фронтов различны, так как  $\omega(r) = c/r$ ,  $r > r_0$ . Но волны возмущений эфира от любой частицы распространяются в пространстве вплоть до бесконечности, постепенно затухая.

Подставляя предполагаемый вид решений в систему (4.2) и пренебрегая членами второго порядка малости и произведениями малых членов, получим линеаризованную систему уравнений

$$\frac{\partial g}{\partial t} + \frac{\partial V}{\partial r} + \frac{2V}{r} + \omega \frac{\partial g}{\partial \varphi} = 0,$$

$$\frac{\partial V}{\partial t} + \omega \frac{\partial V}{\partial \varphi} = 0, \quad (\mathbf{i}_r) \quad (4.3)$$

$$\frac{\partial g}{\partial t} + \frac{V}{r} + \omega \frac{\partial g}{\partial \varphi} = 0, \quad (\mathbf{i}_\varphi)$$

Искомое решение системы уравнений (4.3) свяжем с пониманием процесса рождения пары частица - античастица из винтовой волны фотона.

## 4.2. Свернутый фотон.

Представим следующим образом процесс образования частицы и античастицы из винтовой волны фотона, имеющей частоту  $2\omega$ . Сначала фотон сжимается с образованием волновой структуры периодических сжатий-расширений плотности эфира в радиальном направлении внутри шара радиуса  $r_{ph} = c/2\omega$ ,двигающейся с угловой скоростью  $2\omega$  по углу  $\varphi$  внутри шара, причем длина экватора шара равна комптоновской длине волны фотона  $\lambda_c = 2\pi r_{ph}$ . Угол  $2\pi$  такая волна проходит за время  $T = \pi/\omega$  при любом  $r < r_{ph}$ . Этот процесс описывается решением системы уравнений (4.3) вида

$$V(t, r, \theta, \varphi) = \frac{V(\theta) \cos(\omega t - \varphi/2)}{r}, \quad \frac{d\varphi}{dt} = 2\omega,$$

$$g(t, r, \theta, \varphi) = -\frac{V(\theta)\varphi \cos(\omega t - \varphi/2)}{2\omega r^2}, \quad W = (2\omega)r\sin\theta.$$

Такое решение системы уравнений эфира назовем свернутым фотоном. Ниже будет показано, что заряд и магнитный момент свернутого фотона равны нулю, а его энергия равна  $(2\omega)\hbar$ , где  $\hbar$  - постоянная Планка. Затем происходит бифуркация удвоения периода свернутого фотона с сохранением его энергии, в результате чего рождается свернутый фотон удвоенного периода, описываемый решениями системы уравнений (4.3)

$$V(t, r, \theta, \varphi) = \frac{V(\theta) \cos((\omega t - \varphi)/2)}{r}, \quad \frac{d\varphi}{dt} = \omega, \quad (4.4)$$

$$g(t, r, \theta, \varphi) = -\frac{V(\theta)\varphi \cos((\omega t - \varphi)/2)}{\omega r^2}, \quad W = \omega r \sin\theta. \quad (4.5)$$

Волна радиальных колебаний плотности эфира в свернутом фотоне удвоенного периода движется по углу  $\varphi$  с угловой скоростью  $\omega$  внутри шара радиуса  $r_0 = c/\omega$ . При этом происходят малые периодические радиальные сжатия и расширения шара свернутого фотона с сохранением средней плотности эфира в нем, равной  $\rho_0$ . Заметим, что бифуркация удвоения периода является первой бифуркацией из универсального сценария нескольких каскадов бифуркаций, ведущих к усложнению решений в любых нелинейных системах дифференциальных уравнений [1-3]. В силу системы уравнений элементарных частиц (4.2), ее приближенного представления (4.3) и формулы приложения для дивергенции вектора в сферической системе координат, определим следующим образом плотность распределения напряженности электрического поля  $\mathbf{E}$  и плотность распределения электрического заряда  $\delta$  внутри свернутого фотона удвоенного периода:

$$\mathbf{E}_0 = E \mathbf{i}_r = \frac{W}{r \sin\theta} \frac{\partial(\rho V)}{\partial \varphi} \mathbf{i}_r \approx \omega \rho_0 \frac{\partial V}{\partial \varphi} \mathbf{i}_r, \quad (4.6)$$

$$\delta_0 = \frac{1}{4\pi} \left( \nabla \cdot \left( V \frac{\partial(\rho W)}{\partial r} \mathbf{i}_\varphi \right) \right) \approx \frac{\omega \rho_0}{4\pi r} \frac{\partial V}{\partial \varphi}. \quad (4.7)$$

Подставляя в (4.6) и (4.7) производную функции  $V(t, r, \theta, \varphi)$  по углу  $\varphi$ , получим выражения для плотности распределения напряженности электрического поля и плотности распределения электрического заряда внутри свернутого фотона удвоенного периода в виде

$$\mathbf{E}_0 = E \mathbf{i}_r = \frac{\omega \rho_0}{2r} V(\theta) \sin((\omega t - \varphi)/2) \mathbf{i}_r, \quad (4.8)$$

$$\delta_0(r, \theta, \xi) = \delta_0(r, \theta, \omega t - \varphi) = \frac{\omega \rho_0}{8\pi r^2} V(\theta) \sin((\omega t - \varphi)/2), \quad (4.9)$$

где  $-2\pi \leq (\omega t - \varphi) < 2\pi$ , Покажем, что волна свернутого фотона удвоенного периода (4.4)-(4.5) может быть представлена с сохранением энергии волны в виде суммы полуволны сжатия и полуволны разрежения плотности эфира, которые можно рассматривать как родившиеся из фотона частицу и античастицу, например, электрон и позитрон или протон и антипротон.

### 4.3. Заряды электрона, протона и их античастиц

Волну плотности заряда (4.9) можно представить суммой двух полуволн

$$\delta_+(r, \theta, \xi) = \frac{\omega \rho_0}{8\pi r^2} V(\theta) \sin(\xi/2), \quad 0 \leq \xi = (\omega t - \varphi) < 2\pi,$$

$$\delta_-(r, \theta, \xi) = \frac{\omega \rho_0}{8\pi r^2} V(\theta) \sin(\xi/2), \quad -2\pi \leq \xi = (\omega t - \varphi) < 0,$$

несущих только положительный или только отрицательный заряды. Нетрудно видеть, что волне положительного заряда ( $0 \leq \xi < 2\pi$ ) соответствует исключительно уменьшение значений радиальной составляющей скорости колебаний  $V(t, r, \theta, \varphi)$ , что сопровождается сначала увеличением объема частицы по сравнению с ее средним объемом, занимаемым свернутым фотоном удвоенного периода, а затем уменьшением объема частицы с возвращением к его среднему значению. При этом расширение объема частицы сопровождается периодическим малым увеличением ее радиуса и уменьшением плотности эфира внутри частицы по сравнению с плотностью его невозмущенного состояния  $\rho_0$ . Аналогично, волне отрицательного заряда ( $-2\pi \leq \xi < 0$ ) соответствует исключительно периодическое сжатие объема частицы по сравнению со средним объемом, за-

нимаемым свернутым фотоном удвоенного периода, с периодическим малым уменьшением радиуса частицы. При этом средняя плотность эфира внутри частицы больше плотности его невозмущенного состояния  $\rho_0$ . Интегрируя плотности распределения зарядов для положительной и отрицательной полуволны внутри шара радиуса  $r_0$ , найдем заряды, которые имеют частица и античастица, в виде:

$$q_{\pm} = \pm \int_0^{\pi} \int_0^{2\pi} \int_0^{r_0} \frac{\rho_0 \omega V(\theta)}{8\pi r^2} \sin(\xi/2) r^2 \sin \theta dr d\xi d\theta =$$

$$\pm \frac{\rho_0 \omega r_0 V_q}{8\pi} \int_0^{2\pi} \sin(\xi/2) d\xi = \pm \frac{\rho_0 c V_q}{2\pi}, \quad V_q = \int_0^{\pi} V(\theta) \sin \theta d\theta. \quad (4.10)$$

Функции  $V_e(\theta)$  и  $V_p(\theta)$  для электрона (позитрона) и протона (антипротона) в формулах (4.8)-(4.10) будем искать в виде разложения в ряд по углу  $\theta$ :

$$V_{p,e}(\theta) = V_0(a + \sin\theta + b_{p,e}\sin 2\theta + c_{p,e}\sin 3\theta), \quad (4.11)$$

где  $a$  - постоянная, определяющая значение универсального заряда,  $c_e$  и  $c_p$  - постоянные, определяющие значения магнитных моментов электрона, протона и их античастиц (позитрона и антипротона),  $b_e = -b_p$  - постоянные, определяющие значения масс электрона, протона и их античастиц. Рассмотрение более высоких гармоник в разложении (4.11) для описания электрона, протона и их античастиц не потребовалось, хотя, возможно, такое рассмотрение потребуется для построения эфирной теории других элементарных частиц. Малая константа  $V_0$ , имеющая размерность  $\text{см}^2\text{с}^{-1}$  и такая, что  $V_0/r_0 \ll 1$ , является параметром мирового эфира наряду с параметрами  $\rho_0$  и  $c$ . В главе 5 будет показано, что через размерные параметры мирового эфира  $\rho_0, c, V_0$  могут быть выражены все другие физические константы с сохранением их размерностей в системе СГС. Все постоянные эфира будут определены ниже и в главе 6 из экспериментально полученных данных.

Заряд свернутого фотона удвоенного периода равен нулю, так как

$$\int_0^{4\pi} \sin(\xi/2) d\xi = 0.$$

Подставляя выражения (4.11) в (4.10), получим закон универсальности

заряда основных элементарных частиц материи:  $|q_e| = |q_p| = q$ ,

$$q = \frac{\rho_0 c}{2\pi} V_q = \frac{\rho_0 c}{2\pi} V_0 \int_0^\pi (a \sin \theta + \sin^2 \theta) d\theta = \frac{\rho_0 c V_0}{2\pi} \left( 2a + \frac{\pi}{2} \right). \quad (4.12)$$

Осталось определить, какие из элементарных частиц имеют положительный заряд, а какие - отрицательный. Для этого рассмотрим создаваемые элементарными частицами электрические поля внутри и вне объемов шаров частиц.

#### 4.4. Электрические поля элементарных частиц и закон Кулона.

В п.4.2. формулами (4.8) - (4.9) определены плотность распределения напряженности электрического поля  $\mathbf{E}_0$  и плотность распределения электрического заряда  $\delta_0$  внутри свернутого фотона удвоенного периода. Показано, что волна свернутого фотона удвоенного периода, двигаясь по листу Мёбиуса, делает в пространстве два оборота на угол  $2\pi$ , порождая две частицы с положительной и отрицательной плотностями зарядов. Волна плотности напряженности электрического поля свернутого фотона удвоенного периода также порождает две полуволны плотностей напряженностей электрических полей элементарных частиц с положительной и отрицательной плотностями зарядов:

$$\mathbf{E}_\pm = \pm \frac{\omega \rho_0}{2r} V(\theta) \sin(\xi/2) \mathbf{i}_r, \quad 0 \leq \xi = (\omega t - \varphi) < 2\pi. \quad (4.13)$$

Следовательно, вектор напряженности электрического поля элементарной частицы с положительным зарядом направлен от центра частицы, а вектор напряженности электрического поля элементарной частицы с отрицательным зарядом направлен к центру частицы.

Найдем теперь напряженность электрического поля вне объема шара элементарной частицы, т.е. при  $r > r_0$ . Очевидно, что при  $r \geq r_0$  должно выполняться  $W = c \sin \theta$ , так как скорость света  $c$  - это скорость распространения свободных колебаний в эфирной среде. Тогда система уравнений элементарных частиц (4.2) переходит в систему

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial(\rho V)}{\partial r} + \frac{2(\rho V)}{r} + \frac{c}{r} \frac{\partial \rho}{\partial \varphi} = 0,$$

$$\frac{\partial(\rho V)}{\partial t} + V \frac{\partial(\rho V)}{\partial r} + \frac{c}{r} \frac{\partial(\rho V)}{\partial \varphi} = 0, \quad (\mathbf{i}_r) \quad (4.14)$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + V \frac{\partial \rho}{\partial r} + \frac{c}{r} \frac{\partial \rho}{\partial \varphi} = 0, \quad (\mathbf{i}_\varphi)$$

Решение системы уравнений (4.14) будем искать при условиях

$$|V(t, r, \theta, \varphi)| \ll 1, \quad \rho = \rho_0(1 + g(t, r, \theta, \varphi)), \quad |g(t, r, \theta, \varphi)| \ll 1$$

Подставляя предполагаемый вид решения в систему (4.14) и пренебрегая членами второго порядка малости и произведениями малых членов, получим линеаризованную систему уравнений

$$\frac{\partial g}{\partial t} + \frac{\partial V}{\partial r} + \frac{2V}{r} + \frac{c}{r} \frac{\partial g}{\partial \varphi} = 0,$$

$$\frac{\partial V}{\partial t} + \frac{c}{r} \frac{\partial V}{\partial \varphi} = 0, \quad (\mathbf{i}_r) \quad (4.15)$$

$$\frac{\partial g}{\partial t} + \frac{c}{r} \frac{\partial g}{\partial \varphi} = 0, \quad (\mathbf{i}_\varphi)$$

Из последней системы уравнений находим, что

$$V = \frac{f(\theta)}{r^2}, \quad g = \psi(r, \theta) \cos(\omega t - r\varphi/r_0)/2$$

Естественно предположить, что электрические поля и малые возмущения плотности эфира элементарных частиц вне их шаров должны совпадать на границах шаров с электрическими полями и малыми возмущениями плотности эфира, найденными внутри шаров и задаваемыми формулами (4.13). Удовлетворяющие этим условиям решения системы (4.15) будем искать в виде

$$V = \frac{dr}{dt} = \frac{cr_0^2}{r^2}, \quad \rho = \rho_0(1 + \frac{V(\theta)}{cr_0} \cos(\omega t - r\varphi/r_0)/2), \quad \frac{d\varphi}{dt} = \frac{c}{r} \quad (4.16)$$

Тогда плотности напряженностей электрических полей вне свернутого фотона удвоенного периода и элементарных частиц будут равны

$$\mathbf{E}_0 = \frac{c}{r} \frac{\partial(\rho V)}{\partial \varphi} \mathbf{i}_r, \quad \mathbf{E}_{\pm} \approx \pm \frac{c\rho_0}{2r^2} V(\theta) \sin(\xi/2) \mathbf{i}_r, \quad \xi = (\omega t - r\varphi/r_0). \quad (4.17)$$

Выражения (4.17) и (4.13) совпадают при  $r = r_0$ , то есть электрические поля внутри и вне шаров элементарных частиц совпадают на границах этих шаров и, следовательно, электрическое поле элементарной частицы непрерывно на ее границе. Радиальные скорости распространения электрических возмущений на границах шаров элементарных частиц равны скорости света  $c$  и спадают пропорционально квадрату расстояния от центров шаров. Усредняя полученные выражения (4.17) для каждого  $r > r_0$  по поверхности сферы радиуса  $r$  в пространстве с координатами  $(r, \theta, \xi)$ ,  $0 \leq \xi = (\omega t - r\varphi/r_0) < 2\pi$ , получим, что напряженность электростатического поля свернутого фотона удвоенного периода равна нулю, а напряженности электростатических полей элементарных частиц, зависящие только от расстояний до центров частиц, имеют вид

$$\mathbf{E}_{\pm} = \pm \frac{c\rho_0}{4\pi r^2} \int_0^{\pi} \int_0^{2\pi} \frac{V(\theta)}{2r^2} \sin(\xi/2) r^2 \sin\theta d\xi d\theta \mathbf{i}_r = \pm \frac{c\rho_0 V_q}{2\pi r^2} \mathbf{i}_r = \pm \frac{q}{r^3} \mathbf{r}. \quad (4.18)$$

Из выражения (4.18) следует, что любой свернутый фотон удвоенного периода является электрически нейтральным с сохранением постоянной средней плотности эфира внутри него, равной плотности его невозмущенного состояния  $\rho_0$ . Электростатическое поле отрицательно заряженной частицы направлено к ее центру, а эфир внутри частицы немного сжат по сравнению с его невозмущенным состоянием. Электростатическое поле положительно заряженной частицы направлено от ее центра, а эфир внутри нее немного разрежен по сравнению с его невозмущенным состоянием. В связи с этим правильным было бы приписать отрицательный заряд именно протону, а не электрону, так как из-за направления электростатического поля именно отрицательно заряженные частицы (маленькие, но массивные протоны) имеют возможность притянуть и натянуть на себя положительно заряженные частицы (большие, но легкие электроны) с последующим образованием нейтронов, атомов водорода, других атомов и структур материи. В противном случае антипротоны притягивали бы к себе позитроны с образованием структур антиматерии, чего не наблюдается во Вселенной.

Полученные выражения (4.18) являются, фактически, обобщением закона Кулона для неточечных элементарных частиц. Из них следует, что

положительные заряды (здесь - электроны) отталкиваются с силой, определяемой законом Кулона, а положительные и отрицательные заряды (электроны и протоны) притягиваются с той же силой (на самом деле электростатическое поле тяжелого протона не притягивает, а прижимает к протону и натягивает на протон легкий электрон, но электростатическое поле легкого электрона не в состоянии оттолкнуть от себя тяжелый протон). Однако из полученных выражений не следует, что отрицательные заряды (здесь - протоны) должны отталкиваться, то есть, возможно, что кулоновского барьера в ядрах атомов просто не существует. Его роль может играть различие в плотностях эфира в ядрах атомов и элементарных частицах (см. главу 7).

Далее, не нарушая общепринятых соглашений, будем считать, что электрон и антипротон заряжены отрицательно, а протон и позитрон – заряжены положительно. Электростатическое поле электрона направлено от его центра, а эфир внутри электрона немного разрежен по сравнению с его невозмущенным состоянием. Электростатическое поле протона направлено к его центру, а эфир внутри протона немного сжат по сравнению с его невозмущенным состоянием. В п.п. 4.5- 4.6 будет показано, что энергии свернутого фотона и элементарных частиц пропорциональны их частотам, магнитные моменты элементарных частиц пропорциональны их радиусам, а наличие массы у любой элементарной частицы является следствием изменения (сжатия или разрежения) плотности возмущенного эфира внутри частицы по отношению к плотности  $\rho_0$  его невозмущенного состояния. Масса у элементарной частицы возникает только при разделении свернутого фотона удвоенного периода на частицу и античастицу. В связи с этим полученные результаты объясняют хорошо известный экспериментальный факт, что для рождения пары элементарных частиц необходима энергия фотона, не меньшая удвоенной энергии каждой из рождающихся частиц. Находит разумное объяснение и процесс аннигиляции пары элементарных частиц (например, электрон-позитрон), когда при их соединении рождается безмассовый свернутый фотон удвоенного периода, имеющий удвоенную энергию и порождающий затем две винтовые волны двух фотонов с равными энергиями и частотами, разлетающиеся в эфире постоянной плотности в противоположных направлениях и с противоположными спинами (направлениями вращения волн). Также находит разумное объяснение отсутствие антиматерии во Вселенной, так как из-за направления электростатического поля только тяжелый протон с легким электроном могут создавать структуры материи. Также становится очевидной невозможность постулируемого квантовой механикой вращения электрона вокруг протона в атоме водорода, так как размеры электрона значительно превышают размеры протона ввиду его значительно меньшей массы.

## 4.5. Магнитные моменты электрона и протона.

Для вычисления значений магнитных моментов элементарных частиц в системе СГС воспользуемся известной формулой ([21] с.143)

$$\mathbf{M} = \frac{1}{2c} \int_{\Omega} \sigma(\mathbf{W} \times \mathbf{r}) d\Omega, \quad (4.19)$$

где электрические заряды с плотностью распределения  $\sigma$  перемещаются внутри объема  $\Omega$  с линейной скоростью  $\mathbf{W}$ . Так как плотность распределения полного электрического заряда определяется выражением (4.9) без нормирующего множителя  $1/4\pi$ , то свернутый фотон удвоенного периода имеет плотность распределения полного электрического заряда

$$\sigma_0 = 4\pi\delta_0(r, \theta, \xi) = \frac{\omega\rho_0}{2r^2} V(\theta) \sin(\xi/2), \quad -2\pi \leq \xi = (\omega t - \varphi) < 2\pi,$$

а плотности распределений полного электрического заряда в шарах электрона и протона с учетом договоренности о знаках их зарядов равны

$$\sigma_e = -\frac{\omega_e\rho_0}{2r^2} V_e(\theta) \sin(\xi_e/2), \quad \sigma_p = \frac{\omega_p\rho_0}{2r^2} V_p(\theta) \sin(\xi_p/2), \quad 0 \leq \xi_{e,p} < 2\pi.$$

Подставляя полученные выражения для протона и электрона в формулу (4.19) и учитывая, что движение зарядов происходит вокруг вертикальной оси, так что  $|\mathbf{r}| = r \sin \theta$ , а векторы  $\mathbf{W} = \omega r \sin \theta \mathbf{i}_\varphi$  и  $\mathbf{r}$  ортогональны, найдем, что магнитный момент свернутого фотона удвоенного периода равен нулю, а численные значения магнитных моментов протона и электрона равны

$$\begin{aligned} M_{p,e} &= \pm \frac{1}{2c} \int_0^\pi \int_0^{2\pi} \int_0^{r_{p,e}} \frac{\omega_{p,e}\rho_0}{2r^2} V_{p,e}(\theta) \sin\left(\frac{\xi_{p,e}}{2}\right) \omega_{p,e} r \sin\theta \, r \sin\theta \, r^2 \sin\theta \, dr d\xi d\theta \\ &= \pm \frac{\rho_0 \omega_{p,e}^2 r_{p,e}^3}{3c} V_{p,e}^M = \pm \frac{\rho_0 c r_{p,e}}{3} V_{p,e}^M, \quad V_{p,e}^M = \int_0^\pi V_{p,e}(\theta) \sin^3 \theta d\theta. \end{aligned} \quad (4.20)$$

Выразим магнитные моменты электрона и протона через магнетон Бора

$\mu_B$  и ядерный магнетон  $\mu_N$ . Как будет показано ниже, для любой элементарной частицы массы  $m$  и радиуса  $r_0$  справедливо равенство  $mcr_0 = mc^2/\omega = \hbar\omega/\omega = \hbar$ , где  $\hbar$  – постоянная Планка. Следовательно, магнетон Бора и ядерный магнетон можно записать в системе СГС в виде

$$\mu_B = \frac{q\hbar}{2m_e c} = \frac{qr_e}{2}; \quad \mu_N = \frac{q\hbar}{2m_p c} = \frac{qr_p}{2}. \quad (4.21)$$

Так как  $q = \rho_0 c V_q / 2\pi$  (4.10), то выражения для магнитных моментов электрона и протона (4.20) могут быть записаны через магнетон Бора и ядерный магнетон (4.21) следующим образом

$$M_e = -\frac{4\pi V_e^M}{3V_q} \frac{qr_e}{2} = \beta_e \mu_B, \quad M_p = \frac{4\pi V_p^M}{3V_q} \frac{qr_p}{2} = \beta_p \mu_N, \quad (4.22)$$

$$V_{p,e}^M = V_0 \int_0^\pi (a + \sin\theta + b_{p,e} \sin 2\theta + c_{p,e} \sin 3\theta) \sin^3 \theta \, d\theta =$$

$$= V_0 \left( \frac{4a}{3} + \frac{3\pi}{8} - \frac{\pi c_{p,e}}{8} \right) = \frac{\pi}{8} \left( \frac{32a}{3\pi} + 3 - c_{p,e} \right) V_0.$$

Подставляя в (4.22) выражения для  $V_q = V_0(4a + \pi)/2$  из (4.12) и  $V_{p,e}^M$ , получим значения  $\beta_p$  и  $\beta_e$  магнитных моментов протона и электрона в терминах магнетонов

$$\beta_p = \pi^2 \left( \frac{32a}{9\pi} + 1 - \frac{c_p}{3} \right) / (4a + \pi), \quad (4.23)$$

$$\beta_e = -\pi^2 \left( \frac{32a}{9\pi} + 1 - \frac{c_e}{3} \right) / (4a + \pi). \quad (4.24)$$

Заметим, что магнитный момент электрона не складывается из двух половинок орбитального и спинового магнитных моментов, как принято считать в современной теоретической физике. У электрона, как и у протона, магнитный момент определяется исключительно движениями волн возмущений плотности эфира внутри шара частицы вокруг его оси, то есть спином частицы, который характеризуется одним из двух направлений, совпадающим или противоположным направлению оси вращения и никаких численных значений не имеет. Электрон не имеет орбитального маг-

нитного момента, так как не существует его орбитального движения вокруг ядра атома (см. главу 5).

## 4.6. Внутренняя энергия и масса электрона и протона

Под внутренней энергией любой элементарной частицы будем понимать полную работу, произведенную внутренними силовыми полями частицы над всеми зарядами, распределенными внутри объема частицы. Так как  $\omega dt = d\varphi$ , то работа  $dA$ , проделанная силами  $\mathbf{F}$  внутреннего поля за время  $dt$  по перемещению с линейной скоростью  $\mathbf{W}$  зарядов, распределенных с плотностью  $\sigma$  в элементе площади  $r \sin \theta dt dr$ , равна работе по перемещению этих зарядов в угле  $d\varphi/\omega$  или в объеме  $r^2 \sin \theta dr d\varphi d\theta/\omega$ . Следовательно,

$$dA = \sigma(\mathbf{F} \cdot \mathbf{W}) r^2 \sin \theta dr d\varphi d\theta / \omega \quad (4.25)$$

Под силами  $\mathbf{F}$  внутреннего поля мы понимаем весь силовой член третьего уравнения системы уравнений элементарных частиц (4.2), а под плотностью всех зарядов  $\sigma$  – дивергенцию этого силового члена. То есть, для свернутого фотона  $\mathbf{F} = F \mathbf{i}_\varphi$ , где

$$F = -\frac{\partial(\rho W)}{\partial t} \approx -\rho_0 2\omega r \sin \theta \frac{\partial g}{\partial t} = -\rho_0 \omega \sin \theta \frac{V(\theta)}{r} \varphi \sin(\omega t - \varphi/2),$$

$$\sigma = \nabla \cdot \mathbf{F} = \frac{1}{r \sin \theta} \frac{\partial F}{\partial \varphi} = -\rho_0 \omega \frac{V(\theta)}{r^2} \frac{\partial \varphi \sin(\omega t - \varphi/2)}{\partial \varphi}.$$

Работу внутренних сил над зарядами свернутого фотона в любой момент времени найдем, интегрируя (4.25) по объему фотона с учетом коллинеарности векторов  $\mathbf{F}$  и  $\mathbf{W}$ :

$$A_{ph}(t) = \int_0^\pi \int_0^{2\pi} \int_0^{r_{ph}} \frac{\sigma F(2\omega) r \sin \theta r^2 \sin \theta dr d\varphi d\theta}{(2\omega)} =$$

$$\frac{1}{2} \int_0^\pi \int_0^{2\pi} \int_0^{r_{ph}} \rho_0^2 \omega^2 V^2(\theta) \frac{\partial}{\partial \varphi} (\varphi \sin(\omega t - \varphi/2))^2 \sin^3 \theta dr d\varphi d\theta =$$

$$= 2\rho_0^2\omega^2\pi^2r_{ph}\sin^2(\omega t)\int_0^\pi V^2(\theta)\sin^3\theta d\theta.$$

Усредняя полученное выражение за период  $2\pi/\omega$  и учитывая, что  $(2\omega)r_{ph} = c$ , получим значение внутренней энергии свернутого фотона в виде

$$E_{ph} = \frac{\pi^2\rho_0^2cV^E(2\omega)}{4}, \quad V^E = \int_0^\pi V^2(\theta)\sin^3\theta d\theta. \quad (4.26)$$

Для свернутого фотона удвоенного периода получим

$$F = -\rho_0\omega\sin\theta\frac{V(\theta)}{2r}\varphi\sin(\omega t - \varphi)/2,$$

$$\sigma = -\rho_0\omega\frac{V(\theta)}{2r^2}\frac{\partial\varphi\sin(\omega t - \varphi)/2}{\partial\varphi}$$

Работу внутренних сил над зарядами свернутого фотона удвоенного периода в любой момент времени найдем в виде удвоенного интеграла от (4.25) по объему частицы:

$$A_0(t) = 2\int_0^\pi\int_0^{2\pi}\int_0^{r_0}\frac{\sigma F\omega r\sin\theta r^2\sin\theta dr d\varphi d\theta}{\omega} =$$

$$\frac{1}{4}\int_0^\pi\int_0^{2\pi}\int_0^{r_0}\rho_0^2\omega^2V^2(\theta)\frac{\partial}{\partial\varphi}(\varphi\sin(\omega t - \varphi)/2)^2\sin^3\theta dr d\varphi d\theta$$

$$= \rho_0^2\omega^2\pi^2r_0\sin^2(\omega t/2)\int_0^\pi V^2(\theta)\sin^3\theta d\theta$$

Усредняя полученное выражение за период  $2\pi/\omega$  и учитывая что  $\omega r_0 = c$ , получим, что значение внутренней энергии свернутого фотона удвоенно-го периода равно значению внутренней энергии свернутого фотона

$$E_0 = \frac{\pi^2\rho_0^2cV^E\omega}{2} = 2\hbar\omega = \hbar(2\omega) = E_{ph},$$

где  $\hbar$  – некоторая постоянная. Для электрона, протона, позитрона и антипротона получим значения энергии, равные половине значений энергии породивших их фотонов

$$\begin{aligned} A_{p,e}(t) &= \int_0^\pi \int_0^{2\pi} \int_0^{r_{p,e}} \frac{\sigma_{p,e} F_{p,e} \omega_{p,e} r \sin\theta r^2 \sin\theta dr d\varphi d\theta}{\omega_{p,e}} = \\ &= \frac{1}{8} \int_0^\pi \int_0^{2\pi} \int_0^{r_{p,e}} \rho_0^2 \omega_{p,e}^2 V_{p,e}^2(\theta) \frac{\partial}{\partial \varphi} (\varphi \sin(\omega_{p,e} t - \varphi)/2)^2 \sin^3 \theta dr d\varphi d\theta \\ &= \frac{1}{2} \rho_0^2 \omega_{p,e}^2 \pi^2 r_{p,e} \sin^2(\omega_{p,e} t/2) \int_0^\pi V_{p,e}^2(\theta) \sin^3 \theta d\theta \end{aligned}$$

Усредняя полученные выражения, соответственно, за периоды  $2\pi/\omega_{p,e}$  и учитывая, что  $\omega_{p,e} r_{p,e} = c$ , получим значения внутренних энергий протона и электрона в виде:

$$E_p = \frac{\pi^2 \rho_0^2 c V_p^E \omega_p}{4}, \quad E_e = \frac{\pi^2 \rho_0^2 c V_e^E \omega_e}{4}, \quad V_{p,e}^E = \int_0^\pi V_{p,e}^2(\theta) \sin^3 \theta d\theta, \quad (4.27)$$

где значения  $V_p^E$  и  $V_e^E$  для функций  $V_p(\theta)$  и  $V_e(\theta)$  протона и электрона, задаваемых формулами (4.11), равны:

$$\begin{aligned} V_{p,e}^E &= V_0^2 \int_0^\pi (a + \sin\theta + b_{p,e} \sin 2\theta + c_{p,e} \sin 3\theta)^2 \sin^3 \theta d\theta = \\ &= V_0^2 \left[ \frac{4a^2}{3} + \frac{3a\pi}{4} + \frac{16}{15} + \frac{64}{105} b_{p,e}^2 - \left( \frac{32}{35} + \frac{a\pi}{4} \right) c_{p,e} + \frac{208}{315} c_{p,e}^2 \right] = V_0^2 d. \quad (4.28) \end{aligned}$$

Как следует из формул (4.26) и (4.27), существует постоянная  $\hbar$  такая, что  $E_{ph} = \hbar(2\omega)$ ,  $E_0 = 2\hbar\omega$ ,  $E_p = \hbar\omega_p$ ,  $E_e = \hbar\omega_e$ . Тогда  $V^E = V_p^E = V_e^E = V_0^2 d$ , где  $d$  – безразмерная постоянная, не зависящая от конкретного вида элементарной частицы. Следовательно, становится возможным корректно определить через параметры мирового эфира одну из основных фундаментальных физических постоянных – постоянную Планка  $\hbar$ :

$$\hbar = \frac{\pi^2 \rho_0^2 c V^E}{4} = \frac{\pi^2 \rho_0^2 c V_0^2 d}{4}. \quad (4.29)$$

При этом константы  $c_p$  и  $c_e$ , определяющие магнитные моменты протона и электрона, должны быть корнями одного квадратного уравнения

$$\left( \frac{4a^2}{3} + \frac{3a\pi}{4} + \frac{16}{15} + \frac{64}{105}b^2 - \left( \frac{32}{35} + \frac{a\pi}{4} \right)c + \frac{208}{315}c^2 \right) - d = 0.$$

Следовательно,

$$c_p + c_e = \frac{315}{208} \left( \frac{32}{35} + \frac{a\pi}{4} \right). \quad (4.30)$$

Полученный результат свидетельствует о существовании неизвестного нам закона природы, в соответствии с которым двумя элементарными частицами, образующими из эфира все структуры материального мира, являются именно электрон и протон, численные значения характеристик которых  $c_{p,e}$  и  $b_{p,e}$  являются корнями одного квадратного уравнения.

Другой фундаментальной физической постоянной микромира наряду с постоянной Планка является безразмерная постоянная тонкой структуры

$$\alpha = \frac{q^2}{\hbar c} = \frac{\rho_0^2 c^2 V_0^2 (2a + \pi/2)^2}{4\pi^4 \rho_0^2 c V_0^2 d c / 4} = \frac{(4a + \pi)^2}{4\pi^4 d}. \quad (4.31)$$

Физический смысл постоянной тонкой структуры рассмотрен в главе 5.

Как видно из (4.27), внутренние энергии элементарных частиц пропорциональны угловой скорости движения волн (удвоенной частоте колебаний) плотности эфира внутри частиц, а коэффициентом пропорциональности является постоянная Планка. Кроме того, если ввести массу элементарной частицы по формуле  $m = \hbar\omega/c^2$ , то получим

$$E_p = \hbar\omega_p = m_p c^2, \quad E_e = \hbar\omega_e = m_e c^2, \quad E_{ph\ p,e} = \hbar(2\omega_{p,e}) = 2m_{p,e} c^2. \quad (4.32)$$

Можно сделать вывод, что наличие массы у любой элементарной частицы является следствием изменения (сжатия или разрежения) плотности возмущенного эфира внутри частицы по отношению к плотности  $\rho_0$  в его невозмущенном состоянии. Масса элементарной частицы возникает только при разделении свернутого фотона удвоенного периода на частицу и античастицу. Поэтому свернутый фотон не имеет заряда, магнитного момента и массы, но обладает энергией и импульсом, причем, как следует из (4.32), для импульса  $p_{ph}$  как линейного, так и свернутого фотона справедлива формула

$$p_{ph} = \frac{2\pi\hbar}{\lambda} = \frac{\hbar\omega_{ph}}{c} = \frac{E_{ph}}{c},$$

где  $\lambda$  – длина волны фотона. Заметим, что формула, связывающая энергию и импульс фотона, не является следствием релятивистского соотношения между энергией и импульсом частицы и не вытекает из релятивистского постулата о росте массы частицы с увеличением ее скорости. Из формул (4.32) следует также, что периметр экватора сферы элементарной частицы  $2\pi r_{p,e}$  равен длине ее волны Комптона  $2\pi\hbar/m_{p,e}c$ , а радиус шара элементарной частицы совпадает с ее комптоновским радиусом. То есть, так как масса протона примерно в 1836 раз больше массы электрона, то частота волны протона также примерно в 1836 раз больше частоты волны электрона, а радиус шара протона, наоборот, примерно в 1836 раз меньше радиуса шара электрона.

## 4.7. Квадрупольный момент протона

Как известно, экспериментальное значение электрического квадрупольного момента протона равно нулю [22]. Теоретическое значение электрического квадрупольного момента аксиально-симметричного относительно оси  $z$  ядра атома химического элемента принято вычислять по формуле

$$Q = \frac{1}{q} \int_{\Omega} (3z^2 - r^2) \sigma(r) d\Omega, \quad (4.33)$$

где  $\sigma(r)$  – плотность распределения заряда внутри объема  $\Omega$  ядра. Принято считать, что для сферически симметричного ядра  $Q = 0$ . При  $Q < 0$ , ядро считается сплюснутым вдоль оси  $z$  эллипсоидом, а при  $Q > 0$  – вытянутым вдоль оси  $z$  эллипсоидом. Вычислим теоретическое значение электрического квадрупольного момента протона, исходя из представления плотности распределения заряда протона в виде соответствующей протону полуволны заряда свернутого фотона удвоенного периода (4.9):

$$Q = \frac{1}{q} \int_0^{\pi} \int_0^{2\pi} \int_0^{r_p} \int_V (3r^2 \cos^2 \theta - r^2) \frac{\rho_0 \omega_p V_p(\theta)}{8\pi r^2} \sin(\xi/2) r^2 \sin \theta dr d\xi d\theta =$$

$$\frac{\rho_0 \omega_p}{2\pi q} \int_0^{r_p} r^2 \left[ \int_0^\pi 3 \cos^2 \theta V_p(\theta) \sin \theta d\theta - \int_0^\pi V_p(\theta) \sin \theta d\theta \right] dr =$$

$$\frac{\rho_0 \omega_p}{2\pi q} \int_0^{r_p} r^2 V_0 \left[ \left( 2a + \frac{3\pi}{8} + \frac{3\pi c_p}{8} \right) - \left( 2a + \frac{\pi}{2} \right) \right] dr = 0.$$

Из равенства нулю квадрупольного момента найдем параметр эфирной модели протона  $c_p = 1/3$ . Заметим, что плотность распределения заряда внутри элементарной частицы и, тем более, ядра атома химического элемента является сложной функцией всех переменных  $(r, \xi, \theta)$ . Поэтому представление плотности распределения заряда в виде  $\sigma(r)$  является по меньшей мере некорректным, что вызывает недоверие к вычисленным по формуле (4.33) и приведенным в различных таблицах и монографиях значениям электрических квадрупольного моментов атомных ядер.

## 4.8. Волновая модель нейтрона

Существуют две естественные природные комбинации взаимодействия волн возмущений плотности эфира внутри протона и электрона: комбинация с противоположно направленными спинами (направлениями осей распространения азимутальных волн) и комбинация с однонаправленными спинами. Покажем, что нейтрон является комбинацией взаимодействия (наложения) волн электрона и протона с однонаправленными спинами. Другой комбинацией с противоположно направленными спинами является атом водорода, структура которого будет рассмотрена в главе 5. А так как нейтральный атом любого химического элемента имеет заряженное ядро, состоящее из протонов и нейтронов и окруженное электронной оболочкой, число электронов в которой равно числу протонов ядра, то, очевидно, любой атом состоит исключительно из комбинаций протонов с электронами с однонаправленными или противоположно направленными спинами.

### 4.8.1. Структура нейтрона.

Если электрон садится на протон под воздействием электрического поля протона так, что их центры совпадают, и они имеют однонаправленные спины, то угловые скорости распространения волн возмущений эфира внутри электрона и протона должны возрасти, а их радиусы должны

уменьшиться. При этом  $\tilde{\omega}_p > \omega_p$  - угловая скорость распространения волн возмущений плотности эфира внутри сжатого протона, являющегося положительно заряженным шаром с радиусом  $\tilde{r}_p < r_p$ . А  $\tilde{\omega}_e = \omega_n \gg \omega_e$  - угловая скорость распространения волн возмущений плотности эфира внутри сжатого электрона, являющегося отрицательно заряженным шаром с радиусом  $\tilde{r}_e = r_n \ll r_e$ . Внутри шара сжатого протона эфир немного сжат, а внутри шара сжатого электрона эфир немного разрежен. Радиус сжатого электрона  $\tilde{r}_e$  будет являться радиусом полученной таким образом структуры, т.е. радиусом нейтрона  $r_n$ . При этом  $\omega_n r_n = \tilde{\omega}_p \tilde{r}_p = c$  (рис. 5). Таким образом, в нейтроне существует центральная часть (кern) радиуса  $\tilde{r}_p$ , являющаяся суперпозицией волн положительных и отрицательных зарядов, и периферийная часть (шуба) радиуса  $\tilde{r}_e = r_n$ , заряженная так же, как электрон (считаем, что отрицательно). А так как степень сжатия эфира обратно пропорциональна частоте волны, то сжатие эфира в сжатом протоне меньше чем разреженность эфира в сжатом электроне. Следовательно, эфир в ядре нейтрона также разрежен как и эфир в его шубе. В этом и состоит природное предназначение нейтронов в ядре атома - компенсировать избыточное сжатие эфира, вызванное протонами.

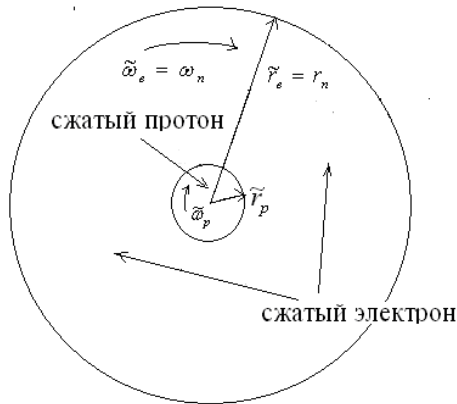


Рис.5. Схема формирования нейтрона из сжатых протона и электрона.

Так как энергия протона расходуется на сжатие электрона, частота волны возмущений плотности эфира в электроне при его сжатии протоном должна быть в резонансном соотношении с частотой волны возмущений плотности эфира в протоне. Таким образом, чтобы запустить процесс сжатия электрона протоном, электрон должен быть сначала сжат некото-

рым внешним источником энергии в  $\delta$  раз до радиуса  $\bar{r}_e$ , соответствующего резонансной частоте  $\bar{\omega}_e = c/\bar{r}_e = \omega_p/l$  протона. После этого его радиус должен уменьшиться также в целое число раз  $m = \omega_n/\bar{\omega}_e = \bar{r}_e/r_n$  таким образом, чтобы его начальный радиус также уменьшился в целое число раз  $n = \delta m$ . Таким внешним источником энергии, который обеспечивает предварительное сжатие электрона, является электронное антинейтрино, то есть возмущение плотности эфира, имеющее полуволну плотности распределения заряда в виде

$$\delta_-(r, \theta, \xi) = -\frac{\rho_0 \omega_e}{8\pi r^2} V_0 \bar{b} \sin(2\theta) \sin(\xi/2), \quad 0 \leq \xi = \omega_e - \varphi < 2\pi. \quad (4.34)$$

Такая частица имеет энергию, но не имеет заряда, магнитного момента и массы, так как соответствующие интегралы и изменение средней плотности эфира в частице равны нулю. Частицу, имеющую дополнительную положительную полуволну плотности распределения заряда назовем нейтрино. Данный подход к моделированию нейтрона описывает реакцию его естественного распада на протон, электрон и антинейтрино.

Поскольку при взаимодействии с электроном энергия антинейтрино расходуется на увеличение электронной частоты вплоть до  $\bar{\omega}_e = \delta \omega_e$ , то энергия электрона, сжатого до резонансной частоты с протоном, равна

$$\bar{E}_e = \frac{\pi^2 \rho_0^2 c \omega_e (V_e^E + \bar{V}^E)}{4} = \frac{\pi^2 \rho_0^2 c \bar{\omega}_e V_e^E}{4} = \delta E_e, \quad \bar{V}^E = V_0^2 \left( \frac{64}{105} \right) \bar{b}^2.$$

После установления резонансных частот электрона и протона образование нейтрона начинается в процессе сжатия электрона протоном. Естественно предположить, что зависящие от угла  $\theta$  компоненты радиальных осциллирующих возмущений плотности эфира в обеих частях нейтрона одинаковы и равны среднему значению (полусумме) этих компонент внутри электрона и протона, т. е.

$$V_n(\theta) = V_0 \left( a + \sin\theta + \left( \frac{c_p + c_e}{2} \right) \sin 3\theta \right) = V_0 (a + \sin\theta + c_n \sin 3\theta). \quad (4.35)$$

Это предположение означает, что на сжатие электрона расходуется энергия протона до совпадения их зависящих от угла  $\theta$  составляющих радиальных колебательных компонент. При этом частоты волн возмущений плотности эфира в обеих частях нейтрона должны также находиться в резонансном соотношении, т.е. их отношение должно быть хорошим рациональным, а лучше целым числом  $k = \bar{\omega}_p/\omega_n = r_n/\bar{r}_p$ .

### 4.8.2. Заряд и магнитный момент нейтрона.

Заряд нейтрона  $q_n$  как сумма зарядов сжатых протона и электрона равен нулю, так как

$$q_n = \int_0^\pi \int_0^{2\pi} \int_0^{\tilde{r}_p} \frac{\rho_0 \tilde{\omega}_p}{8\pi r^2} V_n(\theta) \sin(\xi/2) r^2 \sin \theta dr d\xi d\theta -$$

$$\int_0^\pi \int_0^{2\pi} \int_0^{r_n} \frac{\rho_0 \omega_n}{8\pi r^2} V_n(\theta) \sin(\xi/2) r^2 \sin \theta dr d\xi d\theta = \frac{\rho_0 c V_q}{2\pi} - \frac{\rho_0 c V_q}{2\pi} = 0.$$

Магнитный момент нейтрона вычислим как сумму магнитных моментов сжатых протона и электрона:

$$M_n = \frac{1}{2c} \int_0^\pi \int_0^{2\pi} \int_0^{\tilde{r}_p} \frac{\rho_0 \tilde{\omega}_p}{2r^2} V_n(\theta) \sin(\xi/2) \tilde{\omega}_p r \sin \theta r \sin \theta r^2 \sin \theta dr d\xi d\theta -$$

$$\frac{1}{2c} \int_0^\pi \int_0^{2\pi} \int_0^{r_n} \frac{\rho_0 \omega_n}{2r^2} V_n(\theta) \sin(\xi/2) \omega_n r \sin \theta r \sin \theta r^2 \sin \theta dr d\xi d\theta =$$

$$\frac{\rho_0 \tilde{\omega}_p^2 \tilde{r}_p^3}{3c} V_n^M - \frac{\rho_0 \omega_n^2 r_n^3}{3c} V_n^M = \frac{\rho_0 c}{3} V_n^M (\tilde{r}_p - r_n), \quad V_n^M = \int_0^\pi V_n(\theta) \sin^3 \theta d\theta.$$

В терминах ядерных магнетонов магнитный момент нейтрона равен

$$\begin{aligned} M_n &= -\frac{\rho_0 c r_n}{3} V_n^M \left(1 - \frac{1}{k}\right) = -\frac{2\pi q r_p}{3V_q} V_n^M \left(\frac{r_n}{r_p}\right) \left(1 - \frac{1}{k}\right) = \\ &= -\frac{4\pi q r_p}{3} \left(1 - \frac{1}{k}\right) \left(\frac{r_n}{r_p}\right) \frac{\pi}{8} \left(\frac{32a}{3\pi} + 3 - c_n\right) / (4a + \pi) \\ &= -\frac{q r_p}{2} \left[ \pi^2 \left(1 - \frac{1}{k}\right) \left(\frac{r_n}{r_p}\right) \left(\frac{32a}{9\pi} + 1 - \frac{c_n}{3}\right) / (4a + \pi) \right]. \end{aligned}$$

А так как  $r_n/r_p = \omega_p/\omega_n = (\tilde{r}_e/r_p)/(\tilde{r}_e/r_n) = l/m$ , то значение магнитного момента нейтрона в единицах ядерного магнетона принимает вид

$$\beta_n = -\pi^2 \left(1 - \frac{1}{k}\right) \left(\frac{l}{m}\right) \left(\frac{32a}{9\pi} + 1 - \frac{c_n}{3}\right) / (4a + \pi). \quad (4.36)$$

### 4.8.3. Энергия и масса нейтрона.

Вычислим энергию нейтрона как сумму энергий сжатых протона и электрона, используя формулы п.4.6, в которых надо заменить функции  $V_{p,e}(\theta)$  на функцию  $V_n(\theta)$ , а частоты и радиусы протона и электрона надо заменить на частоты и радиусы сжатых протона и электрона. Работа, совершаемая полями сжатого протона, равна

$$\begin{aligned} A_p(t) &= \frac{1}{8} \int_0^\pi \int_0^{2\pi} \int_0^{\tilde{r}_p} \rho_0^2 \tilde{\omega}_p^2 V_n^2(\theta) \frac{\partial}{\partial \varphi} (\varphi \sin(\tilde{\omega}_p t - \varphi)/2)^2 \sin^3 \theta dr d\varphi d\theta = \\ &= \frac{1}{2} \pi^2 \rho_0^2 \tilde{\omega}_p^2 \tilde{r}_p \sin^2 \left(\frac{\tilde{\omega}_p t}{2}\right) V_n^E, \quad V_n^E = \int_0^\pi V_n^2(\theta) \sin^3 \theta d\theta \end{aligned}$$

Работа, совершаемая полями сжатого электрона, равна

$$\begin{aligned} A_e(t) &= \frac{1}{8} \int_0^\pi \int_0^{2\pi} \int_0^{r_n} \rho_0^2 \omega_n^2 V_n^2(\theta) \frac{\partial}{\partial \varphi} (\varphi \sin(\omega_n t - \varphi)/2)^2 \sin^3 \theta dr d\varphi d\theta = \\ &= \frac{1}{2} \pi^2 \rho_0^2 \omega_n^2 r_n \sin^2 \left(\frac{\omega_n t}{2}\right) V_n^E, \quad V_n^E = \int_0^\pi V_n^2(\theta) \sin^3 \theta d\theta \end{aligned}$$

Усредняя полученные выражения по времени за периоды, найдем энергию и массу нейтрона в виде

$$E_n = \pi^2 \rho_0^2 c (\tilde{\omega}_p + \omega_n) V_n^E / 4 = \pi^2 \rho_0^2 c (k + 1) V_n^E \omega_n / 4, \quad m_n = E_n / c^2,$$

где

$$V_n^E = V_0^2 \left[ \frac{4a^2}{3} + \frac{3a\pi}{4} + \frac{16}{15} - \left( \frac{32}{35} + \frac{a\pi}{4} \right) c_n + \frac{208}{315} c_n^2 \right] = V_0^2 d_n. \quad (4.37)$$

## 4.9. Сравнение расчетов с экспериментами

Значения параметров в приведенных выше формулах эфирных моделей электрона, протона и нейтрона определим следующим образом. Массы протона, электрона и нейтрона, найденные из экспериментальных данных, имеют следующие значения в мега электронвольтах (MeV):

$$m_p^{exp} = 938.272 = l\delta m_e^{exp}, \quad m_n^{exp} = 939.5654 = (l + 1)\delta m_e^{exp}, \quad (4.38)$$

где  $m_e^{exp} = 0.511$ ,  $l$  – целое. Тогда из условия  $m\delta = n$ , где  $m, n$  – целые, найдем, что

$$l = 726, \quad m = 682, \quad n = 1725, \quad \delta = 2.529326, \quad \frac{l}{m} = \frac{r_n}{r_p} = \frac{726}{682} = \frac{33}{31}.$$

Последнее выражение  $33/31$  является отношением радиуса нейтрона  $r_n$  к радиусу протона  $r_p$ . Подставляя найденные значения  $m$  и  $\delta$  в (4.38), найдем приближенные значения масс протона и электрона, как следствие теории сжимаемого осциллирующего эфира:  $m_p = 938.342$ ,  $m_n = 939.635$ . Далее, так как энергия нейтрона является суммой энергии протона и энергии сжатого в  $\delta$  раз электрона, то

$$\begin{aligned} \frac{\pi^2 \rho_0^2 c (k + 1) V_n^\varepsilon \omega_n}{4} &= \frac{\pi^2 \rho_0^2 c (k + 1) V_n^\varepsilon m \bar{\omega}_e}{4} = \\ &= E_p + \bar{E}_e = \frac{\pi^2 \rho_0^2 c (l + 1) V^\varepsilon \bar{\omega}_e}{4}, \end{aligned}$$

откуда следует, что

$$(k + 1)md_n = (l + 1)d. \quad (4.39)$$

Тогда, зная  $l$  и  $m$  и используя (4.30) и (4.35), можно выразить значение магнитного момента  $\beta_n$  нейтрона в (4.36) в виде функции только параметров  $k$  и  $a$ . Значение постоянной тонкой структуры  $\alpha$  в (4.31), используя (4.37) и (4.39), также можно выразить в виде функции только параметров  $k$  и  $a$ . Зная экспериментальные значения магнитного момента нейтрона  $\beta_n^{exp}$  и постоянной тонкой структуры  $\alpha^{exp}$ , получим систему нелинейных уравнений для приближенного определения параметров  $k$  и  $a$ :

$$\beta_n^{exp} = -1.9131 = -\left(1 - \frac{1}{k}\right)\gamma(a), \quad \alpha^{exp} = 0.00729735 = \frac{\mu(a)}{(k+1)}. \quad (4.40)$$

Решая приближенно систему уравнений (4.40) относительно параметров  $k$  и  $a$ , найдем, что

$$a = 1/7, \quad k = 4, \quad d_n = 1.0315501, \quad d = 4.8384949,$$

и, следовательно,

$$\beta_n = -1.7993895 \frac{r_n}{r_p} = -1.9154, \quad \alpha = 0.0073128 = 1/136,7465. \quad (4.41)$$

Так как  $c_p = 1/3$ , то из (4.23) сразу находим магнитный момент протона  $\beta_p = 8\pi/9 = 2.79253$ , а из (4.30) находим  $c_e = 1.2212$ , и затем из (4.24) находим магнитный момент электрона  $\beta_e = -2.0058$ , что отличается от экспериментально найденного значения  $\beta_e = -2.0023$  менее, чем на 0,17% ([23], с.126). Постоянные  $b_e = -b_p$  в (4.11) находим из (4.28). Результаты сравнения характеристик элементарных частиц, вычисленных по формулам теории эфира, с экспериментальными данными приведены в таблице 1.

Таблица 1. Сравнение вычислений с экспериментальными данными

Величина		Эксперимент	Расчет	Ошибка
Магнитные моменты (в магнетонах Бора и ядерных магнетонах)	p	2.7927	2.79253	0.01%
	e	- 2.0023	- 2.0058	0.17%
	n	- 1.9131	- 1.9154	0.13%
Внутренняя энергия (МэВ)	p	938.272	938.342	0.0075%
	e	0.510999	0.510999	0%
	n	939. 5654	939.635	0.0075%
Постоянная тонкой структуры $\alpha$		0.00729735	0.0073128	0.2%

Заметим, что вычисленные по формулам теории эфира значения магнитных моментов электрона, протона и нейтрона отличаются от их экспериментально найденных значений менее, чем на 0.2%. В то время,

как с точки зрения современной науки эти значения являются аномальными в том смысле, что они не могут быть получены даже грубыми подгонками в рамках релятивистских и квантово - механических представлений.

Как уже было отмечено в п. 4.6, радиусы шаров протона и электрона являются их комптоновскими радиусами, и так как

$$\begin{aligned} \hbar &= 1.0546 \cdot 10^{-27} \text{Г} \cdot \text{см}^2 \cdot \text{с}^{-1}, & c &= 2.9979 \cdot 10^{10} \text{см} \cdot \text{с}^{-1}, \\ m_p/m_e &= 1836.1487, & 1\text{MeV}/c^2 &= 1.782662 \cdot 10^{-27} \text{Г}, \end{aligned}$$

то

$$r_p = \frac{\hbar}{m_p c} = \frac{1.0546}{938.342 \cdot 1.782662 \cdot 2.9979 \cdot 10^{10}} \text{см} \approx 2.103 \cdot 10^{-14} \text{см}.$$

Тогда радиус электрона равен  $r_e = 1836.1487 r_p = 3.861 \cdot 10^{-11} \text{см}$ , а радиус нейтрона равен  $r_n = 33/31 r_p = 2,238677 \cdot 10^{-14} \text{см}$ . Частоты и длины волн протона и электрона равны

$$\begin{aligned} \lambda_p &= 2\pi r_p = 1.321354 \cdot 10^{-13} \text{см}, & \omega_p &= \frac{c}{r_p} = 1,425535 \cdot 10^{24} \text{с}^{-1}, \\ \lambda_e &= 2\pi r_e = 2.4259378 \cdot 10^{-10} \text{см}, & \omega_e &= \frac{c}{r_e} = 0,7764568 \cdot 10^{21} \text{с}^{-1}. \end{aligned}$$

Оставшиеся пока неопределенными параметры  $\rho_0$  и  $V_0$  будут определены в главе 6. Формула (4.29) для постоянной Планка дает возможность вычислить их произведение

$$\rho_0 V_0 = \sqrt{\frac{4\hbar}{\pi^2 d c}} = 5.4282556 \cdot 10^{-20} \text{Г}^{1/2} \cdot \text{см}^{1/2}. \quad (4.42)$$

Заметим, что все характеристики элементарных частиц удалось определить из системы уравнений (4.2), которая получена из системы уравнений эфира (3.1), исходя из условий глобальной неподвижности эфира и отсутствия внешних сил и градиента давления в правой части. Эти условия не выполнены в развиваемой авторами работы [24] теории эфира, что вынуждает их рассматривать исключительно макроуровень физических явлений, не имея возможностей для описания микроуровня.

## Глава 5.

## Структура и спектры атома водорода

Чем больше я размышляю над физической стороной теории Шредингера, тем ужаснее она мне кажется. В.Гейзенберг

Современная теоретическая физика описывает атом водорода уравнением Шредингера – основным уравнением нерелятивистской квантовой механики

$$i\hbar \frac{\partial \psi}{\partial t} + \frac{\hbar^2}{2m_e} \Delta \psi + \frac{q^2}{r} \psi = 0, \quad (5.1)$$

где  $m_e$  - масса электрона,  $q$  - величина универсального заряда,  $-q^2/r$  - потенциальная энергия взаимодействия электрона с ядром (протоном) в атоме водорода,  $r$  - расстояние между электроном и ядром,  $\Delta$ - оператор Лапласа. При этом электрон считается точечной частицей, вращающейся вокруг ядра атома (протона). Так называемая волновая функция  $\psi$  не имеет физического смысла. Некоторый, но никак не физический смысл, имеет квадрат модуля волновой функции  $|\psi(\mathbf{r}, t)|^2$  - плотность вероятности нахождения электрона в точке с координатами  $\mathbf{r}(x, y, z)$  в момент времени  $t$ . Представление решения уравнения (5.1) в виде

$$\psi(x, y, z, t) = g(x, y, z) \exp\left(-\frac{i}{\hbar} E t\right), \quad (5.2)$$

и дальнейшее решение задачи на собственные значения для полученного относительно функции  $g(\mathbf{r})$  стационарного уравнения Шредингера, дает возможность определить некоторые дискретные уровни значений энергии:

$$E_n = -\frac{1}{n^2} \frac{m_e q^4}{2\hbar^2} = -\frac{1}{n^2} \frac{\alpha^2 m_e c^2}{2} = -\frac{\alpha^2 E_e}{2n^2}, \quad n = 1, 2, 3 \dots \quad (5.3)$$

где  $\alpha = q^2/\hbar c \approx 1/137$  - постоянная тонкой структуры,  $E_e = \hbar \omega_e$  - внутренняя энергия электрона. Разность полученных значений уровней энер-

гии удивительным образом совпадает с энергией излученного фотона при переходе атома водорода из состояния  $n$  в состояние  $m$  с меньшей (отрицательной) энергией

$$\hbar\nu = E_n - E_m = \frac{\alpha^2 E_e}{2} \left( \frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right) = R \left( \frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right), \quad n > m, \quad (5.4)$$

где  $R = \alpha^2 E_e / 2$  - постоянная Ридберга. Этот экспериментально подтвержденный факт является основным аргументом в пользу применимости физически бессмысленного уравнения Шредингера для описания атома водорода и других водородоподобных атомов. Вместе с тем уравнение Шредингера не объясняет ни структуру атома водорода, ни сущность процессов поглощения и излучения атомом фотонов, ни причины появления квадратов в знаменателях уровней энергии, ни физическую сущность самих энергетических уровней. Само уравнение не вытекает ни из каких-либо более общих физических законов и постулирует физически бессмысленное нахождение микрочастицы одновременно в различных областях пространства. Частицы считаются точечными, что неверно, а уровни энергии отрицательными, что также бессмысленно. Кроме того, как будет показано ниже, уравнение Шредингера не описывает в полной мере структуру даже простейшего атома водорода, а именно, его гидринные неизлучающие состояния.

## 5.1. Эфирная структура атома водорода.

В отличие от нейтрона атом водорода является суперпозицией волн возмущений плотности эфира внутри протона и электрона с противоположно направленными спинами. То есть центры электрона и протона в атоме водорода совпадают, а азимутальные волны сжатий-разрежений плотности эфира двигаются в них в противоположных направлениях. Это приводит к раскрутке электрона в атоме с уменьшением его энергии и увеличением радиуса. Размеры атома и его энергетические уровни определяются уровнями энергии связи протона с электроном. Поэтому, главное в понимании устройства атома водорода и всех других атомов состоит в правильном описании связи электрона с протоном в атоме, учитывая, что электрон не только не является точечным объектом, но имеет размеры примерно в 1836 раз превосходящие размеры протона, что исключает наличие в атоме электронных орбит и орбиталей.

Смысл связи протона и электрона в атоме водорода состоит в том, что их электрические поля становятся связанными при всех  $r > r_c$ , где  $r_c$  – радиус связи. При этом суммарная энергия системы протон-электрон уменьшается на величину энергии связи  $E_c$ . Связь отсутствует и частицы свободны, если радиус связи стремится к бесконечности ( $r_c \rightarrow \infty$ ). При связывании электрона с протоном происходит раскрутка электрона до радиуса связи  $r_c$  ( $r_c \gg r_e$ ) и частоты  $\omega_c$  ( $\omega_c \ll \omega_e$ ). В п.4.6 показано, что энергию  $E$  возбужденного связью шара электрона с произвольными  $\omega$  и  $r$ , включая  $\omega_c$  и  $r_c$ , можно записать в виде

$$E = \frac{\rho_0^2 \omega^2 \pi^2 r}{4} = \left(\frac{\hbar}{c}\right) \omega^2 r. \quad (5.5)$$

Для свободного электрона  $r_e \omega_e = c$  и, следовательно, энергия свободного электрона равна  $E_e = \hbar \omega_e$ . Радиус шара  $r_c$  возбужденного электрона является радиусом  $r_a$  атома водорода. Часть энергии волны возбужденного электрона в виде энергии полуволны свернутого фотона удвоенного периода идет на связывание протона с электроном в области связывания  $r > r_c$ , другая такая же часть излучается в пространство фотоном с энергией связывания  $E_c = \hbar \omega_{ph}$ . Таким образом, атом водорода в любом связанном состоянии имеет структуру двух вложенных друг в друга шаров: протона и возбужденного связью с протоном электрона, радиус которого  $r_c$  является радиусом атома (рис.6).

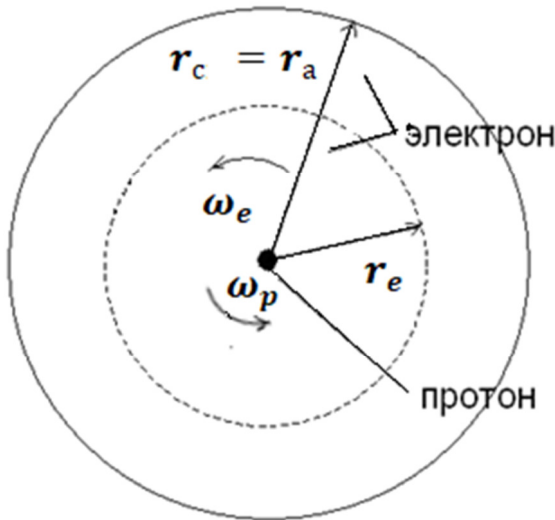


Рис. 6. Эфирная структура атома водорода.

Азимутальная волна сжатий-разрежений плотности эфира в возбужденном состоянии с протоном электроне направлена однозначно против волны поля протона, а полуволна свернутого фотона удвоенного периода может иметь одно из двух направлений: по направлению или против направления движения волны поля протона. Необходимо определить значения следующих величин: энергию возбужденного электрона  $E_e^c$ , радиус возбужденного электрона  $r_c$ , равный радиусу атома, энергию связи  $E_c$  (энергию волны излученного фотона равную энергии полуволны свернутого фотона удвоенного периода), частоту волны излученного фотона  $\omega_{ph}^c$  и угловую скорость (частоту) волны возбужденного электрона  $\omega_c$ , что даст возможность полностью описать энергетические, частотные и пространственные характеристики атома водорода

## 5.2. Энергия связи протона и электрона.

Вычислим энергию связи протона и электрона в атоме водорода, воспользовавшись известной формулой

$$E_c = \frac{1}{2} \iiint_{r>r_c} \delta\varphi dV, \quad (5.6)$$

где  $\delta$  - плотность распределения заряда электрона при  $r > r_c$ ,  $\varphi = q/r$  - потенциал поля протона в этой области пространства. Коэффициент  $1/2$  в (5.6) появляется из-за равенства связей вида  $q_i(q_j/r) = q_j(q_i/r)$ . Плотность распределения заряда электрона определим по формуле (4.7) для функций  $W = c\sin\theta$ ,  $V = V(r)$  и  $\rho(t, r, \theta, \varphi)$ , заданных формулами (4.16) вне шара электрона при  $r > r_e$ , используя формулу примера 4 (П) для выражения дивергенции в сферической системе координат:

$$\begin{aligned} \delta &= \frac{1}{4\pi} \left( \nabla \cdot \left( V \frac{\partial(\rho W)}{\partial r} \mathbf{i}_\varphi \right) \right) = \frac{c}{4\pi r} \frac{\partial}{\partial \varphi} \left( \frac{r_0 \rho_0 V(\theta)}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left( \cos \left( \frac{\omega t - r\varphi/r_0}{2} \right) \right) \right) \\ &= \frac{c\rho_0 V(\theta)}{8\pi r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left( \sin \left( \frac{\omega t - r\varphi/r_0}{2} \right) \right) = \nabla \cdot \left( \frac{c\rho_0 V(\theta)}{8\pi r^2} \sin \left( \frac{\xi}{2} \right) \mathbf{i}_r \right) = (\nabla \cdot \mathbf{E}) \end{aligned}$$

Тогда, как следует из формулы (П 7) и теоремы Гаусса,

$$E_c = \frac{1}{2} \iiint_{r>r_c} \varphi(\nabla \cdot \mathbf{E}) dV = \frac{1}{2} \iiint_{r>r_c} (\nabla \cdot \varphi \mathbf{E}) dV - \frac{1}{2} \iiint_{r>r_c} \mathbf{E} \cdot (\nabla \varphi) dV =$$

$$\frac{1}{2} \oiint_S \varphi \mathbf{E} dS - \frac{1}{2} \iiint_{r>r_c} \mathbf{E} \cdot (\nabla \varphi) dV \approx -\frac{1}{2} \iiint_{r>r_c} \mathbf{E} \cdot (\nabla \varphi) dV,$$

так как интегралом по поверхности шара радиуса  $r = r_c$  можно пренебречь вследствие того, что  $S \sim r^2$ , а  $\varphi \mathbf{E} \sim r^{-3}$ . Следовательно,

$$E_c = \frac{1}{16\pi} \int_0^\pi \int_0^{2\pi} \int_{r_{CB}}^\infty \frac{c\rho_0 V(\theta)}{r^2} \sin\left(\frac{\xi}{2}\right) \frac{q}{r^2} (\mathbf{i}_r \cdot \mathbf{i}_r) r^2 \sin\theta dr d\xi d\theta =$$

$$= \frac{c\rho_0 q}{4\pi} \int_0^\pi V(\theta) \sin\theta d\theta \int_{r_c}^\infty \frac{dr}{r^2} = \frac{c\rho_0 q V_q}{4\pi r_c} = \frac{q^2}{2r_c}, \quad (5.7)$$

так как  $q = \rho_0 c V_q / 2\pi$  (см. (4.10)). В результате приходим к уравнению энергии связи протона с электроном в любом состоянии атома водорода

$$E_c = \hbar \omega_{ph}^c = \frac{q^2}{2r_c}. \quad (5.8)$$

Чем меньше энергия связи, тем больше размер атома. Конкретные значения величин  $E_c$ ,  $r_c$ ,  $E_e^c$ ,  $\omega_c$  и  $\omega_{ph}^c$  зависят от состояния, в котором находится атом водорода.

### 5.3. Основное состояние атома водорода.

Обозначим энергию связи, энергию возбужденного электрона, радиус связи (радиус атома) и частоту связи в основном устойчивом состоянии атома водорода через  $E_1$ ,  $E_e^1$ ,  $r_1$  и  $\omega_1$ . Частота  $\omega_{ph}^c$  в любом состоянии атома однозначно определяется формулой  $E_c = \hbar \omega_{ph}^c$ . Пусть энергия возбужденного электрона в основном состоянии атома водорода уменьшилась в  $\alpha$  раз по сравнению с энергией свободного электрона, где  $\alpha \ll 1$  - подлежащая определению постоянная. Естественно предположить, что в основном устойчивом состоянии  $\omega_1 r_1 = c$ , то есть возбуж

денный электрон в основном состоянии сохраняет угловую скорость  $\omega_1$  азимутальной волны до  $r \leq r_1$ , а линейная скорость азимутальной волны равна  $c \sin \theta$  при  $r > r_1$ . Тогда из (5.5) находим, что

$$E_e^1 = \hbar \omega_1 = \alpha \hbar \omega_e = \left(\frac{\hbar}{c}\right) (\alpha \omega_e)^2 \frac{r_e}{\alpha}, \quad (5.9)$$

откуда следует, что

$$\omega_1 = \alpha \omega_e, \quad r_1 = \frac{r_e}{\alpha}.$$

Будем считать, что в основном состоянии в атоме водорода вместе с законом сохранения энергии должен также выполняться и закон сохранения импульса. Тогда импульс  $p_c$ , потерянный системой протон-электрон и переданный электроном излученному фотону, должен равняться импульсу  $p_e$ , приобретенному системой протон-электрон и переданному возбужденному электрону областью связывания протона с электроном при  $r > r_1$ , то есть импульсу пакета световых волн возбужденного электрона в области связывания. Энергия, переданная электроном излученному фотону равна энергии связи  $E_1$ . Тогда, как следует из (5.8),

$$p_c^2 = 2m_e E_1 = 2m_e \frac{q^2}{2r_1} = \frac{m_e \alpha q^2}{r_e} = \frac{\hbar \omega_e \alpha q^2}{c^2 r_e} = \frac{\hbar^2 \omega_e^2 \alpha q^2}{c^2 \hbar c}. \quad (5.10)$$

Найдем энергию  $E$  пакета световых волн возбужденного электрона в области связывания при  $r > r_c$ . Энергия шара возбужденного электрона равна  $E_e^c$ . Вне шара при каждом  $r > r_c$  волна возбужденного электрона движется с постоянной линейной скоростью  $c \sin \theta$ , то есть  $\omega(r)r = c$ . Разобьем полуось  $r_c < r < \infty$  на интервалы  $\Delta r = r_{k+1} - r_k$ ,  $r_0 = r_c$ . На каждом интервале  $\Delta r$  будем приближенно считать, что линейная скорость движения волны равна  $W_k = \omega_k r \sin \theta$ , где  $\omega_k = c/r_{k+1}$ ,  $r_k < r < r_{k+1}$ . Энергию  $E_k$   $k$ -го слоя вычислим по стандартной формуле

$$E_k = \left(\frac{\hbar}{c}\right) \omega_k^2 (r_{k+1} - r_k).$$

Суммируя энергии всех слоев и переходя к пределу при  $\Delta r \rightarrow 0$ , получим

$$E = \lim_{\Delta r \rightarrow 0} \sum_{k=0}^{\infty} \left(\frac{\hbar}{c}\right) \omega_k^2 (r_{k+1} - r_k) = \hbar \int_{r_c}^{\infty} \frac{\omega^2(r)}{c} dr = \hbar \int_{r_c}^{\infty} \frac{c}{r^2} dr = \hbar \frac{c}{r_c}.$$

Следовательно, так как в основном состоянии  $r_c \omega_c = r_1 \omega_1 = c$ , то импульс пакета световых волн возбужденного электрона при  $r_1 < r < \infty$  равен  $p_e = E/c = \hbar \omega_1/c$ . Приравнявая  $p_e = p_c$ , получим

$$p_e = \frac{\hbar \omega_1}{c} = \frac{\hbar \alpha \omega_e}{c} = p_c = \sqrt{\frac{\hbar^2 \omega_e^2 \alpha q^2}{c^2} \frac{\alpha q^2}{\hbar c}} = \frac{\hbar \omega_e}{c} \sqrt{\frac{\alpha q^2}{\hbar c}}. \quad (5.11)$$

Из (5.11) находим, что коэффициент  $\alpha$  является постоянной тонкой структуры

$$\alpha = \frac{q^2}{\hbar c}. \quad (5.12)$$

Таким образом, физический смысл постоянной тонкой структуры  $\alpha$  состоит в отношении энергии возбужденного связью с протоном электрона, образующего атом водорода в его устойчивом состоянии, к энергии свободного электрона.

Подставляя найденное значение радиуса связи  $r_1 = r_e/\alpha$  в (5.8) и учитывая (5.12), получим значение энергии связи  $E_1$  атома водорода в основном устойчивом состоянии, равное энергии ионизации атома

$$E_1 = \frac{\alpha q^2}{2r_e} = \frac{\hbar \alpha^2 \omega_e}{2} = \frac{\alpha^2 E_e}{2} \approx 13.6 \text{ эВ}, \quad r_a = \frac{r_e}{\alpha} \approx 52.8 \cdot 10^{-10} \text{ см}. \quad (5.13)$$

Атом водорода при этом становится состоящим из двух шаров: шара протона и шара возбужденного электрона, имеющего частоту связи  $\omega_1 = \alpha \omega_e$ , энергию  $E_e^1 = \alpha \hbar \omega_e$  и радиус связи  $r_1 = r_a = r_e/\alpha$ . Энергия связи  $E_1 = \hbar \omega_{ph}^1$  переходит в энергию шара полуволны свернутого фотона удвоенного периода, имеющего радиус  $r_{ph} = c/\omega_{ph}^1 = \hbar c/E_1 = 2r_e/\alpha^2$ .

## 5.4. Возбужденные состояния атома водорода.

Перепишем уравнение связи (5.8) для энергии связи  $E_1$  в виде

$$E_1 = \hbar \omega_{ph}^1 = \frac{\hbar \alpha^2 \omega_e}{2} = \frac{1}{2} \left( \frac{\hbar}{c} \right) \omega_1^2 r_e = \frac{q^2}{2r_1}. \quad (5.14)$$

Энергия связи является энергией полуволны свернутого фотона удвоенного периода. Следовательно, родившийся в основном состоянии сверну-

тый фотон удвоенного периода имеет энергию  $2E_1 = \hbar\alpha^2\omega_e$ . Возбужденным состояниям атома водорода с меньшей энергией связи  $E_n$  соответствуют состояния возбужденного электрона, в которых угловые скорости волн сжатий-разрежений плотности эфира по углу  $\varphi$  вступают в резонанс с угловой скоростью волны в основном состоянии, т.е.

$$\omega_n = \frac{\omega_1}{n} = \left(\frac{\alpha}{n}\right)\omega_e. \quad (5.15)$$

При этом, как следует из (5.14), рождается свернутый фотон удвоенного периода с энергией

$$2E_n = \left(\frac{\hbar}{c}\right)\omega_n^2 r_e = \left(\frac{\hbar}{c}\right)\left(\left(\frac{\alpha}{n}\right)\omega_e\right)^2 r_e = \frac{q^2}{r_n}. \quad (5.16)$$

Из (5.16) находим энергию связи  $E_n$  и радиус связи  $r_n$ , равный радиусу электрона и радиусу атома водорода  $r_a$  в  $n$ -ом возбужденном состоянии

$$E_n = \frac{\alpha^2 E_e}{2n^2} = \frac{E_e}{2} \left(\frac{\alpha}{n}\right)^2 = \hbar \left(\frac{\alpha^2 \omega_e}{2n^2}\right) = \hbar \omega_{ph}^n, \quad r_n = r_a = r_e \alpha \left(\frac{n}{\alpha}\right)^2. \quad (5.17)$$

Следовательно, при переходе атома водорода на более высокий уровень возбуждения с меньшей энергией связи и большим радиусом атома требуется затратить дополнительную энергию, а при переходе атома водорода на более низкий уровень возбуждения с большей энергией связи и меньшим радиусом атома происходит высвобождение определенного количества энергии. Этот процесс поглощения-излучения фотонов атомом водорода описывается, очевидно, формулами

$$\hbar\omega = E_m - E_n = \frac{\alpha^2 E_e}{2} \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2}\right) = R \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2}\right), \quad n > m, \quad (5.18)$$

с положительными значениями энергий связи  $E_n > 0$  и с заменой в (5.4)  $E_n - E_m$  на  $E_m - E_n$ . Заметим, что все возбужденные состояния атома водорода являются неустойчивыми состояниями, так как в них не выполняется закон сохранения импульса, т.е. для любого  $n > 1$

$$p_e = \left(\frac{\hbar c}{r_n}\right) \frac{1}{c} = \frac{\hbar}{r_n} = \frac{\hbar}{r_1 n^2} < p_c = \sqrt{2m_e E_n} = \frac{\hbar}{r_1 n}.$$

Поэтому, находясь в возбужденном состоянии, атом водорода стремится перейти в устойчивое основное состояние, что сопровождается увеличением энергии связи посредством излучением фотона в соответствии с формулой (5.18). Атом водорода в возбужденном состоянии становится состоящим из двух шаров: шара протона и шара возбужденного электрона, имеющего частоту связи  $\omega_n = \alpha\omega_e/n$  и радиус связи  $r_n = r_e n^2/\alpha$ . Энергия связи  $E_n = \hbar\omega_{ph}^n$  переходит в энергию шара полуволны свернутого фотона удвоенного периода, имеющего радиус  $r_{ph} = c/\omega_{ph}^n = c\hbar/E_n = r_e(2n^2/\alpha^2)$ . При этом энергия возбужденного электрона сохраняется и равна

$$E_e^n = \left(\frac{\hbar}{c}\right) \omega_n^2 r_n = \left(\frac{\hbar}{c}\right) \left(\frac{\alpha\omega_e}{n}\right)^2 \frac{r_e}{\alpha} n^2 = \alpha\hbar\omega_e. \quad (5.19)$$

## 5.5. Гидринные состояния атома водорода.

Очевидно, что угловые скорости волн сжатий-растяжений плотности эфира в возбужденных электронах могут вступать в резонанс с угловой скоростью волны электрона в основном состоянии не только, когда  $\omega_n = \omega_1/n$ , но и когда  $\omega_n = n\omega_1 = n\alpha\omega_e$ . Такие состояния атома водорода называются гидринными состояниями. Энергии связи  $E_n$  и радиусы связи  $r_n$  (радиусы атома) в гидринных состояниях находятся подстановкой  $\omega_n = n\alpha\omega_e$  в уравнение (5.16)

$$2E_n = \left(\frac{\hbar}{c}\right) \omega_n^2 r_e = \left(\frac{\hbar}{c}\right) (n\alpha\omega_e)^2 r_e = \frac{q^2}{r_n}. \quad (5.20)$$

Из (5.20) находим,

$$E_n = \frac{n^2\alpha^2 E_e}{2} = n^2 E_1 = \hbar \frac{n^2\alpha^2\omega_e}{2} = \hbar\omega_{ph}^n, \quad r_n = r_a = \frac{r_e}{\alpha n^2} = \frac{r_1}{n^2} > r_e. \quad (5.21)$$

Переход атома водорода в гидринное состояние с меньшим радиусом возбужденного электрона и большей энергией связи должен сопровождаться уменьшением энергии атома водорода и, следовательно, высвобождением энергии во внешнюю среду. Однако, это не может быть излучением фотонов, так как в гидринном состоянии также не выполняется закон сохранения импульса, т.е. для любого  $n > 1$

$$p_e = \left(\frac{\hbar c}{r_n}\right) \frac{1}{c} = \frac{\hbar}{r_n} = \frac{\hbar n^2}{r_1} > p_c = \sqrt{2m_e E_n} = \frac{\hbar n}{r_1}.$$

и, следовательно, для атома водорода, находящегося в неустойчивом гидринном состоянии, естественным должен быть процесс поглощения фотона и переход в устойчивое основное состояние. Таким образом, если и существует возможность перехода атома водорода в гидринное состояние (например, при участии катализаторов, как предполагается в [25]), то механизм этого перехода остается пока неясным. Вполне вероятно, что наличие темной материи во Вселенной можно объяснить ее нахождением в виде атомов водорода в гидринном неизлучающем (поглощающем) состоянии. Тем более, что атом водорода наряду с нейтроном является простейшей структурой материи, образованной суперпозицией волн элементарных структур материи: протона и электрона. Заметим также, что атом водорода во всех гидринных возбужденных состояниях становится состоящим из двух шаров: шара протона и шара возбужденного электрона, имеющего частоту связи  $\omega_n = \alpha\omega_e n$  и радиус связи  $r_n = r_e/(an^2)$ . Энергия связи  $E_n = \hbar\omega_{ph}^n$  переходит в энергию шара полуволны свернутого фотона удвоенного периода, имеющего радиус  $r_{ph} = c/\omega_{ph}^n = c\hbar/E_n = r_e(2/n^2\alpha^2)$ . При этом энергия возбужденного электрона также сохраняется

$$E_e^n = \left(\frac{\hbar}{c}\right) \omega_n^2 r_n = \left(\frac{\hbar}{c}\right) (n\alpha\omega_e)^2 \frac{r_e}{an^2} = \hbar\alpha\omega_e.$$

## 5.6. Объяснение опытов Штерна-Герлаха, Эйнштейна-де Гааза и Зеемана.

Опыты, поставленные Штерном и Герлахом в 1922 г., показали, что узкий пучок атомов водорода под действием магнитного поля расщепляется на два пучка, одинаково отклоняющиеся в противоположные стороны и расположенные симметрично относительно пучка в отсутствие магнитного поля. В современной квантовой механике опыты Штерна и Герлаха объясняются наличием у электрона собственного механического момента импульса (спина), причем утверждается, что спин электрона – исключительно квантовая величина, не имеющая классического аналога. Последнее утверждение, очевидно, не соответствует действительности. В рассматриваемой нами теории сжимаемого осциллирующего эфира, основанной на законах классической механики Ньютона, спины электрона и протона существуют и направлены вдоль оси движения волн сжатий –

разрежений плотности эфира внутри частиц. Существуют также собственные магнитные моменты электрона, протона и нейтрона, причем магнитный момент электрона равен практически двум магнетонам Бора ( $2.0023\mu_B$ ) что соответствует результатам экспериментов Эйнштейна - де Гааза (см.[23]). Но нет орбитального движения электрона и, следовательно, у электрона нет орбитального момента. Поэтому неудивительно, что наблюдаемое в экспериментах Штерна-Герлаха расщепление атомарного пучка не связано с орбитальным движением электрона, а связано исключительно с существованием у электрона собственного магнитного момента. В этом случае на магнитный момент электрона в неоднородном магнитном поле будет действовать сила, направленная вдоль градиента магнитного поля

$$F_z = \mu_z \frac{\partial B}{\partial z},$$

где первый множитель – это проекция магнитного момента электрона на направление градиента внешнего неоднородного магнитного поля с индукцией  $B$ . То, что исходный пучок водородных атомов расщепляется на две части, является естественным следствием существования только двух проекций  $\pm\mu_z$  магнитного момента электрона (спин электрона направлен по градиенту поля или противоположно ему).

Эффектом Зеемана называется расщепление энергетических уровней атомов в магнитном поле, приводящее к расщеплению спектральных линий в спектрах атомов. Различают простой (нормальный) и аномальный эффекты Зеемана. В случае простого эффекта энергия связи возбужденного состояния атома водорода (без учета его тонкой структуры) состоит из энергии связи протона с электроном (5.17) и энергии связи магнитного момента электрона с постоянным внешним магнитным полем с индукцией  $\mathbf{B}$ , являющейся следствием воздействия силы Лоренца на распределенный в шаре электрона заряд. Плотность силы Лоренца равна  $\delta(\omega_e r \mathbf{i}_\varphi \times \mathbf{B})/c$ , где  $\delta$  – плотность заряда электрона, а единичный вектор  $\mathbf{i}_\varphi$  направлен по движению азимутальной волны электрона вокруг его оси. Направление оси электрона является направлением его спина. Для электронов, спин которых направлен перпендикулярно магнитному полю, сила Лоренца интегрально за оборот волны электрона вокруг оси равна нулю для любого  $0 < r \leq r_e$ , поэтому для таких электронов энергия связи и частота излучения равны энергии связи  $E_n$  (5.17) и частоте связи  $\omega_n$  (5.15) возбужденного связью с протоном электрона. Для электронов, ось которых направлена вдоль магнитного поля или противоположно направлению магнитного поля, сила Лоренца в любой точке электрона с координатами  $(r, \theta, \varphi)$  направлена по радиусу либо от центра частицы, либо к ее центру. Это приводит либо к растяжению, либо к сжатию электрона и, следова-

тельно, либо к уменьшению, либо к увеличению частоты его волны, то есть к появлению двух новых частот  $\omega_n - \Delta\omega$  и  $\omega_n + \Delta\omega$ . В этом случае действие магнитного поля на электрон направлено по радиусу электрона  $(\mathbf{i}_\varphi \times \mathbf{B}) = \pm B\mathbf{i}_r$ . Энергию связи  $U$ , соответствующую частоте  $\Delta\omega$ , найдем по формуле (5.6), в которой плотность заряда электрона выражается формулой (см. п.4.3)

$$\delta_e(r, \theta, \xi) = -\frac{\omega_e \rho_0}{8\pi r^2} V_e(\theta) \sin(\xi/2), \quad 0 \leq \xi = (\omega_e t - \varphi) < 2\pi,$$

$\varphi$  – скалярный потенциал поля  $B\mathbf{i}_r$ , то есть  $\nabla\varphi = B\mathbf{i}_r$  или  $\varphi = Br$ , а интегрирование ведется по шару электрона, причем в этом случае коэффициент  $1/2$  в формуле (5.6) отсутствует. Следовательно,

$$U = \hbar\Delta\omega = -\int_0^\pi \int_0^{2\pi} \int_0^{r_e} \frac{\omega_e \rho_0}{8\pi r^2} V_e(\theta) \sin(\xi/2) (-Br) r^2 \sin\theta dr d\xi d\theta =$$

$$\int_0^\pi \int_0^{2\pi} \int_0^{r_e} \frac{\omega_e \rho_0}{8\pi} V_e(\theta) \sin(\xi/2) Br \sin\theta dr d\xi d\theta = \frac{c\rho_0 r_e B V_q}{4\pi} = \frac{q r_e B}{2} = \mu_B B,$$

где  $\mu_B = q r_e / 2$  – магнетон Бора (см. (4.21)). Таким образом, в спектре излучения атома водорода появляется триплет Зеемана с частотами  $\omega_n - \Delta\omega$ ,  $\omega_n$ ,  $\omega_n + \Delta\omega$ , где  $\hbar\Delta\omega = \mu_B B$ . А так как вероятность нахождения атома водорода в положении со спином, перпендикулярным внешнему полю, в два раза больше, чем каждая из вероятностей нахождения атома в одном из положений со спином, параллельным внешнему полю, то интенсивность средней линии с частотой  $\omega_n$  в два раза сильнее, чем интенсивности крайних линий, равные между собой.

## 5.7. Тонкая структура атома водорода.

Под тонкой структурой понимается расщепление энергетических уровней  $E_n$  возбужденных состояний атома водорода (5.17), при котором каждое значение энергетического уровня содержит реально две малые положительные добавки. Современная физическая наука трактует расщепление энергетических уровней как следствие двух релятивистских факторов: зависимости массы электрона от его скорости при движении вокруг атомного ядра и спин-орбитального взаимодействия магнитного

момента электрона с магнитным полем, индуцированным его орбитальным движением. Считается, что первый фактор приводит к наличию у каждого энергетического уровня так называемой релятивистской добавки, вытекающей из релятивистского соотношения между энергией и импульсом, которое, в свою очередь, следует из релятивистского закона зависимости массы от скорости. Второй фактор приводит к расщеплению этой добавки. Оба фактора при разложении добавки по степеням  $\alpha$  в пренебрежении членами порядка  $\alpha^4$  и более описываются формулой Зоммерфельда-Дирака [26,27]

$$E_n = \frac{\alpha^2 E_e}{2n^2} \left( 1 + \frac{\alpha^2}{n^2} \left( \frac{n}{j + 1/2} - \frac{3}{4} \right) \right). \quad (5.22)$$

Согласно современной квантово-механической теории атома состояние электрона в атоме может быть задано набором из четырех квантовых чисел,  $n, l, j, m_j$ , где  $n$  – главное квантовое число,  $l$  – орбитальное квантовое число,  $l = 0, 1, \dots, n - 1$ ;  $j$  – внутреннее квантовое число,  $j = l \pm 1/2$ ;  $m_j$  – магнитное квантовое число. Так как  $j = 1/2$  при  $l = 0$ , то в соответствии с формулой (5.22) основной уровень разложения не расщепляется, а все остальные уровни разложения с  $0 < l < n$  расщепляются на два подуровня, причем подуровни с  $j = l + 1/2$  и  $j = (l + 1) - 1/2$  совпадают. Следовательно, в соответствии с формулой (5.22) каждый энергетический терм с главным квантовым числом  $n$  должен расщепляться на  $n$  различных подуровней. Полная экспериментальная проверка справедливости формулы (5.22) для больших  $n$  и  $l$  затруднена из-за малых значений измеряемых величин. Поэтому, главным доказательством как справедливости формулы (5.22), так и вообще справедливости релятивистских и квантово-механических представлений о строении атома является хорошее совпадение с экспериментальными данными разности значений двух расщепленных подуровней серии Лаймана при  $n = 2$  ( $j = 1/2, j = 3/2$ ):

$$\nu_2 = \frac{(E_{2,1/2} - E_{2,3/2})}{2\pi\hbar c} = \frac{\alpha^4 E_e}{2(2\pi\hbar c)} \frac{1}{2^4} = \left( \frac{R}{2\pi\hbar c} \right) \frac{\alpha^2}{16} = 0.3654 \text{ см}^{-1}. \quad (5.23)$$

Эксперименты, проведенные М.Майкельсоном в 1887 году [28] и Ф. Пашеном в 1927 году [29] дали следующие результаты:  $\nu_2 = 0.32 \text{ см}^{-1}$  и  $0.358 < \nu_2 < 0.363 \text{ см}^{-1}$ .

В рассматриваемой нами теории сжимаемого осциллирующего эфира отсутствуют как релятивистские, так и квантово-механические представления о строении атома, отсутствуют также орбитали и вообще

какое-либо орбитальное движение электрона вокруг ядра. Структура электрона в атоме водорода описывается уровнями энергии связи электрона с электрическим полем протона и радиусами связи шаров его возбужденных состояний, главные члены которых описываются формулой (5.17). Найдем энергетические добавки к главным членам, определяющие как тонкую структуру атома водорода, так и расщепление его энергетических уровней. Из формул (5.17) и (5.19) следует, что шар электрона с энергией  $E_e = \hbar\omega_e$  при связывании с протоном порождает в  $n$  – ом возбужденном состоянии шар свернутого фотона удвоенного периода, полуфотон которого, имеющий положительный заряд, энергию связи  $E_{n1}$  и радиус связи  $r_{n1}$

$$E_{n1} = \frac{\hbar}{2} \left( \frac{\alpha^2}{n^2} \right) \omega_e = \hbar\omega_{ph,1}^n, \quad r_{n1} = r_a = r_e \alpha \left( \frac{n^2}{\alpha^2} \right), \quad \omega_{ph,1}^n r_{n1} = \frac{\alpha c}{2},$$

излучается в пространство. Второй такой же, но отрицательно заряженный полуфотон, формирует добавочную энергию  $E_{n1}$  к  $n$  – ому возбужденному состоянию электрона. Соответственно, этот отрицательно заряженный полуфотон также связывается с полем протона, порождая шар свернутого фотона удвоенного периода, разделяющийся на два полуфотона с энергией связи  $E_{n2}$  каждый

$$E_{n2} = \frac{\hbar}{2} \left( \frac{\alpha^2}{n^2} \right)^2 \omega_e = \hbar\omega_{ph,2}^n, \quad (5.24)$$

и радиусом связи  $r_{n2}$ , определяемым в соответствии с формулой (5.8)

$$r_{n2} = \frac{q^2}{2E_{n2}} = \frac{\alpha\hbar c}{\hbar\omega_e} \left( \frac{n^2}{\alpha^2} \right)^2 = r_e \alpha \left( \frac{n^2}{\alpha^2} \right)^2, \quad \omega_{ph,2}^n r_{n2} = \frac{\alpha c}{2}, \quad (5.25)$$

Полуфотон, имеющий положительный заряд, излучается, формируя добавку энергии к главному члену  $n$  – ого термина энергии связи в (5.17)

$$E_n = E_{n1} + E_{n2} = \frac{E_e}{2} \left( \frac{\alpha^2}{n^2} \right) + \frac{E_e}{2} \left( \frac{\alpha^2}{n^2} \right)^2, \quad (5.26)$$

а второй полуфотон, имеющий отрицательный заряд, формирует такую же добавочную энергию  $E_{n2}$  к энергии возбужденного электрона. Продолжая рассмотренный выше процесс формирования энергетических добавок, получим, что полная энергия  $n$  – ого уровня связи электростатического

поля электрона с электростатическим полем протона в атоме водорода может быть представлена в виде ряда

$$E_n = \sum_{k=1}^{\infty} E_{nk} = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{E_e}{2} \left( \frac{\alpha^2}{n^2} \right)^k = \frac{E_e \alpha^2}{2n^2} \left( 1 + \frac{\alpha^2}{n^2} + \frac{\alpha^4}{n^4} + \dots \right), \quad (5.27)$$

причем шар полуфотона с энергией  $E_{nk}$  имеет радиус связи

$$r_{nk} = \alpha r_e \left( \frac{n^2}{\alpha^2} \right)^k, \quad \omega_{ph,k}^n r_{nk} = \frac{\alpha c}{2}.$$

Положительно заряженные полуфотоны с энергией  $E_{nk}$  излучаются в пространство, а отрицательно заряженные полуфотоны остаются в атоме, формируя каждый свое электростатическое поле в области пространства  $r > r_{nk}$ .

Кроме электростатического поля с напряженностью  $\mathbf{E} = -(q/r^2)\mathbf{i}_r$  протон обладает также магнитным полем, созданным движением азимутальных волн вне радиуса его шара. В соответствии с формулой

$$\mathbf{B} = \frac{1}{c} (\mathbf{E} \times \mathbf{u}),$$

где  $\mathbf{u} = c\mathbf{i}_\varphi$  – скорость движения азимутальных волн протона, равная скорости света  $c$  вне радиуса шара протона, индукция магнитного поля протона также равна  $B = q/r^2$  и направлена по  $\mathbf{i}_\theta$ . Так как шары свернутых фотонов удвоенного периода, формирующие главные члены энергетических уровней в (5.27), имеют однозначное направление движения азимутальных волн, совпадающее с движением азимутальных волн в электроне, то естественно предположить, что связь этих свернутых фотонов в магнитном поле протона отсутствует или уже учтена в выражениях для главных членов. В основном состоянии электрона при  $n = 1$  шары  $1k$ -тых фотонов удвоенного периода имеют направления азимутальных волн, совпадающие с направлением их движения в электроне (против волн протона). Поэтому вектор силы Лоренца, с которой магнитное поле протона воздействует на распределенный заряд свернутого фотона, направлена по радиусу от центра атома. Это ведет к уменьшению частоты энергетической добавки на величину  $\Delta\omega_{1k}$ . Во всех остальных случаях при  $n > 1$  и  $k > 1$  спин свернутого фотона удвоенного периода может быть направлен либо по спине протона, либо против спина протона. Это приводит к расщеплению  $nk$ -ого энергетического уровня в (5.27) на два

подуровня  $E_{nk} \pm \hbar\Delta\omega_{nk}$ . Величину расщепления  $U = \hbar\Delta\omega_{nk}$  найдем по формуле, аналогичной формуле (5.6)

$$U = \hbar\Delta\omega_{nk} = \frac{1}{2} \iiint_{r>r_{nk}} \delta\varphi dV, \quad (5.28)$$

где  $\delta$  - плотность распределения заряда свернутого фотона удвоенного периода при  $r > r_{nk}$ , а  $\varphi = q/r$  - скалярный потенциал магнитного поля протона в этой области пространства. Прделав вычисления аналогично тому, как это было сделано в п.5.2, найдем, что

$$U = \hbar\Delta\omega_{nk} = \frac{1}{16\pi} \int_0^\pi \int_0^{2\pi} \int_{r_{nk}}^\infty \frac{c\rho_0 V_e(\theta)}{r^2} \sin\left(\frac{\xi}{2}\right) \frac{q}{r^2} r^2 \sin\theta dr d\xi d\theta =$$

$$\frac{c\rho_0 q}{4\pi} \int_0^\pi V_e(\theta) \sin\theta d\theta \int_{r_{nk}}^\infty \frac{dr}{r^2} = \frac{c\rho_0 q V_q}{4\pi r_{nk}} = \frac{q^2}{2r_{nk}} = \frac{\hbar\omega_e}{2} \left(\frac{\alpha^2}{n^2}\right)^k = E_{nk}. \quad (5.29)$$

Следовательно, энергия связи каждого  $nk$  - ого полуфотона с магнитным полем протона равна половине энергии (5.29), то есть  $E_{nk}/2$ . В результате формула (5.27) с учетом расщепления добавочных энергетических уровней вследствие связи электрона не только с электростатическим, но и с магнитным полем протона принимает вид

$$E_n = \frac{E_e \alpha^2}{2n^2} \left( 1 + \frac{\alpha^2}{n^2} \left(1 \pm \frac{1}{2}\right) + \frac{\alpha^4}{n^4} \left(1 \pm \frac{1}{2}\right) + \dots \right), \quad (5.30)$$

где при  $n = 1$  надо рассматривать только члены со знаком «-». При  $n = 2$ , пренебрегая в (5.30) добавочными членами порядка  $\alpha^4$  и выше, получим

$$E_n = \frac{E_e \alpha^2}{2n^2} \left( 1 + \frac{\alpha^2}{n^2} \left(1 \pm \frac{1}{2}\right) \right) = \frac{R}{4} \left( 1 + \frac{\alpha^2}{4} \left(1 \pm \frac{1}{2}\right) \right), \quad (5.31)$$

что дает разность значений двух расщепленных подуровней серии Лаймана при  $n = 2$  :

$$\nu_2 = \frac{(E_{2+} - E_{2-})}{2\pi\hbar c} = \frac{\alpha^4 E_e}{2(2\pi\hbar c)} \frac{1}{2^4} = \left( \frac{R}{2\pi\hbar c} \right) \frac{\alpha^2}{16} = 0.3654 \text{ см}^{-1}. \quad (5.32)$$

Полученное значение совпадает с экспериментально проверенным значением, вычисленным по формуле Зоммерфельда-Дирака (5.22), однако формула (5.31) немного отличается от формулы (5.22) значениями энергетических добавок при  $n = 1$ . Это требует дальнейшей экспериментальной проверки. Несомненным преимуществом формулы (5.31) является то, что она получена без противоречащих здравому смыслу релятивистских домыслов о зависимости массы от скорости и квантовых измышлений о строении электрона и атома водорода, а расщепление является следствием не электрических, а магнитных взаимодействий. Масса электрона, конечно, может меняться, но только в зависимости от изменения его радиуса и частоты образующих его колебаний плотности эфира.

## Глава 6.

---

# Гравитация.

Задачу тяготения и задачи всей энергетики нельзя представить реально решёнными без реального понимания эфира как мировой среды, передающей энергию на расстояниях. Д. И. Менделеев

Гравитация является одним из самых загадочных физических явлений. Ни одна современная физическая теория не способна внятно объяснить природу этого явления. В ньютоновской теории гравитация отождествляется с гравитационным взаимодействием материальных тел, которое описывается весьма простым законом всемирного тяготения:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}. \quad (6.1)$$

Коэффициент пропорциональности  $G$  в (6.1) называется гравитационной постоянной. Она характеризует интенсивность гравитационного взаимодействия и является одной из основных физических констант. В формуле (6.1) речь идет о двух, соединяющих два тела, равных по величине и направленных навстречу друг другу по прямой, силах, с которыми по третьему закону Ньютона тела действуют друг на друга. Однако ньютоновская механика предпочитает не отвечать на вопрос о механизме передачи гравитационного взаимодействия от одного тела к другому, базируясь на концепции дальнего действия, согласно которой одно тело действует на другое непосредственно и мгновенно, без какого-либо участия промежуточной среды.

В современной физике предпочитают использовать концепцию близкого действия, в которой передача взаимодействия между телами осуществляется посредством особого рода материальной среды - гравитационного поля, силовой характеристикой которого является его напряженность. Считается, что любое тело массы  $m$  создает вокруг себя гравитационное поле с напряженностью  $E = Gm/r^2$ , имеющей в системе СИ размерность ускорения  $\text{м} \cdot \text{с}^{-2}$ . Но тогда, как следует из экспериментальных данных, скорость передачи гравитационного взаимодействия должна на несколько порядков превышать скорость света, что не имеет разумного объяснения. Попыткой разрешить этот парадокс является общая теория относительно-

сти Эйнштейна, согласно которой гравитация рассматривается не как пространство силового взаимодействия в пространстве, а является, якобы, результатом того, что массы каким-то чудесным образом могут искривлять в своих окрестностях четырехмерный пространственно-временной континуум. Эта гипотеза является всего лишь геометрической абстракцией, противоречащей здравому смыслу, и никоим образом не может рассматриваться как объяснение гравитации. Для всех экспериментальных данных наблюдений, которые, якобы, подтверждают теорию относительности, существуют альтернативные, и гораздо более разумные, объяснения. Кроме того, присутствие второй степени расстояния между телами в формуле (6.1) ясно указывает на то, что окружающее нас пространство является трехмерным плоским евклидовым пространством.

## 6.1. Сходство и различие электростатических и гравитационных полей

На то, что гравитация каким-то образом тесно связана с электрическими зарядами, указывает закон Кулона взаимодействия двух электрических зарядов, имеющий вид, аналогичный виду (6.1) взаимодействия двух гравитирующих масс

$$F = \frac{q_1 q_2}{r^2}, \quad (6.2)$$

где напряженность электростатического поля, создаваемого зарядом  $q$ , равна  $E = q/r^2$  и имеет в системе СГС размерность  $\text{г}^{1/2} \cdot \text{см}^{-1/2} \cdot \text{с}^{-1}$ . На сходство электростатического и гравитационного полей указывает также следующий факт из теории сжимаемого осциллирующего эфира (см. п. 1.3). В случае, когда плотность эфира имеет размерность  $[\rho] = \text{г}^{1/2} \cdot \text{см}^{-3/2} \cdot \text{с}$ , размерности всех физических величин в теории эфира совпадают с размерностями этих величин в системе СГС. А в случае безразмерной плотности эфира все физические величины имеют одни и те же размерности в системах СИ и СГС, выраженные исключительно через размерности пространства и времени, и, в частности, заряд и масса имеют одну размерность  $[q] = [m] = \text{см}^3 \cdot \text{с}^{-2}$ .

Однако, наряду со сходством, гравитационное и электростатическое поля имеют и существенные различия. Во-первых, гравитационные силы действуют между любыми телами, а электрические - только между заряженными. Во-вторых, гравитационные силы несравненно меньше электростатических и проявляются в основном при наличии астрономических объектов с огромной массой. В-третьих, в гравитации существуют только

силы притяжения, тогда как в электричестве есть и силы отталкивания. В четвертых, точность экспериментальных измерений значения гравитационной постоянной  $G$  на несколько порядков ниже точности измерений других физических величин, причем интервалы точности различных измерений не перекрываются. Создается устойчивое впечатление, что гравитационная постоянная не является постоянной. На 2018 год принято считать, что  $G = 6.67430 \cdot 10^{-8} \text{ г}^{-1} \cdot \text{см}^3 \cdot \text{с}^{-2}$  [30]. Другие измерения гравитационной постоянной показаны на Рис.7, взятом из работы [31].

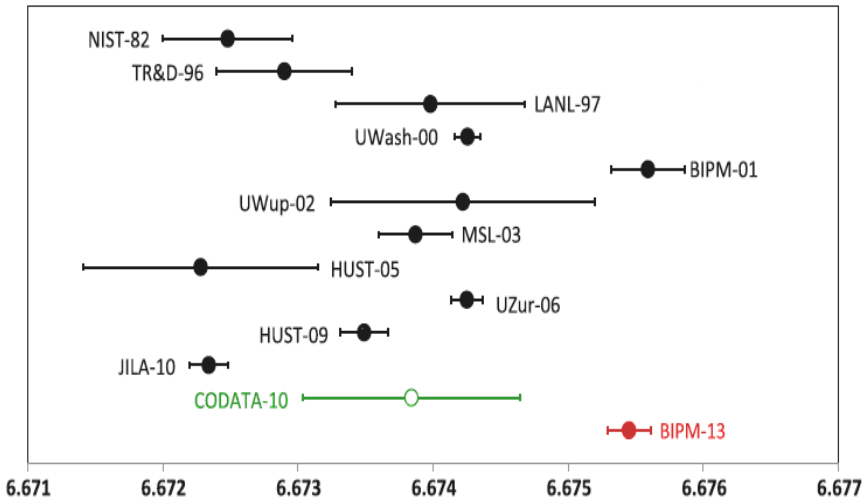


Рис. 7. Различные измеренные значения гравитационной постоянной.

В п.4.4 из системы уравнений сжимаемого осциллирующего эфира (1.3) выведены формулы для электростатических полей элементарных частиц протона и электрона, удовлетворяющих закону Кулона. Теперь задача состоит в выводе из системы уравнений эфира аналогичных формул и уравнений для сил гравитационного взаимодействия элементарных частиц, удовлетворяющих закону всемирного тяготения и разумно объясняющих все сходства и различия между электростатическими и гравитационными полями. Полученные результаты необходимо обобщить на массы тел, состоящих из различных химических элементов, атомы которых имеют разные числа протонов, электронов и нейтронов. То есть задача состоит в том, чтобы показать, что гравитация, как и электростатика, является особым свойством элементарных частиц материи: протона и электрона, а гравитационная постоянная действительно не постоянна.

## 6.2. Гравитационные поля элементарных частиц.

Вне объема шара элементарной частицы, т.е. при  $r > r_0$ , линейная скорость распространения азимутальной волны равна  $W = c \sin \theta$ , так как скорость света  $c$  – это скорость распространения свободных колебаний в эфирной среде. Тогда система уравнений элементарных частиц (4.2), как и в случае электростатических полей, переходит в систему

$$\begin{aligned} \frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial(\rho V)}{\partial r} + \frac{2(\rho V)}{r} + \frac{c}{r} \frac{\partial \rho}{\partial \varphi} &= 0, \\ \frac{\partial(\rho V)}{\partial t} + V \frac{\partial(\rho V)}{\partial r} + \frac{c}{r} \frac{\partial(\rho V)}{\partial \varphi} &= 0, \quad (\mathbf{i}_r) \\ \frac{\partial \rho}{\partial t} + V \frac{\partial \rho}{\partial r} + \frac{c}{r} \frac{\partial \rho}{\partial \varphi} &= 0, \quad (\mathbf{i}_\varphi) \end{aligned} \quad (6.3)$$

Решение системы уравнений (6.3) будем искать при следующих условиях

$$|V(t, r, \theta, \varphi)| \ll 1, \quad \rho = \rho_0(1 + g(t, r, \theta, \varphi)), \quad |g(t, r, \theta, \varphi)| \ll 1$$

Подставляя предполагаемый вид решения в систему (6.3) и пренебрегая членами второго порядка малости и произведениями малых членов, получим, как и в случае электростатических полей, линеаризованную систему уравнений

$$\begin{aligned} \frac{\partial g}{\partial t} + \frac{\partial V}{\partial r} + \frac{2V}{r} + \frac{c}{r} \frac{\partial g}{\partial \varphi} &= 0, \\ \frac{\partial V}{\partial t} + \frac{c}{r} \frac{\partial V}{\partial \varphi} &= 0, \quad (\mathbf{i}_r) \\ \frac{\partial g}{\partial t} + \frac{c}{r} \frac{\partial g}{\partial \varphi} &= 0, \quad (\mathbf{i}_\varphi) \end{aligned} \quad (6.4)$$

В п.4.4 найдено решение системы (6.4) в виде плотности распределения напряженности электрического поля при условии, что электрическое поле и малые возмущения плотности эфира вне шара элементарной частицы должны совпадать на границе шара с электрическим полем и ма

лыми возмущениям плотности эфира, найденными внутри шара. Удовлетворяющее этим условиям решение системы (6.4) имеет вид (4.16)

$$V = \frac{dr}{dt} = \frac{cr_{e,p}^2}{r^2}, \quad \rho = \rho_0 \left( 1 + \frac{V_{e,p}(\theta)}{cr_{e,p}} \cos \left( \frac{\omega_{e,p}t - r\varphi/r_{e,p}}{2} \right) \right), \quad \frac{d\varphi}{dt} = \frac{c}{r},$$

откуда следуют выражения для напряженностей электростатических полей элементарных частиц протона и электрона, зависящие только от расстояний до центров частиц, в виде

$$\mathbf{E}_{e,p} = \pm \frac{c\rho_0}{4\pi r^2} \int_0^\pi \int_0^{2\pi} \frac{V_{e,p}(\theta)}{2r^2} \sin(\xi/2) r^2 \sin\theta d\xi d\theta \mathbf{i}_r = \pm \frac{c\rho_0 V_q}{2\pi r^2} \mathbf{i}_r = \pm \frac{q}{r^2} \mathbf{i}_r.$$

Электростатическое поле протона направлено к его центру, а электростатическое поле электрона направлено от его центра.

Покажем, что система (6.4) имеет другие решения, которые можно трактовать как гравитационные поля электрона и протона. Ясно, что электростатические и гравитационные поля вне шаров электрона и протона должны описываться одними и теми же малыми возмущениями плотности эфира, а радиальные скорости распространения этих возмущений могут различаться. Естественно предположить, что радиальные скорости распространения гравитационных возмущений на границах шаров электрона и протона должны быть равными по амплитуде граничным значениям радиальных скоростей распространения возмущений плотности эфира внутри шаров, которые описываются формулами (4.4). В соответствии с этим предположением будем искать решения системы уравнений (6.4), описывающие гравитационные поля электрона и протона, в виде

$$V = \frac{dr}{dt} = \frac{V_0 r_{e,p}}{r^2}, \quad \rho = \rho_0 \left( 1 + \frac{V_{e,p}(\theta)}{cr_{e,p}} \cos \left( \frac{\omega_{e,p}t - r\varphi/r_{e,p}}{2} \right) \right), \quad \frac{d\varphi}{dt} = \frac{c}{r}, \quad (6.5)$$

Следовательно, плотности напряженностей гравитационных полей вне свернутого фотона, электрона и протона равны

$$\mathbf{G}_0 = \frac{c}{r} \frac{\partial(\rho V)}{\partial\varphi} \mathbf{i}_r, \quad \mathbf{G}_{e,p} = \pm \frac{\rho_0 V_0}{2r^2 r_{e,p}} V_{e,p}(\theta) \sin \left( \frac{\omega_{e,p}t - r\varphi/r_{e,p}}{2} \right) \mathbf{i}_r. \quad (6.6)$$

Усредняя выражения (6.6) для каждого  $r > r_{e,p}$  по поверхности сферы

радиуса  $r$  в пространстве с координатами  $(r, \theta, \xi)$ ,  $0 \leq \xi = (\omega_{e,p}t - r\varphi/r_{e,p}) < 2\pi$ , получим выражения для напряженностей гравитационных полей свернутого фотона, электрона и протона, зависящие только от расстояний до центров частиц:

$$\begin{aligned} \mathbf{G}_0(\mathbf{r}) &= 0, \quad \mathbf{G}_{e,p}(\mathbf{r}) = \pm \frac{\rho_0 V_0}{4\pi r^2 r_{e,p}} \int_0^\pi \int_0^{2\pi} \frac{V_{e,p}(\theta)}{2r^2} \sin(\xi/2) r^2 \sin\theta d\xi d\theta \mathbf{i}_r = \\ &= \pm \frac{\rho_0 V_0 V_q}{2\pi r_{e,p} r^2} \mathbf{i}_r = \pm \frac{V_0}{c r_{e,p}} \frac{q}{r^2} \mathbf{i}_r. \end{aligned} \quad (6.7)$$

Следовательно, гравитационное поле протона направлено к его центру, обратно пропорционально радиусу протона и обратно пропорционально квадрату расстояния от центра протона. Гравитационное поле электрона направлено от его центра, обратно пропорционально радиусу электрона и обратно пропорционально квадрату расстояния от центра электрона. Таким образом, гравитационное поле элементарной частицы меньше ее электростатического поля в  $c r_{e,p}/V_0$  раз, а гравитационное поле электрона меньше гравитационного поля протона примерно в 1836 раз.

Нейтрон состоит из наложения однонаправленных волн сжатых протона и электрона с одинаковыми функциями  $V_n(\theta)$ . Радиус нейтрона  $r_n$ , совпадающий с радиусом сжатого электрона  $\tilde{r}_e$ , немного больше радиуса протона  $r_n = 33/31 r_p$ . Радиус сжатого протона  $\tilde{r}_p$  в четыре раза меньше радиуса нейтрона  $r_n$ . Электростатическое поле нейтрона равно нулю как сумма противоположно направленных и равных по модулю электростатических полей протона и электрона. Однако, гравитационное поле нейтрона отлично от нуля и направлено к центру нейтрона, как и поле протона, так как гравитационное поле сжатого протона больше гравитационного поля сжатого электрона. Более того, универсальность закона всемирного тяготения требует, чтобы гравитационное поле нейтрона равнялось гравитационному полю протона. В противном случае гравитационная постоянная  $G$  существенно различалась бы для масс тел химических элементов, состоящих из атомов с существенно разным количеством нейтронов в ядрах. Положим в (6.5)

$$V(\theta) = V_n(\theta), \quad V = \frac{dr}{dt} = \frac{kV_0 r_{\tilde{e},\tilde{p}}}{r^2}$$

Тогда гравитационные поля для сжатых электрона и протона имеют вид

$$\begin{aligned} \mathbf{G}_{e,\bar{p}}(\mathbf{r}) &= \pm \frac{k\rho_0 V_0}{4\pi r^2 r_{e,\bar{p}}} \int_0^\pi \int_0^{2\pi} \frac{V_n(\theta)}{2r^2} \sin\left(\frac{\xi}{2}\right) r^2 \sin\theta d\xi d\theta \mathbf{i}_r = \\ &= \pm \frac{k\rho_0 V_0 V_q}{2\pi r_{e,\bar{p}} r^2} \mathbf{i}_r = \pm \frac{kV_0}{cr_{e,\bar{p}}} \frac{q}{r^2} \mathbf{i}_r. \end{aligned} \quad (6.8)$$

Из (6.7) следует, что гравитационное поле сжатого протона больше гравитационного поля протона в  $124/33$  раз, а гравитационное поле сжатого электрона меньше гравитационного поля протона в  $31/33$  раза. Следовательно, гравитационное поле нейтрона как разность гравитационных полей сжатых протона и электрона равно  $93/33 = 31/11$  гравитационного поля протона. То есть при  $k = 11/31$  в (6.8) гравитационное поле нейтрона равно гравитационному полю протона и направлено к центру нейтрона

$$\begin{aligned} \mathbf{G}_n(\mathbf{r}) &= -\left(\frac{k\rho_0 V_0}{4\pi r^2 r_{\bar{p}}} - \frac{k\rho_0 V_0}{4\pi r^2 r_e}\right) \int_0^\pi \int_0^{2\pi} \frac{V_n(\theta)}{2r^2} \sin\left(\frac{\xi}{2}\right) r^2 \sin\theta d\xi d\theta \mathbf{i}_r = \\ &= -k \left(\frac{124}{33} - \frac{31}{33}\right) \frac{V_0}{cr_p} \frac{q}{r^2} \mathbf{i}_r = \mathbf{G}_p(\mathbf{r}). \end{aligned} \quad (6.9)$$

### 6.3. Гравитационные поля масс. Закон всемирного тяготения.

Выразим гравитационное поле протона через его массу. Так как  $m_p = \hbar/cr_p$ , а  $q^2 = \alpha\hbar c$ , где  $\alpha$  - постоянная тонкой структуры, то

$$q = (\sqrt{\alpha c/\hbar}) m_p cr_p.$$

Тогда силу  $\mathbf{F}_{p,p}(\mathbf{r})$  гравитационного взаимодействия двух протонов, выраженную через их массы, можно записать в виде

$$|\mathbf{F}_{p,p}(\mathbf{r})| = |\mathbf{G}_p(\mathbf{r})q| = G_p(r)q = \frac{V_0}{cr_p} \frac{q^2}{r^2} = \frac{V_0}{cr_p} \frac{\alpha c^3 m_p^2 r_p^2}{\hbar r^2} =$$

$$= \left( \frac{V_0 \alpha c^2 r_p}{\hbar} \right) \frac{m_p m_p}{r^2} = G \frac{m_p m_p}{r^2}, \quad (6.10)$$

где  $G = V_0 \alpha c^2 r_p / \hbar$  - гравитационная постоянная, имеющая размерность  $[G] = \text{г}^{-1} \text{см}^3 \text{с}^{-2}$ . Осталось обобщить формулу (6.10) на два произвольных материальных тела с массами  $m_1$  и  $m_2$  и сопоставить полученное выражение с законом всемирного тяготения (6.1). Так как гравитационное поле нейтрона, выраженное через гравитационные поля его ядра и шубы, равно гравитационному полю протона и направлено к центру нейтрона, то напряженности гравитационных полей протонов и нейтронов, выраженные через их массы, могут быть записаны в виде

$$|\mathbf{G}_p(\mathbf{r})| = G_p(r) = G \frac{m_p}{r^2}, \quad |\mathbf{G}_n(\mathbf{r})| = G_n(r) = G \frac{m_n}{r^2}. \quad (6.11)$$

Масса любого материального тела равняется сумме масс атомов химических элементов, составляющих данное тело, а масса каждого атома равняется сумме масс протонов и нейтронов атомного ядра и электронов электронной оболочки атома (см. главу 8). Наличие электронов, число которых равно числу протонов ядра, уменьшает гравитационное взаимодействие протонов на  $1/1836 = 0.0005446$ . Двумя крайними случаями являются два тела массы  $m$ , одно из которых состоит только из нейтронов при отсутствии электронов, а другое – вообще не имеет нейтронов при равенстве числа электронов числу протонов (водород). В первом случае напряженность гравитационного поля массы тела максимальна, во втором – минимальна. Следовательно, напряженность гравитационного поля, создаваемого произвольной массой  $m$  имеет вид

$$G(r) = G \frac{m}{r^2}, \quad G_{min} = 0.9994554 \left( \frac{V_0 \alpha c^2 r_p}{\hbar} \right) \leq G \leq G_{max} = \frac{V_0 \alpha c^2 r_p}{\hbar}. \quad (6.12)$$

Таким образом, гравитационная постоянная  $G$  в (6.1) на самом деле не является постоянной, а может принимать любые значения из интервала (6.12) в зависимости от химического состава рассматриваемых тел. Силы гравитационного взаимодействия (придавливания, а не притяжения) двух тел в формуле (6.1) закона всемирного тяготения также могут немного отличаться одна от другой.

Сопоставим формулу (6.12) с экспериментально измеренными значениями гравитационной постоянной, изображенными на рис.7. Если взять

$$G_{max} = 6.6757 \cdot 10^{-8} \text{г}^{-1} \text{см}^3 \text{с}^{-2}, \quad G_{min} = 6.67206 \cdot 10^{-8} \text{г}^{-1} \text{см}^3 \text{с}^{-2}, \quad (6.13)$$

то весь интервал различных экспериментальных значений гравитационной постоянной, полностью укладывается в интервал, задаваемый формулой (6.13). Следовательно, различные значения гравитационной постоянной определяются не плохой точностью проведенных экспериментов, а различным химическим составом материальных тел, участвующих в экспериментах, то есть разным числом электронов, которые уменьшают величину гравитационного поля. Вычислим, например, значение гравитационной постоянной для земной коры, 99.48% которой состоит по А.П.Виноградову [32] из девяти элементов: О – 47%, Si – 29.5%, Al – 8.05%, Fe – 4.65%, Ca – 2.96%, Na – 2.5%, K – 2.5%, Mg – 1.87%, Ti – 0.45%. Будем считать, что в ядрах атомов элементов, составляющих оставшиеся 0.52% массы земной коры, отношение числа нейтронов к числу протонов равняется примерно 1.25. После вычислений с учетом значений различных устойчивых изотопов каждого элемента найдем, что гравитационная постоянная для земной коры равняется  $G = 6.6739 \cdot 10^{-8} \text{г}^{-1} \text{см}^3 \text{с}^{-2}$ . В качестве второго примера вычислим гравитационную постоянную для нашей Вселенной, в которой атомы водорода (77,4%) и атомы тех элементов, в которых число протонов в ядре атома равно числу нейтронов ( ${}^4_2\text{He}$ ,  ${}^{12}_6\text{C}$ ,  ${}^{14}_7\text{N}$ ,  ${}^{16}_8\text{O}$ ,  ${}^{20}_{10}\text{Ne}$ ,  ${}^{24}_{12}\text{Mg}$ ,  ${}^{28}_{14}\text{Si}$ ,  ${}^{32}_{16}\text{S}$ ), составляют более 99,8% всех атомов [33]. Приблизительно будем считать, что в оставшихся 0.2% атомов во Вселенной число протонов также равно числу нейтронов. Тогда для Вселенной в целом получим  $G = 6.6725 \cdot 10^{-8} \text{г}^{-1} \text{см}^3 \text{с}^{-2}$ .

Полученные результаты дают возможность определить основные параметры эфира  $\rho_0$  и  $V_0$  из системы уравнений (4.42) и (6.12):

$$\rho_0 V_0 = 5.42826 \cdot 10^{-20} \text{г}^{1/2} \text{см}^{1/2}, \quad G = \frac{V_0 \alpha c^2 r_p}{\hbar} = 6.6757 \cdot 10^{-8} \text{г}^{-1} \text{см}^3 \text{с}^{-2}.$$

Так как  $\alpha = 0.0072974$ , то из второго уравнения найдем значение постоянной  $V_0$ , а из первого уравнения найдем значение плотности невозмущенного эфира  $\rho_0$ :

$$V_0 = 5.10438 \cdot 10^{-40} \text{см}^2 \text{с}^{-1}, \quad \rho_0 = 1.06345 \cdot 10^{20} \text{г}^{1/2} \text{см}^{-3/2} \text{с} \quad (6.14)$$

Теперь убедимся в том, что используемое в теории сжимаемого осциллирующего эфира условие  $V_0/r_p \ll 1$  действительно выполнено. Так как радиус протона равен  $r_p = 2.103 \cdot 10^{-14} \text{см}$ , то

$$V_0/r_p = 2.427 \cdot 10^{-26} \text{ см} \cdot \text{с}^{-1} \ll 1.$$

Вернемся к отмеченным во введении сходству и различиям между гравитационными и электростатическими полями. Оба поля создаются элементарными частицами материи (протоном и электроном) и являются следствием малых периодических изменений плотности эфира в окружающем их пространстве при стационарных распределениях радиальных скоростей и напряженностей этих изменений. Электростатические силы действуют только между заряженными телами, так как в незаряженных телах, имеющих в атомах равное количество протонов и электронов, напряженности их электростатических полей взаимно компенсируют друг друга. Гравитационные силы действуют между любыми телами и направлены к телам, создающим гравитационные поля, что объясняется наличием направленных к центрам частиц гравитационных полей протонов и нейтронов и пренебрежимо малыми по сравнению с ними гравитационными полями электронов, направленными от центров частиц. Гравитационные поля меньше электростатических полей в  $sr_p/V_0 = 1.235 \cdot 10^{36}$  раз. В гравитации нет сил притяжения, а есть силы придавливания или прижимания и отталкивания, но силы отталкивания электронов пренебрежимо малы по сравнению с силами придавливания протонов и нейтронов. Гравитационные поля также как и электростатические поля являются усредненными стационарными полями. Поэтому гравитационные взаимодействия между телами не распространяются от одного тела к другому с некоторой скоростью, но в любой момент времени стационарные гравитационные поля любых тел существуют вместе с ними и вокруг них. Ни гравитационных волн, ни гравитонов в природе не существует, как не существует и электростатических волн. Гравитационная постоянная действительно не является постоянной, а слабо зависит от химического состава взаимодействующих тел. С ростом массы тела увеличивается гравитационное давление внутри тела, что должно привести к нарастанию напряжений при сжатии эфира, породившего данное тело. Последнее, в конечном итоге, должно привести к гравитационному коллапсу с выделением огромного количества энергии сжатого эфира. Результаты главы кратко опубликованы в работе автора [34].

## Глава 7.

---

# Теория атомного ядра

Атомная теория - это не просто неполная теория, это в принципе неправильно, атом так не устроен. Дьюи Б. Ларсон

В современной квантово-механической концепции атома и атомного ядра принято считать, что нейтральный атом любого химического элемента имеет заряженное ядро, состоящее из протонов и нейтронов и окруженное электронной оболочкой. Заряд ядра численно равен количеству протонов в нем и количеству электронов в электронной оболочке. Химические свойства атома определяются наружными электронами электронной оболочки, а распределение электронов в оболочке по слоям определяется тремя квантовыми числами, следующими из уравнения Шредингера (главное, орбитальное и магнитное), и запретом Паули, не имеющим никакого физического объяснения. Периодическая повторяемость свойств химических элементов в таблице Менделеева объясняется последовательным периодическим заполнением электронами электронной оболочки.

Однако, такая концепция строения атома, навязанная науке сторонниками квантовой механики, не выдерживает критики по следующим причинам: размер электрона на три порядка превышает размер протона, в связи с чем электронные орбиты и орбитали в атоме не могут существовать в принципе, нет объяснения структуре атомного ядра и количественным значениям его характеристик, таких как его внутренняя энергия, масса, магнитный момент и энергия связи, отсутствует связь электронов с протонами ядра, попытки же построения оболочечной теории атомного ядра к успеху так и не привели. По словам американского физика Дьюи Б. Ларсона, всю свою жизнь посвятившего изучению строения атома: «Атомная теория - это не просто неполная теория, это в принципе неправильно, атом так не устроен» [35]. Кроме того, современная физическая наука, основанная на теории относительности и квантовой механике, не способна дать

ответы на многие другие вопросы об устройстве атомов и атомных ядер химических элементов, такие, например, как: почему нет ядер, состоящих только из протонов или только из нейтронов; какова природа ядерных сил, удерживающих вместе протоны и нейтроны в ядре; зачем вообще нужны нейтроны в атомном ядре; почему размеры атомных ядер практически не зависят от атомного номера химического элемента; почему избирательно работает кулоновский барьер ядра; почему осколки распада тяжелых ядер на два нуклида несимметричны; почему не существует устойчивого ядра  ${}^8_4\text{Be}$ ; в чем причина различного процентного содержания в природе разных изотопов одного химического элемента? В настоящей главе будут даны ответы на все поставленные выше вопросы о строении атомного ядра, на которые не имеет ответов современная ядерная физика.

В предложенной автором теории сжимаемого осциллирующего эфира основными структурными элементами материи являются электрон и протон, имеющие равные по абсолютной величине  $q$ , но противоположные по знаку заряды. Эти частицы вместе со своими античастицами (позитроном и антипротоном) являются сферическими волновыми решениями системы уравнений эфира, порожденными полуволнами свернутых фотонов и имеющими комптоновские радиусы  $r_{e,p}$  такие, что величины  $2\pi r_{e,p}$  эквивалентны комптоновским длинам волн частиц  $2\pi\hbar/(m_{e,p}c)$ , а сами волны частиц имеют внутри своих шаров вокруг их осей постоянные угловые скорости распространения  $\omega_{e,p} = c/r_{e,p}$ . Следовательно, радиус шара протона примерно в 1836 раз меньше радиуса шара электрона, причем эфир внутри протона немного сжат, а внутри электрона немного разрежен по сравнению с невозмущенным эфиром постоянной плотности  $\rho_0$ . Волны возмущений плотности эфира внутри протона и электрона могут взаимодействовать двумя различными способами: имея однонаправленные или противоположно направленные спины (направления осей распространения волн). При этом нейтрон является наложением волн электрона и протона с однонаправленными спинами, а атом водорода является наложением волн электрона и протона с противоположно направленными спинами (см. главы 4,5). Таким образом, нейтрон состоит из сжатых электрона и протона, заряд которого, как сумма их зарядов, равен нулю. Между радиусами нейтрона и протона имеет место соотношение  $r_n = 33/31r_p$ , их магнитные моменты пропорциональны их радиусам

$$M_p = \frac{8\pi}{9} \mu_N \approx 2.792526\mu_N, \quad M_n = -1.7993895 \frac{r_n}{r_p} \mu_N = -1.9154\mu_N, \quad (7.1)$$

де  $\mu_N = qr_p/2$  - ядерный магнетон в системе СГС; а их внутренние энергии обратны пропорциональны их радиусам (см. гл. 4)

$$E_p = \hbar\omega_p = \frac{\hbar c}{r_p}, \quad E_n = \frac{(l+1)}{m} \hbar\omega_n = 1.0659824 \frac{\hbar c}{r_n}. \quad (7.2)$$

Но самое главное – это то, что эфир внутри нейтрона также немного разрежен, как и внутри электрона, поэтому заложенное природой предназначение нейтронов в ядрах атомов химических элементов – снимать избыточное сжатие эфира, вызываемое протонами. Следовательно, ограниченное число нейтронов должно присутствовать в ядре атома, и их число должно возрастать с ростом числа протонов.

Таким образом, ядро любого атома должно представлять собой суперпозицию (наложение) волн возмущений плотности эфира в нескольких протонах и нескольких нейтронах, имеющих общий центр и распространяющихся вокруг общей оси в одном направлении или в противоположных направлениях, то есть имеющих однонаправленные или противоположно направленные спины. Это объясняет примерное равенство размеров всех атомных ядер. В этом случае радиусы протонов и нейтронов, входящих в атомные ядра, могут незначительно меняться, обеспечивая резонансные соотношения между частотами их волн. Таким образом, любой атом, ядро которого состоит из  $M$  протонов и  $N$  нейтронов, фактически состоит из  $N + M$  протонов и  $N + M$  электронов, некоторые из которых ( $N$ ) имеют однонаправленные спины и образуют ядерные нейтроны, а другая часть ( $M$ ) имеет противоположно направленные спины, образуя так называемую электронную оболочку атома. Из этого следует важный вывод о том, что каждый электрон электронной оболочки связан, в основном, со своим протоном ядра и в меньшей степени с другими протонами.

## 7.1. Внутренние энергии и магнитные моменты ядер

Пусть протоны и нейтроны ядра имеют радиусы  $\bar{r}_p$  и  $\bar{r}_n$ . Обозначим  $\lambda_p = \bar{r}_p/r_p$ ,  $\lambda_n = \bar{r}_n/r_p$ , где  $r_p$  – комптоновский радиус свободного протона, для которого  $\lambda_p = 1$ . В соответствии с приведенными в главе 4 формулами внутренняя энергия нуклона (протона или нейтрона) в ядре атома пропорциональна его частоте, а магнитный момент пропорционален его радиусу. Таким образом, для энергий и магнитных моментов протонов и нейтронов ядра имеет место

$$\bar{E}_p = \frac{E_p}{\lambda_p}, \quad \bar{\beta}_p = \pm \lambda_p \beta_p = \pm \lambda_p \frac{8\pi}{9},$$

$$\bar{E}_n = \frac{s}{\lambda_n} E_p, \quad \bar{\beta}_n = \mp 1.7993895 \lambda_n, \quad (7.3)$$

где  $s = (l + 1)/m = 1.0659824$ . Тогда, если ядро атома (любого нуклида) состоит из  $M$  протонов и  $N$  нейтронов, то его внутренняя энергия в МэВ равна

$$\begin{aligned} E &= \sum_{i=1}^M \bar{E}_{pi} + \sum_{j=1}^N \bar{E}_{nj} = \sum_{i=1}^M \frac{E_p}{\lambda_{pi}} + \sum_{j=1}^N \frac{sE_p}{\lambda_{nj}} = \left( \sum_{i=1}^M \frac{1}{\lambda_{pi}} + \sum_{j=1}^N \frac{s}{\lambda_{nj}} \right) E_p = \\ &= \left( \sum_{i=1}^M \frac{1}{\lambda_{pi}} + \sum_{j=1}^N \frac{s}{\lambda_{nj}} \right) 938.342, \end{aligned} \quad (7.4)$$

а его магнитный момент в ядерных магнетонах равен

$$\beta = \sum_{i=1}^M \bar{\beta}_{pi} + \sum_{j=1}^N \beta_{nj} = \sum_{i=1}^M \left( \pm \lambda_{pi} \frac{8\pi}{9} \right) + \sum_{j=1}^N (\mp 1.7993895 \lambda_{nj}), \quad (7.5)$$

где знаки слагаемых зависят от направлений спинов протонов и нейтронов, а вычисленное по формулам теории эфира значение энергии протона  $E_p = 938.342$  совпадает с его экспериментальным значением  $E_p^{exp} = 938.272$  с точностью менее 0,01% (см. п. 4.9).

Задача эфирного описания всех нуклидов периодической таблицы химических элементов Менделеева состоит в том, чтобы найти величины  $\lambda_{pi}$  и  $\lambda_{nj}$  такие, чтобы значения энергий нуклидов и энергий связи нуклонов в ядрах точно совпадали бы с их экспериментальными значениями, а ошибки в расчете магнитных моментов ядер составляли бы доли процента. Теоретически разные значения величин  $\lambda_{pi}$  и  $\lambda_{nj}$  могут иметь не только протоны и нейтроны ядер разных элементов, но даже одного ядра. В такой постановке задача становится неразрешимой. Поэтому в работе использованы некоторые разумные ограничения на разнообразие нуклонов ядер атомов разных элементов. Используемые в работе экспериментальные данные взяты из таблиц энергий связи и магнитных моментов ядер В.Кравцова и N.Stone [36,22], а также из базы данных изотопов [37]. Результаты главы кратко опубликованы в работе автора [38].

## 7.2. Эфирные модели простейших ядер.

Простейшими ядрами атомов таблицы химических элементов Менделеева, состоящими из протонов и нейтронов, являются дейтрон (ядро  ${}^2_1H$ ), тритон (ядро  ${}^3_1H$ ), гелион (ядро  ${}^3_2He$ ), и  $\alpha$  - частица (ядро атома гелия  ${}^4_2He$ ). Если, конечно, не считать стоящий отдельно в таблице Менделеева элемент эфира – ньютоний (Nt), незаслуженно исключенный из таблицы сторонниками квантовой механики. Свободный дейтрон ( $d$ ) состоит из протона и нейтрона, имеющих однонаправленные спины (направления вращения волн возмущений плотности эфира). Следовательно, для внутренней энергии и магнитного момента свободного дейтрона справедливы выражения:

$$\begin{cases} E_d = \bar{E}_p + \bar{E}_n = \left( \frac{1}{\lambda_p} + \frac{s}{\lambda_n} \right) 938.342 \\ \beta_d = \bar{\beta}_p + \bar{\beta}_n = \lambda_p \frac{8\pi}{9} - 1.7993895\lambda_n \end{cases} \quad (7.6)$$

Поэтому структура свободного дейтрона определяется однозначно из формул (7.6). Приравнявая значение энергии дейтрона, вычисленное по формуле (7.6), его экспериментально найденному значению  $E_d = 1875.6128$  и полагая  $\lambda_n = 29/27\lambda_p$ , получим:  $\lambda_d = \lambda_{pd} = 0.996802$ ,  $\beta_d = 0.8571$ . Последнее значение отличается от экспериментально найденного значения магнитного момента дейтрона  $\beta_d = 0.8574$  на 0.03%. Экспериментальное значение  $E_d$  находится по формуле:  $E_d = E_T - E_c = 1877.8374 - 2.22457$ , где  $E_T = 938.272 + 939.5654 = 1877.8374$  - теоретическое значение внутренней энергии дейтрона, а  $E_c = 2.22457$  - экспериментальное значение энергии связи протона с нейтроном в дейтроне.

Тритон ( $t$ ) состоит из двух нейтронов и одного протона, т.е. образуется путем добавления нейтрона к дейтрону, причем нейтроны имеют противоположно направленные спины. При этом дейтрон сжимается, а добавленный нейтрон расширяется. Поэтому для внутренней энергии и магнитного момента тритона справедливы выражения:

$$\begin{cases} E_t = E_p + E_n + \bar{E}_n = \left( \frac{1}{\lambda_p} + \frac{s}{\lambda_n} + \frac{s}{\bar{\lambda}_n} \right) 938.342, \\ \beta_t = \beta_p + \bar{\beta}_n - \beta_n = \lambda_p \frac{8\pi}{9} - 1.7993895(\lambda_n - \bar{\lambda}_n) \end{cases} \quad (7.7)$$

Приравнивая значение энергии тритона, вычисленное по формуле (7.7), его экспериментально найденному значению  $E_t = 2808.9205$  ( $E_t = E_T - E_c = 2817.4027 - 8.48212$ ) и полагая  $\lambda_n = 45/44\lambda_p$ ,  $\bar{\lambda}_n = 25/22\lambda_p$  получим:  $\lambda_t = \lambda_{pt} = 0.9956121$ ,  $\beta_t = 2.98385$ , что отличается от экспериментально найденного значения магнитного момента тритона  $\beta_t = 2.9788$  на 0.17%.

Гелион ( $h$ ) состоит из двух протонов и одного нейтрона, т.е. образуется путем добавления протона к дейтрону, причем протоны имеют противоположно направленные спины. При этом добавленный протон расширяется и, следовательно, дейтрон сжимается. Поэтому для внутренней энергии и магнитного момента гелиона справедливы выражения:

$$\begin{cases} E_h = E_p + E_n + \bar{E}_p = \left( \frac{1}{\lambda_p} + \frac{s}{\lambda_n} + \frac{s}{\bar{\lambda}_p} \right) 938.342, \\ \beta_h = \beta_p - \bar{\beta}_p - \beta_n = (\lambda_p - \bar{\lambda}_p) \frac{8\pi}{9} - 1.7993895\lambda_n \end{cases} \quad (7.8)$$

Приравнивая значение энергии гелиона, вычисленное по формуле (7.8), его экспериментально найденному значению  $E_h = 2808.3912$  ( $E_h = E_T - E_c = 2816.1094 - 7.71828$ ) и полагая  $\bar{\lambda}_p = 32/28\lambda_p$ ,  $\lambda_n = 27/28\lambda_p$ , получим:  $\lambda_h = \lambda_{ph} = 0.9958348$ ,  $\beta_h = -2.1252$ , что отличается от экспериментально найденного значения магнитного момента гелиона  $\beta_h = -2.1276$  на 0.11%.

Существенно более сложным является определение структуры свободной  $\alpha$ -частицы (ядра атома гелия-4). Она состоит из двух равных дейтронов, имеющих противоположно направленные спины. Поэтому для внутренней энергии и магнитного момента альфа-частицы справедливы выражения:

$$E_\alpha = 2\bar{E}_p + 2\bar{E}_n = \left( \frac{2}{\lambda_p} + \frac{2s}{\lambda_n} \right) 938.342 = 2 \left( \frac{1 + bs}{\lambda_\alpha} \right) 938.342, \quad \beta_\alpha = 0, \quad (7.9)$$

где  $b = \lambda_p/\lambda_n$ , а  $\lambda_\alpha = \lambda_p$ . Система (7.9) является одним уравнением с двумя неизвестными и, поэтому, имеет бесконечно много решений. Мы будем исходить из того, что, добавление протона к нейтрону ведет к разрежению эфира свободного нейтрона, то есть к увеличению его радиуса, и также ведет к возможно большему сжатию эфира в протоне, то есть к уменьшению его радиуса (как это имеет место в дейтроне). Но так как эфир в дейтроне все же сжат (менее, чем в свободном протоне), то добавление дейтрона к дейтрону должно привести к увеличению радиуса прото-

на и его возврат к состоянию, близкому к состоянию свободного протона, то есть к  $\lambda_\alpha \approx 1$ . Приравнивая значение энергии свободной  $\alpha$  - частицы, вычисленное по формуле (7.9), его экспериментально найденному значению  $E_\alpha = 3727.378$  ( $E_\alpha = E_T - E_c = 3755.674 - 28.296$ ) и полагая  $b = \lambda_\alpha/\lambda_n = 46/49$  с учетом возможности ответа на все поставленные выше вопросы, получим:  $2(1 + bs) = 4.0014362$ ,  $\lambda_\alpha = 1.00733428$ ,  $\beta_\alpha = 0$ . Заметим, что отношение радиуса свободного протона к радиусу свободного нейтрона составляет  $\lambda_p/\lambda_n = 31/33 = 0.93939 > 46/49 = 0.93877$ . Таким образом, мы принимаем, что для свободной  $\alpha$  - частицы  $\lambda_\alpha = \lambda_{p\alpha} = 1.00733428$ . При этом, естественно, значения внутренней энергии (массы) и энергии связи свободных дейтрона, тритона, гелиона и  $\alpha$  - частицы точно совпадают со своими экспериментальными значениями.

Таблица 2. Экспериментальные и рассчитанные по формулам теории эфира значения энергий и магнитных моментов простейших ядер

Ядра	Магнитные моменты ( $\mu_N$ )		Внутренняя энергия (МэВ)		Энергия связи (МэВ)	
	Эксперимент	Расчет	Эксперимент	Расчет	Эксперимент	Расчет
$d({}_1^2H)$	0.8574	0.8571	1875.613	1875.617	2.2246	2.2207
$t({}_1^3H)$	2.9788	2.9809	2808.921	2808.920	8.4821	8.483
$h({}_2^3He)$	-2.1276	-2.1239	2808.391	2808.397	7.7183	7.7122
$\alpha({}_2^4He)$	0	0	3727.378	3727.438	28.296	28.236

### 7.3. Эфирная структура и свойства сложных ядер

Все ядра атомов химических элементов делятся на четыре группы: четно-четные ядра, состоящие из четного числа протонов и четного числа нейтронов, нечетно-нечетные ядра, состоящие из нечетного числа протонов и нечетного числа нейтронов, четно-нечетные ядра, состоящие из четного числа протонов и нечетного числа нейтронов, и нечетно-четные ядра,

состоящие из нечетного числа протонов и четного числа нейтронов. Сформулируем следующую гипотезу, подтверждением которой является совпадение полученных результатов и выводов с экспериментальными данными:

- любое четно-четное ядро состоит либо только из  $\alpha$  - частиц, либо из  $\alpha$  - частиц и нескольких пар нейтронов с противоположно направленными спинами, либо из  $\alpha$  - частиц и нескольких пар протонов с противоположно направленными спинами;
- любое нечетно-нечетное ядро состоит из четно-четного ядра и деформированного дейтрона;
- любое нечетно-четное ядро состоит из четно-четного ядра и деформированного тритона.
- любое четно-нечетное ядро состоит из четно-четного ядра и деформированного гелиона.

### 7.3.1. Четно-четные ядра.

Рассмотрим сначала четно-четные ядра атомов всех химических элементов. Такие ядра имеют нулевые магнитные моменты, что экспериментально установлено и сразу следует из формул (7.5), если принять, что каждая пара протонов или нейтронов в четно-четном ядре имеют равные радиусы и противоположно направленные спины, что делает магнитный момент такой пары равным нулю. Будем исходить из предположения, что кроме таких пар протонов и нейтронов, любое четно-четное ядро содержит некоторое количество  $\alpha$  - частиц, причем радиусы протонов и нейтронов всех  $\alpha$  - частиц одинаковы для конкретного ядра, но могут различаться в разных ядрах, что определяется различным напряжением эфира для разных ядер с разными зарядами и разными атомными весами. Другими словами, мы предполагаем, что величины  $\lambda = \lambda_\alpha$  и  $b$  в  $\alpha$  - частицах ядер атомов химических элементов могут немного отличаться от величин  $\lambda_\alpha = 1.00733428$  и  $b = 46/49$  для свободной  $\alpha$  - частицы, но одинаковы для всех  $\alpha$  - частиц конкретного ядра. Предполагаем также, что радиусы дополнительных протонов совпадают с радиусами протонов в  $\alpha$  - частицах конкретного ядра, а отношение  $c$  радиуса протонов  $\alpha$  - частиц ядра к радиусу дополнительных нейтронов также может немного отличаться от их отношения  $b$  в свободной  $\alpha$  - частице. Смысл рассмотрения изначально четно-четных ядер состоит в том, что, во-первых, их структура значительно проще структуры других ядер, и, во-вторых, они являются стержнем всей таблицы химических элементов, и, следовательно, определяют все основные свойства таблицы. То есть, зная структуру таких ядер и принципы их организации, можно понять, как устроена вся таблица, и какие ответы могут быть даны на поставленные во введении вопросы. Очевидно,

что остальные ядра (нечетно-нечетные, четно-нечетные и нечетно-четные) являются промежуточными среди четно-четных ядер.

Из (7.4), (7.9) следует, что в случае наличия в ядре дополнительных нейтронов величину  $\lambda$  можно найти из экспериментальных данных по формуле

$$\lambda = \frac{(2(1 + bs)m + 2csk)938.342}{E} \quad (7.10)$$

где  $m$  - число полных  $\alpha$  - частиц в ядре,  $k$  - число пар дополнительных нейтронов,  $E = (E_T - E_c^{exp})$  - энергия ядра в МэВ,  $E_T$ - теоретически вычисленное значение энергии ядра, исходя из экспериментальных значений энергий свободных протонов (938.272 МэВ) и нейтронов (939.5654 МэВ), входящих в состав ядра, а  $E_c^{exp}$  - экспериментальное значение энергии связи протонов и нейтронов в ядре. В случае наличия в ядре дополнительных протонов величина  $\lambda$  находится из экспериментальных данных по формуле

$$\lambda = \frac{(2(1 + bs)m + 2k)938.342}{E} \quad (7.11)$$

где  $m$ -число полных  $\alpha$  - частиц в ядре,  $k$  - число пар дополнительных протонов.

Ниже представлены значения  $\lambda = \lambda(p, n)$ , вычисленные по формулам (7.10)-(7.11) для основных четно-четных ядер устойчивых и неустойчивых изотопов химических элементов таблицы Менделеева. Индекс при величине  $\lambda$  означает атомный номер изотопа рассматриваемого элемента. Курсивом выделены значения  $\lambda$  для ядер неустойчивых изотопов. Жирным шрифтом выделены значения  $\lambda$  ядер изотопов с наибольшим процентным содержанием в природе среди устойчивых изотопов данного элемента, либо ядер изотопов, имеющих наибольшее время полураспада для неустойчивых элементов. Формулы (7.10)-(7.11), полученные на основе сформулированных выше предположений, хотя и являются, естественно, некоторой упрощенной моделью, описывающей ядра изотопов конкретного химического элемента, но дают возможность ответить на все сформулированные во введении к главе вопросы о структуре ядер изотопов всех химических элементов.

***${}^4\text{Be}$***  ( $b = 46/49$ ,  $c = 30/32$ ):  $\lambda_6=1.004657$ ,  $\lambda_8=1.007322$ ,  $\lambda_{10}=1.006371$ ,  $\lambda_{12}=1.005317$ .

Значение  $\lambda$  для ядра  ${}^8_4\text{Be}$  практически совпадает со значением  $\lambda$  для свободной  $\alpha$  - частицы, что означает невозможность устойчивого состояния данного ядра и его мгновенный распад на две  $\alpha$  - частицы. Единственным устойчивым ядром бериллия является ядро  ${}^9_4\text{Be}$ .

${}^6_6\text{C}$  ( $b = 46/49$ ,  $c = 30/32$ ):  $\lambda_8=1.003221$ ,  $\lambda_{10}=1.006276$ ,  $\lambda_{12}=\mathbf{1.00799}$ ,  
 $\lambda_{14}=1.007573$ ,  $\lambda_{16}=1.006743$ .

Максимальное содержание в природе 98.93% имеет изотоп углерода  ${}^{12}_6\text{C}$ . Значение  $\lambda$  для ядра углерода  ${}^{12}_6\text{C}$  превышает порог устойчивости относительно  $\alpha$  - распада, равный примерно  $\lambda = 1.00789$  что следует из анализа структуры неустойчивых элементов, начиная с тория  ${}_{90}\text{Th}$  (см. ниже). Это обеспечивает устойчивость структуры ядра, состоящего из трех  $\alpha$  - частиц. В то же время значение  $\lambda$  для ядра  ${}^8_6\text{C}$  близко к значению  $\lambda$  для свободного протона, что объясняет выход двух протонов при распаде данного ядра.

${}^8_8\text{O}$  ( $b = 46/49$ ,  $c = 30/32$ ):  $\lambda_{12}=1.005079$ ,  $\lambda_{14}=1.006852$ ,  $\lambda_{16}=\mathbf{1.008311}$ ,  
 $\lambda_{18}=1.007895$ ,  $\lambda_{20}=1.007528$ .

Значение  $\lambda$  для ядра изотопа  ${}^{18}_8\text{O}$  немного превышает порог устойчивости относительно  $\alpha$  - распада. Поэтому кислород имеет два устойчивых четных изотопа  ${}^{16}_8\text{O}$  и  ${}^{18}_8\text{O}$  с процентным содержанием 99.757% и 0.205%.

${}^{10}_{10}\text{Ne}$  ( $b = 46/49$ ,  $c = 30/32$ ):  $\lambda_{16}=1.006348$ ,  $\lambda_{18}=1.007661$ ,  $\lambda_{20}=\mathbf{1.008371}$ .  
 $\lambda_{22}=1.008268$ ,  $\lambda_{24}=1.008044$ .

Максимальное содержание в природе 90.48% имеет изотоп неона  ${}^{20}_{10}\text{Ne}$ .

${}^{12}_{12}\text{Mg}$  ( $b = 46/49$ ,  $c = 30/32$ ):  $\lambda_{22}=1.008001$ ,  $\lambda_{24}=\mathbf{1.008619}$ ,  $\lambda_{26}=1.008567$ ,  
 $\lambda_{28}=1.008387$ .

Максимальное содержание в природе 78.99% имеет изотоп магния  ${}^{24}_{12}\text{Mg}$ .

${}^{14}_{14}\text{Si}$  ( $b = 46/49$ ,  $c = 30/32$ ):  $\lambda_{26}=1.008281$ ,  $\lambda_{28}=\mathbf{1.008822}$ ,  $\lambda_{30}=1.008787$ ,  
 $\lambda_{32}=1.008645$ .

Максимальное содержание в природе 92.23% имеет изотоп кремния  ${}^{28}_{14}\text{Si}$ .

${}^{16}_{16}\text{S}$  ( $b = 46/49$ ,  $c = 30/32$ ):  $\lambda_{30}=1.008492$ ,  $\lambda_{32}=\mathbf{1.008871}$ ,  $\lambda_{34}=1.008868$ ,  
 $\lambda_{36}=1.008770$ ,  $\lambda_{38}=1.008553$ .

Максимальное содержание в природе 94.93% имеет изотоп серы  ${}^{32}_{16}\text{S}$ .

${}^{18}\text{Ar}$  ( $b = 61/65$ ,  $c = 31/33$ ):  $\lambda_{34}=1.008412$ ,  $\lambda_{36}=1.008731$ ,  $\lambda_{38}=1.008860$ ,  
 **$\lambda_{40}=1.008862$** ,  $\lambda_{42}=1.008841$ .

Максимальное содержание в природе 99.6003% имеет изотоп аргона  ${}^{40}_{18}\text{Ar}$ ,  
а процентное содержание устойчивого изотопа  ${}^{36}_{18}\text{Ar}$  равно 0.337%.

${}^{20}\text{Ca}$  ( $b = 46/49$ ,  $c = 30/32$ ):  $\lambda_{38}=1.008614$ ,  **$\lambda_{40}=1.008934$** ,  $\lambda_{42}=1.008923$ ,  
 $\lambda_{44}=1.008894$ ,  $\lambda_{46}=1.008838$ ,  $\lambda_{48}=1.008774$ .

Максимальное содержание в природе 96.94% имеет изотоп кальция  ${}^{40}_{20}\text{Ca}$ .

${}^{22}\text{Ti}$  ( $b = 46/49$ ,  $c = 30/32$ ):  $\lambda_{44}=1.008915$ ,  $\lambda_{46}=1.008974$ ,  **$\lambda_{48}=1.008978$**   
 $\lambda_{50}=1.008951$ ,  $\lambda_{52}=1.008823$ .

Максимальное содержание в природе 73.72% имеет изотоп титана  ${}^{48}_{22}\text{Ti}$ .

${}^{24}\text{Cr}$  ( $b = 46/49$ ,  $c = 30/32$ ):  $\lambda_{48}=1.008957$ ,  $\lambda_{50}=1.009028$ ,  **$\lambda_{52}=1.009046$** ,  
 $\lambda_{54}=1.008990$ ,  $\lambda_{56}=1.008876$ .

Максимальное содержание в природе 83.789% имеет изотоп хрома  ${}^{52}_{24}\text{Cr}$ .

${}^{26}\text{Fe}$  ( $b = 46/49$ ,  $c = 30/32$ ):  $\lambda_{52}=1.008997$ ,  $\lambda_{54}=1.00907104$ ,  **$\lambda_{56}=1.00907107$** ,  
 $\lambda_{58}=1.009018$ ,  $\lambda_{60}=1.008928$ .

Максимальное содержание в природе 91.754% имеет изотоп железа  ${}^{56}_{26}\text{Fe}$ .

${}^{28}\text{Ni}$  ( $b = 46/49$ ,  $c = 30/32$ ):  $\lambda_{56}=1.009033$ ,  **$\lambda_{58}=1.0090711$** ,  $\lambda_{60}=1.009069$ ,  
 $\lambda_{62}=1.009033$ ,  $\lambda_{64}=1.008966$ .

Максимальное содержание в природе 68.0769% имеет изотоп никеля  ${}^{58}_{28}\text{Ni}$ ,  
а процентное содержание устойчивого изотопа  ${}^{64}_{28}\text{Ni}$  равно 0.9256%.

Полученные результаты позволяют сделать следующие важные выводы. Во-первых, чем больше значение  $\lambda$  и чем дальше оно отстоит от порога устойчивости относительно  $\alpha$  - распада ( $\lambda \approx 1.00789$ ) тем сильнее внешнее давление эфира на ядро и, следовательно, тем более оно устойчиво. Поэтому значения  $\lambda$  устойчивых изотопов любого химического элемента, начиная с углерода, лежат в окрестности максимума по  $n$  кривой  $\lambda = \lambda(p, n)$  для данного элемента. При этом максимальному значению  $\lambda$  соответствует изотоп с наибольшим процентным содержанием в природе,

а любой неустойчивый изотоп имеет значение  $\lambda$  меньше, чем любой устойчивый изотоп (за редким исключением изотопов с процентным содержанием в природе менее 1% , что можно объяснить погрешностью в вычислениях и в экспериментальных данных по измерению процентного содержания изотопов в природе). Кроме того, вследствие давления эфира изотопы с большим значением  $\lambda$  имеют большую удельную энергию связи, которая максимальна именно для изотопов никеля. Во-вторых, все четно-четные ядра от гелия до никеля (за исключением аргона) имеют одинаковые значения параметров  $(b, c)$ , что объясняет расположение кривой устойчивых нуклидов этих элементов в плоскости  $(n, p)$  вдоль прямой линии. Начинаясь с цинка уменьшение значения  $b$  с выходом на уровень  $b = 30/32 = 0.9375$  и увеличение значения  $c$  являются причиной постепенного отхода кривой устойчивых нуклидов в плоскости  $(n, p)$  от прямой линии. Этим же объясняется несимметричность осколков деления тяжелых ядер  ${}_{90}\text{Th} - {}_{98}\text{Cf}$  (см. ниже).

${}_{30}\text{Zn}$  ( $b = 91/97 > 90/96 = 30/32$ ,  $c = 151/161 > 150/160 = 30/32$ ):  $\lambda_{62} = 1.008702$ ,  $\lambda_{64} = 1.008735$ ,  $\lambda_{66} = 1.008733$ ,  $\lambda_{68} = 1.008704$ ,  $\lambda_{70} = 1.008652$ .

Максимальное содержание в природе 48.63% имеет изотоп цинка  ${}_{30}^{64}\text{Zn}$ , а процентное содержание устойчивого изотопа  ${}_{30}^{70}\text{Zn}$  равно 0.62%.

${}_{32}\text{Ge}$  ( $b = 151/161$ ,  $c = 77/82 = 154/164 < 155/165 = 31/33$ ):  $\lambda_{68} = 1.008629$ ,  $\lambda_{70} = 1.008671$ ,  $\lambda_{72} = 1.008697$ ,  $\lambda_{74} = 1.008700$ ,  $\lambda_{76} = 1.008694$ ,  $\lambda_{78} = 1.008666$ .

Максимальное содержание в природе 36.28% имеет изотоп германия  ${}_{32}^{74}\text{Ge}$

${}_{34}\text{Se}$  ( $b = 30/32$ ,  $c = 77/82$ ):  $\lambda_{72} = 1.008384$ ,  $\lambda_{74} = 1.008446$ ,  $\lambda_{76} = 1.008487$ ,  $\lambda_{78} = 1.008508$ ,  $\lambda_{80} = 1.008513$ ,  $\lambda_{82} = 1.008507$ ,  $\lambda_{84} = 1.008482$ .

Максимальное содержание в природе 49.61% имеет изотоп селена  ${}_{34}^{80}\text{Se}$ , а процентное содержание устойчивого изотопа  ${}_{34}^{74}\text{Se}$  равно 0.89%.

${}_{36}\text{Kr}$  ( $b = 30/32$ ,  $c = 61/65 < 62/64 = 31/33$ ):  $\lambda_{76} = 1.008313$ ,  $\lambda_{78} = 1.008368$ ,  $\lambda_{80} = 1.008403$ ,  $\lambda_{82} = 1.008422$ ,  $\lambda_{84} = 1.008430$ ,  $\lambda_{86} = 1.008424$ ,  $\lambda_{88} = 1.008365$ .

Максимальное содержание в природе 57.0% имеет изотоп криптона  ${}_{36}^{84}\text{Kr}$ .

${}_{38}\text{Sr}$  ( $b = 30/32$ ,  $c = 61/65$ ):  $\lambda_{82} = 1.008335$ ,  $\lambda_{84} = 1.008386$ ,  $\lambda_{86} = 1.008420$ ,  $\lambda_{88} = 1.008446$ ,  $\lambda_{90} = 1.008406$ .

Максимальное содержание в природе 82.58% имеет изотоп стронция  $^{88}_{38}\text{Sr}$ , а процентное содержание устойчивого изотопа  $^{84}_{38}\text{Sr}$  равно 0.56%.

$^{40}\text{Zr}$  ( $b = 30/32$ ,  $c = 46/49 = 92/98 < 93/99 = 31/33$ ):  $\lambda_{88} = 1.00840$ ,  $\lambda_{90} = \mathbf{1.008459}$ ,  $\lambda_{92} = 1.008447$ ,  $\lambda_{94} = 1.008425$ ,  $\lambda_{96} = 1.00840$ ,  $\lambda_{98} = 1.008345$ .

Максимальное содержание в природе 51.45% имеет изотоп циркония  $^{90}_{40}\text{Zr}$ .

$^{42}\text{Mo}$  ( $b = 30/32$ ,  $c = 78/83 = 156/166 > 155/165 = 31/33$ ):  $\lambda_{90} = 1.00839$ ,  $\lambda_{92} = 1.008486$ ,  $\lambda_{94} = 1.008518$ ,  $\lambda_{96} = 1.008535$ ,  $\lambda_{98} = \mathbf{1.00854}$ ,  $\lambda_{100} = 1.008531$ .

Максимальное содержание в природе 24.1% имеет изотоп молибдена  $^{98}_{42}\text{Mo}$ .

$^{44}\text{Ru}$  ( $b = 30/32$ ,  $c = 139/148 = 278/296 < 279/297 = 31/33$ ):  $\lambda_{96} = 1.008377$ ,  $\lambda_{98} = 1.008404$ ,  $\lambda_{100} = 1.008417$ ,  $\lambda_{102} = \mathbf{1.008418}$ ,  $\lambda_{104} = 1.008409$ .

Максимальное содержание в природе 31.55% имеет изотоп рутения  $^{102}_{44}\text{Ru}$

$^{46}\text{Pd}$  ( $b = 30/32$ ,  $c = 139/148$ ):  $\lambda_{102} = 1.008358$ ,  $\lambda_{104} = 1.008376$ ,  $\lambda_{106} = \mathbf{1.008384}$ ,  $\lambda_{108} = 1.008382$ ,  $\lambda_{110} = 1.008373$ ,  $\lambda_{112} = 1.008356$ .

Максимальное содержание в природе 27.33% имеет изотоп палладия  $^{106}_{46}\text{Pd}$ .

$^{48}\text{Cd}$  ( $b = 30/32$ ,  $c = 139/148$ ):  $\lambda_{106} = 1.008309$ ,  $\lambda_{108} = 1.008334$ ,  $\lambda_{110} = 1.008349$ ,  $\lambda_{112} = \mathbf{1.00835}$ ,  $\lambda_{114} = \mathbf{1.00835}$ ,  $\lambda_{116} = 1.008342$ ,  $\lambda_{118} = 1.008327$ .

Устойчивые изотопы кадмия  $^{112}_{48}\text{Cd}$  и  $^{114}_{48}\text{Cd}$  с примерно равным максимальным процентным содержанием в природе 24.13% и 28.73% имеют примерно равные максимальные значения  $\lambda$ . Процентное содержание в природе устойчивого изотопа  $^{106}_{48}\text{Cd}$  равно 1.25%.

$^{50}\text{Sn}$  ( $b = 30/32$ ,  $c = 31/33$ ):  $\lambda_{112} = 1.008316$ ,  $\lambda_{114} = 1.008341$ ,  $\lambda_{116} = 1.008357$ ,  $\lambda_{118} = 1.008365$ ,  $\lambda_{120} = \mathbf{1.008366}$ ,  $\lambda_{122} = 1.008362$ ,  $\lambda_{124} = 1.008353$ ,  $\lambda_{126} = 1.00834$ .

Максимальное содержание в природе 32.58% имеет изотоп олова  $^{120}_{50}\text{Sn}$ , а процентное содержание устойчивого изотопа  $^{112}_{50}\text{Sn}$  равно 0.97%.

$^{52}\text{Te}$  ( $b = 30/32$ ,  $c = 125/133 > 124/132 = 31/33$ ):  $\lambda_{120} = 1.008368$ ,  $\lambda_{122} = 1.008390$ ,  $\lambda_{124} = 1.00841$ ,  $\lambda_{126} = 1.008415$ ,  $\lambda_{128} = \mathbf{1.00842}$ ,  $\lambda_{130} = \mathbf{1.00842}$ ,  $\lambda_{132} = 1.00841$ .

Устойчивые изотопы теллура  $^{128}_{52}\text{Te}$  и  $^{130}_{52}\text{Te}$  с примерно равным максимальным процентным содержанием в природе 31.74% и 34.08% имеют равные максимальные значения  $\lambda$ . Процентные содержания устойчивых изотопов  $^{120}_{52}\text{Te}$  и  $^{122}_{52}\text{Te}$  равны 0.09% и 2.55% .

$^{54}\text{Xe}$  (b = 30/32, c = 31/33):  $\lambda_{124}=1.008255$ ,  $\lambda_{126}=1.008275$ ,  $\lambda_{128}=1.008289$ ,  $\lambda_{130}=1.008296$ ,  $\lambda_{132}=\mathbf{1.008298}$ ,  $\lambda_{134}=1.008295$ ,  $\lambda_{136}=1.008288$ ,  $\lambda_{138}=1.008245$ .

Максимальное содержание в природе 26.9% имеет изотоп ксенона  $^{132}_{54}\text{Xe}$ .

$^{56}\text{Ba}$  (b = 30/32, c = 31/33):  $\lambda_{130}=1.00823$ ,  $\lambda_{132}=1.008247$ ,  $\lambda_{134}=1.008259$ ,  $\lambda_{136}=1.008265$ ,  $\lambda_{138}=\mathbf{1.008267}$ ,  $\lambda_{140}=1.00823$ .

Максимальное содержание в природе 71.698% имеет изотоп бария  $^{138}_{56}\text{Ba}$ , а процентное содержание устойчивого изотопа  $^{130}_{56}\text{Ba}$  равно 0.106%.

$^{58}\text{Ce}$  (b = 30/32, c = 78/83):  $\lambda_{136}=1.00826$ ,  $\lambda_{138}=1.008283$ ,  $\lambda_{140}=\mathbf{1.008299}$ ,  $\lambda_{142}=1.008284$ ,  $\lambda_{144}=1.00826$ .

Максимальное содержание в природе 88.45% имеет изотоп церия  $^{140}_{58}\text{Ce}$ .

$^{60}\text{Nd}$ (b=30/32, c =157/167>155/165 = 31/33):  $\lambda_{140}=1.008273$ ,  $\lambda_{142}=\mathbf{1.0083033}$ ,  $\lambda_{144}=1.0083032$ ,  $\lambda_{146}=1.008299$ ,  $\lambda_{148}=1.008290$ ,  $\lambda_{150}=1.008279$ .

Максимальное содержание в природе 27.2% имеет изотоп неодима  $^{142}_{60}\text{Nd}$ .

$^{62}\text{Sm}$  (b = 30/32, c = 157/167):  $\lambda_{144}=1.008228$ ,  $\lambda_{146}=1.00824$ ,  $\lambda_{148}=1.008244$ ,  $\lambda_{150}=1.0082445$ ,  $\lambda_{152}=\mathbf{1.008245}$ ,  $\lambda_{154}=\mathbf{1.008245}$ ,  $\lambda_{156}=1.008240$ .

Устойчивые изотопы самария  $^{152}_{62}\text{Sm}$  и  $^{154}_{62}\text{Sm}$  с примерно равным максимальным содержанием в природе 26.75% и 22.75% имеют примерно равные максимальные значения  $\lambda$ . Процентное содержание устойчивого изотопа  $^{144}_{62}\text{Sm}$  равно 3.07%.

$^{64}\text{Gd}$  (b = 30/32, c = 78/83):  $\lambda_{152}=1.008125$ ,  $\lambda_{154}=1.008131$ ,  $\lambda_{156}=1.0081359$ ,  $\lambda_{158}=\mathbf{1.008136}$ ,  $\lambda_{160}=1.008130$ ,  $\lambda_{162}=1.008118$ .

Максимальное содержание в природе 24.8% имеет изотоп гадолиния  $^{158}_{64}\text{Gd}$ .

$^{66}\text{Dy}$  (b = 30/32, c = 47/50):  $\lambda_{156}=1.008115$ ,  $\lambda_{158}=1.008130$ ,  $\lambda_{160}=1.008141$ ,  $\lambda_{162}=1.008146$ ,  $\lambda_{164}=\mathbf{1.008147}$ ,  $\lambda_{166}=1.008140$ .

Максимальное содержание в природе 28.18% имеет изотоп диспрозия  ${}^{164}_{66}\text{Dy}$ , а процентные содержания устойчивых изотопов  ${}^{156}_{66}\text{Dy}$  и  ${}^{158}_{66}\text{Dy}$  равны 0.06% и 0.10%

${}^{68}\text{Er}$  ( $b = 30/32$ ,  $c = 78/83$ ):  $\lambda_{162}=1.00804$ ,  $\lambda_{164}=1.008052$ ,  $\lambda_{166}=\mathbf{1.0080583}$ ,  $\lambda_{168}=1.0080582$ ,  $\lambda_{170}=1.008053$ ,  $\lambda_{172}=1.00804$ .

Максимальное содержание в природе 33.61% имеет изотоп эрбия  ${}^{166}_{68}\text{Er}$ , а процентное содержание устойчивого изотопа  ${}^{162}_{68}\text{Er}$  равно 0.14%.

${}^{70}\text{Yb}$  ( $b = 30/32$ ,  $c = 47/50$ ):  $\lambda_{168}=1.00805$ ,  $\lambda_{170}=1.008060$ ,  $\lambda_{172}=1.0080656$ ,  $\lambda_{174}=\mathbf{1.0080664}$ ,  $\lambda_{176}=1.008060$ ,  $\lambda_{178}=1.00805$ .

Максимальное содержание в природе 31.83% имеет изотоп иттербия  ${}^{174}_{70}\text{Yb}$ , а процентное содержание устойчивого изотопа  ${}^{168}_{70}\text{Yb}$  равно 0.13%.

${}^{72}\text{Hf}$  ( $b = 30/32$ ,  $c = 157/167$ ):  $\lambda_{174}=1.008034$ ,  $\lambda_{176}=1.008043$ ,  $\lambda_{178}=1.008046$ ,  $\lambda_{180}=\mathbf{1.008047}$ ,  $\lambda_{182}=1.008041$ .

Максимальное содержание в природе 35.08% имеет изотоп гафния  ${}^{180}_{72}\text{Hf}$ , а процентное содержание устойчивого изотопа  ${}^{174}_{72}\text{Hf}$  равно 0.16%.

${}^{74}\text{W}$  ( $b = 30/32$ ,  $c = 47/50$ ):  $\lambda_{180}=1.007974$ ,  $\lambda_{182}=1.007981$ ,  $\lambda_{184}=\mathbf{1.007982}$ ,  $\lambda_{186}=1.007978$ ,  $\lambda_{188}=1.007971$ .

Максимальное содержание в природе 30.6% имеет изотоп вольфрама  ${}^{184}_{74}\text{W}$ .

${}^{76}\text{Os}$  ( $b = 30/32$ ,  $c = 157/167$ ):  $\lambda_{184}=1.007950$ ,  $\lambda_{186}=1.007960$ ,  $\lambda_{188}=1.0079654$ ,  $\lambda_{190}=1.007968$ ,  $\lambda_{192}=\mathbf{1.0079682}$ ,  $\lambda_{194}=1.007965$ .

Максимальное содержание в природе 40.78% имеет изотоп осмия  ${}^{192}_{76}\text{Os}$ , а процентные содержания устойчивых изотопов  ${}^{184}_{76}\text{Os}$  и  ${}^{186}_{76}\text{Os}$  равны 0.02% и 1.59%.

${}^{78}\text{Pt}$  ( $b = 181/193 > 180/192 = 30/32$ ,  $c = 140/149 = 280/298 > 279/297 = 31/33$ ):  $\lambda_{190}=1.0079558$ ,  $\lambda_{192}=1.0079605$ ,  $\lambda_{194}=\mathbf{1.0079622}$ ,  $\lambda_{196}=1.0079607$ ,  $\lambda_{198}=1.0079558$ ,  $\lambda_{200}=1.007948$ .

Максимальное содержание в природе 32.97% имеет изотоп платины  ${}^{194}_{78}\text{Pt}$

${}_{80}^{202}\text{Hg}$  ( $b=211/225 > 210/224=30/32$ ,  $c=78/83$ ):  $\lambda_{196}=1.0079376$ ,  $\lambda_{198}=1.0079449$ ,  
 $\lambda_{200}=1.007949$ ,  $\lambda_{202}=\mathbf{1.0079491}$ ,  $\lambda_{204}=1.0079467$ ,  $\lambda_{206}=1.0079384$ .

Максимальное содержание в природе 29.86% имеет изотоп ртути  ${}_{80}^{202}\text{Hg}$ , а процентное содержание устойчивого изотопа  ${}_{80}^{196}\text{Hg}$ , равно 0.15%.

${}_{82}^{208}\text{Pb}$  ( $b = 30/32$ ,  $c = 63/67 > 62/66 = 31/33$ ):  $\lambda_{204}=1.00791$ ,  $\lambda_{206}=1.0079202$ ,  
 $\lambda_{208}=\mathbf{1.0079268}$ ,  $\lambda_{210}=1.0079076$ .

Максимальное содержание в природе 52.4% имеет изотоп свинца  ${}_{82}^{208}\text{Pb}$ .

Свинец является последним четным элементом, имеющим устойчивые изотопы  ${}_{82}^{204}\text{Pb}$ ,  ${}_{82}^{206}\text{Pb}$ ,  ${}_{82}^{208}\text{Pb}$ . Все изотопы более тяжелых элементов неустойчивы и распадаются. Уровень значений  $\lambda$ , ниже которого начинается  $\alpha$  - распад, равен примерно  $\lambda \approx 1.00789$ . При меньших значениях  $\lambda$  свойства входящих в состав ядра  $\alpha$  - частиц близки к свойствам свободных  $\alpha$  - частиц, что приводит к  $\alpha$  - распаду ядра.

Согласно нашей концепции устройства атомных ядер изотопы неустойчивых элементов с наибольшим периодом полураспада должны иметь наибольшие значения  $\lambda$  среди всех изотопов данного элемента, а время полураспада должно уменьшаться до нуля при стремлении значений  $\lambda$  к значению  $\lambda = 1.0073343$ , которое имеет свободная  $\alpha$  - частица. Все нестабильные элементы, начиная с полония, подвержены  $\alpha$  распаду.

Среди четных изотопов полония наибольший период полураспада 2.8 лет имеет изотоп  ${}_{84}^{208}\text{Po}$ , что немногим меньше периода полураспада изотопа калифорния  ${}_{98}^{250}\text{Cf}$  (13 лет), на несколько порядков меньше периодов полураспада изотопов тория или урана и на несколько порядков больше, чем периоды полураспада изотопов флеровия или ливермория. Следовательно, значения  $\lambda$  для полония должны быть значительно меньше, чем значение  $\lambda \approx 1.00789$  порога  $\alpha$  - распада, и они также должны быть значительно больше, чем значение  $\lambda = 1.0073343$  для свободной  $\alpha$  - частицы. Тогда

${}_{84}^{208}\text{Po}$  ( $b = 30/32$ ,  $c = 123/131 < 124/132 = 31/33$ ):  $\lambda_{206}=1.007573$ ,  $\lambda_{208}=\mathbf{1.007576}$ ,  
 $\lambda_{210}=1.007574$ .

Среди изотопов радона наибольший период полураспада 3.8 дня имеет изотоп  ${}_{86}^{222}\text{Rn}$ , что примерно соответствует периоду полураспада изотопа фермия  ${}_{100}^{252}\text{Fm}$  (1 день). Тогда

${}_{86}^{222}\text{Rn}$  ( $b = 44/47 < 45/48 = 30/32$ ,  $c = 32/34$ ):  $\lambda_{220}=1.0074248$ ,  $\lambda_{222}=\mathbf{1.0074258}$ ,  
 $\lambda_{224}=1.0074256$ .

Среди изотопов радия наибольший период полураспада 1585 лет имеет изотоп  $^{226}_{88}\text{Ra}$ , что больше периода полураспада изотопа калифорния  $^{250}_{98}\text{Cf}$ , но меньше периода полураспада изотопа кюрия  $^{248}_{96}\text{Cm}$  ( $3.49 \cdot 10^5$  лет). Тогда

$$^{88}\text{Ra}(b=104/111 < 105/112=30/32, c=159/169 < 160/170=32/34): \lambda_{224}=1.0076141, \lambda_{226}=\mathbf{1.0076143}, \lambda_{228}=1.0076127.$$

Среди изотопов тория наибольший период полураспада  $1.4 \cdot 10^{10}$  лет имеет изотоп  $^{232}_{90}\text{Th}$ . Следовательно, значение  $\lambda$  для данного изотопа должно быть близко к значению  $\lambda = 1.00789$ , соответствующему границе области  $\alpha$ -распада. Тогда

$$^{90}\text{Th}(b = 30/32, c = 32/34): \lambda_{230}=1.0078875, \lambda_{232}=\mathbf{1.0078899}, \lambda_{234}=1.0078896.$$

Среди изотопов урана наибольший период полураспада  $4.47 \cdot 10^9$  лет имеет изотоп  $^{238}_{92}\text{U}$ . Значение  $\lambda$  для данного изотопа должно быть также близко к значению  $\lambda = 1.00789$ , соответствующему границе области  $\alpha$ -распада, но меньше, чем для изотопа  $^{232}_{90}\text{Th}$ . Тогда

$$^{92}\text{U}(b = 30/32, c = 32/34): \lambda_{236}=1.0078483, \lambda_{238}=\mathbf{1.0078497}, \lambda_{240}=1.0078487.$$

Среди изотопов плутония наибольший период полураспада  $7.9 \cdot 10^7$  лет имеет изотоп  $^{244}_{94}\text{Pu}$ . Значение  $\lambda$  для данного изотопа должно быть также близко к значению  $\lambda = 1.00789$ , соответствующему границе области  $\alpha$ -распада, но меньше, чем для изотопа  $^{238}_{92}\text{U}$ . Тогда

$$^{94}\text{Pu}(b = 30/32, c = 32/34): \lambda_{242}=1.0078073, \lambda_{244}=\mathbf{1.0078081}, \lambda_{246}=1.0078066.$$

Среди четных изотопов кюрия наибольший период полураспада  $3.49 \cdot 10^5$  лет имеет изотоп  $^{248}_{96}\text{Cm}$ . Значение  $\lambda$  для данного изотопа должно быть меньше, чем для изотопа  $^{244}_{94}\text{Pu}$ . Тогда

$$^{96}\text{Cm}(b = 30/32, c = 32/34): \lambda_{246}=1.0077644, \lambda_{248}=\mathbf{1.0077668}, \lambda_{250}=1.0077657.$$

Среди четных изотопов калифорния наибольший период полураспада 13 лет имеет изотоп  $^{250}_{98}\text{Cf}$ . Значение  $\lambda$  для данного изотопа должно быть существенно меньше, чем для изотопа  $^{248}_{96}\text{Cm}$ , но немногим больше, чем для изотопа  $^{208}_{84}\text{Po}$ . Тогда

${}_{98}\text{Cf}$  ( $b = 30/32$ ,  $c = 95/101 < 96/102 = 32/34$ ):  $\lambda_{248} = 1.0075824$ ,  $\lambda_{250} = 1.0075849$ ,  $\lambda_{252} = 1.0075834$ .

Среди четных изотопов фермия наибольший период полураспада 1 день имеет изотоп  ${}_{100}^{252}\text{Fm}$ . Значение  $\lambda$  для данного изотопа должно быть существенно меньше, чем для изотопа  ${}_{98}^{250}\text{Cf}$ , и примерно такое же, как для изотопа  ${}_{86}^{222}\text{Rn}$ . Тогда

${}_{100}\text{Fm}$  ( $b = 30/32$ ,  $c = 157/167$ ):  $\lambda_{250} = 1.007427$ ,  $\lambda_{252} = 1.007432$ ,  $\lambda_{254} = 1.007431$ .

Среди четных изотопов нобелия наибольшие примерно равные периоды полураспада 51 секунду и 1 минуту имеют изотопы  ${}_{102}^{254}\text{No}$  и  ${}_{102}^{264}\text{No}$ , хотя максимум в 2.78 часа приходится на четно-нечетный изотоп  ${}_{102}^{261}\text{No}$ . Значения  $\lambda$  для этих изотопов должны быть примерно равны и существенно меньше, чем для изотопа  ${}_{100}^{252}\text{Fm}$ . Тогда

${}_{102}\text{No}$  ( $b=30/32$ ,  $c=157/167$ ):  $\lambda_{254} = 1.0073797$ ,  $\lambda_{256} = 1.0073833$ ,  $\lambda_{258} = 1.007384$ ,  $\lambda_{260} = 1.0073841$ ,  $\lambda_{262} = 1.00738$ ,  $\lambda_{264} = 1.0073797$ .

Среди четных изотопов резерфордия наибольший период полураспада 10 часов имеет изотоп  ${}_{104}^{266}\text{Rf}$ . Значение  $\lambda$  для данного изотопа должно быть немногим меньше, чем для изотопа  ${}_{100}^{252}\text{Fm}$ . Тогда

${}_{104}\text{Rf}$  ( $b = 30/32$ ,  $c = 79/84 < 80/85 = 32/34$ ):  $\lambda_{264} = 1.0074206$ ,  $\lambda_{266} = 1.0074237$ ,  $\lambda_{268} = 1.0074212$ .

Среди четных изотопов сиборгия наибольший период полураспада 1.1 часа имеет изотоп  ${}_{106}^{272}\text{Sg}$ . Значение  $\lambda$  для данного изотопа должно быть меньше, чем для изотопов  ${}_{100}^{252}\text{Fm}$  или  ${}_{104}^{266}\text{Rf}$ . Для изотопов сиборгия с большими атомными номерами экспериментальные данные отсутствуют.

${}_{106}\text{Sg}$  ( $b=30/32$ ,  $c=95/101$ ):  $\lambda_{268} = 1.0074012$ ,  $\lambda_{270} = 1.0074039$ ,  $\lambda_{272} = 1.0074052$ .

Среди четных изотопов хассия наибольший период полураспада 1.1 часа имеет изотоп  ${}_{108}^{276}\text{Hs}$ . Значение  $\lambda$  для данного изотопа должно быть примерно таким же, как и для изотопа  ${}_{106}^{272}\text{Sg}$ . Для изотопов хассия с большими атомными номерами экспериментальные данные отсутствуют. Тогда

${}_{108}\text{Hs}$  ( $b = 30/32$ ,  $c=143/152 < 144/153=32/34$ ):  $\lambda_{274} = 1.0073989$ ,  $\lambda_{276} = 1.0074045$ .

Среди четных изотопов дармштадтия наибольший период полураспада

11 секунд имеет изотоп  ${}_{110}^{280}Ds$ . Значение  $\lambda$  для данного изотопа должно быть существенно меньше, чем для изотопа  ${}_{108}^{276}Hs$ . Для изотопов дармштадтия с большими атомными номерами экспериментальные данные отсутствуют. Тогда

$${}_{110}Ds(b = 30/32, c = 159/169 < 160/170 = 32/34): \lambda_{278} = 1.0073578, \lambda_{280} = 1.0073668.$$

Среди четных изотопов коперниция наибольший период полураспада 30 секунд имеет изотоп  ${}_{112}^{284}Cn$ . Значение  $\lambda$  для данного изотопа должно быть немного меньше, чем для изотопа  ${}_{102}^{264}No$  и больше, чем для изотопа  ${}_{110}^{280}Ds$ . Для изотопов коперниция с большими атомными номерами экспериментальные данные отсутствуют. Тогда

$${}_{112}Cn(b = 91/97, c = 125/133 > 124/132 = 31/33): \lambda_{280} = 1.0073656, \lambda_{282} = 1.0073688, \lambda_{284} = 1.0073721.$$

Среди четных изотопов флёрвия наибольший период полураспада 2.8 секунды имеет изотоп  ${}_{114}^{288}Fl$ . Для изотопов флёрвия с большими атомными номерами экспериментальные данные отсутствуют. Тогда

$${}_{114}Fl(b = 30/32, c = 32/34): \lambda_{286} = 1.0073365, \lambda_{288} = 1.0073521.$$

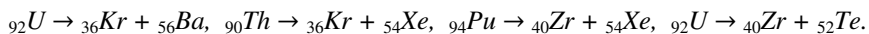
Среди четных изотопов ливермория наибольший период полураспада 18 миллисекунд имеет изотоп  ${}_{116}^{292}Lv$ . Значение  $\lambda$  для данного изотопа должно быть близко к значению  $\lambda$  для свободной  $\alpha$  - частицы. Для изотопов ливермория с большими атомными номерами экспериментальные данные отсутствуют. Тогда

$${}_{116}Lv(b = 76/81 > 75/80 = 30/32, c = 125/133): \lambda_{290} = 1.0073305, \lambda_{292} = 1.0073396.$$

Единственный синтезированный четный изотоп оганессона  ${}_{118}^{294}Og$  имеет период полураспада примерно 1 миллисекунду, но экспериментальные данные об энергии связи нуклонов в ядре изотопа отсутствуют. Можно только предположить, что значение  $\lambda$  для данного изотопа лежит в узкой окрестности значения  $\lambda = 1.0073343$  для свободной  $\alpha$  - частицы.

Из полученных результатов следует, что изотопы химических элементов  ${}_{34}Se$  -  ${}_{76}Os$ , а также  ${}_{90}Th$  -  ${}_{110}Ds$  имеют одно значение  $b = 30/32$ . В элементах с  $29 \leq Z \leq 33$  происходит постепенный переход к  $b = 30/32$  от  $b = 46/49$ . Следовательно, при независимом распаде ядер тяжелых элементов  ${}_{90}Th$  -  ${}_{98}Cf$  практически исключено появление легкого осколка с  $Z \leq 28$  и очень мала вероятность его появления с  $29 \leq Z \leq 33$ , так как эти элемен-

ты имеют значение  $b$ , отличное от его значения в делящемся тяжелом ядре. Но тогда также очень мала вероятность появления тяжелого осколка с  $Z > 64$ . Таким образом, при распаде тяжелых элементов  ${}_{90}\text{Th} - {}_{98}\text{Cf}$  наибольшую вероятность имеет появление двух осколков с  $34 \leq Z \leq 64$ . Только в этом случае  $\alpha$ -частицы обоих осколков являются  $\alpha$ -частицами распадающегося тяжелого ядра. В свою очередь, вероятность распада на два осколка с  $34 \leq Z \leq 64$  будет также зависеть от вероятности перехода дополнительных нейтронов тяжелых элементов сначала в состояние свободного нейтрона с  $c = 31/33$ , а затем в состояние, которое имеют осколки с  $34 \leq Z \leq 64$ . Вероятность такого перехода равна единице для  ${}_{50}\text{Sn}$ ,  ${}_{54}\text{Xe}$ ,  ${}_{56}\text{Ba}$ , имеющих  $c = 31/33$ ; высокая для  ${}_{36}\text{Kr}$ ,  ${}_{38}\text{Sr}$ ,  ${}_{40}\text{Zr}$ ,  ${}_{52}\text{Te}$ , имеющих  $c = 61/65$ ,  $c = 46/49$ ,  $c = 125/133$ ; менее высокая для  ${}_{34}\text{Se}$ ,  ${}_{42}\text{Mo}$ ,  ${}_{58}\text{Ce}$ ,  ${}_{64}\text{Gd}$ , имеющих  $c = 77/82$ ,  $c = 78/83$ ; небольшая для  ${}_{60}\text{Nd}$ ,  ${}_{62}\text{Sm}$  и совсем незначительная для  ${}_{44}\text{Ru}$ ,  ${}_{46}\text{Pd}$ ,  ${}_{48}\text{Cd}$ , имеющих  $c = 139/148$ . Следовательно, наиболее вероятный распад будет происходить на осколки с  $36 \leq Z \leq 40$  и  $50 \leq Z \leq 56$ , а вероятность деления тяжелых ядер  ${}_{90}\text{Th} - {}_{98}\text{Cf}$  на два симметричных осколка с  $45 \leq Z \leq 49$  является очень малой. Например, большую вероятность имеют следующие реакции распада



Однако, на два симметричных осколка могут делиться, очевидно, ядра элемента фермия  ${}_{100}\text{Fm}$ .

Из результатов настоящей главы следует заложенное природой предназначение нейтронов в атомном ядре - снимать избыточное сжатие эфира, вызываемое протонами. Поэтому не могут существовать ядра, состоящие из одних протонов или одних нейтронов, но ограниченное число нейтронов должно присутствовать в ядре атома, и их число должно возрастать с ростом числа протонов. Избыток протонов в каком-либо конкретном ядре вызывает избыточное сжатие эфира, что снимается  $\beta^+$ -распадом или электронным захватом, переводящим один из протонов в нейтрон. С другой стороны, избыток нейтронов в каком-либо конкретном ядре вызывает избыточное разрежение эфира, что снимается  $\beta^-$ -распадом, переводящим один из нейтронов в протон. Это объясняет картину расположения устойчивых и неустойчивых нуклидов в плоскости  $(p, n)$ , полностью подтвержденную приведенными выше расчетами по формулам теории эфира.

Любое атомное ядро устроено как кочан капусты, являясь суперпозицией волновых шаров протонов и нейтронов, имеющих общий центр и общую ось распространения волн возмущений плотности эфира. Поэтому размеры атомных ядер практически не зависят от атомного номера, но, как показано выше, меняются под воздействием напряжений в эфире,

сначала немного возрастая, а потом убывая с ростом числа нейтронов при фиксированном числе протонов, а также с ростом числа протонов при фиксированном числе нейтронов. При этом, приближение радиуса протонов ядра к радиусу свободного протона приводит к протонному распаду, приближение радиусов протонов  $\alpha$ -частиц ядра к радиусу свободной  $\alpha$ -частицы приводит к  $\alpha$ -распаду, а приближение радиусов нейтронов ядра к радиусу свободного нейтрона приводит к нейтронному распаду. В связи с этим можно утверждать, что маловероятно открытие новых химических элементов, так как радиусы протонов  $\alpha$ -частиц ливермория и оганессона уже близки к радиусу свободной  $\alpha$ -частицы, а ядро из таких  $\alpha$ -частиц существовать не может (см. пример ядра  ${}^8_4\text{Be}$ ). Хотя существует гипотетическая вероятность скачкообразного перехода через барьер  $\lambda = \lambda_\alpha = 1.0073343$  к существованию островов стабильности химических элементов с существенно большими атомными номерами и радиусами протонов  $\alpha$ -частиц, лежащими в интервале  $1 < \lambda < \lambda_\alpha$ . Качественный график зависимости величины  $\lambda_{max}$  от заряда ядра для изотопов элементов с наибольшим процентным содержанием в природе (для устойчивых элементов) или с наибольшим временем полураспада (для неустойчивых элементов) приведен на рис. 7.

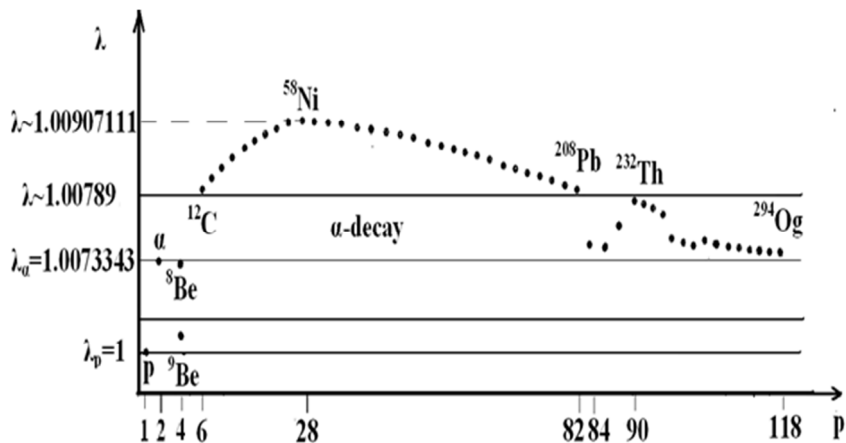


Рис. 7. Зависимость  $\lambda_{max}$  от величины заряда ядра.

Из полученных результатов также следует, что ядра наиболее устойчивых изотопов любого химического элемента имеют максимум величины  $\lambda$ , в окрестности которого располагаются величины  $\lambda$  других устойчивых

изотопов. Устойчивость ядра означает примерное равенство при данном  $\lambda$  напряжений эфира внутри протонов и вне нейтронов ядра, то есть там, где эфир немного сжат. Вне протонов, но внутри нейтронов ядра эфир немного разрежен, и, следовательно, сжатие эфира вне ядра оказывает давление на ядро извне. Это и есть те самые ядерные силы, которые удерживают вместе протоны и нейтроны в ядре атома, то есть ядерные силы – это силы внутренних напряжений в эфире. Следовательно, ядерные силы являются исключительно порождением эфира и без него не существуют. Кроме того, из полученных результатов также следует, что не кулоновские, а именно ядерные силы являются препятствием для поглощения ядром свободного протона или свободной  $\alpha$  - частицы, причем чем ближе значение  $\lambda$  в ядре к значениям  $\lambda_\alpha$  или  $\lambda_p$ , тем легче будет поглощение  $\alpha$  - частицы или протона таким ядром, что экспериментально подтверждается поглощением  $\alpha$  - частицы ядром  ${}^9_4\text{Be}$ . Вполне вероятно, что кулоновские силы вообще не являются препятствием в ядерных взаимодействиях, а кулоновского барьера просто не существует.

### 7.3.2. Ядра всех химических элементов

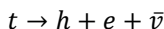
В соответствии с выдвинутой гипотезой ядро любого атома имеет четно-четный остов, состоящий из  $\alpha$  - частиц со своими параметрами  $b$  и  $c$  и своим значением величины  $\lambda = \lambda_\alpha$ . Любое четно-нечетное ядро состоит из четно-четного ядра и деформированного гелиона, любое нечетно-четное ядро состоит из четно-четного ядра и деформированного тритона, а любое нечетно-нечетное ядро состоит из четно-четного ядра и деформированного дейтрона. Мы полагаем также, что значение величины  $\lambda$  протона деформированного тритона или одного из протонов деформированного гелиона совпадает со значением  $\lambda_\alpha$  остова ядра, а значения величин  $\lambda$  пар протона с нейтроном или двух нейтронов деформированных дейтрона, гелиона или тритона должны быть соизмеримы как со значениями  $\lambda_\alpha$  остова ядра, так и между собой, то есть их отношения должны быть достаточно хорошими рациональными числами.

Ниже представлены значения  $\lambda = \lambda_\alpha, \lambda_p, \lambda_n$  в случае четно-нечетных и нечетно-нечетных ядер и  $\lambda = \lambda_\alpha, \lambda_n, \bar{\lambda}_n$  в случае нечетно-четных ядер, вычисленные по формулам (7.6)-(7.8), а также (7.10)-(7.11) для основных ядер устойчивых и неустойчивых изотопов всех существующих в природе химических элементов таблицы Менделеева, включая все устойчивые элементы. При этом, естественно, значения внутренних энергий (масс) и энергий связи любых ядер точно совпадают со своими экспериментальными значениями, а магнитные моменты ядер, являющиеся

магнитными моментами исключительно входящих в их состав деформированных дейтрона, тритона или гелиона, находятся по формулам (7.6)-(7.8). Индекс при величине  $\lambda$  означает атомный номер изотопа рассматриваемого элемента. Курсивом выделены значения  $\lambda$  ядер неустойчивых изотопов. Жирным шрифтом выделены значения  $\lambda$  ядер изотопов с наибольшим процентным содержанием в природе среди устойчивых изотопов данного элемента или с наибольшим периодом полураспада среди неустойчивых изотопов неустойчивого элемента. Для всех рассмотренных изотопов представлены вычисленные и экспериментально найденные (в скобках) значения  $\beta$  их магнитных моментов в ядерных магнетонах. Магнитные моменты атомных ядер всех рассмотренных изотопов, вычисленные по формулам теории эфира, совпали с их экспериментальными значениями с точностью до десятых долей процента, как правило, менее полпроцента. Все экспериментальные данные взяты из работ [22, 36] и базы данных [37]. Для ядер некоторых изотопов экспериментальные значения магнитных моментов в этих работах отсутствуют, что не позволило определить эфирные параметры этих ядер.

**${}^1\text{H}$ :**  $\lambda_1=1$  (протон),  $\lambda_2=0.996802$  (дейтрон  $\lambda_n=29/27\lambda$ ,  $\beta = 0.8571$  (0.8574)),  $\lambda_3=0.995612$  (тритон,  $\lambda_n=45/44\lambda$ ,  $\bar{\lambda}_n=25/22\lambda$ ,  $\beta = 2.98385$  (2.9788)).

В реакции распада тритона на гелион, электрон и антинейтрино



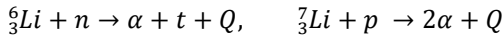
происходит  $\beta^-$ -распад большого нейтрона тритона на протон, электрон и антинейтрино с сохранением спина протона и переворотом спина электрона против спина протона.

**${}^2\text{He}$ :**  $\lambda_3=0.995835$  (гелион  $\bar{\lambda}_p = 32/28\lambda$ ,  $\lambda_n = 27/28\lambda$ ,  $\beta=-2.1252$  (-2.1276)),  **$\lambda_4=1.0073343$**  ( $\alpha$ -частица,  $b = 46/49$ ),  $\lambda_6 = 1.004399$  ( $c = 30/32$ ),  $\lambda_8 = 1.003087$ .

Максимальное содержание в природе 99.99986% имеет изотоп гелия  ${}^4_2\text{He}$ .

**${}^3\text{Li}$**  ( $b = 46/49$ ,  $c = 30/32$ ):  $\lambda_6=1.00086$  ( $\lambda_p = \lambda$ ,  $\lambda_n=23/21\lambda$ ,  $\beta = 0.8225$  (0.822));  **$\lambda_7=1.000528$**  ( $\lambda_n = 32/33\lambda$ ,  $\bar{\lambda}_n = 32/26\lambda$ ,  $\beta = 3.264$  (3.2564));  $\lambda_8=1.001907$  ( $\lambda_p=37/31\lambda$ ,  $\lambda_n=29/31\lambda$ ,  $\beta=1.65286$  (1.65356)).

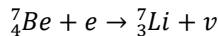
Максимальное содержание в природе 92.41% имеет изотоп лития  ${}^7_3\text{Li}$ . Структура ядер  ${}^6_3\text{Li}$  и  ${}^7_3\text{Li}$  объясняет механизмы ядерных реакций



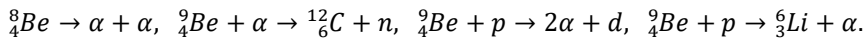
с выделением энергии при деформации свободных нейтрона и протона.

**${}^4_2\text{Be}$**  ( $b = 46/49$ ,  $c = 30/32$ ):  $\lambda_6=1.004657$ ;  $\lambda_7=1.003899$  ( $\lambda_p=36/32\lambda$ ,  $\lambda_n=31/32\lambda$ ,  $\beta = -1.3995$  (-1.398));  $\lambda_8=1.007322$ ;  **$\lambda_9=1.003609$**  ( $\lambda_p=32/27\lambda$ ,  $\lambda_n=32/34\lambda$ ,  $\beta = -1.1764$  (-1.1774));  $\lambda_{10}=1.006371$ ;  $\lambda_{12}=1.005317$ .

Единственным устойчивым изотопом бериллия является  ${}^9_4\text{Be}$ . В реакции



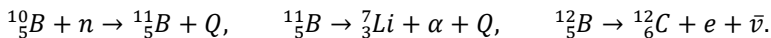
происходит переворот спина большого протона ядра атома бериллия с дальнейшим  $\beta^+$ - захватом своего электрона и превращением протона в нейтрон с выделением нейтрино. Структура ядер  ${}^8_4\text{Be}$  и  ${}^9_4\text{Be}$  объясняет механизмы ядерных реакций



Значение  $\lambda$  для ядра  ${}^8_4\text{Be}$  практически совпадает со значением  $\lambda$  для свободной  $\alpha$  - частицы, что означает невозможность устойчивого состояния данного ядра и его мгновенный распад на две  $\alpha$  - частицы.

**${}^5_2\text{B}$**  ( $b = 46/49$ ,  $c = 30/32$ ):  $\lambda_{10}=1.005346$  ( $\lambda_p=27/22\lambda$ ,  $\lambda_n=20/22\lambda$ ,  $\beta = 1.8009$  (1.8006));  **$\lambda_{11}=1.002832$**  ( $\lambda_n=18/16\lambda$ ,  $\bar{\lambda}_n=18/17\lambda$ ,  $\beta = 2.681$  (2.688));  $\lambda_{12}=1.005440$  ( $\lambda_p=33/32\lambda$ ,  $\lambda_n=22/21\lambda$ ,  $\beta = 1.00013$  (1.00306)).

Максимальное содержание в природе 80.1% имеет изотоп бора  ${}^{11}_5\text{B}$ . Структура ядер  ${}^{10}_5\text{B}$ ,  ${}^{11}_5\text{B}$  и  ${}^{12}_5\text{B}$  объясняет механизмы ядерных реакций



В последней реакции происходит  $\beta^-$ - распад нейтрона бора на протон, электрон и антинейтрино с переворотом спина протона и образованием третьей  $\alpha$  - частицы.

**${}^6_3\text{C}$**  ( $b = 46/49$ ,  $c = 30/32$ ):  $\lambda_8=1.003221$ ;  $\lambda_{10}=1.006276$ ;  $\lambda_{11}=1.006316$  ( $\lambda_p=21/17\lambda$ ,  $\lambda_n=9/10$ ,  $\beta = -0.9685$  (-0.964));  **$\lambda_{12}=1.00799$** ;  $\lambda_{13}=1.007925$  ( $\lambda_p=30/23\lambda$ ,  $\lambda_n=80/93\lambda$ ,  $\beta = 0.7035$  (0.7029));  $\lambda_{14}=1.007573$ .

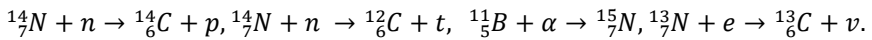
Максимальное содержание в природе 98.93% имеет изотоп углерода  $^{12}_6\text{C}$ . Ядро второго устойчивого изотопа углерода  $^{13}_6\text{C}$  имеет величину  $\lambda$ , также превышающую порог устойчивости  $\lambda = 1.00789$  относительно  $\alpha$ -распада. Структура ядер  $^{11}_6\text{C}$  и  $^{13}_6\text{C}$  объясняет механизмы ядерных реакций



Первая реакция  $\beta^+$ -захвата происходит с переворотом спина электрона и его последующим захватом своим протоном с образованием нейтрона.

${}_7\text{N}$  ( $b = 46/49$ ,  $c = 30/32$ ):  $\lambda_{13} = 1.007628$  ( $\lambda_n = 117/56\lambda$ ,  $\bar{\lambda}_n = 40/56\lambda$ ,  $\beta = 0.3208(0.3222)$ );  $\lambda_{14} = \mathbf{1.008399}$  ( $\lambda_p = 75/83\lambda$ ,  $\lambda_n = 98/83\lambda$ ,  $\beta = 0.40214(0.40376)$ );  $\lambda_{15} = 1.008261$  ( $\lambda_n = 59/28\lambda$ ,  $\bar{\lambda}_n = 59/83\lambda$ ,  $\beta = -0.28235(-0.28319)$ ).

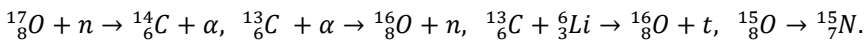
Максимальное содержание в природе 99.632% имеет изотоп азота  $^{14}_7\text{N}$ . Структура ядер  $^{13}_7\text{N}$ ,  $^{14}_7\text{N}$  и  $^{15}_7\text{N}$  объясняет механизмы ядерных реакций



Последняя реакция  $\beta^+$ -захвата происходит с переворотом спина электрона и его последующим захватом своим протоном с образованием нейтрона.

${}_8\text{O}$  ( $b = 46/49$ ,  $c = 30/32$ ):  $\lambda_{12} = 1.005079$ ,  $\lambda_{14} = 1.006852$ ,  $\lambda_{15} = 1.007229$  ( $\lambda_p = 30/23\lambda$ ,  $\lambda_n = 20/23$ ,  $\beta = 0.71995(0.7189)$ );  $\lambda_{16} = \mathbf{1.008311}$ ,  $\lambda_{17} = 1.008244$  ( $\lambda_p = \lambda$ ,  $\lambda_n = 18/17\lambda$ ,  $\beta = -1.905(-1.8938)$ ),  $\lambda_{18} = 1.007895$ ,  $\lambda_{20} = 1.007528$ .

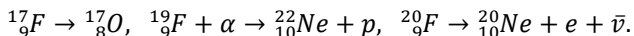
Кислород имеет три устойчивых изотопа:  $^{16}_8\text{O}$ ,  $^{17}_8\text{O}$  и  $^{18}_8\text{O}$  с процентным содержанием 99.757%, 0.038% и 0.205%. Структура ядер  $^{15}_8\text{O}$ ,  $^{16}_8\text{O}$ ,  $^{17}_8\text{O}$  объясняет механизмы ядерных реакций  $^{14}_7\text{N} + \alpha \rightarrow ^{17}_8\text{O} + p$ ,



Последняя реакция  $\beta^+$ -захвата сопровождается переворотом спина протона с последующим захватом своего электрона и образованием нейтрона.

${}_9\text{F}$  ( $b = 46/49$ ,  $c = 30/32$ ):  $\lambda_{17} = 1.006651$  ( $\lambda_p = 42/25\lambda$ ,  $\lambda_n = 42/47\lambda$ ,  $\beta = 4.7226(4.721)$ );  $\lambda_{19} = \mathbf{1.008231}$  ( $\lambda_n = 19/17\lambda$ ,  $\bar{\lambda}_n = 69/68\lambda$ ,  $\beta = 2.629(2.629)$ );  $\lambda_{20} = 1.007451$  ( $\lambda_p = 30/23\lambda$ ,  $\lambda_n = 20/23\lambda$ ,  $\beta = 2.0932(2.0934)$ ).

Фтор имеет один устойчивый изотоп  ${}^{19}\text{F}$ . Структура ядер  ${}^{17}\text{F}$ ,  ${}^{19}\text{F}$ ,  ${}^{20}\text{F}$  объясняет механизмы ядерных реакций



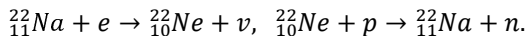
В последней реакции происходит  $\beta^-$ -распад нейтрона фтора на протон, электрон и антинейтрино с переворотом спина протона и образованием пятой  $\alpha$ -частицы.

${}_{10}\text{Ne}$  ( $b = 46/49$ ,  $c = 30/32$ ):  $\lambda_{16}=1.006348$ ;  $\lambda_{18}=1.007661$ ;  $\lambda_{19}=1.007242$  ( $\lambda_p=68/67\lambda$ ,  $\lambda_n=17/16\lambda$ ,  $\beta = -1.8837(-1.8854)$ );  **$\lambda_{20}=1.008371$** ;  $\lambda_{21}=1.007985$  ( $\lambda_p=33/25\lambda$ ,  $\lambda_n=43/50\lambda$ ,  $\beta = -0.6591(-0.6618)$ );  $\lambda_{22}=1.008268$ ;  $\lambda_{24}=1.008044$ .

Неон имеет три устойчивых изотопа  ${}^{20}_{10}\text{Ne}$ ,  ${}^{21}_{10}\text{Ne}$  и  ${}^{22}_{10}\text{Ne}$ . Максимальное процентное содержание в природе 90.48% имеет изотоп  ${}^{20}_{10}\text{Ne}$ .

${}_{11}\text{Na}$  ( $b = 46/49$ ,  $c = 30/32$ ):  $\lambda_{22}=1.007776$  ( $\lambda_p=29/24\lambda$ ,  $\lambda_n=22/24\lambda$ ,  $\beta = 1.7383(1.746)$ );  **$\lambda_{23}=1.008522$**  ( $\lambda_n=49/39\lambda$ ,  $\bar{\lambda}_n=36/39\lambda$ ,  $\beta=2.2114(2.2175)$ );  $\lambda_{24}=1.008263$  ( $\lambda_p=25/21\lambda$ ,  $\lambda_n=45/49\lambda$ ,  $\beta = 1.6858(1.6903)$ ).

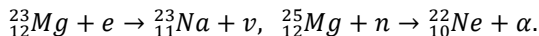
Структура ядер  ${}^{22}_{11}\text{Na}$ ,  ${}^{22}_{10}\text{Ne}$  объясняет механизмы ядерных реакций



Максимальное содержание в природе 100% имеет изотоп натрия  ${}^{23}_{11}\text{Na}$ .

${}_{12}\text{Mg}$  ( $b = 46/49$ ,  $c = 30/32$ ):  $\lambda_{22}=1.008001$ ,  $\lambda_{23}=1.008363$  ( $\lambda_p=23/17\lambda$ ,  $\lambda_n=43/51\lambda$ ,  $\beta = 0.536(0.5364)$ ),  **$\lambda_{24}=1.008619$** ,  $\lambda_{25}=1.008378$  ( $\lambda_p=43/34\lambda$ ,  $\lambda_n=30/34\lambda$ ,  $\beta = -0.85561(-0.85545)$ ),  $\lambda_{26}=1.008567$ ,  $\lambda_{28}=1.008387$ .

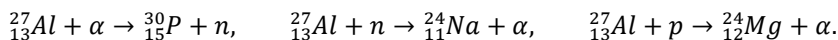
Структура ядер магния объясняет механизмы ядерных реакций



Максимальное содержание в природе 78.99% имеет изотоп магния  ${}^{24}_{12}\text{Mg}$ .

${}_{13}\text{Al}$  ( $b = 46/49$ ,  $c = 30/32$ ):  $\lambda_{26}=1.008248$  ( $\lambda_p=68/45\lambda$ ,  $\lambda_n=36/45\lambda$ ,  $\beta = 2.803(2.804)$ );  **$\lambda_{27}=1.008540$**  ( $\lambda_n=39/44\lambda$ ,  $\bar{\lambda}_n=59/44\lambda$ ,  $\beta=3.641(3.6415)$ );  $\lambda_{28}=1.008347$  ( $\lambda_p=33/20\lambda$ ,  $\lambda_n=33/43\lambda$ ,  $\beta = 3.254(3.242)$ ).

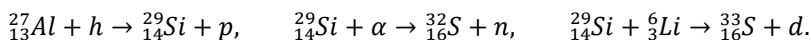
Структура ядер алюминия объясняет механизмы ядерных реакций



Максимальное содержание в природе 100% имеет изотоп алюминия  ${}_{13}^{27}\text{Al}$ .

${}_{14}^{31}\text{Si}$  ( $b = 46/49$ ,  $c = 30/32$ ):  $\lambda_{26}=1.008281$ ,  $\lambda_{27}=1.008685$  ( $\lambda_p=29/23\lambda$ ,  $\lambda_n=29/33\lambda$ ,  $\beta = 0.8602$  (0.8554));  $\lambda_{28}=\mathbf{1.008822}$ ,  $\lambda_{29}=1.008769$  ( $\lambda_p=66/49\lambda$ ,  $\lambda_n=11/13\lambda$ ,  $\beta = -0.5586$  (-0.5553));,  $\lambda_{30}=1.008787$ ,  $\lambda_{32}=1.008645$ .

Структура ядер кремния объясняет механизмы ядерных реакций



Максимальное содержание в природе 92.23% имеет изотоп кремния  ${}_{14}^{28}\text{Si}$ .

${}_{15}^{31}\text{P}$  ( $b = 46/49$ ,  $c = 30/32$ ):  $\lambda_{31}=\mathbf{1.008882}$  ( $\lambda_n=68/40\lambda$ ,  $\bar{\lambda}_n=31/40\lambda$ ,  $\beta = 1.1381$  (1.1316));  $\lambda_{32}=1.008380$  ( $\lambda_p=47/53\lambda$ ,  $\lambda_n=47/38\lambda$ ,  $\beta = -0.2529$  (-0.2523)).

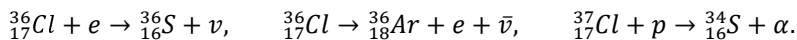
Максимальное содержание в природе 100% имеет изотоп фосфора  ${}_{15}^{31}\text{P}$ .

${}_{16}^{32}\text{S}$  ( $b = 46/49$ ,  $c = 30/32$ ):  $\lambda_{30}=1.008492$ ,  $\lambda_{31}=1.008518$  ( $\lambda_p=26/19\lambda$ ,  $\lambda_n=16/19\lambda$ ,  $\beta = 0.4906$  (0.4879));  $\lambda_{32}=\mathbf{1.008871}$ ,  $\lambda_{33}=1.008855$  ( $\lambda_p=41/31\lambda$ ,  $\lambda_n=53/62\lambda$ ,  $\beta = 0.643$  (0.6435));  $\lambda_{34}=1.008868$ ,  $\lambda_{35}=1.008691$  ( $\lambda_p=41/34\lambda$ ,  $\lambda_n=41/45\lambda$ ,  $\beta = 1.0737$  (1.07));,  $\lambda_{36}=1.008770$ ,  $\lambda_{38}=1.008553$ .

Максимальное содержание в природе 94.93% имеет изотоп серы  ${}_{16}^{32}\text{S}$ .

${}_{17}^{35}\text{Cl}$  ( $b = 46/49$ ,  $c = 30/32$ ):  $\lambda_{34}=1.008089$  ( $\lambda_p=29/34\lambda$ ,  $\lambda_n=45/34\lambda$ ,  $\beta = 0.00032$  (0));  $\lambda_{35}=\mathbf{1.008778}$  ( $\lambda_n=37/20\lambda$ ,  $\bar{\lambda}_n=15/20\lambda$ ,  $\beta = 0.8203$  (0.8219));  $\lambda_{36}=1.008089$  ( $\lambda_p=11/10\lambda$ ,  $\lambda_n=\lambda$ ,  $\beta = 1.2827$  (1.2855));  $\lambda_{37}=1.008621$  ( $\lambda_n=23/31\lambda$ ,  $\bar{\lambda}_n=23/12\lambda$ ,  $\beta = 0.6846$  (0.6841)).

Структура ядер хлора объясняет механизмы ядерных реакций



Максимальное содержание в природе 75.78% имеет изотоп хлора  ${}_{17}^{35}\text{Cl}$ .

$^{18}\text{Ar}$  ( $b = 61/65$ ,  $c = 31/33$ ):  $\lambda_{34}=1.008412$ ,  $\lambda_{36}=1.008731$ ,  $\lambda_{37} = 1.008531$  ( $\lambda_p=25/21\lambda$ ,  $\lambda_n=25/27\lambda$ ,  $\beta = 1.1439$  (1.145));  $\lambda_{38}=1.008860$ ,  $\lambda_{39}=1.008615$  ( $\lambda_p=23/20\lambda$ ,  $\lambda_n=19/20\lambda$ ,  $\beta = -1.3016$  (-1.3));  $\lambda_{40}=\mathbf{1.008862}$ ,  $\lambda_{42}=1.008841$ .

Максимальное содержание в природе 99.6% имеет изотоп аргона  $^{40}_{18}\text{Ar}$ .

$^{19}\text{K}$  ( $b = 46/49$ ,  $c = 30/32$ ):  $\lambda_{39}=\mathbf{1.008861}$  ( $\lambda_n=72/35\lambda$ ,  $\bar{\lambda}_n=18/25\lambda$ ,  $\beta = 0.3899$  (0.39147));  $\lambda_{40}=1.008078$  ( $\lambda_p=21/19\lambda$ ,  $\lambda_n=\lambda$ ,  $\beta = -1.2975$  (-1.2981));  $\lambda_{41}=1.008421$  ( $\lambda_n=43/20\lambda$ ,  $\bar{\lambda}_n=43/60\lambda$ ,  $\beta = 0.2146$  (0.21487)).

Максимальное содержание в природе 93.26% имеет изотоп калия  $^{39}_{19}\text{K}$ .

$^{20}\text{Ca}$  ( $b = 46/49$ ,  $c = 30/32$ ):  $\lambda_{38}=1.008614$ ,  $\lambda_{40}=\mathbf{1.008934}$ ,  $\lambda_{41}=1.008659$  ( $\lambda_p=41/38\lambda$ ,  $\lambda_n=\lambda$ ,  $\beta = -1.5926$  (-1.5948));  $\lambda_{42}=1.008923$ ,  $\lambda_{43}=1.008824$  ( $\lambda_p=8/7\lambda$ ,  $\lambda_n=18/19\lambda$ ,  $\beta = -1.3173$  (-1.3176));  $\lambda_{44}=1.008894$ ,  $\lambda_{45}=1.008655$  ( $\lambda_p=24/21\lambda$ ,  $\lambda_n=20/21\lambda$ ,  $\beta = -1.3262$  (-1.3274));  $\lambda_{46}=1.008838$ .

Максимальное содержание в природе 96.94% имеет изотоп кальция  $^{40}_{20}\text{Ca}$ .

$^{21}\text{Sc}$  ( $b = 46/49$ ,  $c = 30/32$ ):  $\lambda_{44}=1.008694$  ( $\lambda_p=23/16\lambda$ ,  $\lambda_n=23/28\lambda$ ,  $\beta = 2.558$  (2.56));  $\lambda_{45}=\mathbf{1.009038}$  ( $\lambda_n=21/28\lambda$ ,  $\bar{\lambda}_n=51/28\lambda$ ,  $\beta = 4.7631$  (4.7565));  $\lambda_{46}=1.008287$  ( $\lambda_p=46/29\lambda$ ,  $\lambda_n=46/58\lambda$ ,  $\beta = 3.027$  (3.03)).

Максимальное содержание в природе 100% имеет изотоп скандия  $^{45}_{21}\text{Sc}$ .

$^{22}\text{Ti}$  ( $b = 46/49$ ,  $c = 30/32$ ):  $\lambda_{44}=1.008915$ ,  $\lambda_{45}=1.008935$  ( $\lambda_p=94/61\lambda$ ,  $\lambda_n=48/61\lambda$ ,  $\beta = 0.0956$  (0.095));  $\lambda_{46}=1.008974$ ;  $\lambda_{47}=1.008958$  ( $\lambda_p=50/39\lambda$ ,  $\lambda_n=34/39\lambda$ ,  $\beta = -0.78806$  (-0.78848));  $\lambda_{48}=\mathbf{1.008978}$ ;  $\lambda_{49}=1.008970$  ( $\lambda_p=55/46\lambda$ ,  $\lambda_n=55/42\lambda$ ,  $\beta = -1.1064$  (-1.10417));  $\lambda_{50}=1.008951$ ,  $\lambda_{52}=1.008823$ .

Максимальное содержание в природе 73.72% имеет изотоп титана  $^{48}_{22}\text{Ti}$ .

$^{23}\text{V}$  ( $b = 46/49$ ,  $c = 30/32$ ):  $\lambda_{50}=1.008694$  ( $\lambda_p=62/37\lambda$ ,  $\lambda_n=28/37\lambda$ ,  $\beta = 3.348$  (3.346));  $\lambda_{51}=\mathbf{1.009052}$  ( $\lambda_n=50/69\lambda$ ,  $\bar{\lambda}_n=2\lambda$ ,  $\beta = 5.134$  (5.1487)).

Максимальное содержание в природе 99.75% имеет изотоп ванадия  $^{51}_{23}\text{V}$ .

$^{24}\text{Cr}$  ( $b = 46/49$ ,  $c = 30/32$ ):  $\lambda_{48}=1.008957$ ,  $\lambda_{50}=1.009028$ ,  $\lambda_{51}=1.008867$  ( $\lambda_p=51/41\lambda$ ,  $\lambda_n=51/57\lambda$ ,  $\beta = -0.9371$  (-0.934));  $\lambda_{52}=\mathbf{1.009046}$ ;  $\lambda_{53}=1.008999$

( $\lambda_p=59/43\lambda, \lambda_n=36/43\lambda, \beta = -0.4716 (-0.47454)$ );  $\lambda_{54}=1.008990, \lambda_{56}=1.008876$ .

Максимальное содержание в природе 83.789% имеет изотоп хрома  $^{52}_{24}\text{Cr}$ .

$^{25}\text{Mn}$  ( $b = 46/49, c = 30/32$ ):  $\lambda_{54}=1.008996$  ( $\lambda_p=63/38\lambda, \lambda_n=29/38\lambda, \beta = 3.286 (3.282)$ );  $\lambda_{55}=\mathbf{1.009059}$  ( $\lambda_n=33/36\lambda, \bar{\lambda}_n=33/26\lambda, \beta = 3.458 (3.453)$ );  $\lambda_{56}=1.008965$  ( $\lambda_p=59/36\lambda, \lambda_n=59/77\lambda, \beta = 3.2266 (3.2266)$ ).

Максимальное содержание в природе 100% имеет изотоп марганца  $^{55}_{25}\text{Mn}$ .

$^{26}\text{Fe}$  ( $b = 46/49, c = 30/32$ ):  $\lambda_{52}=1.008997, \lambda_{54}=1.00907104, \lambda_{56}=\mathbf{1.00907107}$ ,  $\lambda_{57}=1.009029$  ( $\lambda_p=49/33\lambda, \lambda_n=77/96\lambda, \beta = 0.09011 (0.09062)$ );  $\lambda_{58}=1.009018, \lambda_{60}=1.008928$ .

Максимальное содержание в природе 91.754% имеет изотоп железа  $^{56}_{26}\text{Fe}$ .

$^{27}\text{Co}$  ( $b = 46/49, c = 30/32$ ):  $\lambda_{58}=1.008949$  ( $\lambda_p=19/10\lambda, \lambda_n=29/40\lambda, \beta = 4.037 (4.044)$ );  $\lambda_{59}=\mathbf{1.009047}$  ( $\lambda_n=29/38\lambda, \bar{\lambda}_n=67/38\lambda, \beta = 4.633 (4.627)$ );  $\lambda_{60}=1.008931$  ( $\lambda_p=62/34\lambda, \lambda_n=25/34\lambda, \beta = 3.803 (3.799)$ ).

Максимальное содержание в природе 100% имеет изотоп кобальта  $^{59}_{27}\text{Co}$ .

$^{28}\text{Ni}$  ( $b = 46/49, c = 30/32$ ):  $\lambda_{56}=1.009033, \lambda_{57}=1.008979$  ( $\lambda_p=44/35\lambda, \lambda_n=31/35\lambda, \beta = 0.8835 (0.88)$ );  $\lambda_{58}=\mathbf{1.0090711}$ ,  $\lambda_{60}=1.009069, \lambda_{61}=1.008995$  ( $\lambda_p=22/17\lambda, \lambda_n=33/38\lambda, \beta = -0.748 (-0.75)$ );  $\lambda_{62}=1.009033, \lambda_{64}=1.008966$ .

Максимальное содержание в природе 68.077% имеет изотоп никеля  $^{58}_{28}\text{Ni}$ .

$^{29}\text{Cu}$  ( $b = 46/49, c = 30/32$ ):  $\lambda_{63}=\mathbf{1.008804}$  ( $\lambda_n=39/31\lambda, \bar{\lambda}_n=29/31\lambda, \beta = 2.232 (2.223)$ );  $\lambda_{64}=1.008747$  ( $\lambda_p=15/17\lambda, \lambda_n=15/12\lambda, \beta = -0.2166 (-0.217)$ );  $\lambda_{65}=1.008775$  ( $\lambda_n=35/29\lambda, \bar{\lambda}_n=28/29\lambda, \beta = 2.379 (2.3817)$ ).

Максимальное содержание в природе 69.17% имеет изотоп меди  $^{63}_{29}\text{Cu}$ .

Полученные результаты подтверждают сделанные ранее выводы относительно четно-четных ядер: значения  $\lambda$  устойчивых изотопов любого химического элемента лежат в окрестности максимума по  $n$  кривой  $\lambda = \lambda(p, n)$  для данного элемента. При этом максимальному значению  $\lambda$  соответствует изотоп с наибольшим процентным содержанием в природе, а любой неустойчивый изотоп имеет значение  $\lambda$  меньше, чем любой

устойчивый изотоп (за редким исключением изотопов с процентным содержанием в природе менее 1%); изотопы с большим значением  $\lambda$  имеют большую удельную энергию связи, которая максимальна именно для изотопов никеля; все ядра от гелия до меди (за исключением аргона) имеют одинаковые значения параметров  $(b, c)$ , что объясняет расположение кривой устойчивых нуклидов этих элементов в плоскости  $(n, p)$  вдоль прямой линии. Начинаясь с цинка уменьшение значения  $b$  с выходом на  $b = 30/32$  и увеличение значения  $c$  являются причиной постепенного отхода кривой устойчивых нуклидов в плоскости  $(n, p)$  от прямой линии. Этим же объясняется несимметричность осколков деления тяжелых ядер  ${}_{90}\text{Th} - {}_{98}\text{Cf}$  (см. ниже).

${}_{30}\text{Zn}$  ( $b = 91/97$ ,  $c = 151/161$ ):  $\lambda_{62}=1.008702$ ,  $\lambda_{64}=\mathbf{1.008735}$ ,  $\lambda_{65}=1.008607$  ( $\lambda_p=49/38\lambda$ ,  $\lambda_n=49/56\lambda$ ,  $\beta = 0.7727$  (0.769));  $\lambda_{66}=1.008733$ ,  $\lambda_{67}=1.008671$  ( $\lambda_p=29/23\lambda$ ,  $\lambda_n=61/69\lambda$ ,  $\beta = 0.8698$  (0.8755));  $\lambda_{68}=1.008704$ ,  $\lambda_{70}=1.008652$ .

Максимальное содержание в природе 48.63% имеет изотоп цинка  ${}_{30}^{64}\text{Zn}$ .

${}_{31}\text{Ga}$  ( $b = 91/97$ ,  $c = 151/161$ ):  $\lambda_{68}=1.008521$  ( $\lambda_p=79/93\lambda$ ,  $\lambda_n=122/93\lambda$ ,  $\beta = 0.01176$  (0.01175));  $\lambda_{69}=\mathbf{1.008686}$  ( $\lambda_n=61/46\lambda$ ,  $\bar{\lambda}_n=41/46\lambda$ ,  $\beta = 2.0276$  (2.0166));  $\lambda_{71}=1.008672$  ( $\lambda_n=57/50\lambda$ ,  $\bar{\lambda}_n=\lambda$ ,  $\beta = 2.5626$  (2.5623)).

Максимальное содержание в природе 60.108% имеет изотоп галлия  ${}_{31}^{69}\text{Ga}$ .

${}_{32}\text{Ge}$  ( $b = 151/161$ ,  $c = 77/82$ ):  $\lambda_{68}=1.008629$ ,  $\lambda_{70}=1.008671$ ,  $\lambda_{71}=1.008651$  ( $\lambda_p=50/37\lambda$ ,  $\lambda_n=50/59\lambda$ ,  $\beta = 0.5485$  (0.547));  $\lambda_{72}=1.008697$ ,  $\lambda_{73}=1.008679$  ( $\lambda_p=44/35\lambda$ ,  $\lambda_n=31/35\lambda$ ,  $\beta = -0.8832$  (-0.8795));  $\lambda_{74}=\mathbf{1.008700}$ ,  $\lambda_{75}=1.008537$  ( $\lambda_p=56/41\lambda$ ,  $\lambda_n=56/66\lambda$ ,  $\beta = 0.5094$  (0.51));  $\lambda_{76}=1.008694$ ,  $\lambda_{78}=1.008666$ .

Максимальное содержание в природе 36.28% имеет изотоп германия  ${}_{32}^{74}\text{Ge}$ .

${}_{33}\text{As}$  ( $b = 151/161$ ,  $c = 77/82$ ):  $\lambda_{74}=1.008633$  ( $\lambda_p=14/12\lambda$ ,  $\lambda_n=14/15\lambda$ ,  $\beta = -1.592$  (-1.597));  $\lambda_{75}=\mathbf{1.008702}$  ( $\lambda_n=58/37\lambda$ ,  $\bar{\lambda}_n=29/36\lambda$ ,  $\beta = 1.4337$  (1.4395));  $\lambda_{76}=1.008648$  ( $\lambda_p=\lambda$ ,  $\lambda_n=20/19\lambda$ ,  $\beta = -0.9062$  (-0.906)).

Максимальное содержание в природе 100% имеет изотоп мышьяка  ${}_{33}^{75}\text{As}$ .

${}_{34}\text{Se}$  ( $b = 30/32$ ,  $c = 77/82$ ):  $\lambda_{72}=1.008384$ ,  $\lambda_{74}=1.008446$ ,  $\lambda_{75}=1.008427$  ( $\lambda_p=25/19\lambda$ ,  $\lambda_n=25/29\lambda$ ,  $\beta = 0.675$  (0.67));  $\lambda_{76}=1.008487$ ,  $\lambda_{77}=1.008451$

( $\lambda_p=61/45\lambda$ ,  $\lambda_n=61/72\lambda$ ,  $\beta = 0.5361$  (0.535));  $\lambda_{78}=1.008508$ ,  $\lambda_{79}=1.008382$   
 ( $\lambda_p=60/49\lambda$ ,  $\lambda_n=60/66\lambda$ ,  $\beta = -1.0174$  (-1.018));  **$\lambda_{80}=1.008513$** ,  $\lambda_{82}=1.008507$ .

Максимальное содержание в природе 49.61% имеет изотоп селена  $^{80}_{34}\text{Se}$ .

**$^{35}\text{Br}$**  ( $b = 30/32$ ,  $c = 77/82$ ):  **$\lambda_{79}=1.008425$**  ( $\lambda_n=35/27\lambda$ ,  $\bar{\lambda}_n=49/54\lambda$ ,  $\beta = 2.1104$  (2.1064));  $\lambda_{80}=1.00834$  ( $\lambda_p=69/74\lambda$ ,  $\lambda_n=43/37\lambda$ ,  $\beta = 0.517$  (0.514));  
 $\lambda_{81}=1.008415$  ( $\lambda_n=31/25\lambda$ ,  $\bar{\lambda}_n=31/33\lambda$ ,  $\beta = 2.2706$  (2.2706)).

Максимальное содержание в природе 50.69% имеет изотоп брома  $^{79}_{35}\text{Br}$ .

**$^{36}\text{Kr}$**  ( $b = 30/32$ ,  $c = 61/65$ ):  $\lambda_{76}=1.008313$ ;  $\lambda_{78}=1.008368$ ;  $\lambda_{80}=1.008403$ ;  
 $\lambda_{82}=1.008422$ ;  $\lambda_{83}=1.008429$  ( $\lambda_p=48/39\lambda$ ,  $\lambda_n=35/39\lambda$ ,  $\beta = -0.9786$  (-0.9707));  **$\lambda_{84}=1.008430$** ,  $\lambda_{85}=1.008357$  ( $\lambda_p=38/31\lambda$ ,  $\lambda_n=38/42\lambda$ ,  $\beta = 1.0058$  (1.00));  
 $\lambda_{86}=1.008424$ ,  $\lambda_{88}=1.008365$

Максимальное содержание в природе 57.0% имеет изотоп криптона  $^{84}_{36}\text{Kr}$ .

**$^{37}\text{Rb}$**  ( $b = 30/32$ ,  $c = 61/65$ ):  **$\lambda_{85}=1.008395$**  ( $\lambda_n=8/5\lambda$ ,  $\bar{\lambda}_n=4/5\lambda$ ,  $\beta = 1.3643$  (1.353));  $\lambda_{86}=1.008126$  ( $\lambda_p=18/15\lambda$ ,  $\lambda_n=14/15\lambda$ ,  $\beta = -1.685$  (-1.692));  $\lambda_{87} = 1.008358$  ( $\lambda_n=49/45\lambda$ ,  $\bar{\lambda}_n=21/20\lambda$ ,  $\beta = 2.7453$  (2.7518)).

Максимальное содержание в природе 72.17% имеет изотоп рубидия  $^{85}_{37}\text{Rb}$ .

**$^{38}\text{Sr}$**  ( $b = 30/32$ ,  $c = 61/65$ ):  $\lambda_{82}=1.008335$ ,  $\lambda_{84}=1.008386$ ,  $\lambda_{85}=1.008356$   
 ( $\lambda_p=38/31\lambda$ ,  $\lambda_n=28/31\lambda$ ,  $\beta = -1.0029$  (-1.0005));  $\lambda_{86}=1.008420$ ;  $\lambda_{87}=1.008412$   
 ( $\lambda_p=54/45\lambda$ ,  $\lambda_n=54/59\lambda$ ,  $\beta = -1.0975$  (-1.0936));  **$\lambda_{88}=1.008446$** ,  $\lambda_{90}=1.008406$ .

Максимальное содержание в природе 82.58% имеет изотоп стронция  $^{88}_{38}\text{Sr}$ .

**$^{39}\text{Y}$**  ( $b = 30/32$ ,  $c = 61/65$ ):  **$\lambda_{89}=1.008414$**  ( $\lambda_n=24/34\lambda$ ,  $\bar{\lambda}_n=24/11\lambda$ ,  $\beta = -0.1379$  (-0.1374));  $\lambda_{90}=1.008371$  ( $\lambda_p=33/28\lambda$ ,  $\lambda_n=26/28\lambda$ ,  $\beta = -1.634$  (-1.63)).

Максимальное содержание в природе 100% имеет изотоп иттрия  $^{89}_{39}\text{Y}$ .

**$^{40}\text{Zr}$**  ( $b = 30/32$ ,  $c = 46/49$ ):  $\lambda_{88}=1.0084$ ,  **$\lambda_{90}=1.008459$** ,  $\lambda_{91}=1.008416$  ( $\lambda_p=54/47\lambda$ ,  $\lambda_n=54/57\lambda$ ,  $\beta = -1.3$  (-1.3036));  $\lambda_{92}=1.008447$ ,  $\lambda_{94}=1.008425$ ,  $\lambda_{96}=1.0084$ .

Максимальное содержание в природе 51.45% имеет изотоп циркония  $^{90}_{40}\text{Zr}$ .

$^{41}\text{Nb}$  ( $b = 30/32$ ,  $c = 46/49$ ):  $\lambda_{93}=\mathbf{1.008446}$  ( $\lambda_n=29/43\lambda$ ,  $\bar{\lambda}_n=58/23\lambda$ ,  $\beta = 6.168$  (6.1705)).

Максимальное содержание в природе 100% имеет изотоп ниобия  $^{93}_{41}\text{Nb}$ .

$^{42}\text{Mo}$  ( $b = 30/32$ ,  $c = 78/83$ ):  $\lambda_{90}=1.00839$ ,  $\lambda_{92}=1.008486$ ,  $\lambda_{94}=1.008518$ ,  $\lambda_{95}=1.008519$  ( $\lambda_p=65/52\lambda$ ,  $\lambda_n=65/73\lambda$ ,  $\beta = -0.912$  (-0.9142));  $\lambda_{96}=1.008535$ ,  $\lambda_{97}=1.00851$  ( $\lambda_p=51/41\lambda$ ,  $\lambda_n=51/57\lambda$ ,  $\beta = -0.9368$  (-0.9335));  $\lambda_{98}=\mathbf{1.00854}$ ,  $\lambda_{99}=1.008431$  ( $\lambda_p=66/47\lambda$ ,  $\lambda_n=66/79\lambda$ ,  $\beta = 0.3776$  (0.375));  $\lambda_{100}=1.008531$ .

Максимальное содержание в природе 24.1% имеет изотоп молибдена  $^{98}_{42}\text{Mo}$ .

$^{43}\text{Tc}$  ( $b = 30/32$ ,  $c = 78/83$ ):  $\lambda_{99}=1.0085189$  ( $\lambda_n=41/59\lambda$ ,  $\bar{\lambda}_n=41/18\lambda$ ,  $\beta = 5.6896$  (5.6847)).

Нет устойчивых изотопов технеция  $^{43}\text{Tc}$ .

$^{44}\text{Ru}$  ( $b = 30/32$ ,  $c = 139/148$ ):  $\lambda_{96}=1.008377$ ,  $\lambda_{97}=1.008365$  ( $\lambda_p=9/7\lambda$ ,  $\lambda_n=49/56\lambda$ ,  $\beta = 0.7831$  (0.787));  $\lambda_{98}=1.008404$ ,  $\lambda_{99}=1.008417$  ( $\lambda_p=45/34\lambda$ ,  $\lambda_n=6/7\lambda$ ,  $\beta = -0.644$  (-0.641));  $\lambda_{100}=1.008417$ ,  $\lambda_{101}=1.008392$  ( $\lambda_p=69/53\lambda$ ,  $\lambda_n=46/53\lambda$ ,  $\beta = -0.7247$  (-0.7188));  $\lambda_{102}=\mathbf{1.008418}$ ,  $\lambda_{104}=1.008409$ .

Максимальное содержание в природе 31.55% имеет изотоп рутения  $^{102}_{44}\text{Ru}$

$^{45}\text{Rh}$  ( $b = 30/32$ ,  $c = 139/148$ ):  $\lambda_{102}=1.008280$  ( $\lambda_p=46/50$ ,  $\lambda_n=59/50\lambda$ ,  $\beta = 0.4495$  (0.45)),  $\lambda_{103}=\mathbf{1.008372}$  ( $\lambda_n=75/34\lambda$ ,  $\bar{\lambda}_n=45/64\lambda$ ,  $\beta = -0.089$  (-0.0884)).

Максимальное содержание в природе 100% имеет изотоп родия  $^{103}_{45}\text{Rh}$ .

$^{46}\text{Pd}$  ( $b = 30/32$ ,  $c = 139/148$ ):  $\lambda_{102}=1.008358$ ,  $\lambda_{104}=1.008376$ ,  $\lambda_{105}=1.008382$  ( $\lambda_p=45/34$ ,  $\lambda_n=6/7\lambda$ ,  $\beta = -0.644$  (-0.642));  $\lambda_{106}=\mathbf{1.008384}$ ,  $\lambda_{108}=1.008382$ ,  $\lambda_{110}=1.008373$ ,  $\lambda_{112}=1.008356$ .

Максимальное содержание в природе 27.33% имеет изотоп палладия  $^{106}_{46}\text{Pd}$ .

$^{47}\text{Ag}$  ( $b = 30/32$ ,  $c = 139/148$ ):  $\lambda_{107}=\mathbf{1.008314}$  ( $\lambda_n=79/36\lambda$ ,  $\bar{\lambda}_n=79/112\lambda$ ,  $\beta = -0.114$  (-0.11357));  $\lambda_{108}=1.008284$  ( $\lambda_p=34/23\lambda$ ,  $\lambda_n=34/42\lambda$ ,  $\beta = 2.6936$  (2.6884));  $\lambda_{109} = 1.008301$  ( $\lambda_n=70/32\lambda$ ,  $\bar{\lambda}_n=70/99\lambda$ ,  $\beta = -0.1297$  (-0.13056)).

Максимальное содержание в природе 51.84% имеет изотоп серебра  $^{107}_{47}Ag$ .

$^{48}Cd$  ( $b = 30/32$ ,  $c = 139/148$ ):  $\lambda_{106}=1.008309$ ,  $\lambda_{108}=1.008334$ ,  $\lambda_{110}=1.008349$ ,  $\lambda_{111}=1.008335$  ( $\lambda_p=91/68$ ,  $\lambda_n=58/68\lambda$ ,  $\beta = -0.5952$  (-0.595));  **$\lambda_{112}=1.00835$** ,  $\lambda_{113}=1.008344$  ( $\lambda_p=101/76$ ,  $\lambda_n=101/118\lambda$ ,  $\beta = -0.6218$  (-0.6223));  **$\lambda_{114}=1.00835$** ,  $\lambda_{116}=1.008342$ ,  $\lambda_{118}=1.008327$ .

Устойчивые изотопы кадмия  $^{112}_{48}Cd$  и  $^{114}_{48}Cd$  с примерно равным максимальным процентным содержанием в природе 24.13% и 28.73% имеют примерно равные максимальные значения  $\lambda$ .

$^{49}In$  ( $b = 30/32$ ,  $c = 139/148$ ):  $\lambda_{113} = 1.008342$  ( $\lambda_n=33/47\lambda$ ,  $\bar{\lambda}_n=33/15\lambda$ ,  $\beta = 5.5336$  (5.5289));  $\lambda_{114}=1.008259$  ( $\lambda_p=53/35\lambda$ ,  $\lambda_n=28/35\lambda$ ,  $\beta=2.8122$  (2.817));  **$\lambda_{115}=1.008387$**  ( $\lambda_n=7/10\lambda$ ,  $\bar{\lambda}_n=22/10\lambda$ ,  $\beta = 5.5377$  (5.5408)).

Максимальное содержание в природе 95.71% имеет изотоп индия  $^{115}_{49}In$ .

$^{50}Sn$  ( $b = 30/32$ ,  $c = 31/33$ ):  $\lambda_{112}=1.008316$ ,  $\lambda_{114}=1.008341$ ,  $\lambda_{115}=1.008312$  ( $\lambda_p=5/4\lambda$ ,  $\lambda_n=17/19\lambda$ ,  $\beta = -0.91994$  (-0.9188));  $\lambda_{116}=1.008357$ ,  $\lambda_{117}=1.008362$  ( $\lambda_p=38/31\lambda$ ,  $\lambda_n=28/31\lambda$ ,  $\beta = -1.003$  (-1.001));  $\lambda_{118}=1.008365$ ,  $\lambda_{119}=1.008349$  ( $\lambda_p=68/56\lambda$ ,  $\lambda_n=51/56\lambda$ ,  $\beta = -1.049$  (-1.0473));  **$\lambda_{120}=1.008366$** ,  $\lambda_{122}=1.008362$ .

Максимальное содержание в природе 32.58% имеет изотоп олова  $^{120}_{50}Sn$ .

$^{51}Sb$  ( $b = 30/32$ ,  $c = 125/133$ ):  **$\lambda_{121}=1.008392$**  ( $\lambda_n=59/63\lambda$ ,  $\bar{\lambda}_n=26/21\lambda$ ,  $\beta = 3.3632$  (3.3634));  $\lambda_{122}=1.008326$  ( $\lambda_p=60/48\lambda$ ,  $\lambda_n=43/48\lambda$ ,  $\beta = -1.894$  (-1.905));  $\lambda_{123} = 1.008363$  ( $\lambda_n=31/27\lambda$ ,  $\bar{\lambda}_n=\lambda$ ,  $\beta = 2.5471$  (2.5498)).

Максимальное содержание в природе 57.21% имеет изотоп сурьмы  $^{121}_{51}Sb$ .

$^{52}Te$  ( $b = 30/32$ ,  $c = 125/133$ ):  $\lambda_{122}=1.008390$ ,  $\lambda_{124}=1.00841$ ,  $\lambda_{125}=1.008416$  ( $\lambda_p=44/35\lambda$ ,  $\lambda_n=31/35\lambda$ ,  $\beta = -0.883$  (-0.8885));  $\lambda_{126}=1.008415$ ,  $\lambda_{127}=1.008378$  ( $\lambda_p=85/64\lambda$ ,  $\lambda_n=55/64\lambda$ ,  $\beta = 0.6353$  (0.635));  **$\lambda_{128}=1.00842$** ,  $\lambda_{129}=1.00837$  ( $\lambda_p=89/68\lambda$ ,  $\lambda_n=59/68\lambda$ ,  $\beta = 0.7047$  (0.702));  **$\lambda_{130}=1.00842$** ,  $\lambda_{132}=1.00841$ .

Устойчивые изотопы теллура  $^{128}_{52}Te$  и  $^{130}_{52}Te$  с примерно равным максимальным процентным содержанием в природе 31.74% и 34.08% имеют равные максимальные значения  $\lambda$ .

$^{53}\text{I}$  ( $b = 30/32$ ,  $c = 31/33$ ):  $\lambda_{126}=1.0083238$  ( $\lambda_p=9/8\lambda$ ,  $\lambda_n=21/22\lambda$ ,  $\beta = 1.4358$  (1.436));  $\lambda_{127}=\mathbf{1.008375}$  ( $\lambda_n=35/33\lambda$ ,  $\bar{\lambda}_n=35/33\lambda$ ,  $\beta = 2.8159$  (2.8133));  $\lambda_{129} = 1.008326$  ( $\lambda_n=28/25\lambda$ ,  $\bar{\lambda}_n=76/75\lambda$ ,  $\beta = 2.622$  (2.621)).

Максимальное содержание в природе 100% имеет изотоп иода  $^{127}_{53}\text{I}$ .

$^{54}\text{Xe}$  ( $b = 30/32$ ,  $c = 31/33$ ):  $\lambda_{124}=1.008255$ ,  $\lambda_{126}=1.008275$ ,  $\lambda_{128}=1.008289$ ,  $\lambda_{129}=1.008294$  ( $\lambda_p=9/7\lambda$ ,  $\lambda_n=55/63\lambda$ ,  $\beta = -0.779$  (-0.778));  $\lambda_{130}=1.008296$ ,  $\lambda_{131}=1.008288$  ( $\lambda_p=38/29\lambda$ ,  $\lambda_n=38/44\lambda$ ,  $\beta = 0.693$  (0.6919));  $\lambda_{132}=\mathbf{1.008298}$ ,  $\lambda_{133}=1.008252$  ( $\lambda_p=32/25\lambda$ ,  $\lambda_n=22/25\lambda$ ,  $\beta = 0.8082$  (0.8134));  $\lambda_{134}=1.008295$ ,  $\lambda_{136}=1.008288$ ,  $\lambda_{138}=1.008245$ .

Максимальное содержание в природе 26.89% имеет изотоп ксенона  $^{132}_{54}\text{Xe}$ .

$^{55}\text{Cs}$  ( $b = 30/32$ ,  $c = 31/33$ ):  $\lambda_{133}=\mathbf{1.0082946}$  ( $\lambda_n=25/22\lambda$ ,  $\bar{\lambda}_n=\lambda$ ,  $\beta = 2.568$  (2.582));  $\lambda_{134}=1.0082157$  ( $\lambda_p=11/7\lambda$ ,  $\lambda_n=11/14\lambda$ ,  $\beta = 2.9989$  (2.9937));  $\lambda_{135} = 1.008284$  ( $\lambda_n=25/23\lambda$ ,  $\bar{\lambda}_n=24/23\lambda$ ,  $\beta = 2.7368$  (2.7324)).

Максимальное содержание в природе 100% имеет изотоп цезия  $^{133}_{55}\text{Cs}$ .

$^{56}\text{Ba}$  ( $b = 30/32$ ,  $c = 31/33$ ):  $\lambda_{134}=1.008259$ ,  $\lambda_{135}=1.008264$  ( $\lambda_p=85/67\lambda$ ,  $\lambda_n=59/67\lambda$ ,  $\beta = 0.8412$  (0.8379));  $\lambda_{136}=1.008265$ ,  $\lambda_{137}=1.008260$  ( $\lambda_p=82/66\lambda$ ,  $\lambda_n=59/66\lambda$ ,  $\beta = 0.9392$  (0.9374));  $\lambda_{138}=\mathbf{1.008267}$ ,  $\lambda_{140} = 1.00823$ .

Максимальное содержание в природе 71.698% имеет изотоп бария  $^{138}_{56}\text{Ba}$ .

$^{57}\text{La}$  ( $b = 30/32$ ,  $c = 78/83$ ):  $\lambda_{137}=1.0082025$  ( $\lambda_n=64/58\lambda$ ,  $\bar{\lambda}_n=60/58\lambda$ ,  $\beta = 2.69$  (2.695));  $\lambda_{138}=1.0082451$  ( $\lambda_p=34/19\lambda$ ,  $\lambda_n=34/46\lambda$ ,  $\beta = 3.69974$  (3.7136));  $\lambda_{139} = \mathbf{1.0082862}$  ( $\lambda_n=43/40\lambda$ ,  $\bar{\lambda}_n=42/40\lambda$ ,  $\beta = 2.77$  (2.783)).

Максимальное содержание в природе 99.91% имеет изотоп лантана  $^{139}_{57}\text{La}$ .

$^{58}\text{Ce}$  ( $b = 30/32$ ,  $c = 78/83$ ):  $\lambda_{136}=1.00826$ ,  $\lambda_{137}=1.0082406$  ( $\lambda_p=42/34\lambda$ ,  $\lambda_n=42/47\lambda$ ,  $\beta = 0.9587$  (0.96));  $\lambda_{138}=1.008283$ ,  $\lambda_{139}=1.0082505$  ( $\lambda_p=55/44\lambda$ ,  $\lambda_n=55/62\lambda$ ,  $\beta = 0.9055$  (0.91));  $\lambda_{140}=\mathbf{1.008299}$ ,  $\lambda_{142}=1.008284$ ,  $\lambda_{144}=1.00826$ .

Максимальное содержание в природе 88.45% имеет изотоп церия  $^{140}_{58}\text{Ce}$ .

$^{59}\text{Pr}$  ( $b = 30/32$ ,  $c = 157/167$ ):  $\lambda_{141} = \mathbf{1.008304}$  ( $\lambda_n = 64/81\lambda$ ,  $\bar{\lambda}_n = 64/40\lambda$ ,  $\beta = 4.285$  (4.2754));  $\lambda_{142} = 1.008262$  ( $\lambda_p = 42/48\lambda$ ,  $\lambda_n = 59/48\lambda$ ,  $\beta = 0.2336$  (0.234)).

Максимальное содержание в природе 100% имеет изотоп празеодима  $^{141}_{59}\text{Pr}$ .

$^{60}\text{Nd}$  ( $b = 30/32$ ,  $c = 157/167$ ):  $\lambda_{140} = 1.008273$ ,  $\lambda_{142} = \mathbf{1.0083033}$ ,  $\lambda_{143} = 1.008289$  ( $\lambda_p = 52/43\lambda$ ,  $\lambda_n = 52/57\lambda$ ,  $\beta = -1.0658$  (-1.065));  $\lambda_{144} = 1.0083032$ ,  $\lambda_{145} = 1.008288$  ( $\lambda_p = 37/28\lambda$ ,  $\lambda_n = 37/43\lambda$ ,  $\beta = -0.6561$  (-0.656));  $\lambda_{146} = 1.008299$ ,  $\lambda_{148} = 1.008290$ .

Максимальное содержание в природе 27.2% имеет изотоп неодима  $^{142}_{60}\text{Nd}$

$^{61}\text{Pm}$  ( $b = 30/32$ ,  $c = 157/167$ ):  $\lambda_{147} = 1.008281$  ( $\lambda_n = 25/22\lambda$ ,  $\bar{\lambda}_n = \lambda$ ,  $\beta = 2.568$  (2.58));  $\lambda_{148} = 1.008255$  ( $\lambda_p = 13/10\lambda$ ,  $\lambda_n = 13/15\lambda$ ,  $\beta = 2.071$  (2.08)).

Нет устойчивых изотопов элемента прометия  $^{61}\text{Pm}$ .

$^{62}\text{Sm}$  ( $b = 30/32$ ,  $c = 157/167$ ):  $\lambda_{144} = 1.008228$ ,  $\lambda_{146} = 1.00824$ ,  $\lambda_{147} = 1.008235$  ( $\lambda_p = 51/40\lambda$ ,  $\lambda_n = 51/58\lambda$ ,  $\beta = -0.821$  (-0.8148));  $\lambda_{148} = 1.008244$ ,  $\lambda_{149} = 1.008237$  ( $\lambda_p = 25/19\lambda$ ,  $\lambda_n = 25/29\lambda$ ,  $\beta = -0.6748$  (-0.6717));  $\lambda_{150} = 1.008244$ ,  $\lambda_{152} = \mathbf{1.008245}$ ,  $\lambda_{154} = \mathbf{1.008245}$ ,  $\lambda_{156} = 1.008240$ .

Устойчивые изотопы самария  $^{152}_{62}\text{Sm}$  и  $^{154}_{62}\text{Sm}$  с примерно равным максимальным процентным содержанием в природе 26.75% и 22.75% имеют примерно равные максимальные значения  $\lambda$ .

$^{63}\text{Eu}$  ( $b = 30/32$ ,  $c = 78/83$ ):  $\lambda_{151} = 1.008204$  ( $\lambda_n = 14/11\lambda$ ,  $\bar{\lambda}_n = 10/11\lambda$ ,  $\beta = 3.4751$  (3.4717));  $\lambda_{152} = 1.0081855$  ( $\lambda_p = 44/50\lambda$ ,  $\lambda_n = 44/35\lambda$ ,  $\beta = -1.9429$  (-1.9414));  $\lambda_{153} = \mathbf{1.0082054}$  ( $\lambda_n = 35/23\lambda$ ,  $\bar{\lambda}_n = 35/43\lambda$ ,  $\beta = 1.5314$  (1.533)).

Максимальное содержание в природе 52.19% имеет изотоп европия  $^{153}_{63}\text{Eu}$ .

$^{64}\text{Gd}$  ( $b = 30/32$ ,  $c = 78/83$ ):  $\lambda_{152} = 1.008125$ ,  $\lambda_{154} = 1.008131$ ,  $\lambda_{155} = 1.0081285$  ( $\lambda_p = 56/39\lambda$ ,  $\lambda_n = 32/39\lambda$ ,  $\beta = -0.2616$  (-0.2591));  $\lambda_{156} = 1.0081359$ ,  $\lambda_{157} = 1.008127$  ( $\lambda_p = 24/17\lambda$ ,  $\lambda_n = 24/29\lambda$ ,  $\beta = -0.342$  (-0.3398));  $\lambda_{158} = \mathbf{1.008136}$ ,  $\lambda_{160} = 1.008130$ .

Максимальное содержание в природе 24.84% имеет изотоп гадолиния

$^{158}_{64}Gd$ 

$^{65}Tb$  ( $b = 30/32$ ,  $c = 47/50$ ):  $\lambda_{158}=1.008116$  ( $\lambda_p=68/56\lambda$ ,  $\lambda_n=51/56\lambda$ ,  $\beta=1.766$  (1.758));  $\lambda_{159}=\mathbf{1.008142}$  ( $\lambda_n=12/9\lambda$ ,  $\bar{\lambda}_n=8/9\lambda$ ,  $\beta = 2.009$  (2.014));  $\lambda_{160}=1.008114$  ( $\lambda_n=66/54\lambda$ ,  $\bar{\lambda}_n=49/54\lambda$ ,  $\beta = 1.795$  (1.79)).

Максимальное содержание в природе 100% имеет изотоп тербия  $^{159}_{65}Tb$ .

$^{66}Dy$  ( $b = 30/32$ ,  $c = 47/50$ ):  $\lambda_{158}=1.008130$ ,  $\lambda_{160}=1.008141$ ,  $\lambda_{161}=1.008127$  ( $\lambda_p=48/35\lambda$ ,  $\lambda_n=48/57\lambda$ ,  $\beta= -0.4819$ (-0.4803));  $\lambda_{162}=1.008146$ ,  $\lambda_{163}=1.008141$  ( $\lambda_p=25/19\lambda$ ,  $\lambda_n=25/29\lambda$ ,  $\beta= 0.6748$ (0.6726));  $\lambda_{164}=\mathbf{1.008147}$ ,  $\lambda_{166}=1.008140$ .

Максимальное содержание в природе 28.18% имеет изотоп диспрозия  $^{164}_{66}Dy$

$^{67}Ho$  ( $b = 30/32$ ,  $c = 78/83$ ):  $\lambda_{165}=\mathbf{1.008067}$  ( $\lambda_n=57/70\lambda$ ,  $\bar{\lambda}_n=54/35\lambda$ ,  $\beta = 4.1366$  (4.132));  $\lambda_{166}=1.008058$  ( $\lambda_p=38/45\lambda$ ,  $\lambda_n=38/29\lambda$ ,  $\beta = 0.00032$  (0.0));

Максимальное содержание в природе 100% имеет изотоп гольмия  $^{165}_{67}Ho$ .

$^{68}Er$  ( $b = 30/32$ ,  $c = 78/83$ ):  $\lambda_{164}=1.008052$ ,  $\lambda_{165}=1.008026$  ( $\lambda_p=57/43\lambda$ ,  $\lambda_n=37/43\lambda$ ,  $\beta=0.644$ (0.643));  $\lambda_{166}=\mathbf{1.0080583}$ ,  $\lambda_{167}=1.0080546$  ( $\lambda_p=62/46\lambda$ ,  $\lambda_n=62/73\lambda$ ,  $\beta=-0.5614$ (-0.5638));  $\lambda_{168}=1.008058$ ,  $\lambda_{170}=1.008053$ ,  $\lambda_{172}=1.00804$ .

Максимальное содержание в природе 33.61% имеет изотоп эрбия  $^{166}_{68}Er$ .

$^{69}Tm$  ( $b = 30/32$ ,  $c = 47/50$ ):  $\lambda_{168}=1.00800$  ( $\lambda_p=76/86\lambda$ ,  $\lambda_n=76/61\lambda$ ,  $\beta=0.2277$  (0.227));  $\lambda_{169}=\mathbf{1.008047}$  ( $\lambda_n=47/66\lambda$ ,  $\bar{\lambda}_n=47/22\lambda$ ,  $\beta = -0.2316$  (-0.2316));  $\lambda_{170}=1.008018$  ( $\lambda_p=78/88\lambda$ ,  $\lambda_n=78/69\lambda$ ,  $\beta = 0.249$  (0.2476)).

Максимальное содержание в природе 100% имеет изотоп тулия  $^{169}_{69}Tm$ .

$^{70}Yb$  ( $b = 30/32$ ,  $c = 47/50$ ):  $\lambda_{168}=1.00805$ ,  $\lambda_{170}=1.008060$ ,  $\lambda_{171}=1.008058$  ( $\lambda_p=26/19\lambda$ ,  $\lambda_n=16/19\lambda$ ,  $\beta= 0.4904$  (0.49367));  $\lambda_{172}=1.0080656$ ,  $\lambda_{173}=1.008063$  ( $\lambda_p=67/51\lambda$ ,  $\lambda_n=44/51\lambda$ ,  $\beta= -0.6818$  (-0.67989));  $\lambda_{174}=\mathbf{1.0080664}$ ,  $\lambda_{176}=1.008060$ ,  $\lambda_{178}=1.00805$ .

Максимальное содержание в природе 31.83% имеет изотоп иттербия  $^{174}_{70}Yb$ .

${}_{71}\text{Lu}$  ( $b = 30/32$ ,  $c = 157/167$ ):  $\lambda_{174}=1.008023$  ( $\lambda_p=34/27\lambda$ ,  $\lambda_n=24/27\lambda$ ,  $\beta=1.932$  (1.94));  $\lambda_{175}=\mathbf{1.008059}$  ( $\lambda_n=35/28\lambda$ ,  $\bar{\lambda}_n=26/28\lambda$ ,  $\beta = 2.232$  (2.2327));  $\lambda_{176} = 1.008048$  ( $\lambda_p=34/21\lambda$ ,  $\lambda_n=34/44\lambda$ ,  $\beta = 3.156$  (3.1692)).

Максимальное содержание в природе 97.41% имеет изотоп лютеция  ${}_{71}^{175}\text{Lu}$ .

${}_{72}\text{Hf}$  ( $b = 30/32$ ,  $c = 157/167$ ):  $\lambda_{174}=1.008034$ ,  $\lambda_{176}=1.008043$ ,  $\lambda_{177}=1.008046$  ( $\lambda_p=77/60\lambda$ ,  $\lambda_n=77/88\lambda$ ,  $\beta = 0.7896$  (0.7935));  $\lambda_{178}=1.008046$ ,  $\lambda_{179}=1.008035$  ( $\lambda_p=49/37\lambda$ ,  $\lambda_n=49/57\lambda$ ,  $\beta = -0.646$ (-0.6409));  $\lambda_{180}=\mathbf{1.008047}$ ,  $\lambda_{182}=1.008041$ .

Максимальное содержание в природе 35.08% имеет изотоп гафния  ${}_{72}^{180}\text{Hf}$ .

${}_{73}\text{Ta}$  ( $b = 30/32$ ,  $c = 157/167$ ):  $\lambda_{181}=\mathbf{1.008019}$  ( $\lambda_n=42/35\lambda$ ,  $\bar{\lambda}_n=42/44\lambda$ ,  $\beta = 2.3697$  (2.3705));  $\lambda_{182} = 1.008004$  ( $\lambda_p=60/38\lambda$ ,  $\lambda_n=60/77\lambda$ ,  $\beta = 3.03$  (3.02)).

Максимальное содержание в природе 99.988% имеет изотоп тантала  ${}_{73}^{181}\text{Ta}$ .

${}_{74}\text{W}$  ( $b = 30/32$ ,  $c = 47/50$ ):  $\lambda_{180}=1.007974$ ,  $\lambda_{182}=1.007981$ ,  $\lambda_{183}=1.007950$  ( $\lambda_p=37/25\lambda$ ,  $\lambda_n=81/100\lambda$ ,  $\beta=0.118$  (0.1178));  $\lambda_{184}=\mathbf{1.007982}$ ,  $\lambda_{186}=1.007978$ ,  $\lambda_{188}=1.007971$ .

Максимальное содержание в природе 30.6% имеет изотоп вольфрама  ${}_{74}^{184}\text{W}$ .

${}_{75}\text{Re}$  ( $b = 30/32$ ,  $c = 157/167$ ):  $\lambda_{185}=1.007946$  ( $\lambda_n=39/40\lambda$ ,  $\bar{\lambda}_n=39/33\lambda$ ,  $\beta = 3.1898$  (3.1871));  $\lambda_{186}=1.007898$  ( $\lambda_p=23/19\lambda$ ,  $\lambda_n=23/25\lambda$ ,  $\beta = 1.7386$  (1.739));  $\lambda_{187} = \mathbf{1.007979}$  ( $\lambda_n=57/59\lambda$ ,  $\bar{\lambda}_n=57/48\lambda$ ,  $\beta = 3.2164$  (3.2197)).

Максимальное содержание в природе 62.6% имеет изотоп рения  ${}_{75}^{187}\text{Re}$ .

${}_{76}\text{Os}$  ( $b = 30/32$ ,  $c = 157/167$ ):  $\lambda_{184}=1.007950$ ,  $\lambda_{186}=1.007960$ ,  $\lambda_{187}=1.0079675$  ( $\lambda_p=121/81\lambda$ ,  $\lambda_n=65/81\lambda$ ,  $\beta=0.0654$ (0.0647));  $\lambda_{188}=1.0079654$ ,  $\lambda_{189}=1.007964$  ( $\lambda_p=66/50\lambda$ ,  $\lambda_n=43/50\lambda$ ,  $\beta = 0.659$  (0.66));  $\lambda_{190}=1.007968$ ,  $\lambda_{192}=\mathbf{1.0079682}$ ,  $\lambda_{194}=1.007965$ .

Максимальное содержание в природе 40.78% имеет изотоп осмия  ${}_{76}^{192}\text{Os}$ .

${}_{77}\text{Ir}$  ( $b = 121/129$ ,  $c = 31/33$ ):  $\lambda_{191}=1.007952$  ( $\lambda_n=61/28\lambda$ ,  $\bar{\lambda}_n=61/86\lambda$ ,  $\beta = 0.1499$  (0.1507));  $\lambda_{192}=1.007918$  ( $\lambda_p=34/27\lambda$ ,  $\lambda_n=34/38\lambda$ ,  $\beta = 1.922$  (1.924));  $\lambda_{193} = \mathbf{1.007969}$  ( $\lambda_n=102/47\lambda$ ,  $\bar{\lambda}_n=51/72\lambda$ ,  $\beta = 0.1633$  (0.1637)).

Максимальное содержание в природе 62.6% имеет изотоп иридия  $^{193}_{77}\text{Ir}$ .

$^{78}\text{Pt}$  ( $b = 181/193$ ,  $c = 140/149$ ):  $\lambda_{190}=1.007956$ ,  $\lambda_{192}=1.007961$ ,  $\lambda_{194}=1.007962$ ,  
 $\lambda_{195}=\mathbf{1.0079635}$  ( $\lambda_p=64/48\lambda$ ,  $\lambda_n=64/75\lambda$ ,  $\beta=0.60945$  (0.60952));  
 $\lambda_{196}=1.0079607$ ,  $\lambda_{197}=1.007944$  ( $\lambda_p=79/58\lambda$ ,  $\lambda_n=49/58\lambda$ ,  $\beta=0.513$  (0.51));  
 $\lambda_{198}=1.0079558$ ,  $\lambda_{200}=1.007948$ .

Максимальное содержание в природе 33.83% имеет изотоп платины  $^{195}_{78}\text{Pt}$

$^{79}\text{Au}$  ( $b = 136/145$ ,  $c = 140/149$ ):  $\lambda_{196}=1.007930$  ( $\lambda_p=53/56\lambda$ ,  $\lambda_n=64/56\lambda$ ,  $\beta=0.5911$  (0.5906));  
 $\lambda_{197}=\mathbf{1.007951}$  ( $\lambda_n=85/39\lambda$ ,  $\bar{\lambda}_n=17/24\lambda$ ,  $\beta=0.1465$  (0.1457));  
 $\lambda_{198}=1.007932$  ( $\lambda_p=53/56\lambda$ ,  $\lambda_n=64/56\lambda$ ,  $\beta=0.5911$  (0.5934)).

Максимальное содержание в природе 100% имеет изотоп золота  $^{197}_{79}\text{Au}$ .

$^{80}\text{Hg}$  ( $b = 211/225$ ,  $c = 78/83$ ):  $\lambda_{196}=1.007938$ ,  $\lambda_{198}=1.007945$ ,  $\lambda_{199}=1.007947$   
( $\lambda_p=75/55\lambda$ ,  $\lambda_n=75/89\lambda$ ,  $\beta=0.5049$  (0.5059));  $\lambda_{200}=1.007949$ ,  $\lambda_{201}=1.007947$   
( $\lambda_p=89/66\lambda$ ,  $\lambda_n=56/66\lambda$ ,  $\beta=-0.558$  (-0.56));  $\lambda_{202}=\mathbf{1.0079491}$ ,  $\lambda_{204}=1.007947$ ,  
 $\lambda_{206}=1.007938$ .

Максимальное содержание в природе 29.86% имеет изотоп ртути  $^{202}_{80}\text{Hg}$ .

$^{81}\text{Tl}$  ( $b = 30/32$ ,  $c = 63/67$ ):  $\lambda_{203}=1.007913$  ( $\lambda_n=64/43\lambda$ ,  $\bar{\lambda}_n=64/77\lambda$ ,  $\beta=1.638$  (1.622));  
 $\lambda_{204}=1.007911$  ( $\lambda_p=79/92\lambda$ ,  $\lambda_n=59/46\lambda$ ,  $\beta=0.0907$  (0.09));  $\lambda_{205}=\mathbf{1.007938}$  ( $\lambda_n=74/50\lambda$ ,  $\bar{\lambda}_n=74/89\lambda$ ,  $\beta=1.638$  (1.6382)).

Максимальное содержание в природе 70.476% имеет изотоп талия  $^{205}_{81}\text{Tl}$ .

$^{82}\text{Pb}$  ( $b = 30/32$ ,  $c = 63/67$ ):  $\lambda_{204}=1.00791$ ,  $\lambda_{205}=1.007898$  ( $\lambda_p=85/65\lambda$ ,  
 $\lambda_n=85/98\lambda$ ,  $\beta=0.707$  (0.7117));  $\lambda_{206}=1.0079202$ ,  $\lambda_{207}=1.007925$  ( $\lambda_p=91/68\lambda$ ,  
 $\lambda_n=58/68\lambda$ ,  $\beta=0.595$  (0.5926));  $\lambda_{208}=\mathbf{1.0079268}$ ,  $\lambda_{210}=1.0079076$ .

Максимальное содержание в природе 52.4% имеет изотоп свинца  $^{208}_{82}\text{Pb}$ .

$^{83}\text{Bi}$  ( $b = 30/32$ ,  $c = 63/67$ ):  $\lambda_{209}=\mathbf{1.0079054}$  ( $\lambda_n=75/92\lambda$ ,  $\bar{\lambda}_n=75/49\lambda$ ,  $\beta=4.112$  (4.1106));  
 $\lambda_{210}=1.0079046$  ( $\lambda_p=84/99\lambda$ ,  $\lambda_n=84/65\lambda$ ,  $\beta=-0.0444$  (-0.0445)).

Максимальное содержание в природе 100% имеет изотоп висмута  $^{209}_{83}\text{Bi}$ .

Висмут является последним элементом, имеющим устойчивый изотоп  $^{209}_{83}\text{Bi}$ . Все изотопы более тяжелых элементов неустойчивы и распадаются. Уровень значений  $\lambda$ , ниже которого начинается  $\alpha$  - распад, равен примерно  $\lambda \approx 1.00789$ . При меньших значениях  $\lambda$  свойства входящих в состав ядра  $\alpha$  - частиц близки к свойствам свободных  $\alpha$  - частиц, что приводит к  $\alpha$  - распаду ядра. Поэтому все нестабильные элементы, начиная с полония  $^{84}\text{Po}$ , подвержены  $\alpha$  распаду. Как уже было замечено выше, изотопы неустойчивых элементов с наибольшим периодом полураспада должны иметь наибольшие значения  $\lambda$  среди всех изотопов данного элемента, а время полураспада должно уменьшаться до нуля при стремлении значений  $\lambda$  к значению  $\lambda = 1.0073343$ , которое имеет свободная  $\alpha$  - частица.

Среди всех изотопов полония наибольший период полураспада 102 года имеет изотоп  $^{209}_{84}\text{Po}$ , что больше периода полураспада четного  $^{208}_{84}\text{Po}$  (2.8 лет). Тогда

$$^{84}\text{Po} \text{ (b = 30/32, c = 123/131): } \lambda_{206}=1.007573, \lambda_{207}=1.007425 \text{ (}\lambda_p=22/17\lambda, \lambda_n=33/37\lambda, \beta=0.789 \text{ (0.793)); } \lambda_{208}=1.007576, \lambda_{209}=\mathbf{1.007592} \text{ (}\lambda_p=27/21\lambda, \lambda_n=27/31\lambda, \beta=0.775 \text{ (0.77)); } \lambda_{210}=1.007574$$

Магнитные моменты ядер изотопов астата неизвестны, наиболее стабильный элемент  $^{210}_{85}\text{At}$  имеет период полураспада 8 часов, что примерно соответствует периоду полураспада изотопа резерфордия  $^{266}_{104}\text{Rf}$  (10 часов). Поэтому можно предположить, что

$$^{85}\text{At} \text{ (b = 30/32, c = 79/84): } \lambda_{210} \approx \mathbf{1.007425}.$$

Среди изотопов радона наибольший период полураспада 3.8 дня имеет изотоп  $^{222}_{86}\text{Rn}$ , что примерно соответствует периоду полураспада изотопа фермия  $^{252}_{100}\text{Fm}$  (1 день). Тогда

$$^{86}\text{Rn} \text{ (b = 44/47, c = 32/34): } \lambda_{220}=1.0074248, \lambda_{221}=1.007415 \text{ (}\lambda_p=77/51\lambda, \lambda_n=77/96\lambda, \beta=-0.0198 \text{ (-0.02)); } \lambda_{222}=\mathbf{1.0074258}, \lambda_{223}=1.007405 \text{ (}\lambda_p=58/45\lambda, \lambda_n=58/66\lambda, \beta=-0.78 \text{ (-0.776)); } \lambda_{224}=1.0074256.$$

Среди изотопов франция наибольший период полураспада 21.67 минуты имеет изотоп  $^{223}_{87}\text{Fr}$ , что немного меньше периода полураспада изотопа хассия  $^{276}_{108}\text{Hs}$  (1.1 часа). Тогда

$$^{87}\text{Fr} \text{ (b = 104/111, c = 78/83): } \lambda_{222}=1.007389 \text{ (}\lambda_p=19/20\lambda, \lambda_n=9/8\lambda, \beta=0.633 \text{ (0.63)); } \lambda_{223}=\mathbf{1.0074014} \text{ (}\lambda_n=42/25\lambda, \bar{\lambda}_n=42/54\lambda, \beta=1.178 \text{ (1.17)); } \lambda_{224}=1.007384 \text{ (}\lambda_p=29/32\lambda, \lambda_n=38/32\lambda, \beta=0.397 \text{ (0.4)).}$$

Среди изотопов радия наибольший период полураспада 1585 лет имеет изотоп  $^{226}_{88}\text{Ra}$ , что больше периода полураспада изотопа калифорния  $^{250}_{98}\text{Cf}$  (13 лет), но меньше периода полураспада изотопа кюрия  $^{248}_{96}\text{Cm}$  ( $3.49 \cdot 10^5$  лет). Тогда

$^{88}\text{Ra}$  ( $b = 104/111$ ,  $c = 159/169$ ):  $\lambda_{224} = 1.007614$ ,  $\lambda_{225} = 1.007601$  ( $\lambda_p = 91/70\lambda$ ,  $\lambda_n = 61/70\lambda$ ,  $\beta = -0.7358$  (-0.7338));  $\lambda_{226} = 1.0076143$ ,  $\lambda_{227} = 1.007588$  ( $\lambda_p = 60/43\lambda$ ,  $\lambda_n = 36/43\lambda$ ,  $\beta = -0.4055$  (-0.4038));  $\lambda_{228} = 1.007613$ .

Среди изотопов актиния наибольший период полураспада 21.77 года имеет изотоп  $^{227}_{89}\text{Ac}$ , что немного больше периода полураспада изотопа калифорния  $^{250}_{98}\text{Cf}$ . Магнитные моменты ядер других изотопов актиния неизвестны. Тогда

$^{89}\text{Ac}$  ( $b = 30/32$ ,  $c = 78/83$ ):  $\lambda_{227} \approx 1.007587$  ( $\lambda_n = 60/35\lambda$ ,  $\bar{\lambda}_n = 27/35\lambda$ ,  $\beta = 1.104$  (1.1)).

Среди изотопов тория наибольший период полураспада  $1.4 \cdot 10^{10}$  лет имеет изотоп  $^{232}_{90}\text{Th}$ . Следовательно, значение  $\lambda$  для данного изотопа должно быть близко к значению  $\lambda = 1.00789$ , соответствующему границе области  $\alpha$ -распада. Магнитные моменты ядер других изотопов тория неизвестны. Тогда

$^{90}\text{Th}$  ( $b = 30/32$ ,  $c = 32/34$ ):  $\lambda_{228} = 1.007883$ ,  $\lambda_{229} = 1.007881$  ( $\lambda_p = 84/61\lambda$ ,  $\lambda_n = 21/25\lambda$ ,  $\beta = 0.462$  (0.46));  $\lambda_{230} = 1.007888$ ,  $\lambda_{232} = 1.0078899$ ,  $\lambda_{234} = 1.0078896$ .

Среди изотопов протактиния наибольший период полураспада 32760 лет имеет изотоп  $^{231}_{91}\text{Pa}$ , что существенно больше периода полураспада изотопа калифорния  $^{250}_{98}\text{Cf}$  (13 лет), но на порядок меньше периода полураспада изотопа кюрия  $^{248}_{96}\text{Cm}$  ( $3.49 \cdot 10^5$  лет). Тогда

$^{91}\text{Pa}$  ( $b = 30/32$ ,  $c = 32/34$ ):  $\lambda_{230} = 1.007582$  ( $\lambda_p = 52/40\lambda$ ,  $\lambda_n = 52/57\lambda$ ,  $\beta = 2.004$  (2.0));  $\lambda_{231} = 1.0076596$  ( $\lambda_n = 46/34\lambda$ ,  $\bar{\lambda}_n = 31/34\lambda$ ,  $\beta = 2.014$  (2.01));  $\lambda_{233} = 1.007607$  ( $\lambda_n = 24/25\lambda$ ,  $\bar{\lambda}_n = 32/25\lambda$ ,  $\beta = 3.394$  (3.39)).

Среди изотопов урана наибольший период полураспада  $4.47 \cdot 10^9$  лет имеет изотоп  $^{238}_{92}\text{U}$ . Значение  $\lambda$  для данного изотопа должно быть также близко к значению  $\lambda = 1.00789$ , соответствующему границе области  $\alpha$ -распада, но меньше, чем для изотопа  $^{232}_{90}\text{Th}$ . Близкие значения имеют периоды полураспада изотопов  $^{235}_{92}\text{U}$  и  $^{236}_{92}\text{U}$ . Тогда

${}_{92}\text{U}$  ( $b = 30/32$ ,  $c = 32/34$ ):  $\lambda_{233}=1.007743$  ( $\lambda_p=39/29\lambda$ ,  $\lambda_n=39/45\lambda$ ,  $\beta = 0.601$  (0.6));  $\lambda_{234}=1.007844$ ,  $\lambda_{235}=1.007846$  ( $\lambda_p=7/5\lambda$ ,  $\lambda_n=79/95\lambda$ ,  $\beta = -0.382$  (-0.38));  $\lambda_{236}=1.0078483$ ,  $\lambda_{238}=\mathbf{1.0078497}$ ,  $\lambda_{240}=1.0078487$ .

Среди изотопов нептуния наибольший период полураспада  $2.14 \cdot 10^6$  лет имеет изотоп  ${}_{93}^{237}\text{Np}$ . Значение  $\lambda$  для данного изотопа должно быть меньше значения  $\lambda$  для изотопа плутония  ${}_{94}^{244}\text{Pu}$ , но больше значения  $\lambda$  для изотопа кюрия  ${}_{96}^{248}\text{Cm}$

${}_{93}\text{Np}$  ( $b = 30/32$ ,  $c = 32/34$ ):  $\lambda_{237}=\mathbf{1.007782}$  ( $\lambda_n=77/78\lambda$ ,  $\bar{\lambda}_n=77/66\lambda$ ,  $\beta = 3.1397$  (3.14)).

Среди изотопов плутония наибольший период полураспада  $7.9 \cdot 10^7$  лет имеет изотоп  ${}_{94}^{244}\text{Pu}$ . Значение  $\lambda$  для данного изотопа должно быть также близко к значению  $\lambda = 1.00789$ , соответствующему границе области  $\alpha$ -распада, но меньше, чем для изотопа  ${}_{92}^{238}\text{U}$ . Тогда

${}_{94}\text{Pu}$  ( $b = 30/32$ ,  $c = 32/34$ ):  $\lambda_{241}=1.007582$  ( $\lambda_p = 88/66\lambda$ ,  $\lambda_n=59/66\lambda$ ,  $\beta = -0.6828$  (-0.683));  $\lambda_{242}=1.0078073$ ,  $\lambda_{244}=\mathbf{1.0078081}$ ,  $\lambda_{246}=1.0078066$ .

Среди изотопов америция наибольший период полураспада 7388.38 лет имеет изотоп  ${}_{95}^{243}\text{Am}$ . Значение  $\lambda$  для данного изотопа должно быть меньше значения  $\lambda$  для изотопа плутония  ${}_{94}^{244}\text{Pu}$ , но больше значения  $\lambda$  для изотопа радия  ${}_{88}^{226}\text{Ra}$ .

${}_{95}\text{Am}$  ( $b = 30/32$ ,  $c = 32/34$ ):  $\lambda_{242}=1.007416$  ( $\lambda_p=50/53\lambda$ ,  $\lambda_n=50/40\lambda$ ,  $\beta = 0.388$  (0.3879));  $\lambda_{243} = \mathbf{1.007628}$  ( $\lambda_n=77/50\lambda$ ,  $\bar{\lambda}_n=77/92\lambda$ ,  $\beta = 1.539$  (1.53)).

Среди изотопов кюрия наибольший период полураспада  $1.56 \cdot 10^7$  лет имеет изотоп  ${}_{96}^{247}\text{Cm}$ , однако значение магнитного момента для ядра этого изотопа неизвестно. Можно предположить, что значение  $\lambda$  для ядра данного изотопа должно быть примерно таким же, как и для ядра изотопа плутония  ${}_{94}^{244}\text{Pu}$ . Тогда

${}_{96}\text{Cm}$  ( $b = 30/32$ ,  $c = 32/34$ ):  $\lambda_{246}=1.007764$ ,  $\lambda_{247} \approx \mathbf{1.007810}$ ,  $\lambda_{248}=1.0077668$ ,  $\lambda_{250}=1.0077657$ .

Среди изотопов берклия наибольший период полураспада 1379.38 лет имеет изотоп  ${}_{97}^{247}\text{Bk}$ , однако значение магнитного момента для ядра этого изотопа неизвестно. Экспериментально определено значение магнитного

момента для ядра изотопа  ${}_{97}^{249}\text{Bk}$ , имеющего период полураспада 329.86 лет. Можно предположить, что значение  $\lambda$  для ядра данного изотопа должно быть примерно таким же, как и для ядра изотопа полония  ${}_{84}^{209}\text{Po}$ . Тогда

$${}_{97}\text{Bk} (b = 30/32, c = 32/34): \lambda_{246} \approx 1.007430, \lambda_{247} \approx \mathbf{1.007620}, \lambda_{249} \approx 1.007597$$

$$(\lambda_n = 42/31\lambda, \bar{\lambda}_n = 28/31\lambda, \beta = 1.995 (2.0)).$$

Среди изотопов калифорния наибольший период полураспада 898 лет имеет изотоп  ${}_{98}^{251}\text{Cf}$ , что примерно соответствует периоду полураспада изотопа берклия  ${}_{97}^{247}\text{Bk}$ . Однако, значения магнитных моментов для ядер нечетных изотопов калифорния неизвестны. Тогда

$${}_{98}\text{Cf} (b = 30/32, c = 95/101): \lambda_{248} = 1.0075824, \lambda_{250} = 1.0075849, \lambda_{251} \approx \mathbf{1.00761},$$

$$\lambda_{252} = 1.0075834.$$

Среди изотопов эйнштейния наибольший период полураспада 1.29 лет имеет изотоп  ${}_{99}^{252}\text{Es}$ , что примерно соответствует периоду полураспада изотопа полония  ${}_{84}^{208}\text{Po}$ . Однако, значение магнитного момента определено только для ядра изотопа  ${}_{99}^{253}\text{Es}$ . Тогда

$${}_{99}\text{Es} (b = 30/32, c = 95/101): \lambda_{251} \approx 1.007430, \lambda_{252} \approx \mathbf{1.007570}, \lambda_{253} = 1.007493$$

$$(\lambda_n = 23/28\lambda, \bar{\lambda}_n = 23/15\lambda, \beta = 4.104 (4.1)).$$

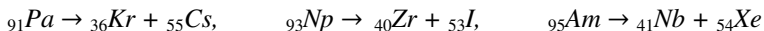
Среди изотопов фермия наибольший период полураспада 100.49 дней имеет изотоп  ${}_{100}^{257}\text{Fm}$ . Значение  $\lambda$  для данного изотопа должно быть немного больше, чем для изотопа  ${}_{99}^{253}\text{Es}$  (20.47 дней). Однако, значения магнитных моментов для ядер нечетных изотопов фермия неизвестны. Тогда

$${}_{100}\text{Fm} (b = 30/32, c = 157/167): \lambda_{250} = 1.007427, \lambda_{252} = \mathbf{1.007432}, \lambda_{254} = 1.007431.$$

Начиная со 101-го элемента экспериментально подтверждены только нулевые магнитные моменты ядер четно-четных изотопов,  $\lambda$  - характеристики которых рассмотрены в п. 7.3.1. Магнитные моменты ядер других изотопов этих элементов экспериментально не определены.

Из полученных результатов следует, что не только четно-четные, но и все изотопы химических элементов  ${}_{34}\text{Se}$  -  ${}_{76}\text{Os}$ , а также все изотопы элементов  ${}_{89}\text{Ac}$  -  ${}_{100}\text{Fm}$  имеют одно значение  $b = 30/32$ . Во всех элементах с  $29 \leq Z \leq 33$  происходит постепенный переход от  $b = 46/49$  к  $b = 30/32$ . Следовательно, при независимом распаде любых изотопов тяжелых элементов  ${}_{89}\text{Ac}$  -  ${}_{99}\text{Es}$  практически исключено появление легкого осколка с

$Z \leq 28$  и очень мала вероятность его появления с  $29 \leq Z \leq 33$ , так как эти элементы имеют значение  $b$ , отличное от его значения в делящемся тяжелом ядре. Но тогда также очень мала вероятность появления тяжело-го осколка с  $Z > 65$ . Таким образом, при распаде тяжелых элементов  ${}_{89}\text{Ac}$  –  ${}_{99}\text{Es}$  наибольшую вероятность имеет появление двух осколков с  $34 \leq Z \leq 65$ . Только в этом случае  $\alpha$ -частицы обоих осколков являются  $\alpha$ -частицами распадающегося тяжелого ядра. В свою очередь, вероятность распада на два осколка с  $34 \leq Z \leq 65$  будет также зависеть от вероятности перехода дополнительных нейтронов тяжелых элементов сначала в состояние свободного нейтрона с  $c = 31/33$ , а затем в состояние, которое имеют осколки с  $34 \leq Z \leq 65$ . Вероятность такого перехода равна единице для  ${}_{50}\text{Sn}$ ,  ${}_{53}\text{I}$ ,  ${}_{54}\text{Xe}$ ,  ${}_{55}\text{Cs}$ ,  ${}_{56}\text{Ba}$ , имеющих  $c = 31/33$ ; высокая для  ${}_{36}\text{Kr}$ ,  ${}_{37}\text{Rb}$ ,  ${}_{38}\text{Sr}$ ,  ${}_{39}\text{Y}$ ,  ${}_{40}\text{Zr}$ ,  ${}_{41}\text{Nb}$ ,  ${}_{51}\text{Sb}$ ,  ${}_{52}\text{Te}$ ,  ${}_{65}\text{Tb}$ , имеющих  $c = 61/65$ ,  $c = 46/49$ ,  $c = 47/50$ ,  $c = 125/133$ ; менее высокая для  ${}_{34}\text{Se}$ ,  ${}_{35}\text{Br}$ ,  ${}_{42}\text{Mo}$ ,  ${}_{43}\text{Tc}$ ,  ${}_{57}\text{La}$ ,  ${}_{58}\text{Ce}$ ,  ${}_{63}\text{Eu}$ ,  ${}_{64}\text{Gd}$ , имеющих  $c = 77/82$ ,  $c = 78/83$ ; небольшая для  ${}_{59}\text{Pr}$ ,  ${}_{60}\text{Nd}$ ,  ${}_{61}\text{Pm}$ ,  ${}_{62}\text{Sm}$ , имеющих  $c = 157/167$ , и совсем незначительная для  ${}_{44}\text{Ru}$ ,  ${}_{45}\text{Rh}$ ,  ${}_{46}\text{Pd}$ ,  ${}_{47}\text{Ag}$ ,  ${}_{48}\text{Cd}$ ,  ${}_{49}\text{In}$ , имеющих  $c = 139/148$ . Следовательно, наиболее вероятный распад будет происходить на осколки с  $36 \leq Z \leq 41$  и  $50 \leq Z \leq 56$ , а вероятность деления тяжелых ядер  ${}_{89}\text{Ac}$  –  ${}_{99}\text{Es}$  на два симметричных или почти симметричных осколка с  $45 \leq Z \leq 49$  является очень малой. Например, большую вероятность имеют следующие реакции распада [39]



Как и в случае четно-четных ядер избыток протонов в каком-либо конкретном ядре вызывает избыточное сжатие эфира, что снимается  $\beta^+$ -распадом или электронным захватом, переводящим один из протонов деформированных дейтрона, тритона или гелиона в нейтрон. Избыток нейтронов в каком-либо конкретном ядре вызывает избыточное разрежение эфира, что снимается  $\beta^-$ -распадом, переводящим один из нейтронов деформированных дейтрона, тритона или гелиона в протон. Оба превращения сопровождаются перевертыванием спина протона или связанного с ним электрона. Остаются также верными выводы о малой вероятности открытия новых химических элементов, о ядерных силах как силах внутренних напряжений в эфире и о большой вероятности отсутствия в ядрах кулоновского барьера.

## Глава 8.

---

Квантовые постулаты являются всего лишь ширмой, маскирующей наше невежество. Дж. Дж. Томсон

# Теория строения атома

Согласно современной квантово-механической модели строения атома, электрон в атоме, имеющий точечные размеры, может двигаться вокруг ядра атома только случайным образом, находясь внутри электронного облака (орбитали), имеющей определенную форму и размеры и соответствующей определенной энергии электрона. Геометрически орбиталь задается решением уравнения Шредингера для данного атома и характеризуется главным  $n$ , орбитальным  $l$  ( $l = 0, 1, \dots, n - 1$ ) и магнитным  $m_l$  ( $m_l = -l, \dots, 0, \dots, l$ ) квантовыми числами. Совокупность электронов атома с заданным значением главного квантового числа  $n$  образует электронный слой или энергетический уровень. Электронные энергетические уровни обозначаются цифрами  $1, 2, 3, \dots, n$ . Номер уровня соответствует главному квантовому числу  $n$ . Совокупность электронов с заданными значениями  $n$  и  $l$  образует электронный подуровень. Общее число орбиталей подуровня типа  $l$  равно  $2l + 1$ . Постулируется в соответствии с принципом Паули, что на каждой орбитали может находиться не более двух электронов. Таким образом, при сделанных предположениях на каждом энергетическом уровне  $n$  может находиться

$$\sum_{l=0}^{n-1} 2(2l + 1) = 2n^2$$

электронов. То есть, на первом энергетическом уровне может находиться 2 электрона, на втором – 8 электронов, на третьем – 18 электронов, на

четвертом – 32 электрона. А так как количество электронов в атоме равняется заряду атомного ядра, то такая конструкция формально, но достаточно хорошо подходит для описания периодичности свойств всех известных на данный момент 118 химических элементов. Действительно, первый период таблицы химических элементов Менделеева содержит два элемента, второй и третий периоды содержат по 8 элементов, четвертый и пятый периоды содержат по 18 элементов, а шестой и седьмой периоды содержат по 32 элемента.

Однако, такое квантово-механическое объяснение строения атомов химических элементов в принципе неверно, в первую очередь потому, что электрон не является точечным объектом, имея размеры, на три порядка превосходящие размеры атомного ядра. Вследствие этого электрон не может вращаться вокруг ядра атома и, следовательно, в атоме в принципе не существуют ни электронные орбиты, ни орбитали. Кроме того, характеристики детерминированного электрона в атоме не могут зависеть от квантовых чисел, являющихся следствием решения физически бессмысленного уравнения Шредингера, а энергетические уровни электронов не могут являться характеристиками самих электронов, так как принимают достаточно малые по сравнению с энергией электрона и к тому же отрицательные значения. Бесперспективность применения методов квантовой механики для описания химических процессов, вытекающих из свойств и структуры электронных оболочек атомов, осознана в последние десятилетия многими крупными учеными. Так, например, в работе [40] отмечены многочисленные несоответствия, имеющие место при объяснении химических явлений в рамках квантовой химии. Кроме того, констатируется, что «идеальные совпадения квантово-химических расчетов с экспериментальными данными говорят не о корректности теории, а о неограниченных подгоночных расчетных возможностях квантовой химии».

Предложим другой подход к описанию строения атома и периодичности свойств химических элементов, основанный на изложенной выше теории сжимаемого осциллирующего эфира и известных экспериментальных данных о спектрах атомов химических элементов.

## **8.1. Спектры водородоподобных атомов.**

Спектр атома водорода рассчитан автором в п. 5.4 главы 5, исходя только из уравнений эфира (1.3) без привлечения бессмысленных релятивистских и квантово-механических соображений. Получены значения энергетических уровней основного, возбужденных и гидридных состояний

атома водорода, совпадающие с хорошо известными экспериментальными значениями. Объяснена структура атома водорода, выяснен смысл происходящих в атоме водорода физических процессов, причины появления квадратов в знаменателях уровней энергии и физическая сущность самих энергетических уровней как значений энергии связи электрона с ядром.

Пусть теперь атом содержит  $Z$  электронов и из него удалены  $l - 1$  электрон,  $l \leq Z$ . Покажем сначала, что подход, развитый автором в главе 5 для описания атома водорода, справедлив и в случае водородоподобных атомов, когда  $l = Z$ , где  $Z$  – заряд ядра атома. Действительно, если атом (или ион) имеет один электрон, а ядро атома имеет  $Z$  протонов, то этот электрон связан со всеми  $Z$  протонами и, как доказано в п. 5.4 (формула (5.16)), уровни энергии связи электрона с ядром выражаются формулой

$$E_{c,n} = \frac{Zq \cdot q}{2r_{c,n}} = \frac{1}{2} \left( \frac{\hbar}{c} \right) (\omega_{c,n})^2 r_e = \frac{1}{2} \left( \frac{\hbar}{c} \right) \left( \frac{\alpha Z \omega_e}{n} \right)^2 r_e,$$

откуда следует, что

$$r_{c,n} = \frac{q^2 c n^2}{\alpha^2 \hbar Z \omega_e^2 r_e} = \frac{r_e n^2}{\alpha Z}; \quad E_{c,n} = \frac{\alpha Z^2 q^2}{2r_e n^2} = \frac{Z^2 \alpha^2 \hbar c}{2r_e n^2} = \frac{Z^2 E_H}{n^2}, \quad (8.1)$$

где  $E_H = \alpha^2 E_e / 2 \approx 13.598$  эВ – энергия ионизации атома водорода, то есть энергия связи электрона с протоном (ядром) в основном невозбужденном состоянии атома,  $r_H = r_e / \alpha \approx 52.8 \cdot 10^{-10}$  см – радиус атома водорода. Экспериментально давно установлено, что формулы (8.1) при  $n = 1$  практически точно описывают значения энергий ионизации  $E_i$  и радиусы всех водородоподобных атомов. Это непосредственно следует из приведенной ниже таблицы 3 экспериментальных значений энергий ионизации атомов и ионов, взятой из базы данных NIST [41]. Значения, лежащие на главной диагонали таблицы 3, соответствующие последним электронам каждого атома, практически точно удовлетворяют формуле (8.1) при  $n = 1$  и  $Z = 1, \dots, 10$ : 13.5984; 54.394; 122.386; 217.574; 339.96; 489.542; 666.322; 870.298; 1101.470; 1359.84. Однако из таблицы 3 видно, что с ростом значений заряда ядра  $Z$  происходит небольшое сжатие электрона с увеличением его частоты  $\omega_e$  до значения  $\omega_{eZ}$  и уменьшением его радиуса  $r_e$  до значения  $r_{eZ}$ , так что значение энергии электрона  $E_e = \hbar \omega_e$  в формуле (8.1) должно быть заменено на близкое значение  $E_{eZ} = \hbar \omega_{eZ}$ , а сама формула (8.1) примет вид

$$r_{c,n} = \frac{r_{eZ} n^2}{\alpha Z}; \quad E_{c,n} = \frac{Z^2 \alpha^2 \hbar c}{2r_{eZ} n^2} = \frac{Z^2 E_Z}{n^2}, \quad (8.2)$$

где  $E_Z = \alpha^2 E_{eZ}/2$ ,  $E_1 = E_H$ ,  $r_{eZ} = r_e(E_H/E_Z)$ .

Таблица 3. Энергии ионизации  $E_i$  атомов и ионов от  $H$  до  $Ne$ .

	I	II	III	IV	V
H	13.598				
He	24.587	54.418			
Li	5.392	75.640	122.454		
Be	9.323	18.211	153.897	217.719	
B	8.298	25.155	37.931	259.375	340.226
C	11.260	24.383	47.888	64.494	392.087
N	14.534	29.601	47.449	77.474	97.890
O	13.618	35.121	54.936	77.414	113.899
F	17.423	34.971	62.708	87.140	114.243
Ne	21.565	40.963	63.45	97.12	126.21
	VI	VII	VIII	IX	X
H					
He					
Li					
Be					
B					
C	489.993				
N	552.072	667.046			
O	138.120	739.290	871.410		
F	157.165	185.186	953.911	1103.118	
Ne	157.93	207.276	239.099	1195.829	1362.2

Экспериментальные значения  $E_Z$  для  $1 \leq Z \leq 108$  можно найти по формуле (8.2), используя приведенные в базе данных NIST значения энергий ионизации  $E_i$  последних электронов атомов химических элементов с номерами  $Z \leq 108$ :  $E_Z = E_i/Z^2$ . Например, для  $Z = 18$  (аргон)  $E_{18} = 4426.22/18^2 = 13.66$ , для  $Z = 36$  (криптон)  $E_{36} = 17936/36^2 = 13.84$ , для  $Z = 54$  (ксенон)  $E_{54} = 41299.71/54^2 = 14.16$ , для  $Z = 86$  (радон)  $E_{86} = 112843.7/86^2 = 15.26$ , для  $Z = 108$  (хассий)  $E_{108} = 194917/108^2 = 16.71$ . Таким образом, формула (8.2) точно описывает значения энергий ионизации  $E_i$  и радиусы всех водородоподобных атомов для всех  $1 \leq Z \leq 108$ . Для химических элементов с номерами  $109 \leq Z \leq 118$  данные в базе NIST отсутствуют.

Покажем теперь, что формула (8.2) описывает также спектры всех водородоподобных атомов, что следует из таблиц 4,5. Экспериментальные значения энергий связи электронов водородоподобных атомов в таблице 5 найдены следующим образом. Из [41, 42] взяты экспериментальные значения энергий возбуждения  $E_{в,n}$ , требующиеся для перехода электрона из основного состояния на  $n$ -ый возбужденный уровень. Значения  $E_{в,n}$ , представленные в [42] с двумя знаками после точки, дополнены третьим знаком из базы данных NIST. Полученные экспериментальные значения  $E_{в,n}$  представлены в таблице 4.

Таблица 4. Энергии возбуждения  $E_{в}$  водородоподобных атомов

Атом	Последовательные значения энергий возбуждения $E_{в}$ , eV					
H	10.199	12.087	12.748	13.054	13.221	13.321
He II	40.813	48.371	51.017	52.241	52.906	53.307
Li III	91.84	108.848	114.80	117.556	119.053	119.955
B IV	163.285	193.527	204.111	209.011	211.671	213.276
B V	255.161	302.422	318.963	326.618	330.776	333.284
C VI	367.474	435.547	459.37	470.395	476.384	479.995
NVII	500.247	592.927	625.359	640.369	648.521	653.436
O VIII	653.503	774.582	816.952	836.561	847.211	853.632
F IX	827.251	980.541	1034.182	1059.005	1072.486	1080.615
Ne X	1021.518	1210.833	1277.076	1307.729	1324.377	1334.414

Атом	Последовательные значения энергий возбуждения $E_{в}$ , eV (продолжение)				
	H	13.386	13.431	13.462	13.486
He II	53.567	53.746	53.874	53.968	54.04
Li III	120.541	120.943	121.23	121.442	121.604
Be IV	214.317	215.031	215.542	215.919	216.207
B V	334.911	336.026	336.825	-	-
C VI	482.339	483.945	-	-	-
N VII	656.627	658.814	-	-	-
O VIII	857.799	860.656	862.70	864.212	865.361
F IX	1085.89	1089.506	1092.093	1094.006	1095.462
Ne X	1340.928	1345.393	1348.587	1350.950	1352.747

Далее экспериментальные значения  $E_{с,n}^{\text{ЭК}}$  энергий связи электронов с ядром на  $n$  - ом энергетическом уровне, представленные в первых строках таблицы 5, вычислены как разности значений энергии ионизации и энергии возбуждения

$$E_{с,n}^{\text{ЭК}} = E_i - E_{в,n}. \quad (8.3)$$

Теоретические значения энергий связи, вычисленные по формуле (8.2), представлены во вторых строках таблицы 5. Анализ данных таблицы 5 позволяет с уверенностью заключить, что последний электрон любого атома взаимодействует со всеми протонами атома (со всем ядром), его энергия связи с ядром в основном невозбужденном состоянии ( $n = 1$ ) совпадает с его энергией ионизации  $E_i$ , а спектр энергий возбужденных состояний практически точно описывается формулой (8.2). Этот факт еще раз подтверждает, что энергия ионизации и энергетические уровни электронов водородоподобных атомов – это уровни энергий связи электронов с ядром в основном и возбужденных состояниях, а не энергетические уровни состояний самого электрона, как принято считать в квантовой ме-

ханике. Только эфирные представления строения атомов позволили вывести формулу (8.2) и объяснить ее физический смысл

Таблица 5. Энергии связи электронов с ядрами водородоподобных атомов

Атом	Энергии связи $E_{с.л.}$ , eV					
	n=1	n=2	n=3	n=4	n=5	n=6
H I	13.5984	3.3994	1.5114	0.8504	0.5444	0.3774
	13.5984	3.3996	1.5109	0.8499	0.5439	0.3777
He II	54.4178	13.6048	6.0468	3.4008	2.1768	1.5118
	54.4178	13.6045	6.0464	3.4011	2.1767	1.5116
Li III	122.4543	30.6143	13.6062	7.6543	4.8983	3.4013
	122.4543	30.6136	13.6060	7.6534	4.8982	3.4015
Be IV	217.7186	54.4336	24.1916	13.6076	8.7076	6.0476
	217.7186	54.4296	24.1910	13.6074	8.7087	6.0477
B V	340.2258	85.0648	37.8038	21.2628	13.6078	9.4498
	340.2258	85.0565	37.8029	21.2641	13.6090	9.4507
C VI	489.9933	122.5193	54.4463	30.6233	19.5983	13.610
	489.9933	122.4983	54.4437	30.6246	19.5997	13.6109
N VII	667.0460	166.7990	74.1190	41.6870	26.6770	18.5250
	667.0460	166.7615	74.1162	41.6904	26.6818	18.5291
O VIII	871.4101	217.9071	96.8281	54.4581	34.8491	24.1991
	871.4101	217.8525	96.8233	54.4631	34.8564	24.2058
F IX	1103.1176	275.8666	122.5766	68.9356	44.1126	30.6311
	1103.1176	275.7794	122.5686	68.9449	44.1247	30.6422
Ne X	1362.1995	340.6815	151.3665	85.1235	54.4705	37.8225
	1362.1995	340.5499	151.3555	85.1375	54.4879	37.8388

Атом	Энергии связи $E_{c,n}$ , eV (продолжение)					
	n=7	n=8	n=9	n=10	n=11	n=12
H I	0.2774	0.2124	0.1674	0.1364	0.1124	0.0944
	0.2775	0.2125	0.1679	0.1360	0.1124	0.0944
He II	1.1108	0.8508	0.6718	0.5438	0.4498	0.3778
	1.1105	0.8502	0.6718	0.5441	0.4497	0.3779
Li III	2.4993	1.9133	1.5113	1.2243	1.0123	0.8503
	2.4991	1.9133	1.5118	1.2245	1.0120	0.8504
Be IV	4.4426	3.4016	2.6876	2.1766	1.7996	1.5116
	4.4432	3.4019	2.6879	2.1772	1.7993	1.5119
B V	6.9418	5.3148	4.1998	3.4008	-	-
	6.9434	5.3160	4.2003	3.4023	2.8118	2.3627
C VI	9.9983	7.6543	6.0483	-	-	-
	9.9998	7.6561	6.0493	4.8999	4.0495	3.4027
N VII	13.6100	10.4190	8.2320	-	-	-
	13.6132	10.4226	8.2351	6.6705	5.5128	4.6323
O VIII	17.7781	13.6111	10.7541	8.7101	7.1981	6.0491
	17.7839	13.6158	10.7581	8.7141	7.2017	6.0515
F IX	22.5026	17.2276	13.6116	11.0246	9.1116	7.6556
	22.5126	17.2362	13.6187	11.0312	9.1167	7.6605
Ne X	27.7855	21.2715	16.8065	13.6125	11.2495	9.4525
	27.7999	21.2844	16.8173	13.6220	11.2578	9.4597

Рассмотрим теперь значения энергий ионизации  $E_i$  предпоследних электронов атомов ( $l = Z - 1$ ), лежащие в таблице 3 под главной диагональю. Для вычисления значений энергий связи этих электронов с ядром и их спектров воспользуемся приемом, предложенным Ф. Канаревым [43] и примененным нами выше для нахождения энергий связи электронов водородоподобных атомов с ядром в возбужденных состояниях.

## 8.2. Спектры многоэлектронных атомов

Выпишем из таблиц [41,42,44,45] экспериментальные значения энергий возбуждения  $E_b$  предпоследних электронов атомов (Таблица 6).

Таблица 6. Энергии возбуждения  $E_b$   $l-x$  электронов при  $l = Z - 1$ .

He I	21.22	23.09	23.74	24.04	24.21	24.31	24.37
Li II	62.21	69.64	72.26	73.47	74.12	74.51	74.79
Be III	123.67	140.39	146.28	149.01	150.5	151.4	-
B IV	205.54	235.35	245.83	250.69	253.34	254.94	255.98
C V	307.87	354.49	370.90	378.51	382.65	385.17	386.66
N VI	430.68	497.96	521.56	532.63	538.49	542.11	544.61
O VII	573.93	665.60	697.78	712.70	720.82	725.63	728.75
F VIII	737.67	857.53	899.59	918.92	929.67	935.56	940.68
Ne IX	922.00	1074.0	1127.0	1151.7	1164.6	1173.5	1179.3

При этом из таблицы исключены энергии возбуждения 23,01eV и 20,96eV для первого электрона атома гелия He I, которые отсутствуют в некоторых справочниках, а в других справочниках они приводятся без указания яркости линии, то есть как очень слабые или ненаблюдаемые линии. По этим же причинам из таблицы исключены энергии возбуждения 198,56eV и 202,95eV для четвертого электрона атома бора B IV и энергия 560.97eV для седьмого электрона атома кислорода O VII. В некоторых случаях из близких значений энергий возбуждения выбрано одно значение.

Теперь найдем экспериментальные значения энергий связи  $E_{c,n}^{\text{экс}}$  предпоследних электронов атомов с ядром на всех своих энергетических уровнях по формуле (8.3) как разность между значениями энергий ионизации и

энергий возбуждения, требующихся для перехода на эти энергетические уровни. Экспериментальные данные  $E_{c,n}^{\text{экс}}$ , представленные в первых строках таблицы 7, сравним с расчетными теоретическими данными, полученными по аналогичной (8.2) формуле

$$r_{c,n} = \frac{r_{eZ} n^2 E_Z}{\alpha l \tilde{E}_Z} = \frac{n^2 E_H}{l \tilde{E}_Z} r_H; \quad E_{c,n} = \frac{lq \cdot q}{2r_{c,n}} = \frac{l^2 \tilde{E}_Z}{n^2}, \quad (8.4)$$

Таблица 7. Спектры  $l$ -х электронов при  $l = Z - 1$ .

n	1	2	3	4	5	6	7	8
He I		3.37	1.50	0.85	0.55	0.38	0.28	0.22
13.56	13.56	3.39	1.51	0.85	0.54	0.38	0.28	0.21
Li II		13.43	6.00	3.38	2.17	1.52	1.13	0.85
13.56	54.24	13.56	6.027	3.39	2.17	1.51	1.11	0.85
BeIII		30.27	13.51	7.62	4.89	3.39	2.49	-
13.56	122.04	30.51	13.56	7.63	4.88	3.39	2.49	1.91
B IV		53.83	24.02	13.54	8.68	6.03	4.43	3.39
13.56	216.96	54.24	24.11	13.56	8.68	6.03	4.43	3.39
CV		84.22	37.60	21.19	13.57	9.43	6.92	5.43
13.56	339.0	84.75	37.67	21.19	13.56	9.42	6.92	5.30
N VI		121.39	54.11	30.51	19.44	13.58	9.96	7.46
13.56	488.16	122.04	54.24	30.51	19.53	13.56	9.96	7.63
OVII		165.39	73.72	41.55	26.63	18.51	13.69	10.54
13.56	664.44	166.11	73.83	41.53	26.57	18.47	13.56	10.38
FVIII		216.23	96.37	54.31	34.98	24.23	18.34	13.22
13.56	867.84	216.96	96.43	54.24	34.72	24.11	17.71	13.56
NeIX		273.80	121.80	68.80	44.10	31.20	22.30	16.53
13.56	1098.4	274.59	122.04	68.65	43.93	30.51	20.10	17.16

где  $E_{c,1} = l^2 \tilde{E}_z$  - энергии связи  $l$ -го электрона с ядром атома, содержащим  $Z$  протонов, в основном стационарном состоянии на первом фиктивном энергетическом уровне. Теоретические результаты, полученные по формуле (8.4), представлены во вторых строках таблицы 7 для разных электронов разных атомов, где  $\tilde{E}_z = 13.56\text{eV}$  для всех  $Z = 2, \dots, 10$ . Значения  $\tilde{E}_z$  расположены в таблице 7 под порядковыми номерами электронов. Из таблицы 7 видно, что величины  $\tilde{E}_z$  могут немного отличаться от величин  $E_z$  в формуле (8.2) для водородоподобных атомов. Из таблицы 7 также следует, что теоретические значения энергий связи возбужденных электронов с ядром на различных энергетических уровнях (кроме первого) практически точно совпадают с их экспериментальными значениями.

Анализ данных таблиц 5, 6, 7 позволяет сделать следующие выводы о структуре атомов химических элементов:

- 1) внутренней основной электронной оболочки любого атома является наличие двух спаренных электронов, находящихся на первом основном, близком к ядру, энергетическом уровне ( $\approx 13,6\text{eV}$ );
- 2) формула (8.4) хорошо аппроксимирует значения энергий связи предпоследних электронов атомов, начиная со второго энергетического уровня, откуда следует, что предпоследние электроны атомов, начиная со второго энергетического уровня, связаны только со своими и свободными протонами и практически не связаны с последними протонами;
- 3) значения энергий ионизации предпоследних электронов значительно превышают значения энергий связи  $E_{c,1} = (Z - 1)^2 \tilde{E}_z \approx (Z - 1)^2 E_H$  на первых фиктивных энергетических уровнях, откуда следует, что предпоследние электроны в стационарных устойчивых состояниях достаточно сильно связаны не только со своими протонами и другими свободными протонами ядра, но и с последними протонами;
- 4) энергетические уровни, на которые переходят возбужденные электроны, не являются электронными орбитами или орбитальями, а являются дискретными уровнями значений энергий связи возбужденных электронов с протонами ядра, описываемые формулой (8.4) и принимающие значения, близкие к значениям из таблицы 5.

Рассмотрим теперь значения энергий ионизации электронов, стоящие на третьей диагонали таблицы 3 ( $l = Z - 2 > 0$ ). Выпишем из таблиц [41, 42] экспериментальные значения энергий возбуждения  $E_v$  этих электронов, соответствующие их стационарным энергетическим уровням (Таблица 8). Как и в предыдущем случае найдем по формуле (8.3) экспериментальные значения энергий связи  $E_{c,n}^{\text{эк}}$  этих электронов с ядром на всех их энергетических уровнях и сравним с расчетными данными, полученными по формулам (8.4). Результаты представлены в Таблице 9.

Таблица 8. Энергии возбуждения  $E_b$   $l$ -х электронов при  $l = Z - 2$ .

Li I	1.85	3.83	4.52	4.84	5.01	5.11	5.18	5.22
Be II	3.96	11.96	14.72	15.99	16.67	17.08	17.35	17.53
B III	6.00	23.92	30.11	32.96	34.48	35.4	36.0	36.4
C IV	7.99	39.68	50.62	55.65	58.37	60.0	61.06	61.78
N V	10.01	59.24	76.27	84.10	88.33	90.88	92.53	93.66
OVI	12.01	82.59	107.04	118.29	124.37	128.03	130.39	132.01
FVII	14.04	109.77	142.94	58.22	166.49	171.45	174.67	176.81
Ne VIII	16.09	140.7	184.0	204.2	214.54	221.62	225.38	228.29

Рассмотрим теперь значения энергий ионизации электронов, стоящие на четвертой диагонали таблицы 3 при  $l = Z - 3$ . Выпишем из таблиц [41,42] экспериментальные значения энергий возбуждения  $E_b$  этих электронов, соответствующие их стационарным энергетическим уровням (Таблица 10). По причинам, указанным выше, из таблицы исключены: энергия 2.73eV для первого электрона атома бериллия Be I, энергия 6.50eV для третьего электрона атома углерода C III и энергия 8.34eV для четвертого электрона атома азота N IV, энергии 13.85 eV и 151.0 eV для седьмого электрона атома неона NeVII. Найдем экспериментальные значения энергий связи  $E_{c,n}^{\text{экс}}$  этих электронов с ядром на всех их энергетических уровнях и сравним с расчетными данными, полученными по формуле (8.4). Результаты представлены в Таблице 11.

Аналогичный анализ можно провести для значений энергий ионизации электронов, стоящих на пятой и шестой диагоналях таблицы 3 при  $l = Z - 4$  и  $l = Z - 5$ . Результаты представлены в Таблицах 12-15. Заметим, что экспериментальные данные по спектрам атомов и ионов, представленные в таблицах [42,44-46] часто не согласуются друг с другом, данные, присутствующие в одних таблицах, отсутствуют в других, некоторые данные, особенно полученные в 30-х – 40-х годах прошлого века [45,46], вызывают большое сомнение. Кроме того, в некоторых случаях, энергии возбуждения, приписанные одному электрону атома, относятся явно к совершенно другому электрону, иногда даже другого атома.

Таблица 9. Спектры  $l$ -х электронов при  $l = Z - 2$ .

n	1	2	3	4	5	6	7	8
Li I		3.54	1.56	0.87	0.55	0.38	0.28	0.21
13.85	13.85	3.46	1.54	0.87	0.55	0.38	0.28	0.22
Be II		14.25	6.25	3.49	2.22	1.54	1.13	0.86
13.85	55.4	13.85	6.16	3.46	2.22	1.54	1.13	0.87
B III		29.94	14.01	7.82	4.96	3.45	2.53	1.93
13.80	124.2	31.05	13.8	7.76	4.97	3.45	2.53	1.94
C IV		56.50	24.81	13.87	8.84	6.12	4.49	3.43
13.81	220.96	55.24	24.55	13.81	8.84	6.13	4.51	3.45
N V		87.88	38.65	21.62	13.79	9.56	7.01	5.36
13.77	344.25	86.06	38.25	21.52	13.77	9.56	7.02	5.38
O VI		126.11	55.53	31.08	19.83	13.75	10.09	7.73
13.75	495.00	123.75	55.00	30.94	19.80	13.75	10.10	7.73
F VII		171.15	75.42	42.25	26.97	18.7	13.74	10.52
13.74	673.26	168.32	74.81	42.08	26.93	18.7	13.74	10.52
Ne VIII		223.0	98.39	55.09	34.89	24.55	17.47	13.71
13.71	877.44	219.36	97.49	54.84	35.1	24.37	17.91	13.71

Таблица 10. Энергии возбуждения  $E_B$   $l$ -х электронов при  $l = Z - 3$ .

B I	5.28	7.46	8.31	8.69	8.86	8.98	9.07
B II	9.10	17.87	21.15	22.64	23.14	23.59	24.00
C III	12.69	32.10	39.2	42.56	44.27	45.24	45.86
N IV	16.2	50.15	62.86	68.22	71.01	72.9	73.93
O V	19.69	72.01	91.48	99.49	104.10	106.73	108.41
F VI	23.16	97.67	125.95	137.11	143.12	146.85	149.42
Ne VII	26.65	127.16	163.64	179.84	188.18	193.26	196.56

Таблица 11. Спектры  $l$ -х электронов при  $l = Z - 3$ .

n	1	2	3	4	5	6	7	8
BeI 16.16		4.04	1.86	1.01	0.63	0.46	0.34	0.25
	16.16	4.04	1.8	1.01	0.65	0.45	0.33	0.25
BII 15.94		16.06	7.29	4.01	2.52	2.01	1.56	1.15
	63.75	15.94	7.08	3.98	2.55	1.77	1.30	1.00
CIII 14.86		35.2	15.79	8.69	5.33	3.62	2.65	2.03
	133.75	33.43	14.86	8.36	5.35	3.71	2.72	2.08
NIV 14.51		61.27	27.32	14.61	9.25	6.46	4.57	3.54
	232.16	58.04	25.8	14.51	9.28	6.45	4.74	3.63
OV 14.12		94.21	41.89	22.42	14.41	9.80	7.17	5.49
	353.0	88.25	39.22	22.06	14.12	9.81	7.2	5.52
FVI 14.04		134.0	59.49	31.22	20.06	14.04	10.32	7.75
	505.44	126.36	56.16	31.59	20.22	14.04	10.31	7.88
NeVII 14.02		180.62	80.11	43.63	27.43	19.09	14.02	10.72
	686.98	171.75	76.33	42.94	27.48	19.08	14.02	10.73

Таблица 12. Энергии возбуждения  $E_B$   $l$ -х электронов при  $l = Z - 4$ .

B I	4.96	6.79	7.45	7.75	7.92	8.02	8.08
C II	9.29	18.05	20.84	22.13	22.82	23.23	23.38
N III	12.53	33.13	39.40	42.39	43.96	44.89	45.49
O IV	22.38	52.01	63.30	68.44	71.21	72.47	73.94
F V	26.70	74.69	92.24	100.26	103.34	106.68	108.35
Ne VI	30.91	101.2	126.34	137.83	144.01	147.73	150.28

Таблица 13. Спектры  $l$ -х электронов при  $l = Z - 4$ 

n	1	2	3	4	5	6	7	8
B I 13.61		3.34	1.51	0.85	0.55	0.38	0.28	0.22
	13.61	3.40	1.51	0.85	0.54	0.38	0.28	0.21
C II 14.04		15.09	6.33	3.54	2.25	1.56	1.15	1.00
	56.16	14.04	6.24	3.51	2.25	1.56	1.15	0.88
N III 14.06		31.21	14.32	8.05	5.06	3.49	2.56	1.96
	126.54	31.64	14.06	7.91	5.06	3.52	2.58	1.98
O IV 13.95		55.03	25.40	14.11	8.97	6.2	4.94	3.47
	223.2	55.8	24.8	13.95	8.93	6.2	4.56	3.49
F V 13.98		87.55	39.56	22.01	13.99	10.91	7.56	5.89
	349.5	87.38	38.83	21.84	13.98	9.71	7.13	5.46
Ne VI 13.92		127.03	56.71	31.59	20.1	13.92	10.2	7.65
	501.12	125.28	55.68	31.32	20.04	13.92	10.23	7.83

Таблица 14. Энергии возбуждения  $E_B$   $l$ -х электронов при  $l = Z - 5$ .

C I	7.48	9.71	10.38	10.71	10.88	10.98
N II	13.54	23.24	26.07	27.36	27.97	-
O III	24.44	40.57	46.92	49.90	51.47	-
F IV	29.54	62.06	73.04	78.25	81.03	82.50
Ne V	34.63	86.56	104.47	112.48	116.91	-

Таблица 15. Спектры  $l-x$  электронов при  $l = Z - 5$ .

n	1	2	3	4	5	6	7
C I 13.9		3.78	1.55	0.88	0.55	0.38	0.28
	13.9	3.48	1.54	0.87	0.56	0.39	0.28
N II 14.0		16.06	6.36	3.53	2.24	1.63	-
	56.0	14.00	6.22	3.50	2.24	1.56	1.14
O III 14.0		30.51	14.37	8.02	5.04	3.47	-
	126.0	31.50	14.00	7.88	5.04	3.50	2.57
F IV 13.9		57.60	25.08	14.10	8.89	6.11	4.64
	222.4	55.60	24.71	13.9	8.89	6.18	4.54
Ne V 13.73		91.58	39.65	21.74	13.73	9.30	-
	343.2	85.81	38.14	21.45	13.73	9.53	7.01

Так, например, из таблицы 12 удалены энергии возбуждения 5.33eV, 14.45eV, 19.49eV и 22.47eV, относящиеся ко второму электрону атома углерода C II. Этим энергиям возбуждения соответствуют энергии связи, вычисленные по формуле (8.3): 19.05eV, 9.93eV, 4.89eV, 1.91eV. Эти энергии связи являются, очевидно, приближенными значениями энергии связи не второго, а последнего шестого электрона атома углерода на следующих энергетических уровнях из таблицы 5:  $n = 5$  (19.59eV),  $n = 7$  (9.99eV),  $n = 10$  (4.9eV),  $n = 16$  (1.91eV). Аналогично обстоит дело с третьим электроном атома азота N III, для которого из таблицы 12 удалены энергии возбуждения 7.10eV, 18.09eV, 27.44eV, 33.13eV. Этим энергиям возбуждения соответствуют энергии связи, вычисленные по формуле (8.3): 40.35 eV, 29.36eV, 20.01eV, 14.32eV. Полученные значения энергий связи являются, очевидно, приближенными значениями энергий связи не третьего, а последнего седьмого электрона атома азота на следующих энергетических уровнях из таблицы 5:  $n = 4$  (41.69eV),  $n = 5$  (26.68eV),  $n = 6$  (18.53eV),  $n = 7$  (13.61eV). Аналогично обстоит дело с четвертым электроном атома кислорода O IV, для которого из таблицы 12 удалены энер-

гии возбуждения 44.34eV, 59.84eV. Этим энергиям возбуждения соответствуют энергии связи, вычисленные по формуле (8.3): 33.07eV, 17.57eV. Полученные значения энергии связи являются, очевидно, приближенными значениями энергии связи не четвертого, а последнего восьмого электрона атома кислорода на следующих энергетических уровнях из таблицы 5:  $n = 5$  (34.85eV),  $n = 7$  (17.78eV). Аналогично обстоит дело с пятым электроном атома фтора F V, для которого из таблицы 12 удалены энергии возбуждения 65.06eV, 83.80eV, 93.44eV, 104.58eV. Этим энергиям возбуждения соответствуют энергии связи, вычисленные по формуле (8.3): 49.18eV, 30.44eV, 20.8eV, 9.66eV. Полученные значения энергии связи являются, очевидно, приближенными значениями энергии связи не пятого, а последнего девятого электрона атома фтора на следующих энергетических уровнях из таблицы 5:  $n = 5$  (44.12eV),  $n = 6$  (30.64eV),  $n = 7$  (22.51eV),  $n = 11$  (9.12eV). Аналогично обстоит дело с шестым электроном атома неона Ne VI, для которого из таблицы 12 удалены энергии возбуждения 89.59eV, 111.59eV, 122.49eV, 130.96eV. Этим энергиям возбуждения соответствуют энергии связи, вычисленные по формуле (8.3): 68.34eV, 46.34eV, 35.44eV, 26.97eV. Первые две энергии связи являются приближенными значениями энергии связи последнего девятого электрона атома фтора на энергетических уровнях:  $n = 4$  (68.93eV) и  $n = 5$  (44.12eV), а последние две энергии связи являются приближенными значениями энергии связи последнего десятого электрона атома неона на энергетических уровнях:  $n = 6$  (37.84eV) и  $n = 7$  (27.8eV).

Из таблицы 14 удалены энергии возбуждения 7.95eV и 10.43eV, относящиеся к первому электрону атома углерода C I. Этим энергиям возбуждения соответствуют энергии связи, вычисленные по формуле (8.3): 3.31eV и 0.83eV. Эти энергии связи являются, очевидно, приближенными значениями энергии связи не первого, а последнего шестого электрона атома углерода C VI на следующих энергетических уровнях:  $n = 12$  (3.39eV) и  $n = 16$  (0.84eV). Аналогично обстоит дело со вторым электроном атома азота N II, для которого из таблицы 14 удалены энергии возбуждения 11.44eV, 19.23eV, 25.14eV. Этим энергиям возбуждения соответствуют энергии связи, вычисленные по формуле (8.3): 18.16eV, 10.37eV, 4.46eV. Первые два значения энергии связи являются приближенными значениями энергии связи не второго, а последнего седьмого электрона атома азота N VII на следующих энергетических уровнях:  $n = 6$  (18.52eV),  $n = 8$  (10.42eV), а последнее значение – приближенным значением энергии связи последнего электрона атома бериллия Be IV на энергетическом уровне  $n = 7$  (4.44eV). Аналогично обстоит дело с третьим электроном атома кислорода O III, для которого из таблицы 14 удалены энергии возбуждения 17.65eV, 33.15eV, 45.04eV, 47.02eV. Этим энергиям возбуждения соответствуют энергии связи, вычисленные по форму-

ле (8.3): 37.29eV, 21.78eV, 9.89eV, 7.92eV. Первые два значения энергий связи являются приближенными значениями энергий связи последнего пятого электрона атома бора В V на энергетических уровнях  $n = 3$  (37.8eV) и  $n = 4$  (21.26eV), а последние два - приближенными значениями энергий связи последнего шестого электрона атома углерода С VI на энергетических уровнях  $n = 7$  (9.97eV) и  $n = 8$  (7.64eV). Аналогично обстоит дело с четвертым электроном атома фтора F IV, для которого из таблицы 14 удалены энергии возбуждения 51.65eV, 18.34eV, 68.30eV. Этим энергиям возбуждения соответствуют энергии связи, вычисленные по формуле (8.3): 35.49eV, 68.8eV, 18.84eV. Полученные значения являются приближенными значениями энергий связи из таблицы 5 последних электронов атома кислорода O VIII на уровне  $n = 5$  (34.84eV), атома фтора F IX на уровне  $n = 4$  (68.93eV) и атома азота N VII на уровне  $n = 6$  (18.52eV). Аналогично обстоит дело с пятым электроном атома неона Ne V, для которого из таблицы 14 удалены энергии возбуждения 25.81eV, 73.97eV, 87.04eV, 91.39eV. Этим энергиям возбуждения соответствуют энергии связи, вычисленные по формуле (8.3): 100.4eV, 52.24eV, 39.17eV, 34.82eV. Первое, второе и четвертое значения являются приближенными значениями энергии связи последнего восьмого электрона атома кислорода O VIII на энергетических уровнях:  $n = 3$  (96.83eV),  $n = 4$  (54.45eV) и  $n = 5$  (34.84eV), а третье значение является приближенным значением энергии связи последнего электрона атома неона Ne X на энергетическом уровне  $n = 6$  (37.84eV).

Аналогичный анализ можно провести для значений энергий ионизации электронов, стоящих на седьмой, восьмой, девятой и десятой диагоналях таблицы 3 при  $l = Z - 6$ ,  $l = Z - 7$ ,  $l = Z - 8$  и  $l = Z - 9$ . Результаты представлены в Таблицах 16-23.

Таблица 16. Энергии возбуждения  $E_{\text{в}}$   $l$ -х электронов при  $l = Z - 6$ .

N I	10.92	12.99	13.67	13.98	14.15	14.26
O II	23.00	28.82	31.63	32.91	33.61	-
F III	18.83	48.46	54.84	57.70	-	-
NeIV	59.40	71.82	83.33	88.33	91.01	-

Таблица 17. Спектры  $l$ -х электронов при  $l = Z - 6$ .

n	1	2	3	4	5	6	7
N I 13.96		3.62	1.55	0.87	0.56	0.39	0.28
	13.96	3.49	1.55	0.87	0.56	0.39	0.28
O II 14.17		12.12	6.30	3.49	2.21	1.51	-
	56.68	14.17	6.30	3.54	2.26	1.57	1.16
F III 14.25		43.25	14.25	7.87	5.01	-	-
	128.25	32.06	14.25	8.01	5.13	3.56	2.62
Ne IV 13.79		37.72	25.3	13.79	8.79	6.11	-
	220.64	55.16	24.52	13.79	8.83	6.13	4.50

Из таблицы 16 удалены энергии возбуждения 3.58eV и 10.33eV, относящиеся к первому электрону атома азота N I. Этим энергиям возбуждения соответствуют энергии связи, вычисленные по формуле (8.3): 10.95eV и 4.2eV. Полученные значения являются приближенными значениями энергий связи из таблицы 5 последнего девятого электрона атома фтора F IX на энергетическом уровне  $n = 10$  (11.03eV) и последнего пятого электрона атома бора B V на энергетическом уровне  $n = 9$  (4.2eV). Аналогично обстоит дело со вторым электроном атома кислорода O II, для которого из таблицы 16 удалены энергии возбуждения 14.86eV и 29.62eV. Этим энергиям возбуждения соответствуют энергии связи, вычисленные по формуле (8.3): 20.26eV и 5.5eV. Первое значение является приближенным значением энергии связи из таблицы 5 последнего шестого электрона атома углерода C VI на энергетическом уровне  $n = 5$  (19.59eV), а второе – приближенным значением энергии связи последнего седьмого электрона атома азота N VII на энергетическом уровне  $n = 11$  (5.51eV). Аналогично обстоит дело с третьим электроном атома фтора F III, для которого из таблицы 16 удалены энергии возбуждения 39.33eV, 51.54eV, 53.88eV. Этим энергиям возбуждения соответствуют энергии связи, вычисленные по формуле (8.3): 23.38eV, 11.17eV, 8.83eV. Полученные значения являются приближенными значениями энергий связи из таблицы 5 последнего девятого электрона атома фтора F IX на уровнях  $n = 7$  (22.5eV),  $n = 10$

(11.02eV),  $n = 11$  (9.11eV). Аналогично обстоит дело с четвертым электроном атома неона Ne IV, для которого из таблицы 16 удалены энергии возбуждения 22.87eV, 59.4eV, 78.65eV, 86.01eV. Этим энергиям возбуждения соответствуют энергии связи, вычисленные по формуле (8.3): 74.25eV, 37.72eV, 18.47eV, 11.11eV. Первое и третье значения являются приближенными значениями энергии связи из таблицы 5 последнего седьмого электрона атома азота N VII на энергетических уровнях:  $n = 3$  (74.12eV) и  $n = 6$  (18.52eV), а второе и четвертое значения являются приближенными значениями энергии связи последнего десятого электрона атома неона Ne X на энергетических уровнях  $n = 6$  (37.82eV) и  $n = 11$  (11.25eV).

Таблица 18. Энергии возбуждения  $E_{\nu}$   $l$ -х электронов при  $l = Z - 7$ .

O I	9.52	11.93	12.70	13.04	13.22	13.33
F II	20.46	28.77	31.49	32.91	33.45	-
Ne III	25.33	49.37	55.57	58.42	59.96	-

Таблица 19. Спектры  $l$ -х электронов при  $l = Z - 7$ .

n	1	2	3	4	5	6	7
O I 14.5		4.09	1.69	0.92	0.58	0.4	0.29
	14.5	3.63	1.61	0.91	0.58	0.4	0.29
F II 13.90		14.51	6.20	3.48	2.06	1.52	-
	55.6	13.90	6.18	3.48	2.22	1.54	1.13
Ne III 13.96		38.12	14.08	7.88	5.03	3.49	-
	125.64	31.41	13.96	7.85	5.03	3.49	2.56

Из таблицы 18 удалены энергии возбуждения 9.15eV и 12.54eV, относящиеся к первому электрону атома кислорода O I. Этим энергиям возбуждения соответствуют энергии связи, вычисленные по формуле (8.3): 4.47eV и 1.08eV. Полученные значения являются приближенными значениями энергий связи из таблицы 5 последнего восьмого электрона атома кисло-

рода O VIII на энергетическом уровне  $n = 14$  (4.45eV) и последнего второго электрона атома гелия He II на энергетическом уровне  $n = 7$  (1.1eV). Аналогично обстоит дело со вторым электроном атома фтора F II, для которого из таблицы 18 удалены энергии возбуждения 26.27eV, 28.46eV и 29.38eV. Этим энергиям возбуждения соответствуют энергии связи, вычисленные по формуле (8.3): 8.7eV, 6.51eV и 5.59eV. Первое значение является приближенным значением энергии связи из таблицы 5 четвертого электрона атома бериллия Be IV на энергетическом уровне  $n = 5$  (8.71eV), а второе и третье значения являются приближенными значениями энергии связи последнего электрона атома азота N VII на энергетических уровнях  $n = 10$  (6.66eV) и  $n = 11$  (5.51eV). Аналогично обстоит дело с третьим электроном атома неона Ne III, для которого из таблицы 18 удалены энергии возбуждения 39.60eV, 43.78eV, 46.42eV. Этим энергиям возбуждения соответствуют энергии связи, вычисленные по формуле (8.3): 23.85eV, 19.67eV, 17.03eV. Полученные значения являются приближенными значениями энергий связи из таблицы 5 последнего электрона атома бериллия Be IV на уровне  $n = 3$  (24.19eV), последнего электрона атома углерода C VI на уровне  $n = 5$  (19.59eV) и последнего электрона атома неона Ne X на уровне  $n = 9$  (16.81eV).

Таблица 20. Энергии возбуждения  $E_b$   $l$ -х электронов при  $l = Z - 8$ .

F I	13.02	15.89	16.57	16.87	17.04	17.14
Ne II	27.23	34.88	37.42	38.76	39.43	39.84

Таблица 21. Спектры  $l$ -х электронов при  $l = Z - 8$ .

n	1	2	3	4	5	6	7
F I 13.68		4.40	1.53	0.85	0.55	0.38	0.28
	13.68	3.42	1.52	0.855	0.55	0.38	0.28
Ne II 13.78		13.73	6.08	3.42	2.20	1.53	1.12
	55.10	13.78	6.12	3.44	2.20	1.53	1.12

Из таблицы 20 удалены энергии возбуждения 12.73eV, 15.36eV и 15.61eV, относящиеся к первому электрону атома фтора F I. Этим значениям энергии возбуждения соответствуют значения энергии связи, вычисленные по формуле (8.3): 4.69eV, 2.06eV и 1.81eV. Полученные значения являются приближенными значениями энергий связи из таблицы 5 последнего третьего электрона атома лития Li III на энергетическом уровне  $n = 5$  (4.89eV), последнего второго электрона атома гелия He II на энергетическом уровне  $n = 5$  (2.17eV) и последнего четвертого электрона атома бериллия Be IV на энергетическом уровне  $n = 11$  (1.8eV). Аналогично обстоит дело со вторым электроном атома неона Ne II, для которого из таблицы 22 удалены значения энергии возбуждения 30.55eV и 34.30eV. Этим значениям энергии возбуждения соответствуют значения энергии связи, вычисленные по формуле (8.3): 10.41eV и 6.66eV. Полученные значения являются приближенными значениями энергии связи из таблицы 5 последнего седьмого электрона атома азота N VII на энергетических уровнях  $n = 8$  (10.41eV) и  $n = 10$  (6.66eV).

Таблица 22. Энергии возбуждения  $E_b$   $l$ -х электронов при  $l = Z - 9$ .

Ne I	16.85	20.04	20.71	21.02	21.18	21.28
Na II	33.32	41.13	43.84	45.08	45.76	46.17
Na I	2.10	3.62	4.34	4.62	4.78	4.87

Таблица 23. Спектры  $l$ -х электронов при  $l = Z - 9$ .

n	1	2	3	4	5	6	7
Ne I 13.6		4.72	1.52	0.85	0.54	0.38	0.28
	13.6	3.42	1.51	0.85	0.55	0.38	0.28
Na II 13.81		13.97	6.17	3.45	2.21	1.53	1.12
	55.25	13.81	6.14	3.45	2.21	1.53	1.13
Na I 13.23		3.04	1.52	0.80	0.52	0.36	0.27
	13.23	3.31	1.47	0.83	0.53	0.37	0.27

Из таблицы 22 удалены энергии возбуждения 16.67eV, 19.78eV, 20.56eV, 20.95eV и 21.11eV, относящиеся к первому электрону атома неона Ne I. Этим значениям энергии возбуждения соответствуют значения энергии связи, вычисленные по формуле (8.3): 4.89eV, 1.79eV, 1.01eV, 0.62eV и 0.46eV. Полученные значения являются приближенными значениями энергий связи из таблицы 5 последнего четвертого электрона атома бериллия Be IV на энергетическом уровне  $n = 11$  (1.8eV) и последнего третьего электрона атома лития Li III на энергетических уровнях  $n = 5$  (4.89eV),  $n = 11$  (1.01eV),  $n = 14$  (0.62eV) и  $n = 16$  (0.47eV). Аналогично обстоит дело с первым электроном атома натрия Na I, для которого из таблицы 22 удалено значение энергии возбуждения 3.75eV. Этому значению энергии возбуждения соответствует значение энергии связи, вычисленное по формуле (8.3): 1.39eV. Это значение является приближенным значением энергии связи из таблицы 5 седьмого электрона атома азота N VII на энергетическом уровне  $n = 22$  (1.38eV).

Анализ данных таблиц 3-23 позволяет сделать следующие выводы о спектрах электронов и структуре атомов химических элементов:

1) различные таблицы спектральных линий атомов и ионов содержат многочисленные неточности, связанные с неправильной интерпретацией принадлежности к спектрам конкретных электронов некоторых возбужденных состояний этих электронов; все некорректно интерпретируемые возбужденные состояния являются энергетическими состояниями других электронов данного атома или электронов других атомов, значения которых для первых десяти атомов, вычисленные по формуле (8.2), приведены в таблице 5;

2) каждый электрон в нейтральном атоме связан со всеми протонами ядра, но независимо от заряда ядра спектр электрона, начиная со второго энергетического уровня, определяется исключительно числом свободных протонов в соответствии с формулой (8.2), то есть, ион с  $l - 1$  свободными протонами имеет, начиная со второго энергетического уровня, тот же спектр, что и водородоподобный атом с зарядом  $Z = l$ ; например четвертый электрон углерода имеет тот же спектр, что и водородоподобный атом бериллия, а спектр первого электрона любого атома практически совпадает со спектром атома водорода, начиная со второго энергетического уровня;

3) на первом основном энергетическом уровне электроны, соответствующие протонам одной  $\alpha$  - частицы ядра, образуют пары с противоположно направленными спинами; внутренней основой электронной оболочки любого атома является наличие двух последних спаренных электронов, находящихся на первом основном, близком к ядру, энергетическом уровне ( $E_Z \approx 13.6 \text{ eV}$ ); все другие электроны любого атома должны находиться на первых основных более низких

энергетических уровнях, то есть иметь большие радиусы и меньшие значения энергии связи с ядром;

4) неудивительно, что значения энергий ионизации каждого атома превышают реальные значения энергий связи первых электронов на первых основных энергетических уровнях, так как энергия, требующаяся для ионизации первого электрона, расходуется также на разрыв его связей не только со своим, но и с другими протонами ядра; например, как следует из таблицы 3, энергия ионизации атома гелия составляет 24.578eV в то время как на самом деле атом гелия имеет два спаренных электрона на первом энергетическом уровне  $E_2 = 54.4178/4 = 13.6045$  eV;

5) так как второй энергетический уровень атома водорода равен примерно 3.4 eV, а самое наименьшее значение энергии ионизации 3.8939 eV имеет по данным базы данных NIST атом цезия, что достаточно близко ко второму уровню атома водорода, на котором исчезает зависимость электрона от соседних протонов, то из этого следует, что первый электрон атома цезия должен располагаться на энергетическом уровне со значением энергии связи, немногим меньше величины 3.8939eV, а все электроны любого атома с зарядом ядра  $Z$  должны располагаться на первых основных энергетических уровнях со значениями энергии в интервале (3.89eV,  $E_Z$ );

6) формула (8.4), являющаяся следствием формулы (8.2) и отличающаяся от нее только значениями первого фиктивного энергетического уровня, хорошо аппроксимирует значения энергий связи всех электронов всех атомов, начиная со второго энергетического уровня;

Сформулированные выводы ведут к очевидному заключению, что формула (8.2) должна описывать не только возбужденные, но и основные состояния электронов в атоме, энергетические уровни которых должны лежать в интервале (3.89 eV,  $E_Z$ ). То есть, для каждого  $1 \leq Z \leq 118$  все электроны атома с зарядом  $Z$  в основном невозбужденном состоянии должны занимать энергетические уровни со значениями энергии связи с ядром атома  $Z^2 E_Z/n^2$  такие, что

$$3.89 < \frac{Z^2 E_Z}{n^2} \leq E_Z. \quad (8.5)$$

Так как  $13.5984 \leq E_Z \leq 16.8$ eV, то из (8.5) можно грубо оценить, что  $n = Z, Z + 1, \dots, n_Z$ , где  $n_Z < 2Z$ . То есть, для каждого атома с зарядом  $Z$  количество энергетических уровней, на которых могут находиться электроны в атоме, не больше числа электронов. При этом, как следует из результатов главы 7, на каждом уровне, кроме уровня с минимальной энергией при нечетном  $Z$ , должно находиться по два электрона с противоположно направленными спинами. Следовательно, примерно половина уровней должны быть не заняты.

### 8.3. Периодическая система химических элементов

Чтобы понять, какие электронные уровни имеет каждый конкретный атом и откуда появляются условия периодичности свойств химических элементов, выпишем из базы данных NIST и поместим в таблицу 24 энергии ионизации атомов и ионов для нескольких химических элементов с характерными зарядами атомных ядер:  $_{10}\text{Ne}$ ,  $_{20}\text{Ca}$ ,  $_{40}\text{Zr}$ ,  $_{58}\text{Ce}$ ,  $_{90}\text{Th}$ ,  $_{103}\text{Lr}$ . На этих элементах отчетливо прослеживается последовательность скачков в значениях энергий ионизации, что свидетельствует о расположенных в такой же последовательности энергетических уровнях, не занятых электронами. Выбор других элементов не меняет наблюдаемой картины. Жирным шрифтом в таблице 24 выделены пары соседних электронов со скачкообразным изменением значений энергий ионизации. Видно, что, если двигаться от последних двух внутренних электронов с наименьшим радиусом и наибольшей энергией связи с ядром, то такие скачки происходят после второго, десятого, восемнадцатого, двадцать восьмого, тридцать шестого, сорок шестого, пятьдесят четвертого, шестьдесят восьмого, семьдесят восьмого, восемьдесят шестого, сорого и, вероятно, сто десятого электронов, данные об ионизации которого отсутствуют. При этом скачки после пятьдесят четвертого и после восемьдесят шестого электронов, появляющиеся на элементах  $_{55}\text{Ce}$  и  $_{87}\text{Fr}$ , исчезают уже через несколько элементов. Таким образом, все электроны любого атома разбиваются скачками их энергий ионизации на слои. Первый слой содержит два внутренних электрона, второй слой содержит следующие восемь электронов (с третьего по десятый) с меньшей энергией связи с ядром, третий слой также содержит восемь электронов (с одиннадцатого по восемнадцатый), четвертый слой содержит восемнадцать электронов (с девятнадцатого по тридцать шестой) и состоит из двух фрагментов, содержащих десять (по двадцать восьмой) и восемь электронов. Аналогично устроен пятый слой, также содержащий в своих двух фрагментах восемнадцать электронов (с тридцать седьмого по сорок шестой и с сорок седьмого по пятьдесят четвертый). Шестой слой содержит тридцать два электрона (с пятьдесят пятого по восемьдесят шестой) и состоит из трех фрагментов, содержащих четырнадцать (по шестьдесят восьмой), десять (по семьдесят восьмой) и восемь электронов. Аналогично устроен седьмой слой, также содержащий тридцать два электрона (с восемьдесят седьмого по сто восемнадцатый) и состоящий из трех фрагментов, содержащих четырнадцать (по сотый), десять (по сто десятый) и восемь электронов. Таким образом, разбиение электронов по слоям полностью соответствует разбиению всех химических элементов по периодам периодической таблицы Менделеева.

Таблица 24. Энергии ионизации  $E_i$  некоторых атомов и ионов от  $Ne$  до  $Lr$ .

$_{10}Ne$	21.57	40.96	63.45	97.12	126.21	157.93	207.28
	<b>239.1</b>	<b>1195.83</b>	1362.2				
$_{20}Ca$	6.113	<b>11.87</b>	<b>50.91</b>	67.27	84.50	108.78	127.2
	147.24	188.54	<b>211.28</b>	<b>591.9</b>	657.2	726.6	817.6
	894.5	974	1087	<b>1157.8</b>	<b>5128.8</b>	5469.8	
$_{40}Zr$	6.634	13.13	22.99	<b>34.34</b>	<b>80.35</b>	96.38	112.0
	133.7	153.0	172.02	214.9	<b>236.25</b>	<b>426</b>	470
	520	573	622	690	745	803	863
	<b>922</b>	<b>1092</b>	1144.7	1205.4	1277	1344	1392
	1525.1	<b>1582.37</b>	<b>3788</b>	3950	4127	4300	4553
	4744	4991	<b>5146.9</b>	<b>21516.5</b>	22236.7		
$_{58}Ce$	5.539	10.85	20.198	<b>36.758</b>	<b>65.55</b>	77.6	91
	106	125	140	172	<b>192.24</b>	<b>312</b>	340
	371	403	435	472	509	543	579
	<b>613</b>	<b>749</b>	785	824	862	924	965.0
	1060	<b>1103.5</b>	<b>1908</b>	1994	2087	2185	2280
	2378	2500	2600	2706	<b>2806</b>	<b>3087</b>	3176
	3274	3366	3570	3672	3865	<b>3963</b>	<b>9020</b>
	9269	9545	9803	10542	10840	11210	<b>11459.8</b>
	<b>46840.3</b>	47965.7					
$_{90}Th$	6.307	12.1	18.32	<b>28.65</b>	<b>58.0</b>	69.1	82
	95	118	133	165	<b>181</b>	<b>262</b>	285
	310	336	362	389	424	451	480

	<b>508</b>	<b>650</b>	680	720	750	830	870
	970	1010	1090	1160	1240	1310	1380
	1460	1530	1600	1680	1760	1830	1910
	1980	<b>2060</b>	<b>2390</b>	2455	2524	2598	2669
	2737	2864	2935	3013	<b>3086</b>	<b>3375</b>	3445
	3522	3593	3943	4025	4230	<b>4313</b>	<b>6972</b>
	7130	7299	7480	7650	7810	8180	8350
	8550	<b>8720</b>	<b>9220</b>	9370	9540	9690	10790
	10970	11340	<b>11510</b>	<b>24060</b>	24480	24940	25360
	29410	29970	30680	<b>31123</b>	<b>123086</b>	125253	
$_{103}\text{Lr}$	4.96	14.54	<b>21.8</b>	<b>43.6</b>	56.0	80.0	96.0
	121	143	165	197	216	244	269
	290	322	344	374	403	431	459
	487	510	540	<b>560</b>	<b>745</b>	779	814
	852	888	922	985	1020	1061	<b>1098</b>
	<b>1280</b>	1320	1360	1410	1570	1620	1760
	1810	2010	2100	2190	2290	2380	2470
	2570	2670	2780	2860	2960	3060	3150
	<b>3250</b>	<b>3741</b>	3821	3906	3996	4082	4165
	4360	4448	4540	<b>4630</b>	<b>4990</b>	5070	5160
	5250	5920	6030	6290	<b>6390</b>	<b>9920</b>	10110
	10310	10520	10720	10920	11470	11680	11910
	<b>12120</b>	<b>12710</b>	12890	13090	13300	15300	15600
	16000	<b>16200</b>	<b>32400</b>	32900	33400	33900	41600
	42300	43200	<b>43759</b>	$\approx 17 \cdot 10^4$	172930		

Найдем теперь, используя формулу (8.5), какие конкретно значения энергии связи с ядром имеют электроны электронных оболочек атомов всех химических элементов. Очевидно, что с ростом индекса  $n$  в (8.5) происходит уменьшение значений энергии связи электронов и, следовательно, уменьшение значений их энергии ионизации. Поэтому отсутствие скачков в энергиях ионизации соответствует последовательным значениям индекса  $n$  в формуле (8.5), а наличие скачка соответствует пропуску одного или нескольких индексов.

**$1\text{H}$ .** Атом водорода имеет, очевидно, один электрон, находящийся на энергетическом уровне (имеющей энергию связи с ядром – энергию ионизации атома)  $E_1 = E_H = 13.5984 \text{ eV}$ .

**$2\text{He}$ .** Атом гелия имеет два спаренных электрона с противоположными спинами, находящиеся на энергетическом уровне  $E_2 = 13.6045 \text{ eV}$ . В химические реакции атом не вступает, молекул и химических связей не образует. Энергия ионизации атома равна  $24.5874 \text{ eV}$ . Этим заканчивается первый электронный слой (период).

**$3\text{Li}$ .** Атом лития имеет два спаренных электрона с противоположными спинами на энергетическом уровне  $E_3 = 122.454/3^2 = 13.606 \text{ eV}$ , принадлежащих первому электронному слою, и один электрон на уровне  $4.898 \text{ eV}$ , принадлежащий второму электронному слою. Уровень  $7.653 \text{ eV}$  (см. таблицу 5) электронами атома лития не занят. Электронная конфигурация атома лития:  $(13.606)1(4.898)$ ; 5.392 Число, стоящее между скобками, означает количество не занятых энергетических уровней между электронными слоями. Последнее число является значением энергии ионизации атома. Подчеркнуто значение электронного (валентного) уровня, занимая который электрон достаточно слабо связан с ядром атома и может вступать в химические связи. Валентность лития равна 1.

**$4\text{Be}$ .** Атом бериллия имеет два спаренных электрона с противоположными спинами на энергетическом уровне  $E_4 = 217.719/4^2 = 13.607 \text{ eV}$ , принадлежащих первому электронному слою, и два электрона на уровне  $6.048 \text{ eV}$ , принадлежащих второму электронному слою. Уровень  $8.708 \text{ eV}$  (см. таблицу 5) электронами атома бериллия не занят. Электронная конфигурация атома бериллия:  $(13.607)1(\underline{6.048})$ ; 9.323. Валентность бериллия равна 2.

**$5\text{B}$ .** Атом бора имеет два спаренных электрона с противоположными спинами на энергетическом уровне  $E_5 = 340.226/5^2 = 13.609 \text{ eV}$ , принадлежащих первому электронному слою, а также два электрона на уровне  $6.943 \text{ eV}$  и один электрон на уровне  $5.316 \text{ eV}$ , принадлежащих второму электронному слою. Уровень  $9.451 \text{ eV}$  (см. таблицу 5) электронами атома бора не занят. Электронная конфигурация атома бора:  $(13.609)1(\underline{6.048}, \underline{5.316})$ ; 8.298. Валентность бора равна 3.

**6C.** Атом углерода имеет два спаренных электрона с противоположными спинами на энергетическом уровне  $E_6 = 489.993/6^2 = 13.611$  eV, принадлежащих первому электронному слою, а также два электрона на уровне 7.656 eV и два электрона на уровне 6.049eV, принадлежащих второму электронному слою. Уровень 9.999eV(см. таблицу 5) электронами атома углерода не занят. Электронная конфигурация атома углерода: (13.611)1(7.656, 6.049); 11.26. Валентность углерода равна 4.

**7N.** Атом азота имеет два спаренных электрона с противоположными спинами на энергетическом уровне  $E_7 = 667.046/7^2 = 13.613$  eV, принадлежащих первому электронному слою, а также два электрона на уровне 8.235eV, два электрона на уровне 6.671eV и один электрон на уровне 5.513eV, принадлежащих второму электронному слою. Уровень 10.423eV(см. таблицу 5) электронами атома азота не занят. Электронная конфигурация атома азота: (13.613)1(8.235, 6.671, 5.513); 14.534. Валентность азота равна 5

Заметим, что первый электрон атома азота имеет меньшее значение энергетического уровня, но большую энергию ионизации, чем первый электрон атома углерода. Это объясняется тем, что первый электрон атома азота один занимает свой энергетический уровень, а первый электрон атома углерода занимает свой энергетический уровень вместе со вторым электроном, испытывая его отталкивание, что уменьшает энергию его связи с ядром.

**8O.** Атом кислорода имеет два спаренных электрона с противоположными спинами на энергетическом уровне  $E_8 = 871.410/8^2 = 13.616$  eV, принадлежащих первому электронному слою, а также два электрона на уровне 8.714eV, два электрона на уровне 7.202eV и два электрона на уровне 6.052eV, принадлежащих второму электронному слою. Уровень 10.758 eV(см. таблицу 5) электронами атома кислорода не занят. Электронная конфигурация атома кислорода: (13.616)1(8.714, 7.202, 6.052); 13.618. Валентность кислорода равна 2.

**9F.** Атом фтора имеет два спаренных электрона с противоположными спинами на энергетическом уровне  $E_9 = 1103.118/9^2 = 13.619$  eV, принадлежащих первому электронному слою, а также два электрона на уровне 9.117 eV, два электрона на уровне 7.661 eV, два электрона на уровне 6.527 eV и один электрон на уровне 5.628 eV, принадлежащих второму электронному слою. Уровень 11.031 eV(см. таблицу 5) электронами атома фтора не занят. Электронная конфигурация атома фтора: (13.619)1(9.117, 7.661, 6.527, 5.628); 17.423. Валентность фтора равна 1.

**10Ne.** Атом неона имеет два спаренных электрона с противоположными спинами на энергетическом уровне  $E_{10} = 1362.2/10^2 = 13.622$  eV, принадлежащих первому электронному слою, а также два электрона на уровне 9.460 eV, два электрона на уровне 8.060 eV, два электрона на

уровне 6.950 eV и два электрона на уровне 6.054 eV, принадлежащих второму электронному слою. Уровень 11.258 eV (см. таблицу 5) электронами атома неона не занят. Электронная конфигурация атома неона: (13.622)1(9.460, 8.060, 6.950, 6.054); 21.565.

Электроны неона заканчивают второй электронный слой, а сам неон завершает второй период, содержащий восемь химических элементов. Значения энергетических уровней электронов второго слоя легко объясняют значения валентностей химических элементов второго периода, то есть числа химических связей, которые может образовывать атом каждого элемента. Так валентность лития равна 1, валентность бериллия равна 2, валентность бора равна 3, валентность углерода равна 4, валентность азота равна 5. Из этого следует, что при семи протонах в ядре атома, электроны на энергетических уровнях 8.235 eV и меньше могут образовывать химические связи. Но с ростом числа протонов в ядре атома пороговое значение энергетического уровня, при котором находящийся на нем электрон может образовывать химические связи, очевидно, уменьшается, так как электрон на первом основном энергетическом уровне связан со всеми протонами ядра. Так при восьми протонах в ядре атома не могут образовывать химические связи электроны на уровне 7.202 eV, при девяти протонах в ядре атоме – на уровне 6.527 eV, а при десяти протонах – на уровне 6.054 eV. Поэтому валентность кислорода равна 2, валентность фтора равна 1, а валентность неона равна нулю.

**$_{11}\text{Na}$ .** Третий период начинается атомом натрия, который имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{11} = 1648.702/11^2 = 13.626$  eV, восемь электронов, занимающих парами энергетические уровни второго электронного слоя, и один электрон, занимающий третий электронный слой. Электронная конфигурация атома натрия: (13.626)1(9.756, 8.412, 7.328, 6.440) 2 (4.567); 5.139. Валентность натрия равна 1

**$_{12}\text{Mg}$ .** Атом магния имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{12} = 1962.664/12^2 = 13.63$  eV, восемь электронов, принадлежащих второму электронному слою, и два электрона, принадлежащих третьему электронному слою. Электронная конфигурация атома магния: (13.63)1(10.014, 8.723, 7.667, 6.791)2(4.907); 7.646. Валентность магния равна 2.

**$_{13}\text{Al}$ .** Атом алюминия имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{13} = 2304.14/13^2 = 13.634$  eV, восемь электронов, принадлежащих второму электронному слою, и три электрона, принадлежащих третьему электронному слою. Электронная конфигурация атома алюминия: (13.634)1(10.241, 9.001, 7.973, 7.112)2(5.225, 4.761); 5.986. Валентность алюминия равна 3.

**$_{14}\text{Si}$ .** Атом кремния имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{14} = 2673.178/14^2 = 13.639\text{eV}$ , восемь электронов, принадлежащих второму электронному слою и четыре электрона, принадлежащих третьему электронному слою. Электронная конфигурация атома кремния:  $(13.639)1(10.442, 9.250, 8.251, 7.405)2(\underline{5.523, 5.053})$ ; 8.152. Валентность кремния равна 4.

**$_{15}\text{P}$ .** Атом фосфора имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{15} = 3069.842/15^2 = 13.644\text{eV}$ , восемь электронов, принадлежащих второму электронному слою, и пять электронов, принадлежащих третьему электронному слою. Электронная конфигурация атома фосфора:  $(13.644)1(10.622, 9.475, 8.504, 7.675)2(\underline{5.803, 5.330, 4.912})$ ; 10.487. Валентность фосфора равна 5.

**$_{16}\text{S}$ .** Атом серы имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{16} = 3494.188/16^2 = 13.649\text{eV}$ , восемь электронов, принадлежащих второму электронному слою и шесть электронов, принадлежащих третьему электронному слою. Электронная конфигурация атома серы:  $(13.649)1(10.785, 9.679, 8.735, 7.923)2(\underline{6.066, 5.591, 5.169})$ ; 10.36. Валентность серы равна 6.

**$_{17}\text{Cl}$ .** Атом хлора имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{17} = 3946.291/17^2 = 13.655\text{eV}$ , восемь электронов, принадлежащих второму электронному слою, и семь электронов, принадлежащих третьему электронному слою. Электронная конфигурация атома хлора:  $(13.655)1(10.932, 9.866, 8.949, 8.153)2(\underline{6.314, 5.838, 5.413, 5.034})$ ; 12.968. Валентность хлора равна 7.

**$_{18}\text{Ar}$ .** Атом аргона имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{18} = 4426.223/18^2 = 13.661\text{eV}$ , восемь электронов, принадлежащих второму электронному слою и восемь электронов, принадлежащих третьему электронному слою. Электронная конфигурация атома аргона:  $(13.661)1(11.066, 10.037, 9.145, 8.367)2(6.548, 6.072, 5.646, 5.263)$ ; 15.760.

Значения энергетических уровней электронов третьего слоя также легко объясняют значения валентностей химических элементов третьего периода. Так валентность натрия равна 1, валентность магния равна 2, валентность алюминия равна 3, валентность кремния равна 4, валентность фосфора равна 5, валентность серы равна 6, валентность хлора равна 7. Следовательно, при семнадцати протонах в ядре атома, электроны на энергетических уровнях  $6.314\text{eV}$  и меньше могут образовывать химические связи. Поэтому, вероятно, что первые два электрона атома аргона, занимающие уровень  $5.263\text{eV}$  также могут образовывать химические связи, хотя в настоящее время считается, что валентность аргона равна нулю.

Второй и третий электронные слои определяют второй и третий периоды системы химических элементов, имеющие по одному ряду в восемь элементов и задающие естественным образом восемь групп элементов по два элемента в группе: (Li, Na), (Be, Mg), (B, Al), (C, Si), (N, P), (O, S), (F, Cl), (Ne, Ar). Элементы первого периода H и He следует отнести к первой и восьмой группам соответственно.

**$_{19}\text{K}$ .** Четвертый период начинается атомом калия, который имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{19} = 4934.048/19^2 = 13.668\text{eV}$ , восемь электронов, принадлежащих второму электронному слою, восемь электронов, принадлежащих третьему электронному слою, и один электрон, принадлежащий четвертому электронному слою. Электронная конфигурация атома калия: (13.668)1(11.188, 10.194, 9.327, 8.566)2(6.768, 6.293, 5.867, 5.482)3(4.268); 4.341. Валентность калия равна 1 и он попадает в первую группу элементов вместе с Li и Na.

**$_{20}\text{Ca}$ .** Атом кальция имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{20} = 5469.862/20^2 = 13.675\text{eV}$ , восемь электронов, принадлежащих второму электронному слою, восемь электронов, принадлежащих третьему электронному слою, и два электрона, принадлежащих четвертому электронному слою. Электронная конфигурация атома кальция: (13.675)1(11.301, 10.34, 9.496, 8.752)2(6.977, 6.504, 6.078, 5.692)3(4.465); 6.113. Валентность кальция равна 2 и он попадает во вторую группу элементов вместе с Be и Mg.

**$_{21}\text{Sc}$ .** Атом скандия имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{21} = 6033.754/21^2 = 13.682\text{eV}$ , восемь электронов, принадлежащих второму электронному слою, восемь электронов, принадлежащих третьему электронному слою и три электрона, принадлежащих четвертому электронному слою. Электронная конфигурация атома скандия: (13.682)1(11.406, 10.475, 9.654, 8.926)2(7.174, 6.704, 6.279, 5.892)3(4.656, 4.407); 6.562. Валентность скандия равна 3 и он попадает в третью группу элементов вместе с V и Al.

**$_{22}\text{Ti}$ .** Атом титана имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{22} = 6625.807/22^2 = 13.690\text{eV}$ , восемь электронов, принадлежащих второму электронному слою, восемь электронов, принадлежащих третьему электронному слою, и четыре электрона, принадлежащих четвертому электронному слою. Электронная конфигурация атома титана: (13.690)1(11.503, 10.601, 9.801, 9.089)2(7.362, 6.895, 6.471, 6.084)3(4.84, 4.589); 6.828. Валентность титана равна 4 и он попадает в четвертую группу элементов вместе с C и Si.

**<sup>23</sup>V.** Атом ванадия имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{23} = 7246.123/23^2 = 13.698\text{eV}$ , восемь электронов, принадлежащих второму электронному слою, восемь электронов, принадлежащих третьему электронному слою, и пять электронов, принадлежащих четвертому электронному слою. Электронная конфигурация атома ванадия: (13.698)1(11.594, 10.719, 9.94, 9.243)2(7.54, 7.076, 6.654, 6.268)3(5.018, 4.764, 4.529); 6.746. Валентность ванадия равна 5 и он попадает в пятую группу элементов вместе с N и P.

**<sup>24</sup>Cr.** Атом хрома имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{24} = 7894.8/24^2 = 13.706\text{eV}$ , восемь электронов, принадлежащих второму электронному слою, восемь электронов, принадлежащих третьему электронному слою, и шесть электронов, принадлежащих четвертому электронному слою. Электронная конфигурация атома хрома: (13.706)1(11.679, 10.83, 10.07, 9.387)2(7.71, 7.25, 6.829, 6.445)3(5.191, 4.934, 4.696); 6.767. Валентность хрома равна 6 и он попадает в шестую группу элементов вместе с O и S.

**<sup>25</sup>Mn.** Атом марганца имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{25} = 8571.949/25^2 = 13.715\text{eV}$ , восемь электронов, принадлежащих второму электронному слою, восемь электронов, принадлежащих третьему электронному слою и семь электронов, принадлежащих четвертому электронному слою. Электронная конфигурация атома марганца: (13.715)1(11.759, 10.934, 10.193, 9.524)2(7.871, 7.415, 6.998, 6.614)3(5.357, 5.099, 4.859, 4.636); 7.434. Валентность марганца равна 7 и он попадает в седьмую группу элементов вместе с F и Cl.

**<sup>26</sup>Fe.** Атом железа имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{26} = 9277.682/26^2 = 13.724\text{eV}$ , восемь электронов, принадлежащих второму электронному слою, восемь электронов, принадлежащих третьему электронному слою, и восемь электронов, принадлежащих четвертому электронному слою. Электронная конфигурация атома железа: (13.724)1(11.834, 11.032, 10.309, 9.654)2(8.026, 7.574, 7.159, 6.777)3(5.519, 5.259, 5.018, 4.792); 7.902. Валентность железа равна 6.

**<sup>27</sup>Co.** Атом кобальта имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{27} = 10012.122/27^2 = 13.734\text{eV}$ , восемь электронов, принадлежащих второму электронному слою, восемь электронов, принадлежащих третьему электронному слою, и девять электронов, принадлежащих четвертому элек-

тронному слою. Электронная конфигурация атома кобальта: (13.734)1(11.905, 11.125, 10.418, 9.777) 2(8.173, 7.725, 7.313, 6.934)3(5.676, 5.415, 5.172, 4.944, 4.732); 7.881. Валентность кобальта равна 5.

<sup>28</sup>Ni. Атом никеля имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{28} = 10775.386/28^2 = 13.744\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, и десять электронов, принадлежащих первому фрагменту четвертого электронного слоя. Электронная конфигурация атома никеля: (13.744) 1 (11.973, 11.213, 10.523, 9.895) 2 (8.314, 7.871, 7.462, 7.084) 4 (5.566, 5.321, 5.092, 4.878, 4.677); 7.64. Валентность никеля равна 6.

Значения энергетических уровней электронов первого фрагмента четвертого электронного слоя также легко объясняют значения валентностей химических элементов. Так валентность калия равна 1, валентность кальция равна 2, валентность скандия равна 3, валентность титана равна 4, валентность ванадия равна 5, валентность хрома равна 6, валентность марганца равна 7. Валентность железа равна 6, кобальта – 5, а никеля опять 6. Это означает, что при двадцати шести протонах в ядре атома, электроны на энергетических уровнях 5.519eV и выше не могут образовывать химические связи, при двадцати семи протонах в ядре не могут образовывать химические связи электроны, занимающие уровни выше 5.415eV, а при двадцати восьми протонах в ядре не могут образовывать химические связи электроны, занимающие уровни выше 5.321eV.

Элементы Fe, Co, Ni существенно отличаются от благородных газов He, Ne, Ar значениями своих валентностей, но лишь немного отличаются по виду своих электронных конфигураций. Следовательно, они могут быть отнесены к побочной подгруппе восьмой группы элементов.

<sup>29</sup>Cu. Атом меди, начинающий второй ряд четвертого периода, имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{29} = 11\,567.613/29^2 = 13.755\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, десять электронов, принадлежащих первому фрагменту четвертого электронного слоя, и один электрон, принадлежащий второму фрагменту. Электронная конфигурация атома меди: (13.755) 1 (12.037, 11.296, 10.622, 10.007) 2 (8.450, 8.011, 7.605, 7.23) 3 (5.975, 5.712, 5.467, 5.237, 5.021)(4.818); 7.726. Видно, что между электронными уровнями первого и второго фрагментов четвертого электронного слоя нет пропусков, в связи с чем медь имеет валентность 4 и, возможно, может иметь валентность 5. В этом медь ближе к элементам группы Fe, Co, Ni и отличается от элементов первой группы Li, Na, K. Следовательно, медь следует отнести к побочной подгруппе первой группы химических элементов.

**<sup>30</sup>Zn.** Атом цинка имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{30} = 12\,388.929/30^2 = 13.765\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, десять электронов, принадлежащих первому фрагменту четвертого электронного слоя и два электрона, принадлежащих второму фрагменту. Электронная конфигурация атома цинка: (13.765) 1 (12.1, 11.376, 10.717, 10.113) 2 (8.58, 8.145, 7.743, 7.37) 3 (6.118, 5.855, 5.608, 5.377, 5.16) 1 (4.763); 9.394. Хотя валентность цинка равна 2, но он отличается от элементов группы Be, Mg, Ca наличием одного сравнительно небольшого пропуска в электронной конфигурации и, следовательно, как и медь, должен быть отнесен к побочной подгруппе этой второй группы элементов.

**<sup>31</sup>Ga.** Атом галлия имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{31} = 13\,239.489/31^2 = 13.777\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, десять электронов, принадлежащих первому фрагменту четвертого электронного слоя, и три электрона, принадлежащих второму фрагменту. Электронная конфигурация атома галлия: (13.777)1(12.157, 11.453, 10.808, 10.216) 2 (8.704, 8.275, 7.876, 7.505) 3 (6.257, 5.993, 5.746, 5.514, 5.296) 2 (4.713, 4.54); 5.999. Галлий имеет валентность 3 и попадает в третью группу элементов.

**<sup>32</sup>Ge.** Атом германия имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{32} = 14\,119.43/32^2 = 13.789\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, десять электронов, принадлежащих первому фрагменту четвертого электронного слоя, и четыре электрона, принадлежащих второму фрагменту. Электронная конфигурация атома германия: (13.789) 1 (12.214, 11.526, 10.895, 10.314) 2 (8.825, 8.399, 8.004, 7.636) 3 (6.392, 6.128, 5.881, 5.648, 5.428) 2 (4.842, 4.668); 7.899. Германий имеет валентность 4 и попадает в четвертую группу элементов.

**<sup>33</sup>As.** Атом мышьяка имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{33} = 15\,028.907/33^2 = 13.801\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, десять электронов, принадлежащих первому фрагменту четвертого электронного слоя, и пять электронов, принадлежащих второму фрагменту. Электронная конфигурация атома мышьяка: (13.801) 1 (12.268, 11.596, 10.978, 10.408) 2 (8.94, 8.52, 8.128, 7.763) 3 (6.523, 6.259, 6.012, 5.778, 5.558) 2 (5.154, 4.968, 4.792); 9.789. Мышьяк имеет валентность 5 и попадает в пятую группу элементов.

**<sup>34</sup>Se.** Атом селена имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{34} = 15\,968.083/34^2 = 13.813\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих вто-

рому и третьему электронным слоям, десять электронов, принадлежащих первому фрагменту четвертого электронного слоя, и шесть электронов, принадлежащих второму фрагменту. Электронная конфигурация атома селена: (13.813) 1 (12.321, 11.664, 11.058, 10.498) 2 (9.052, 8.636, 8.248, 7.885) 3 (6.651, 6.387, 6.139, 5.905, 5.685) 1 (5.279, 5.092, 4.915); 9.752. Селен имеет валентность 6 и попадает в шестую группу элементов.

**<sup>35</sup>Br.** Атом брома имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{35} = 16\,937.127/35^2 = 13.826\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, десять электронов, принадлежащих первому фрагменту четвертого электронного слоя, и семь электронов, принадлежащих второму фрагменту. Электронная конфигурация атома брома: (13.826) 1 (12.372, 11.729, 11.136, 10.586) 2 (9.16, 8.749, 8.364, 8.004) 3 (6.775, 6.512, 6.264, 6.03, 5.808) 1 (5.401, 5.213, 5.035, 4.866); 11.814. Бром имеет валентность 7 и попадает в седьмую группу элементов.

**<sup>36</sup>Kr.** Атом криптона имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{36} = 17\,936.209/36^2 = 13.84\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, десять электронов, принадлежащих первому фрагменту четвертого электронного слоя и восемь электронов, принадлежащих второму фрагменту. Электронная конфигурация атома криптона: (13.84) 1 (12.421, 11.792, 11.21, 10.67) 2 (9.265, 8.857, 8.476, 8.12) 3 (6.896, 6.633, 6.385, 6.151, 5.929) 1 (5.521, 5.332, 5.153, 4.982); 13.999. Известно, что криптон является инертным газом, в невозбужденном состоянии его валентность равна нулю. Поэтому, при тридцати шести протонах в ядре атома электроны, занимающие уровень 4.982eV и выше не могут образовывать химические связи при нормальных условиях. При возбуждении криптон может иметь валентность 2, но по своей электронной конфигурации он попадает в восьмую группу элементов, заканчивая четвертый период.

**<sup>37</sup>Rb.** Пятый период начинается атомом рубидия, который имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{37} = 18\,965.516/37^2 = 13.854\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, десять и восемь электронов, принадлежащих четвертому электронному слою, и один электрон, принадлежащий пятому электронному слою. Электронная конфигурация атома рубидия: (13.854) 1 (12.469, 11.853, 11.282, 10.751) 2 (9.366, 8.963, 8.586, 8.232) 3 (7.014, 6.752, 6.504, 6.27, 6.048) 2 (5.448, 5.268, 5.097, 4.934) 5 (4.101); 4.177. Рубидий имеет валентность 1 и попадает в первую группу элементов.

**<sup>38</sup>Sr.** Атом стронция имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{38} =$

$20\ 025.233/38^2 = 13.868\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, десять и восемь электронов, принадлежащих четвертому электронному слою, и два электрона, принадлежащих пятому электронному слою. Электронная конфигурация атома стронция: (13.868) 1 (12.516, 11.913, 11.352, 10.830) 2 (9.464, 9.065, 8.692, 8.340) 3 (7.129, 6.867, 6.62, 6.386, 6.164) 3 (5.381, 5.209, 5.045, 4.889) 3 (4.206); 5.695. Стронций имеет валентность 2 и попадает во вторую группу элементов.

$_{39}\text{Y}$ . Атом иттрия имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{39} = 21\ 115.550/39^2 = 13.883\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, десять и восемь электронов, принадлежащих четвертому электронному слою и три электрона, принадлежащих пятому электронному слою. Электронная конфигурация атома иттрия: (13.883) 1 (12.561, 11.97, 11.42, 10.907) 2 (9.559, 9.165, 8.794, 8.446) 3 (7.241, 6.98, 6.733, 6.499, 6.277) 4 (5.32, 5.155, 4.998, 4.847) 2 (4.435, 4.309); 6.217. Итрий имеет валентность 3 и попадает в третью группу элементов.

$_{40}\text{Zr}$ . Атом циркония имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{40} = 22\ 236.67/40^2 = 13.898\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, десять и восемь электронов, принадлежащих четвертому электронному слою и четыре электрона, принадлежащих первому фрагменту пятого электронного слоя. Электронная конфигурация атома циркония: (13.898) 1 (12.606, 12.026, 11.486, 10.981) 2 (9.651, 9.261, 8.895, 8.549) 3 (7.351, 7.091, 6.844, 6.61, 6.388) 4 (5.429, 5.263, 5.105, 4.954) 2 (4.538, 4.411). Цирконий имеет валентность 4 и попадает в четвертую группу элементов.

$_{41}\text{Nb}$ . Атом ниобия имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{41} = 23\ 388.801/41^2 = 13.914\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, десять и восемь электронов, принадлежащих четвертому электронному слою, и пять электронов, принадлежащих первому фрагменту пятого электронного слоя. Электронная конфигурация атома ниобия: (13.914) 1 (12.649, 12.081, 11.55, 11.053) 2 (9.741, 9.356, 8.992, 8.65) 3 (7.458, 7.199, 6.953, 6.719, 6.497) 4 (5.536, 5.369, 5.21, 5.058) 2 (4.639, 4.512, 4.389); 6.759. Ниобий имеет валентность 5 и попадает в пятую группу элементов.

$_{42}\text{Mo}$ . Атом молибдена имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{42} = 24\ 572.155/42^2 = 13.93\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, десять и восемь электронов, принадлежащих четвертому электронному слою, и шесть электронов, принадле-

жащих первому фрагменту пятого электронного слоя. Электронная конфигурация атома молибдена: (13.93) 1 (12.692, 12.134, 11.613, 11.124) 2 (9.829, 9.447, 9.087, 8.748) 3 (7.563, 7.304, 7.059, 6.826, 6.604) 4 (5.641, 5.474, 5.314, 5.161) 3 (4.611, 4.487, 4.368); 7.092. Молибден имеет валентность 6 и попадает в шестую группу элементов.

**<sup>43</sup>Tc.** Атом технеция имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{43} = 25\,786.990/43^2 = 13.946\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, десять и восемь электронов, принадлежащих четвертому электронному слою и семь электронов, принадлежащих первому фрагменту пятого электронного слоя. Электронная конфигурация атома технеция: (13.946) 1 (12.734, 12.187, 11.673, 11.192) 2 (9.914, 9.537, 9.18, 8.843) 3 (7.666, 7.408, 7.163, 6.93, 6.708) 4 (5.744, 5.577, 5.416, 5.263) 3 (4.709, 4.584, 4.465, 4.349); 7.28. Технеций имеет валентность 7 и попадает в седьмую группу элементов.

**<sup>44</sup>Ru.** Атом рутения имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{44} = 27\,033.502/44^2 = 13.964\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, десять и восемь электронов, принадлежащих четвертому электронному слою, и восемь электронов, принадлежащих первому фрагменту пятого электронного слоя. Электронная конфигурация атома рутения: (13.964) 1 (12.776, 12.238, 11.733, 11.259) 2 (9.998, 9.624, 9.271, 8.937) 3 (7.766, 7.509, 7.265, 7.033, 6.811) 4 (5.846, 5.678, 5.517, 5.363) 4 (4.68, 4.56, 4.443, 4.332); 7.361. Валентность рутения равна 8.

**<sup>45</sup>Rh.** Атом родия имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{45} = 28\,311.965/45^2 = 13.981\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, десять и восемь электронов, принадлежащих четвертому электронному слою, и девять электронов, принадлежащих первому фрагменту пятого электронного слоя. Электронная конфигурация атома родия: (13.981) 1 (12.817, 12.288, 11.792, 11.325) 2 (10.079, 9.709, 9.359, 9.028) 3 (7.864, 7.609, 7.365, 7.133, 6.912) 4 (5.947, 5.778, 5.616, 5.461) 4 (4.775, 4.654, 4.536, 4.424, 4.315); 7.459. Валентность родия равна 6 и, возможно, 7.

**<sup>46</sup>Pd.** Атом палладия имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{46} = 29\,622.60/46^2 = 13.999\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, десять и восемь электронов, принадлежащих четвертому электронному слою, и десять электронов, принадлежащих первому фрагменту пятого электронного слоя. Электронная конфигурация атома палладия: (13.999) 1 (12.857, 12.338, 11.849, 11.389) 2 (10.159, 9.793, 9.446, 9.117) 3 (7.961, 7.706, 7.463, 7.232, 7.011) 4 (6.045,

5.876, 5.714, 5.559) 4 (4.869, 4.746, 4.629, 4.515, 4.406); 8.337. Валентность палладия равна 6.

Элементы Ru, Rh, Pd не отличаются по виду своих электронных конфигураций от элементов группы Fe, Co, Ni. Следовательно, они также могут быть отнесены к побочной подгруппе восьмой группы элементов.

**47Ag.** Атом серебра имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{47} = 30\,965.698/47^2 = 14.018\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, десять и восемь электронов, принадлежащих четвертому электронному слою, десять электронов, принадлежащих первому фрагменту и один электрон, принадлежащий второму фрагменту пятого электронного слоя. Электронная конфигурация атома серебра: (14.018) 1 (12.897, 12.386, 11.905, 11.452) 2 (10.237, 9.874, 9.531, 9.205) 3 (8.056, 7.802, 7.56, 7.329, 7.109) 4 (6.143, 5.973, 5.811, 5.655) 4 (4.962, 4.838, 4.72, 4.605, 4.495) (4.389); 7.576. Между электронными уровнями первого и второго фрагментов пятого электронного слоя нет пропусков, в связи с чем серебро, как и медь, имеет валентность больше 1, а именно, 3. Этим серебро отличается от элементов первой группы Li, Na, K, Rb, начинающих периоды, и, следовательно, должно быть отнесено к побочной подгруппе этой группы элементов.

**48Cd.** Атом кадмия имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{48} = 32\,341.49/48^2 = 14.037\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, десять и восемь электронов, принадлежащих четвертому электронному слою, десять и два электрона, принадлежащих пятому электронному слою. Электронная конфигурация атома кадмия: (14.037) 1 (12.937, 12.434, 11.961, 11.514) 2 (10.313, 9.954, 9.614, 9.291) 3 (8.149, 7.896, 7.655, 7.425, 7.205) 4 (6.239, 6.069, 5.906, 5.75) 3 (5.182, 5.053, 4.929, 4.81, 4.695) 1 (4.476); 8.994. Между электронными уровнями первого и второго фрагментов пятого электронного слоя есть только один пропуск, в связи с чем кадмий, как и цинк, имеет валентность 2, но отличается от элементов второй группы Be, Mg, Ca, Sr и, следовательно, должен быть отнесен к побочной подгруппе этой группы элементов.

**49In.** Атом индия имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{49} = 33\,750.31/49^2 = 14.057\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, десять и восемь электронов, принадлежащих четвертому электронному слою, десять и три электрона, принадлежащих пятому электронному слою. Электронная конфигурация атома индия: (14.057) 1 (12.976, 12.482, 12.015, 11.574) 2 (10.388, 10.033, 9.696, 9.375) 3 (8.24, 7.988, 7.748, 7.518, 7.299) 4 (6.333, 6.163, 6.00, 5.843) 3 (5.273, 5.144,

5.019, 4.899, 4.783) 3 (4.358, 4.261); 5.786. Индий имеет валентность 3 и попадает в третью группу элементов.

**<sup>50</sup>Sn.** Атом олова имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{50} = 35\ 192.39/50^2 = 14.077\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, десять и восемь электронов, принадлежащих четвертому электронному слою, десять и четыре электрона, принадлежащих пятому электронному слою. Электронная конфигурация атома олова: (14.077) 1 (13.015, 12.528, 12.069, 11.634) 2 (10.461, 10.11, 9.776, 9.458) 3 (8.33, 8.079, 7.84, 7.611, 7.392) 4 (6.427, 6.256, 6.093, 5.936) 3 (5.364, 5.234, 5.108, 4.988, 4.871) 3 (4.443, 4.345); 7.344. Олово имеет валентность 4 и попадает в четвертую группу элементов.

**<sup>51</sup>Sb.** Атом сурьмы имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{51} = 36\ 668.05/51^2 = 14.098\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, десять и восемь электронов, принадлежащих четвертому электронному слою, десять и пять электронов, принадлежащих пятому электронному слою. Электронная конфигурация атома сурьмы: (14.098) 1 (13.054, 12.575, 12.122, 11.693) 2 (10.534, 10.186, 9.854, 9.539) 3 (8.418, 8.168, 7.93, 7.702, 7.483) 4 (6.519, 6.348, 6.185, 6.027) 3 (5.453, 5.323, 5.197, 5.075, 4.958) 3 (4.527, 4.428, 4.332); 8.608. Сурьма имеет валентность 5 и попадает в пятую группу элементов.

**<sup>52</sup>Te.** Атом теллура имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{52} = 38\ 177.56/52^2 = 14.119\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, десять и восемь электронов, принадлежащих четвертому электронному слою, десять и шесть электронов, принадлежащих пятому электронному слою. Электронная конфигурация атома теллура: (14.119) 1 (13.092, 12.621, 12.174, 11.751) 2 (10.605, 10.26, 9.932, 9.619) 3 (8.505, 8.256, 8.019, 7.791, 7.573) 4 (6.61, 6.439, 6.275, 6.117) 3 (5.542, 5.411, 5.284, 5.162, 5.044) 3 (4.61, 4.511, 4.414); 9.01. Теллур имеет валентность 6 и попадает в шестую группу элементов.

**<sup>53</sup>I.** Атом йода имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{53} = 39\ 721.41/53^2 = 14.141\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, десять и восемь электронов, принадлежащих четвертому электронному слою, десять и семь электронов, принадлежащих пятому электронному слою. Электронная конфигурация атома йода: (14.141) 1 (13.131, 12.666, 12.226, 11.808) 2 (10.675, 10.333, 10.008, 9.698) 3 (8.59, 8.343, 8.106, 7.88, 7.662) 4 (6.70, 6.529, 6.365, 6.206) 3 (5.629, 5.498, 5.371, 5.248, 5.129) 3 (4.693, 4.593, 4.495, 4.401); 10.45. Йод имеет валентность 7 и попадает в седьмую группу элементов.

**$^{54}\text{Xe}$** . Атом ксенона имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{54} = 41\,299.71/54^2 = 14.163\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, десять и восемь электронов, принадлежащих четвертому электронному слою, десять и восемь электронов, принадлежащих пятому электронному слою. Электронная конфигурация атома ксенона: (14.163) 1 (13.17, 12.712, 12.277, 11.864) 2 (10.744, 10.406, 10.083, 9.775) 3 (8.675, 8.429, 8.193, 7.967, 7.75) 4 (6.788, 6.617, 6.453, 6.295) 3 (5.716, 5.584, 5.456, 5.333, 5.214) 3 (4.775, 4.674, 4.576, 4.481); 12.13. Известно, что ксенон является инертным газом, в невозбужденном состоянии его валентность равна нулю. При незначительном возбуждении ксенон проявляет валентность 2, а в сильно возбужденном состоянии ксенон может иметь валентность 8. Поэтому, при пятидесяти четырех протонах в ядре атома электроны, занимающие уровень 4.576eV и выше не могут образовывать химические связи при нормальных условиях. Ксенон попадает в восьмую группу благородных газов, завершая пятый период системы химических элементов.

**$^{55}\text{Cs}$** . Шестой период открывает атом цезия, который имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{55} = 42\,912.99/55^2 = 14.186\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, по десять и восемь электронов, принадлежащих четвертому и пятому электронным слоям, и один электрон, принадлежащий шестому электронному слою. Электронная конфигурация атома цезия: (14.186) 1 (13.208, 12.757, 12.328, 11.92) 2 (10.812, 10.477, 10.157, 9.851) 3 (8.758, 8.513, 8.278, 8.053, 7.837) 4 (6.876, 6.705, 6.541, 6.382) 3 (5.802, 5.67, 5.541, 5.418, 5.298) 3 (4.857, 4.755, 4.656, 4.561) 7 (3.892); 3.894. Цезий, очевидно, имеет валентность 1 и попадает в главную подгруппу первой группы вместе с H, Li, Na, K, Rb.

**$^{56}\text{Ba}$** . Атом бария имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{56} = 44\,561.47/56^2 = 14.21\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, по десять и восемь электронов, принадлежащих четвертому и пятому электронным слоям и два электрона, принадлежащих шестому электронному слою. Электронная конфигурация атома бария: (14.21)1(13.247, 12.801, 12.378, 11.976) 2(10.879, 10.547, 10.23, 9.927) 3 (8.84, 8.596, 8.362, 8.138, 7.922)4(6.963, 6.792, 6.627, 6.468) 3 (5.887, 5.754, 5.626, 5.501, 5.381) 3 (4.938, 4.835, 4.736, 4.64) 4 (4.20); 5.212. Барий имеет валентность 2 и попадает в главную подгруппу второй группы вместе с Be, Mg, Ca, Sr.

**$^{57}\text{La}$** . Атом лантана имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{57} =$

$46 \text{ 245.60/57}^2 = 14.234\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, по десять и восемь электронов, принадлежащих четвертому и пятому электронным слоям, и три электрона, принадлежащих шестому электронному слою. Электронная конфигурация атома лантана: (14.234) 1 (13.285, 12.846, 12.428, 12.031) 2 (10.946, 10.617, 10.302, 10.001) 3 (8.921, 8.678, 8.445, 8.221, 8.007) 4 (7.049, 6.878, 6.713, 6.554) 3 (5.972, 5.838, 5.709, 5.585, 5.464) 3 (5.018, 4.915, 4.815, 4.718) 3 (4.359, 4.276); 5.577. Лантан имеет валентность 3. Последние электронные уровни его электронной конфигурации схожи как с уровнями элементов группы В, Al, Ga, In, так и с уровнями элементов группы Sc, Y. Поэтому лантан должен быть отнесен к одной из подгрупп третьей группы вместе с названными выше элементами.

$58\text{Ce}$ . Атом церия имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{58} = 47 \text{ 965.72/58}^2 = 14.259\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, по десять и восемь электронов, принадлежащих четвертому и пятому электронным слоям, и четыре электрона, принадлежащих шестому электронному слою. Электронная конфигурация атома церия: (14.259) 1 (13.324, 12.891, 12.478, 12.085) 2 (11.011, 10.685, 10.373, 10.075) 3 (9.001, 8.759, 8.527, 8.304, 8.09) 4 (7.134, 6.963, 6.798, 6.639) 5 (5.792, 5.667, 5.546, 5.428, 5.315) 3 (4.994, 4.797, 4.702, 4.61) 2 (4.351, 4.269); 5.539. Церий имеет валентность 4 и попадает в четвертую группу элементов.

$59\text{Pr}$ . Атом празеодима имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{59} = 49 \text{ 722.25/59}^2 = 14.284\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, по десять и восемь электронов, принадлежащих четвертому и пятому электронным слоям, и пять электронов, принадлежащих шестому электронному слою. Электронная конфигурация атома празеодима: (14.284) 1 (13.362, 12.935, 12.528, 12.139) 2 (11.076, 10.753, 10.444, 10.147) 3 (9.08, 8.84, 8.608, 8.386, 8.173) 4 (7.218, 7.047, 6.882, 6.723) 5 (5.875, 5.749, 5.627, 5.509, 5.395) 4 (4.874, 4.779, 4.687, 4.597) 1 (4.425, 4.343, 4.263); 5.473. Празеодим имеет валентность 4 и, может, вероятно, иметь валентность 5, попадая в пятую группу элементов.

$60\text{Nd}$ . Атом неодима имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{60} = 51 \text{ 515.58/60}^2 = 14.31\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, по десять и восемь электронов, принадлежащих четвертому и пятому электронным слоям, и шесть электронов, принадлежащих шестому электронному слою. Электронная конфигурация атома неодима: (14.31) 1 (13.402, 12.979, 12.577, 12.193) 2 (11.141, 10.82, 10.513, 10.219) 3 (9.158, 8.919, 8.689, 8.467, 8.254) 4 (7.301, 7.13,

6.965, 6.806) 5 (5.956, 5.83, 5.708, 5.59, 5.475) 6 (4.763, 4.673, 4.585, 4.5)(4.417, 4.336, 4.257); 5.525. Неодим имеет валентность 4, но может, вероятно, иметь валентность 6, попадая в шестую группу элементов.

**${}_{61}\text{Pm}$ .** Атом прометия имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{61} = 53\,346.10/61^2 = 14.336\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, по десять и восемь электронов, принадлежащих четвертому и пятому электронным слоям, и семь электронов, принадлежащих первому фрагменту шестого электронного слоя. Электронная конфигурация атома прометия: (14.336) 1 (13.441, 13.024, 12.626, 12.247) 2 (11.205, 10.887, 10.582, 10.291) 3 (9.236, 8.997, 8.768, 8.548, 8.335) 4 (7.384, 7.213, 7.048, 6.889) 5 (6.037, 5.911, 5.788, 5.67, 5.555) 6 (4.839, 4.748, 4.659, 4.574)(4.49, 4.409, 4.33, 4.253); 5.582. Прометий имеет валентность 3, но может, вероятно, иметь валентность 5. Если же прометий не может иметь валентность 5, то это будет означать, что при шестидесяти одном протоне в ядре атома электроны, занимающие уровень 4.409eV и выше, не могут образовывать химические связи. Тогда становится понятным, почему все следующие элементы от самария до эрбия имеют валентность 3. Они все имеют практически одинаковые значения трех последних электронных уровней  $\leq 4.33\text{eV}$ .

**${}_{62}\text{Sm}$ .** Атом самария имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{62} = 55\,214.23/62^2 = 14.3646\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, по десять и восемь электронов, принадлежащих четвертому и пятому электронным слоям, и восемь электронов, принадлежащих первому фрагменту шестого электронного слоя. Электронная конфигурация атома самария: (14.364) 1 (13.48, 13.068, 12.675, 12.3) 2 (11.268, 10.953, 10.651, 10.361) 3 (9.313, 9.075, 8.847, 8.627, 8.416) 4 (7.465, 7.295, 7.13, 6.971) 5 (6.118, 5.991, 5.868, 5.749, 5.634) 7 (4.823, 4.734, 4.647, 4.563)(4.481, 4.402, 4.324, 4.249); 5.644. Самарий имеет валентность 3.

**${}_{63}\text{Eu}$ .** Атом европия имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{63} = 57\,120.64/63^2 = 14.392\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, по десять и восемь электронов, принадлежащих четвертому и пятому электронным слоям, и девять электронов, принадлежащих первому фрагменту шестого электронного слоя. Электронная конфигурация атома европия: (14.392) 1 (13.52, 13.113, 12.725, 12.353) 2 (11.331, 11.019, 10.719, 10.431) 3 (9.389, 9.152, 8.925, 8.706, 8.495) 4 (7.547, 7.376, 7.211, 7.052) 5 (6.198, 6.071, 5.948, 5.828, 5.712) 7 (4.897, 4.808, 4.721, 4.636)(4.554, 4.473, 4.395, 4.319, 4.245); 5.67. Европий имеет валентность 3.

**<sup>64</sup>Gd.** Атом гадолиния имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{64} = 59\,065.53/64^2 = 14.42\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, по десять и восемь электронов, принадлежащих четвертому и пятому электронным слоям, и десять электронов, принадлежащих первому фрагменту шестого электронного слоя. Электронная конфигурация атома гадолиния: (14.42) 1 (13.56, 13.158, 12.774, 12.406) 2 (11.394, 11.084, 10.786, 10.501) 3 (9.464, 9.229, 9.003, 8.784, 8.574) 4 (7.627, 7.457, 7.292, 7.133) 5 (6.278, 6.15, 6.026, 5.907, 5.79) 8 (4.881, 4.794, 4.709, 4.626)(4.545, 4.466, 4.39, 4.315, 4.242); 6.15. Гадолиний имеет валентность 3, но может, вероятно, иметь валентность 4. В противном случае его четвертый электрон на уровне 4.315eV уже не может образовывать химические связи.

**<sup>65</sup>Tb.** Атом тербия имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{65} = 61\,049.65/65^2 = 14.45\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, по десять и восемь электронов, принадлежащих четвертому и пятому электронным слоям, и одиннадцать электронов, принадлежащих первому фрагменту шестого электронного слоя. Электронная конфигурация атома тербия: (14.45) 1 (13.6, 13.203, 12.823, 12.459) 2 (11.456, 11.149, 10.853, 10.57) 3 (9.539, 9.305, 9.079, 8.862, 8.652) 4 (7.707, 7.537, 7.372, 7.213) 5 (6.357, 6.229, 6.105, 5.985, 5.868) 8 (4.955, 4.867, 4.781, 4.698)(4.616, 4.537, 4.46, 4.384, 4.311, 4.24); 5.864. Тербий имеет валентность 4, то есть его четвертый электрон на уровне 4.384eV может образовывать химические связи, а пятый – уже нет.

**<sup>66</sup>Dy.** Атом диспрозия имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{66} = 63\,073.5/66^2 = 14.48\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, по десять и восемь электронов, принадлежащих четвертому и пятому электронным слоям, и двенадцать электронов, принадлежащих первому фрагменту шестого электронного слоя. Электронная конфигурация атома диспрозия: (14.48) 1 (13.64, 13.248, 12.872, 12.512) 2 (11.518, 11.213, 10.92, 10.638) 3 (9.613, 9.38, 9.156, 8.939, 8.73) 4 (7.787, 7.617, 7.452, 7.293) 5 (6.435, 6.307, 6.183, 6.062, 5.945) 9 (4.965, 4.853, 4.769, 4.687)(4.608, 4.53, 4.454, 4.38, 4.308, 4.238). Диспрозий имеет валентность 4.

**<sup>67</sup>Ho.** Атом гольмия имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{67} = 65\,136.8/67^2 = 14.51\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, по десять и восемь электронов, принадлежащих четвертому и пятому электронным слоям, и тринадцать электронов, принадлежащих первому фрагменту шестого электронного слоя.

Электронная конфигурация атома гольмия: (14.51) 1 (13.681, 13.293, 12.921, 12.565) 2 (11.58, 11.277, 10.986, 10.706) 3 (9.687, 9.455, 9.231, 9.015, 8.807) 4 (7.866, 7.696, 7.531, 7.372) 5 (6.514, 6.385, 6.261, 6.14, 6.022) 9 (5.012, 4.925, 4.841, 4.758)(4.678, 4.6, 4.523, 4.449, 4.376, 4.305, 4.236); 6.022. Гольмий имеет валентность 3.

**<sup>68</sup>Er.** Атом эрбия имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{68} = 67\,241.8/68^2 = 14.542\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, по десять и восемь электронов, принадлежащих четвертому и пятому электронным слоям, и четырнадцать электронов, принадлежащих первому фрагменту шестого электронного слоя. Электронная конфигурация атома эрбия: (14.542) 1 (13.723, 13.339, 12.971, 12.618) 2 (11.642, 11.341, 11.052, 10.774) 3 (9.761, 9.53, 9.307, 9.092, 8.884) 4 (7.944, 7.775, 7.61, 7.451) 5 (6.592, 6.463, 6.338, 6.217, 6.099) 10 (4.997, 4.912, 4.829, 4.748)(4.67, 4.593, 4.518, 4.445, 4.373, 4.303, 4.235); 6.108. Эрбий имеет валентность 3, но может, вероятно, иметь валентность 4.

**<sup>69</sup>Tm.** Атом тулия, имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{69} = 69\,387.3/69^2 = 14.574\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, по десять и восемь электронов, принадлежащих четвертому и пятому электронным слоям, четырнадцать электронов, принадлежащих первому фрагменту, и один электрон, принадлежащий второму фрагменту шестого электронного слоя. Электронная конфигурация атома тулия: (14.574) 1 (13.764, 13.385, 13.021, 12.671) 2 (11.703, 11.405, 11.118, 10.842) 3 (9.834, 9.604, 9.382, 9.167, 8.96) 4 (8.023, 7.853, 7.688, 7.529) 5 (6.669, 6.540, 6.415, 6.294, 6.175) 10 (5.069, 4.983, 4.9, 4.819)(4.739, 4.662, 4.586, 4.513, 4.441, 4.371, 4.302)(4.235); 6.184. Тулий имеет валентность 3 и электронную конфигурацию, последние электронные уровни которой схожи с уровнями элементов подгруппы Cu и Ag первой группы элементов, но предыдущие уровни существенно отличаются. Поэтому тулий должен быть отнесен к первой группе элементов, но к другой побочной подгруппе.

**<sup>70</sup>Yb.** Атом иттербия имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{70} = 71\,574.8/70^2 = 14.607\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, по десять и восемь электронов, принадлежащих четвертому и пятому электронным слоям, четырнадцать электронов, принадлежащих первому фрагменту, и два электрона, принадлежащих второму фрагменту шестого электронного слоя. Электронная конфигурация атома иттербия: (14.607) 1 (13.807, 13.431, 13.071, 12.724) 2 (11.764, 11.468, 11.184, 10.909) 3 (9.907, 9.678, 9.456, 9.243, 9.036) 4 (8.1, 7.931, 7.766, 7.607) 5 (6.747, 6.617, 6.492, 6.37, 6.252) 10 (5.14, 5.054, 4.97,

4.889)(4.809, 4.731, 4.655, 4.581, 4.508, 4.438, 4.369) 1 (4.235); 6.254. Иттербий имеет валентность 3, а не 2, но последние электронные уровни его электронной конфигурации схожи с уровнями элементов подгруппы Zn и Cd, хотя предыдущие уровни существенно отличаются. Поэтому иттербий должен быть отнесен ко второй группе элементов, но к другой побочной подгруппе.

Еще раз отметим, что элементы Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb имеют практически одинаковые уровни энергии связи последних трех-четырёх электронов, что определяет практически одинаковые значения их валентностей и схожие химические свойства. Однако, по нашему мнению, имеются все основания отнести прометий к побочной подгруппе седьмой группы, а тулий и иттербий – к побочным подгруппам первой и второй групп шестого периода. Остальные элементы: Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er должны быть отнесены к побочной подгруппе восьмой группы, отличной от подгруппы металлов и подгруппы благородных газов.

**$_{71}\text{Lu}$ .** Атом лютеция имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{71} = 73\,804.8/71^2 = 14.641\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, по десять и восемь электронов, принадлежащих четвертому и пятому электронным слоям, четырнадцать электронов, принадлежащих первому фрагменту, и три электрона, принадлежащих второму фрагменту шестого электронного слоя. Электронная конфигурация атома лютеция: (14.641) 1 (13.85, 13.478, 13.121, 12.778) 2 (11.826, 11.532, 11.249, 10.976) 3 (9.979, 9.751, 9.531, 9.318, 9.112) 4 (8.178, 8.008, 7.844, 7.685) 5 (6.824, 6.694, 6.569, 6.446, 6.328) 10 (5.212, 5.125, 5.041, 4.959)(4.878, 4.8, 4.724, 4.649, 4.576, 4.505, 4.435) 3 (4.172, 4.11); 5.426. Лютеций имеет валентность 3. Последние электронные уровни его электронной конфигурации схожи как с уровнями элементов группы В, Al, Ga, In, так и с уровнями элементов группы Sc, Y, но предыдущие уровни существенно отличаются. Поэтому лютеций должен быть отнесен к третьей группе элементов вместе с названными выше элементами, но к своей побочной подгруппе.

**$_{72}\text{Hf}$ .** Атом гафния имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{72} = 76\,077.8/72^2 = 14.676\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, по десять и восемь электронов, принадлежащих четвертому и пятому электронным слоям, четырнадцать электронов, принадлежащих первому фрагменту, и четыре электрона, принадлежащих второму фрагменту шестого электронного слоя. Электронная конфигурация атома гафния: (14.676) 1 (13.893, 13.525, 13.171, 12.831) 2 (11.887, 11.595, 11.314, 11.043) 3 (10.051, 9.824, 9.605, 9.392, 9.187) 4 (8.252, 8.086, 7.921, 7.762) 5 (6.9, 6.771, 6.645, 6.522, 6.403) 10 (5.283, 5.196,

5.111, 5.029)(4.948, 4.869, 4.792, 4.717, 4.643, 4.572, 4.502) 2 (4.301, 4.237); 6.825. Гафний имеет валентность 4 и попадает в четвертую группу элементов.

<sup>73</sup>Ta. Атом тантала имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{73} = 78\,394.7/73^2 = 14.711\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, по десять и восемь электронов, принадлежащих четвертому и пятому электронным слоям, четырнадцать электронов, принадлежащих первому фрагменту, и пять электронов, принадлежащих второму фрагменту шестого электронного слоя. Электронная конфигурация атома тантала: (14.711) 1 (13.937, 13.572, 13.222, 12.885) 2 (11.949, 11.659, 11.38, 11.11) 3 (10.123, 9.897, 9.678, 9.467, 9.262) 4 (8.332, 8.163, 7.999, 7.839) 5 (6.977, 6.847, 6.721, 6.598, 6.479) 10 (5.354, 5.267, 5.182, 5.099)(5.017, 4.938, 4.86, 4.785, 4.711, 4.639, 4.568) 2 (4.366, 4.301, 4.238); 7.55. Тантал имеет валентность 5 и попадает в пятую группу элементов.

<sup>74</sup>W. Атом вольфрама имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{74} = 80\,755.6/74^2 = 14.747\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, по десять и восемь электронов, принадлежащих четвертому и пятому электронным слоям, четырнадцать электронов, принадлежащих первому фрагменту, и шесть электронов, принадлежащих второму фрагменту шестого электронного слоя. Электронная конфигурация атома вольфрама: (14.747) 1 (13.981, 13.62, 13.273, 12.94) 2 (12.01, 11.722, 11.445, 11.177) 3 (10.195, 9.97, 9.752, 9.541, 9.337) 4 (8.409, 8.24, 8.076, 7.916) 5 (7.054, 6.923, 6.797, 6.674, 6.554) 10 (5.425, 5.341, 5.252, 5.168)(5.087, 5.007, 4.929, 4.853, 4.778, 4.706, 4.635) 3 (4.366, 4.303, 4.24); 7.864. Вольфрам имеет валентность 6 и попадает в шестую группу элементов.

<sup>75</sup>Re. Атом рения имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{75} = 83\,162.3/75^2 = 14.784\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, по десять и восемь электронов, принадлежащих четвертому и пятому электронным слоям, четырнадцать электронов, принадлежащих первому фрагменту и семь электронов, принадлежащих второму фрагменту шестого электронного слоя. Электронная конфигурация атома рения: (14.784) 1 (14.026, 13.669, 13.325, 12.994) 2 (12.072, 11.786, 11.51, 11.244) 3 (10.267, 10.043, 9.825, 9.615, 9.412) 4 (8.485, 8.316, 8.152, 7.993) 5 (7.13, 7.00, 6.873, 6.75, 6.624) 10 (5.497, 5.409, 5.322, 5.238)(5.156, 5.076, 4.997, 4.921, 4.846, 4.773, 4.701) 4 (4.367, 4.304, 4.243, 4.183); 7.834. Рений имеет валентность 7 и попадает в седьмую группу элементов.

**$^{76}\text{Os}$ .** Атом осмия имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{76} = 85\,614.4/76^2 = 14.822\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, по десять и восемь электронов, принадлежащих четвертому и пятому электронным слоям, четырнадцать электронов, принадлежащих первому фрагменту, и восемь электронов, принадлежащих второму фрагменту шестого электронного слоя. Электронная конфигурация атома осмия: (14.822) 1 (14.072, 13.718, 13.377, 13.049) 2 (12.134, 11.85, 11.576, 11.311) 3 (10.339, 10.115, 9.899, 9.689, 9.486) 4 (8.561, 8.393, 8.229, 8.07) 5 (7.206, 7.076, 6.949, 6.825, 6.705) 10 (5.568, 5.479, 5.393, 5.308)(5.225, 5.145, 5.066, 4.989, 4.914, 4.84, 4.768) 5 (4.368, 4.306, 4.246, 4.187); 8.438. Осмий имеет валентность 8.

**$^{77}\text{Ir}$ .** Атом иридия имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{77} = 88\,113.3/77^2 = 14.861\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, по десять и восемь электронов, принадлежащих четвертому и пятому электронным слоям, четырнадцать электронов, принадлежащих первому фрагменту, и девять электронов, принадлежащих второму фрагменту шестого электронного слоя. Электронная конфигурация атома иридия: (14.861) 1 (14.118, 13.768, 13.43, 13.104) 2 (12.196, 11.914, 11.641, 11.378) 3 (10.41, 10.188, 9.972, 9.763, 9.561) 4 (8.638, 8.469, 8.306, 8.147) 5 (7.282, 7.151, 7.024, 6.901, 6.78) 10 (5.639, 5.55, 5.463, 5.378)(5.295, 5.214, 5.135, 5.057, 4.981, 4.907, 4.835) 5 (4.432, 4.37, 4.309, 4.249, 4.191); 8.967. Иридий имеет валентность 6 и может, вероятно, иметь валентность 7.

**$^{78}\text{Pt}$ .** Атом платины имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{78} = 90\,659.7/78^2 = 14.901\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, по десять и восемь электронов, принадлежащих четвертому и пятому электронным слоям, четырнадцать электронов, принадлежащих первому фрагменту, и десять электронов, принадлежащих второму фрагменту шестого электронного слоя. Электронная конфигурация атома платины: (14.901) 1 (14.166, 13.818, 13.483, 13.16) 2 (12.258, 11.978, 11.707, 11.445) 3 (10.482, 10.26, 10.045, 9.837, 9.635) 4 (8.714, 8.546, 8.382, 8.223) 5 (7.358, 7.227, 7.1, 6.976, 6.855) 10 (5.71, 5.621, 5.533, 5.448)(5.364, 5.283, 5.203, 5.125, 5.049, 4.974, 4.902) 6 (4.433, 4.372, 4.312, 4.253, 4.195); 8.959. Платина имеет валентность 6.

Элементы Os, Ir, Pt не отличаются по виду внешних слоев своих электронных конфигураций от элементов подгруппы Fe, Co, Ni и Ru, Rh, Pd. Следовательно, они могут быть отнесены к той же побочной подгруппе восьмой группы химических элементов.

**<sup>79</sup>Au.** Атом золота имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{79} = 93\,254.3/79^2 = 14.942\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, по десять и восемь электронов, принадлежащих четвертому и пятому электронным слоям, четырнадцать и десять электронов, принадлежащих первому и второму фрагментам шестого электронного слоя, и один электрон, принадлежащий третьему фрагменту. Электронная конфигурация атома золота: (14.942) 1 (14.213, 13.869, 13.537, 13.216) 2 (12.321, 12.042, 11.773, 11.513) 3 (10.554, 10.333, 10.119, 9.911, 9.71) 4 (8.79, 8.622, 8.458, 8.3) 5 (7.434, 7.303, 7.176, 7.051, 6.93) 10 (5.782, 5.692, 5.604, 5.518)(5.434, 5.352, 5.272, 5.193, 5.117, 5.042, 4.969) 6 (4.497, 4.435, 4.375, 4.316, 4.275)(4.20); 9.226. Золото имеет валентность 5, но по виду своей электронной конфигурации должно быть отнесено к одной подгруппе элементов первой группы вместе с Cu и Ag.

**<sup>80</sup>Hg.** Атом ртути имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{80} = 95\,897.7/80^2 = 14.984\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, по десять и восемь электронов, принадлежащих четвертому и пятому электронным слоям, четырнадцать и десять электронов, принадлежащих первому и второму фрагментам шестого электронного слоя, и два электрона, принадлежащие третьему фрагменту. Электронная конфигурация атома ртути: (14.984) 1 (14.262, 13.92, 13.591, 13.273) 2 (12.383, 12.107, 11.839, 11.58) 3 (10.626, 10.406, 10.192, 9.985, 9.784) 4 (8.866, 8.698, 8.535, 8.376) 5 (7.510, 7.379, 7.251, 7.127, 7.005) 10 (5.853, 5.763, 5.674, 5.588)(5.504, 5.421, 5.341, 5.262, 5.185, 5.109, 5.036) 6 (4.561, 4.499, 4.438, 4.378, 4.32) 1 (4.206); 10.438. Ртуть имеет валентность 2 и по виду своей электронной конфигурации должна принадлежать к подгруппе второй группы элементов вместе с Zn и Cd.

**<sup>81</sup>Tl.** Атом талия имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{81} = 98\,591.6/81^2 = 15.027\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, по десять и восемь электронов, принадлежащих четвертому и пятому электронным слоям, четырнадцать и десять электронов, принадлежащих первому и второму фрагментам шестого электронного слоя, и три электрона, принадлежащих третьему фрагменту. Электронная конфигурация атома талия: (15.027) 1 (14.311, 13.973, 13.646, 13.33) 2 (12.447, 12.172, 11.906, 11.648) 3 (10.698, 10.478, 10.266, 10.059, 9.859) 4 (8.943, 8.775, 8.611, 8.453) 5 (7.586, 7.455, 7.327, 7.202, 7.081) 10 (5.925, 5.834, 5.745, 5.658)(5.574, 5.491, 5.41, 5.33, 5.253, 5.177, 5.103) 6 (4.625, 4.563, 4.501, 4.441, 4.382) 2 (4.212, 4.157); 6.108. Талий имеет валентность 3 и попадает в третью группу элементов.

**$^{82}\text{Pb}$ .** Атом свинца имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{82} = 101\,336.4/82^2 = 15.071\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, по десять и восемь электронов, принадлежащих четвертому и пятому электронным слоям, четырнадцать и десять электронов, принадлежащих первому и второму фрагментам шестого электронного слоя, и четыре электрона, принадлежащих третьему фрагменту. Электронная конфигурация атома свинца: (15.071) 1 (14.362, 14.026, 13.702, 13.388) 2 (12.511, 12.237, 11.973, 11.717) 3 (10.77, 10.551, 10.339, 10.134, 9.934) 4 (9.019, 8.851, 8.688, 8.529) 5 (7.662, 7.531, 7.403, 7.278, 7.156) 10 (5.996, 5.905, 5.816, 5.729)(5.644, 5.56, 5.479, 5.399, 5.321, 5.245, 5.17) 6 (4.69, 4.626, 4.564, 4.504, 4.444) 3 (4.218, 4.164); 7.417. Свинец имеет валентность 4 и попадает в четвертую группу элементов.

**$^{83}\text{Bi}$ .** Атом висмута имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{83} = 104\,132.8/83^2 = 15.116\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, по десять и восемь электронов, принадлежащих четвертому и пятому электронным слоям, четырнадцать и десять электронов, принадлежащих первому и второму фрагментам шестого электронного слоя, и пять электронов, принадлежащих третьему фрагменту. Электронная конфигурация атома висмута: (15.116) 1 (14.413, 14.08, 13.758, 13.447) 2 (12.575, 12.303, 12.04, 11.785) 3 (10.843, 10.625, 10.413, 10.208, 10.009) 4 (9.095, 8.928, 8.765, 8.606) 5 (7.739, 7.607, 7.479, 7.353, 7.231) 10 (6.068, 5.976, 5.887, 5.799)(5.714, 5.63, 5.548, 5.468, 5.39, 5.313, 5.238) 6 (4.754, 4.69, 4.628, 4.567, 4.507) 3 (4.279, 4.225, 4.171); 7.286. Висмут имеет валентность 5 и попадает в пятую группу элементов.

**$^{84}\text{Po}$ .** Атом полония имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{84} = 106\,982.7/84^2 = 15.162\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, по десять и восемь электронов, принадлежащих четвертому и пятому электронным слоям, четырнадцать, десять и шесть электронов, принадлежащих шестому электронному слою. Электронная конфигурация атома полония: (15.162) 1 (14.465, 14.134, 13.815, 13.506) 2 (12.64, 12.369, 12.108, 11.854) 3 (10.915, 10.698, 10.487, 10.283, 10.084) 4 (9.172, 9.005, 8.842, 8.683) 5 (7.815, 7.683, 7.555, 7.429, 7.307) 10 (6.14, 6.048, 5.958, 5.87)(5.784, 5.7, 5.618, 5.537, 5.458, 5.381, 5.306) 6 (4.819, 4.755, 4.692, 4.63, 4.57) 4 (4.285, 4.232, 4.179); 8.417. Полоний имеет валентность 6 и попадает в шестую группу элементов.

**$^{85}\text{At}$ .** Атом астата имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{85} = 109\,886.0/85^2 = 15.209\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, по десять и восемь электронов, принадлежащих

четвертому и пятому электронным слоям, четырнадцать, десять и семь электронов, принадлежащих шестому электронному слою. Электронная конфигурация атома астата: (15.209) 1 (14.517, 14.19, 13.873, 13.566) 2 (12.705, 12.436, 12.176, 11.923) 3 (10.989, 10.772, 10.562, 10.358, 10.16) 4 (9.249, 9.081, 8.919, 8.76) 5 (7.892, 7.76, 7.631, 7.505, 7.382) 10 (6.212, 6.12, 6.029, 5.941)(5.855, 5.77, 5.687, 5.606, 5.527, 5.45, 5.374) 6 (4.884, 4.819, 4.756, 4.694, 4.633) 4 (4.347, 4.292, 4.239, 4.187); 9.3. Астат имеет валентность 7 и попадает в седьмую группу элементов.

**$_{86}\text{Rn}$** . Атом радона, заканчивающий шестой период, имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{86} = 112\,843.7/86^2 = 15.257\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, по десять и восемь электронов, принадлежащих четвертому и пятому электронным слоям, четырнадцать, десять и восемь электронов, принадлежащих шестому электронному слою. Электронная конфигурация атома радона: (15.257) 1 (14.572, 14.246, 13.931, 13.627) 2 (12.771, 12.503, 12.244, 11.993) 3 (11.062, 10.846, 10.637, 10.433, 10.235) 4 (9.326, 9.159, 8.996, 8.837) 5 (7.969, 7.836, 7.707, 7.582, 7.459) 10 (6.284, 6.192, 6.101, 6.012)(5.925, 5.84, 5.757, 5.676, 5.596, 5.518, 5.442) 6 (4.949, 4.884, 4.821, 4.758, 4.697) 5 (4.353, 4.3, 4.247, 4.196); 10.749. Радон является инертным газом, в невозбужденном состоянии его валентность равна нулю. Однако, при незначительном возбуждении радон проявляет валентности 2 и 4, а в сильно возбужденном состоянии может иметь валентности 6 и 8. Поэтому, при восьмидесяти шести протонах в ядре атома электроны, занимающие уровень  $4.3\text{eV}$  и выше не могут образовывать химические связи при нормальных условиях. Радон попадает в восьмую группу благородных газов, завершая шестой период системы химических элементов.

**$_{87}\text{Fr}$** . Атом франция, начинающий седьмой период, имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{87} = 115\,859.0/87^2 = 15.307\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, по десять и восемь электронов, принадлежащих четвертому и пятому электронным слоям, четырнадцать, десять и восемь электронов, принадлежащих шестому электронному слою, и один электрон, принадлежащий первому фрагменту седьмого электронного слоя. Электронная конфигурация атома франция: (15.307) 1 (14.627, 14.304, 13.991, 13.688) 2 (12.838, 12.572, 12.314, 12.064) 3 (11.136, 10.921, 10.712, 10.509, 10.311) 4 (9.403, 9.236, 9.073, 8.915) 5 (8.046, 7.913, 7.784, 7.658, 7.535) 10 (6.357, 6.264, 6.173, 6.084)(5.997, 5.911, 5.828, 5.746, 5.666, 5.587, 5.511) 6 (5.015, 4.949, 4.885, 4.822, 4.761) 5 (4.415, 4.361, 4.308, 4.256) 3 (4.057); 4.073. Франций имеет валентность 1 и должен быть отнесен к главной подгруппе первой группы седьмого периода.

**$^{88}\text{Ra}$ .** Атом радия имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{88} = 118\,931.3/88^2 = 15.358\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, по десять и восемь электронов, принадлежащих четвертому и пятому электронным слоям, четырнадцать, десять и восемь электронов, принадлежащих шестому электронному слою, и два электрона, принадлежащих первому фрагменту седьмого электронного слоя. Электронная конфигурация атома радия: (15.358) 1 (14.683, 14.362, 14.051, 13.751) 2 (12.905, 12.64, 12.384, 12.135) 3 (11.21, 10.996, 10.787, 10.585, 10.388) 4 (9.481, 9.314, 9.151, 8.993) 5 (8.123, 7.991, 7.861, 7.735, 7.612) 10 (6.43, 6.337, 6.245, 6.156)(6.068, 5.982, 5.898, 5.816, 5.735, 5.657, 5.579) 6 (5.081, 5.015, 4.95, 4.887, 4.825) 5 (4.476, 4.422, 4.368, 4.316) 3 (4.115); 5.278. Радий имеет валентность 2 и должен быть отнесен к главной подгруппе второй группы седьмого периода.

**$^{89}\text{Ac}$ .** Атом актиния имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{89} = 122\,062.9/89^2 = 15.41\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, по десять и восемь электронов, принадлежащих четвертому и пятому электронным слоям, четырнадцать, десять и восемь электронов, принадлежащих шестому электронному слою, и три электрона, принадлежащих первому фрагменту седьмого электронного слоя. Электронная конфигурация атома актиния: (15.41) 1 (14.74, 14.421, 14.113, 13.814) 2 (12.973, 12.71, 12.454, 12.206) 3 (11.285, 11.071, 10.864, 10.661, 10.465) 4 (9.559, 9.392, 9.23, 9.071) 5 (8.201, 8.068, 7.939, 7.812, 7.689) 10 (6.503, 6.41, 6.318, 6.228)(6.14, 6.054, 5.969, 5.887, 5.806, 5.726, 5.649) 6 (5.147, 5.081, 5.016, 4.952, 4.89) 6 (4.483, 4.43, 4.377, 4.325) 3 (4.126, 4.078); 5.17. Актиний имеет валентность 3. Последние электронные уровни его электронной конфигурации схожи как с уровнями элементов группы В, Al, Ga, In, Tl, так и с уровнями элементов группы Sc, Y, La. Но, находясь, как и лантан, в первом ряду периода, актиний должен быть отнесен к той подгруппе третьей группы элементов, к которой принадлежит лантан.

**$^{90}\text{Th}$ .** Атом тория имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{90} = 125\,253.4/90^2 = 15.463\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, по десять и восемь электронов, принадлежащих четвертому и пятому электронным слоям, четырнадцать, десять и восемь электронов, принадлежащих шестому электронному слою, и четыре электрона, принадлежащих первому фрагменту седьмого электронного слоя. Электронная конфигурация атома тория: (15.463) 1 (14.798, 14.482, 14.175, 13.878) 2 (13.042, 12.78, 12.525, 12.279) 3 (11.361, 11.148, 10.94, 10.738, 10.542) 4 (9.638, 9.471, 9.308, 9.15) 5 (8.279, 8.146,

8.016, 7.889, 7.766) 10 (6.577, 6.483, 6.39, 6.3)( 6.212, 6.125, 6.04, 5.957, 5.876, 5.796, 5.718) 6 (5.213, 5.147, 5.081, 5.017, 4.954) 6 (4.545, 4.491, 4.438, 4.385) 3 (4.185, 4.137); 6.307. Торий имеет валентность 4 и должен быть отнесен вместе с церием к одной подгруппе четвертой группы элементов седьмого периода.

**${}_{91}\text{Pa}$ .** Атом протактиния имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{91} = 128\,507.1/91^2 = 15.518\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, по десять и восемь электронов, принадлежащих четвертому и пятому электронным слоям, четырнадцать, десять и восемь электронов, принадлежащих шестому электронному слою, и пять электронов, принадлежащих первому фрагменту седьмого электронного слоя. Электронная конфигурация атома протактиния: (15.518) 1 (14.858, 14.544, 14.239, 13.944) 2 (13.112, 12.851, 12.598, 12.352) 3 (11.437, 11.224, 11.017, 10.816, 10.62) 4 (9.717, 9.55, 9.388, 9.229) 5 (8.358, 8.224, 8.094, 7.967, 7.843) 10 (6.651, 6.556, 6.464, 6.373)(6.284, 6.197, 6.112, 6.029, 5.947, 5.867, 5.788) 6 (5.281, 5.213, 5.148, 5.083, 5.02) 8 (4.499, 4.447, 4.395, 4.344) 2 (4.196, 4.149, 4.102); 5.89. Протактиний имеет валентность 5 и должен быть отнесен вместе с празеодимом к одной подгруппе пятой группы элементов седьмого периода.

**${}_{92}\text{U}$ .** Атом урана имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{92} = 131\,821/92^2 = 15.574\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, по десять и восемь электронов, принадлежащих четвертому и пятому электронным слоям, четырнадцать, десять и восемь электронов, принадлежащих шестому электронному слою, и шесть электронов, принадлежащих первому фрагменту седьмого электронного слоя. Электронная конфигурация атома урана: (15.574) 1 (14.919, 14.606, 14.303, 14.01) 2 (13.182, 12.922, 12.67, 12.425) 3 (11.514, 11.302, 11.095, 10.894, 10.699) 4 (9.796, 9.63, 9.467, 9.309) 5 (8.437, 8.303, 8.173, 8.046, 7.921) 10 (6.726, 6.631, 6.537, 6.446)(6.357, 6.27, 6.184, 6.1, 6.018, 5.938, 5.859) 7 (5.280, 5.214, 5.149, 5.085, 5.023) 9 (4.456, 4.404, 4.354, 4.304) 1 (4.208, 4.16, 4.114); 6.194. Уран имеет валентность 6 и должен быть отнесен вместе с неодимом к одной подгруппе шестой группы элементов седьмого периода.

**${}_{93}\text{Np}$ .** Атом нептуния имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{93} = 135\,202/93^2 = 15.632\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, по десять и восемь электронов, принадлежащих четвертому и пятому электронным слоям, четырнадцать, десять и восемь электронов, принадлежащих шестому электронному слою, и семь электронов, принадлежащих первому фрагменту седьмого электронного

слоя. Электронная конфигурация атома нептуния: (15.632) 1 (14.981, 14.67, 14.369, 14.078) 2 (13.254, 12.995, 12.744, 12.5) 3 (11.591, 11.38, 11.174, 10.973, 10.778) 4 (9.877, 9.71, 9.547, 9.389) 5 (8.516, 8.383, 8.252, 8.125, 8.00) 10 (6.801, 6.705, 6.612, 6.52)(6.431, 6.343, 6.257, 6.172, 6.09, 6.009, 5.93) 7 (5.348, 5.281, 5.216, 5.152, 5.089) 10 (4.466, 4.415, 4.365, 4.316)(4.267, 4.220, 4.173, 4.127); 6.266. Нептуний имеет валентность 7 и должен быть отнесен вместе с прометием к одной подгруппе седьмой группы элементов седьмого периода.

**${}_{94}\text{Pu}$ .** Атом плутония имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{94} = 138\,646/94^2 = 15.691\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, по десять и восемь электронов, принадлежащих четвертому и пятому электронным слоям, четырнадцать, десять и восемь электронов, принадлежащих шестому электронному слою, и восемь электронов, принадлежащих первому фрагменту седьмого электронного слоя. Электронная конфигурация атома плутония: (15.691) 1 (15.044, 14.735, 14.436, 14.146) 2 (13.326, 13.069, 12.819, 12.576) 3 (11.67, 11.458, 11.253, 11.053, 10.858) 4 (9.957, 9.791, 9.628, 9.47) 5 (8.596, 8.462, 8.332, 8.204, 8.079) 10 (6.876, 6.78, 6.686, 6.594)(6.504, 6.416, 6.33, 6.245, 6.162, 6.081, 6.001) 8 (5.349, 5.283, 5.218, 5.155, 5.093) 10 (4.476, 4.425, 4.376, 4.327)(4.279, 4.232, 4.186, 4.14); 6.026. Плутоний имеет валентность 7 и, возможно, 8.

**${}_{95}\text{Am}$ .** Атом америция имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{95} = 142\,161/95^2 = 15.752\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, по десять и восемь электронов, принадлежащих четвертому и пятому электронным слоям, четырнадцать, десять и восемь электронов, принадлежащих шестому электронному слою, и девять электронов, принадлежащих первому фрагменту седьмого электронного слоя. Электронная конфигурация атома америция: (15.752) 1 (15.109, 14.802, 14.505, 14.216) 2 (13.4, 13.144, 12.894, 12.652) 3 (11.749, 11.538, 11.333, 11.133, 10.939) 4 (10.039, 9.872, 9.71, 9.551) 5 (8.677, 8.543, 8.412, 8.284, 8.159) 10 (6.952, 6.856, 6.762, 6.669)(6.579, 6.49, 6.403, 6.318, 6.235, 6.153, 6.073) 9 (5.351, 5.286, 5.222, 5.159, 5.097) 10 (4.487, 4.437, 4.388, 4.339)(4.292, 4.245, 4.199, 4.154, 4.109); 5.974. Америций имеет валентность 7.

**${}_{96}\text{Cm}$ .** Атом кюрия имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{96} = 145\,743/96^2 = 15.814\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, по десять и восемь электронов, принадлежащих четвертому и пятому электронным слоям, четырнадцать, десять и восемь электронов, принадлежащих шестому электронному слою, и десять

электронов, принадлежащих первому фрагменту седьмого электронного слоя. Электронная конфигурация атома кюрия: (15.814) 1 (15.175, 14.87, 14.574, 14.287)2(13.475, 13.219, 12.971, 12.73) 3 (11.829, 11.619, 11.414, 11.214, 11.02) 4 (10.121, 9.954, 9.792, 9.633) 5 (8.758, 8.624, 8.493, 8.364, 8.239) 10 (7.029, 6.932, 6.837, 6.745)(6.654, 6.565, 6.477, 6.392, 6.308, 6.226, 6.145) 9 (5.419, 5.353, 5.289, 5.226, 5.164) 11 (4.498, 4.449, 4.4, 4.352)(4.305, 4.258, 4.213, 4.168, 4.124); 5.992. Кюрий имеет валентность 6.

**97Bk.** Атом берклия имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{97} = 149\,398/97^2 = 15.878\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, по десять и восемь электронов, принадлежащих четвертому и пятому электронным слоям, четырнадцать, десять и восемь электронов, принадлежащих шестому электронному слою, и одиннадцать электронов, принадлежащих первому фрагменту седьмого электронного слоя. Электронная конфигурация атома берклия: (15.878) 1 (15.243, 14.94, 14.645, 14.36) 2 (13.551, 13.296, 13.049, 12.808) 3 (11.91, 11.70, 11.496, 11.297, 11.103) 4 (10.204, 10.037, 9.875, 9.716) 5 (8.84, 8.706, 8.574, 8.446, 8.32) 10 (7.106, 7.009, 6.914, 6.821)(6.729, 6.64, 6.552, 6.466, 6.382, 6.299, 6.218) 9 (5.488, 5.422, 5.357, 5.293, 5.231) 11 (4.56, 4.51, 4.461, 4.413)(4.365, 4.318, 4.272, 4.227, 4.182, 4.138); 6.198. Берклий имеет валентность 4 и, возможно, 5.

**98Cf.** Атом калифорния имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{98} = 153\,124/98^2 = 15.944\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, по десять и восемь электронов, принадлежащих четвертому и пятому электронным слоям, четырнадцать, десять и восемь электронов, принадлежащих шестому электронному слою, и двенадцать электронов, принадлежащих первому фрагменту седьмого электронного слоя. Электронная конфигурация атома калифорния: (15.944) 1 (15.312, 15.011, 14.718, 14.433) 2 (13.628, 13.374, 13.128, 12.888) 3 (11.992, 11.782, 11.578, 11.38, 11.186) 4 (10.288, 10.121, 9.959, 9.8) 5 (8.923, 8.788, 8.656, 8.528, 8.402) 10 (7.184, 7.086, 6.991, 6.897)(6.806, 6.716, 6.628, 6.541, 6.457, 6.374, 6.292) 9 (5.557, 5.49, 5.425, 5.361, 5.298) 12 (4.572, 4.523, 4.474, 4.426)(4.379, 4.332, 4.287, 4.242, 4.197, 4.154); 6.282. Калифорний имеет валентность 5 и, возможно, 6.

**99Es.** Атом эйнштейния имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{99} = 156\,926/99^2 = 16.011\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, по десять и восемь электронов, принадлежащих четвертому и пятому электронным слоям, четырнадцать, десять и восемь электронов, принадлежащих шестому электронному слою, и тринадцать электронов, принадлежащих первому фрагменту седьмого элек-

тронного слоя. Электронная конфигурация атома эйнштейния: (16.011) 1 (15.383, 15.083, 14.792, 14.509) 2 (13.707, 13.454, 13.208, 12.969) 3 (12.075, 11.866, 11.662, 11.464, 11.27) 4 (10.373, 10.206, 10.043, 9.884) 5 (9.006, 8.871, 8.739, 8.61, 8.484) 10 (7.262, 7.164, 7.068, 6.974)(6.882, 6.792, 6.704, 6.617, 6.532, 6.448, 6.366) 9 (5.627, 5.56, 5.494, 5.43, 5.367) 13 (4.585, 4.536, 4.488, 4.44)(4.393, 4.347, 4.302, 4.257, 4.213, 4.17, 4.127); 6.42. Эйнштейний имеет валентность 4 и, возможно, 5.

**${}_{100}\text{Fm}$ .** Атом фермия имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{100} = 160\,804/100^2 = 16.08\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, по десять и восемь электронов, принадлежащих четвертому и пятому электронным слоям, четырнадцать, десять и восемь электронов, принадлежащих шестому электронному слою, и четырнадцать электронов, принадлежащих первому фрагменту седьмого электронного слоя. Электронная конфигурация атома фермия: (16.08) 1 (15.456, 15.157, 14.867, 14.585) 2 (13.786, 13.535, 13.29, 13.051) 3 (12.159, 11.95, 11.747, 11.549, 11.355) 4 (10.458, 10.291, 10.129, 9.97) 5 (9.091, 8.955, 8.823, 8.694, 8.568) 10 (7.341, 7.243, 7.147, 7.052)(6.96, 6.869, 6.78, 6.693, 6.608, 6.524, 6.441) 9 (5.697, 5.63, 5.564, 5.499, 5.436) 14 (4.598, 4.55, 4.502, 4.454)(4.408, 4.362, 4.317, 4.273, 4.229, 4.186, 4.143); 6.50. Фермий имеет валентность 4.

Элементы первого ряда седьмого периода Pu, Am, Cm, Bk, Cf, Es, Fm имеют схожие электронные конфигурации с элементами первого ряда шестого периода Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er и, следовательно, должны быть отнесены к одной с ними подгруппе элементов восьмой группы седьмого периода.

**${}_{101}\text{Md}$ .** Атом менделевия имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{101} = 164\,764/101^2 = 16.152\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, по десять и восемь электронов, принадлежащих четвертому и пятому электронным слоям, четырнадцать, десять и восемь электронов, принадлежащих шестому электронному слою, четырнадцать электронов, принадлежащих первому фрагменту седьмого электронного слоя, и один электрон, принадлежащий второму фрагменту. Электронная конфигурация атома менделевия: (16.152) 1 (15.531, 15.233, 14.945, 14.664) 2 (13.868, 13.617, 13.373, 13.135) 3 (12.245, 12.036, 11.833, 11.635, 11.442) 4 (10.545, 10.378, 10.215, 10.056) 5 (9.176, 9.041, 8.908, 8.779, 8.652) 10 (7.421, 7.323, 7.226, 7.131)(7.038, 6.947, 6.858, 6.77, 6.684, 6.60, 6.517) 9 (5.769, 5.701, 5.635, 5.569, 5.505) 15 (4.613, 4.564, 4.516, 4.47)(4.423, 4.378, 4.333, 4.289, 4.246, 4.203, 4.161)(4.119); 6.58. Менделевий имеет валентность 3 и должен быть отнесен к побочной подгруппе

первой группы вместе с тулием, имея с ним схожую электронную конфигурацию.

**<sup>102</sup>No.** Атом нобелия имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{102} = 168\,806/102^2 = 16.225\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, по десять и восемь электронов, принадлежащих четвертому и пятому электронным слоям, четырнадцать, десять и восемь электронов, принадлежащих шестому электронному слою, четырнадцать электронов, принадлежащих первому фрагменту седьмого электронного слоя, и два электрона, принадлежащих второму фрагменту. Электронная конфигурация атома нобелия: (16.225) 1 (15.607, 15.311, 15.024, 14.744) 2 (13.951, 13.701, 13.457, 13.22) 3 (12.332, 12.123, 11.92, 11.723, 11.53) 4 (10.633, 10.466, 10.303, 10.144) 5 (9.262, 9.127, 8.994, 8.864, 8.737) 10 (7.502, 7.403, 7.306, 7.211)(7.118, 7.026, 6.936, 6.848, 6.762, 6.677, 6.594) 9 (5.841, 5.773, 5.706, 5.64, 5.576) 15 (4.676, 4.627, 4.579, 4.532)(4.485, 4.439, 4.394, 4.35, 4.306, 4.263, 4.22) 1 (4.137); 6.626. Нобелий имеет валентность 3 и должен быть отнесен к побочной подгруппе второй группы вместе с иттербием, имея с ним схожую электронную конфигурацию.

**<sup>103</sup>Lr.** Атом ливермория имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{103} = 172\,930/103^2 = 16.30\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, по десять и восемь электронов, принадлежащих четвертому и пятому электронным слоям, четырнадцать, десять и восемь электронов, принадлежащих шестому электронному слою, четырнадцать электронов, принадлежащих первому фрагменту седьмого электронного слоя, и три электрона, принадлежащих второму фрагменту. Электронная конфигурация атома ливермория: (16.30) 1 (15.685, 15.391, 15.104, 14.826) 2 (14.035, 13.786, 13.543, 13.306) 3 (12.42, 12.212, 12.009, 11.811, 11.619) 4 (10.722, 10.555, 10.392, 10.233) 5 (9.35, 9.214, 9.081, 8.95, 8.823) 10 (7.584, 7.485, 7.387, 7.292)(7.198, 7.106, 7.016, 6.927, 6.84, 6.755, 6.671) 9 (5.914, 5.845, 5.778, 5.712, 5.647) 15 (4.74, 4.691, 4.643, 4.595)(4.548, 4.502, 4.456, 4.411, 4.367, 4.323, 4.28) 3 (4.115, 4.075); 4.96. Ливерморий имеет валентность 3 и должен быть отнесен к побочной подгруппе третьей группы вместе с лютецием, имея схожую с ним электронную конфигурацию.

**<sup>104</sup>Rf.** Атом резерфордия имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{104} = 177\,148/104^2 = 16.378\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, по десять и восемь электронов, принадлежащих четвертому и пятому электронным слоям, четырнадцать, десять и восемь электронов, принадлежащих шестому электронному слою,

четырнадцать электронов, принадлежащих первому фрагменту седьмого электронного слоя, и четыре электрона, принадлежащих второму фрагменту. Электронная конфигурация атома резерфордия: (16.378) 1 (15.766, 15.473, 15.188, 14.91) 2 (14.122, 13.873, 13.631, 13.395) 3 (12.51, 12.302, 12.099, 11.902, 11.709) 4 (10.812, 10.645, 10.482, 10.323) 5 (9.438, 9.302, 9.169, 9.038, 8.910) 10 (7.667, 7.568, 7.47, 7.373)(7.279, 7.187, 7.096, 7.007, 6.92, 6.834, 6.75) 9 (5.988, 5.919, 5.851, 5.784, 5.719) 15 (4.805, 4.756, 4.707, 4.659)(4.611, 4.565, 4.519, 4.473, 4.429, 4.385, 4.341) 4 (4.134, 4.095); 6.02. Резерфордий имеет валентность 4 и должен быть отнесен к побочной подгруппе четвертой группы вместе с гафнием, имея с ним схожую электронную конфигурацию.

$_{105}\text{Db}$ . Атом дубния имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{105} = 181\,444/105^2 = 16.458\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, по десять и восемь электронов, принадлежащих четвертому и пятому электронным слоям, четырнадцать, десять и восемь электронов, принадлежащих шестому электронному слою, четырнадцать электронов, принадлежащих первому фрагменту седьмого электронного слоя, и пять электронов, принадлежащих второму фрагменту. Электронная конфигурация атома дубния: (16.458) 1 (15.848, 15.556, 15.272, 14.995) 2 (14.21, 13.962, 13.72, 13.484) 3 (12.60, 12.393, 12.191, 11.993, 11.80) 4 (10.903, 10.736, 10.573, 10.413) 5 (9.528, 9.391, 9.257, 9.127, 8.998) 10 (7.751, 7.651, 7.552, 7.456) (7.361, 7.268, 7.177, 7.088, 7.00, 6.914, 6.829) 9 (6.062, 5.993, 5.925, 5.858, 5.792) 15 (4.871, 4.821, 4.772, 4.723) (4.675, 4.628, 4.582, 4.536, 4.491, 4.447, 4.403) 4 (4.194, 4.154, 4.114); 6.89. Дубний имеет валентность 5 и должен быть отнесен к побочной подгруппе пятой группы вместе с танталом, имея с ним схожую электронную конфигурацию.

$_{106}\text{Sg}$ . Атом сиборгия имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{106} = 185\,839/106^2 = 16.54\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, по десять и восемь электронов, принадлежащих четвертому и пятому электронным слоям, четырнадцать, десять и восемь электронов, принадлежащих шестому электронному слою, четырнадцать электронов, принадлежащих первому фрагменту седьмого электронного слоя, и шесть электронов, принадлежащих второму фрагменту. Электронная конфигурация атома сиборгия: (16.54) 1 (15.933, 15.642, 15.359, 15.083) 2 (14.30, 14.052, 13.811, 13.576) 3 (12.693, 12.486, 12.284, 12.086, 11.894) 4 (10.996, 10.829, 10.666, 10.506) 5 (9.618, 9.482, 9.348, 9.216, 9.088) 10 (7.836, 7.735, 7.636, 7.539) (7.444, 7.351, 7.259, 7.169, 7.081, 6.995, 6.91) 9 (6.138, 6.068, 5.999, 5.932, 5.865) 15 (4.938, 4.887, 4.838, 4.789) (4.74, 4.693, 4.646, 4.60, 4.554, 4.51, 4.466) 5 (4.214, 4.174, 4.135); 7.8.

Сиборгий имеет валентность 6 и должен быть отнесен к побочной подгруппе шестой группы вместе с вольфрамом, имея с ним схожую электронную конфигурацию.

**<sup>107</sup>Bh.** Атом бория имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{107} = 190\ 331/107^2 = 16.624\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, по десять и восемь электронов, принадлежащих четвертому и пятому электронным слоям, четырнадцать, десять и восемь электронов, принадлежащих шестому электронному слою, четырнадцать электронов, принадлежащих первому фрагменту седьмого электронного слоя, и семь электронов, принадлежащих второму фрагменту. Электронная конфигурация атома бория: (16.624) 1 (16.02, 15.73, 15.448, 15.173) 2 (14.392, 14.145, 13.904, 13.669) 3 (12.788, 12.581, 12.378, 12.181, 11.989) 4 (11.091, 10.923, 10.76, 10.60) 5 (9.711, 9.574, 9.439, 9.308, 9.179) 10 (7.922, 7.821, 7.722, 7.624) (7.529, 7.435, 7.343, 7.252, 7.164, 7.077, 6.991) 9 (6.215, 6.144, 6.075, 6.007, 5.94) 15 (5.005, 4.954, 4.904, 4.855) (4.806, 4.758, 4.711, 4.665, 4.619, 4.574, 4.529) 6 (4.235, 4.195, 4.156, 4.117); 7.7. Борий имеет валентность 7 и должен быть отнесен к побочной подгруппе седьмой группы вместе с рением, имея с ним схожую электронную конфигурацию.

**<sup>108</sup>Hs.** Атом хассия имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{108} = 194\ 917/108^2 = 16.711\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, по десять и восемь электронов, принадлежащих четвертому и пятому электронным слоям, четырнадцать, десять и восемь электронов, принадлежащих шестому электронному слою, четырнадцать электронов, принадлежащих первому фрагменту седьмого электронного слоя, и восемь электронов, принадлежащих второму фрагменту. Электронная конфигурация атома хассия: (16.711) 1 (16.109, 15.82, 15.539, 15.265) 2 (14.486, 14.239, 13.999, 13.764) 3 (12.884, 12.677, 12.475, 12.277, 12.085) 4 (11.187, 11.019, 10.855, 10.695) 5 (9.804, 9.667, 9.532, 9.40, 9.271) 10 (8.009, 7.908, 7.808, 7.71) (7.614, 7.52, 7.427, 7.336, 7.247, 7.159, 7.073) 9 (6.293, 6.222, 6.152, 6.083, 6.016) 15 (5.074, 5.022, 4.972, 4.922) (4.873, 4.825, 4.777, 4.73, 4.684, 4.638, 4.593) 7 (4.256, 4.217, 4.178, 4.139); 7.6. Хассий имеет валентность 8.

**<sup>109</sup>Mt.** Атом мейтнерия имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{109} = 199\ 606/109^2 = 16.8\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, по десять и восемь электронов, принадлежащих четвертому и пятому электронным слоям, четырнадцать, десять и восемь электронов, принадлежащих шестому электронному слою, четырнадцать и девять электронов, принадлежащих первому и второму фраг-

ментам седьмого электронного слоя. Электронная конфигурация атома мейтнерия: (16.8) 1 (16.20, 15.912, 15.632, 15.359) 2 (14.581, 14.335, 14.095, 13.862) 3 (12.982, 12.775, 12.573, 12.376, 12.183) 4 (11.284, 11.116, 10.952, 10.792) 5 (9.899, 9.761, 9.626, 9.494, 9.364) 10 (8.098, 7.996, 7.895, 7.797) (7.701, 7.606, 7.513, 7.421, 7.332, 7.244, 7.157) 9 (6.371, 6.30, 6.23, 6.161, 6.093) 15 (5.143, 5.091, 5.04, 4.99) (4.941, 4.892, 4.844, 4.796, 4.75, 4.704, 4.658) 8 (4.278, 4.239, 4.20, 4.162, 4.124). Мейтнерий имеет валентность 6 и, возможно, 7.

${}_{110}\text{Ds}$ . Атом дармштадтия имеет два электрона, принадлежащих первому электронному слою и занимающих энергетический уровень  $E_{110} = 204\,400/110^2 = 16.893\text{eV}$ , по восемь электронов, принадлежащих второму и третьему электронным слоям, по десять и восемь электронов, принадлежащих четвертому и пятому электронным слоям, четырнадцать, десять и восемь электронов, принадлежащих шестому электронному слою, четырнадцать и десять электронов, принадлежащих первому и второму фрагментам седьмого электронного слоя. Электронная конфигурация атома дармштадтия: (16.893) 1 (16.295, 16.008, 15.728, 15.456) 2 (14.68, 14.434, 14.194, 13.961) 3 (13.082, 12.875, 12.673, 12.476, 12.283) 4 (11.383, 11.215, 11.051, 10.89) 5 (9.996, 9.857, 9.722, 9.589, 9.459) 10 (8.188, 8.085, 7.984, 7.885) (7.788, 7.693, 7.60, 7.508, 7.418, 7.329, 7.242) 9 (6.451, 6.379, 6.309, 6.239, 6.171) 15 (5.214, 5.161, 5.11, 5.059) (5.009, 4.96, 4.912, 4.864, 4.817, 4.77, 4.724) 9 (4.301, 4.262, 4.223, 4.185, 4.147). Дармштадтий имеет валентность 6.

Элементы Hs, Mt, Ds не отличаются по виду внешних слоев своих электронных конфигураций от элементов подгруппы Os, Ir, Pt ; Fe, Co, Ni и Ru, Rh, Pd. Следовательно, они могут быть отнесены к той же побочной подгруппе восьмой группы химических элементов.

Экспериментальные данные по энергиям ионизации атомов и ионов для оставшихся восьми химических элементов: ренгений (Rg), коперниций (Cn), нихоний (Nh), флеровий (Fl), московий (Mc), ливерморий (Lv), теннессин (Ts) и оганесон (Og), к сожалению, отсутствуют. Но, судя по установленным значениям их валентностей (Rg – 3, Cn – 2) электронные конфигурации этих элементов третьего ряда седьмого периода, которые должны заканчиваться электронами, принадлежащими третьему фрагменту седьмого электронного слоя, должны быть схожи с электронными конфигурациями элементов третьего ряда шестого периода: Au, Hg, Tl, Pb, Bi, Po, At, Rn, электронные конфигурации которых заканчиваются электронами, принадлежащими третьему фрагменту шестого электронного слоя. Следовательно, элементы Rg, Cn, Nh, Fl, Mc, Lv, Ts, Og должны быть отнесены к тем же подгруппам первой – восьмой групп, что и элементы Au, Hg, Tl, Pb, Bi, Po, At, Rn. А элемент Og, заканчивающий седьмой период, должен завершать и всю систему химических элементов.

Таким образом, система химических элементов, основанная на вытекающем из теории эфира законе расположения электронных энергетических уровней, имеет семь периодов. Первый период содержит два элемента, второй и третий периоды содержат по одному ряду в восемь элементов каждый, четвертый и пятый периоды содержат по два ряда в десять и восемь элементов, шестой и седьмой периоды содержат по три ряда в четырнадцать, десять и восемь элементов. Всего система содержит тринадцать рядов химических элементов, соответствующих тринадцати фрагментам семи электронных слоев. Каждый ряд естественным образом разбивается на восемь групп в соответствии со значениями валентности химических элементов ряда, задаваемыми, как правило, числом электронов в слое с наименьшими значениями своих энергетических уровней (уровней связи электронов с ядром). Небольшие различия в предпоследних фрагментах электронных конфигураций атомов обуславливают разбиение каждой группы, состоящей из элементов первого – пятого периодов и третьих рядов шестого и седьмого периодов, на две подгруппы: главную (А) и побочную (В). К главной подгруппе первой группы следует отнести Н, Li, Na, K, Rb, а к побочной подгруппе - Cu, Ag, Au, Rg; к главной подгруппе второй группы следует отнести Be, Mg, Ca, Sr, а к побочной подгруппе - Zn, Cd, Hg, Cn; к главной подгруппе третьей группы следует отнести B, Al, Ga, In, Tl, Nh, а к побочной подгруппе - Sc, Y; к главной подгруппе четвертой группы следует отнести C, Si, Ge, Sn, Pb, Fl, а к побочной подгруппе - Ti, Zr; к главной подгруппе пятой группы следует отнести N, P, As, Sb, Bi, Mc, а к побочной подгруппе - V, Nb; к главной подгруппе шестой группы следует отнести O, S, Se, Te, Po, Lv, а к побочной подгруппе - Cr, Mo; к главной подгруппе седьмой группы следует отнести F, Cl, Br, I, At, Ts, а к побочной подгруппе - Mn, Tc; к главной подгруппе восьмой группы следует отнести He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn, Og, а к побочной подгруппе - Fe, Co, Ni и Ru, Rh, Pd.

Рассмотрим теперь первый и второй ряды шестого и седьмого периодов, содержащие по четырнадцать и десять элементов. Электронные конфигурации атомов первых двух элементов первых рядов (цезий Cs, барий Ba и франций Fr, радий Ra) схожи с электронными конфигурациями атомов элементов главных подгрупп первых двух рассмотренных выше групп. Электронные конфигурации атомов третьих элементов первых рядов (лантан La и актиний Ac) схожи с электронными конфигурациями атомов элементов побочной подгруппы третьей группы. В дальнейшем с увеличением заряда ядра атома происходит постепенное слияние седьмого-восьмого и десятого-одиннадцатого электронных фрагментов, что является причиной появления двух групп по четырнадцать элементов, имеющих примерно равные значения уровней энергий связи и схожие электронные конфигурации, отличные от конфигураций элементов рассмот-

ренных выше двух подгрупп А и В. Эти две группы элементов, включающие лантан и актиний и названные лантаноидами и актиноидами, принято выделять из таблицы химических элементов и изображать отдельными строками. Считается, что все они должны находиться в третьей группе вместе с лантаном и актинием. Однако, хорошо известно, что церий Се и торий Th имеют валентность 4 и должны находиться в четвертой группе, празеодим Pr должен иметь, а протактиний Pa имеет валентность 5 и оба они должны находиться в пятой группе. Неодим Nd должен иметь, а уран U имеет валентность 6, и оба они должны находиться в шестой группе. Нептуний Np имеет валентность 7, поэтому прометий Pm, имеющий такую же электронную конфигурацию, должен быть отнесен вместе с нептунием к седьмой группе. Тулий Tm и менделевий Md должны быть отнесены к первой группе, так как имеют по одному электрону, начинающему новый ряд элементов. По той же причине ко второй группе должны быть отнесены имеющие схожую электронную конфигурацию иттербий Yb и нобелий No. Но подгруппы всех этих элементов должны отличаться от рассмотренных выше двух подгрупп А и В. В связи с этим представляется целесообразным вместо рассмотрения групп лантаноидов и актиноидов, выпадающих из таблицы химических элементов, ввести в рассмотрение третью подгруппу (С) в каждой из восьми групп. К этой подгруппе следует отнести пары элементов первых рядов шестого и седьмого периодов (Ce, Th), (Pr, Pa), (Nd, U), (Pm, Np), принадлежащих, соответственно, четвертой – седьмой группам, а также пары элементов вторых рядов (Tm, Md), (Yb, Nb), (Lu, Lr), принадлежащих, соответственно, первой – третьей группам. Остальные пары лантаноидов-актиноидов (Sm, Pu), (Eu, Am), (Gd, Cm), (Tb, Bk), (Dy, Cf), (Ho, Es), (Er, Fm) целесообразно поместить в третью подгруппу (С) восьмой группы. Оставшиеся пары элементов вторых рядов шестого и седьмого периода (Hf, Rf), (Ta, Db), (W, Sg), (Re, Bh) следует поместить во вторые подгруппы (В) четвертой – седьмой групп, соответственно. Периодическая система химических элементов Менделеева примет следующий вид (таб. 25).

Вид таблицы 25, основанный на реальной структуре уровней энергии связи электронов с ядрами атомов, отличается как от вида используемых современной наукой короткой и длинной форм таблицы химических элементов Менделеева, так и от таблицы, предложенной самим Д.И.Менделеевым в работе под названием «Попытка химического понимания мирового эфира» [12]. Сущность периодического закона, заключающегося в периодической зависимости свойств простых веществ и соединений элементов от зарядов ядер атомов элементов, что эквивалентно зависимости от числа электронов в электронной оболочке атомов, не меняется во всех случаях. Однако современные формы таблицы Менделеева (короткая и длинная) основаны не на знании природы и размеров элек-

трона и электронной структуры атома, а на формальной гипотезе последовательного заполнения электронами уровней электронных оболочек атомов, чего не может быть в принципе. Причем числа электронов, занимающих определенные уровни, подогнаны таким образом, чтобы их можно было формально получить из квантовых чисел уравнения Шредингера. При этом пришлось «закрыть глаза» на то, что количество элементов в периодах повторяется (второй и третий периоды имеют по восемь элементов, четвертый и пятый – по восемнадцать элементов, шестой и седьмой – по тридцать два элемента). Пришлось также ввести ничем не объяснимые запрет Паули, правило Хунда, правило Клечковского и другие правила, постулаты и запреты. Наиболее удобной и близкой к описанию существа происходящих в атомах периодических процессов, изложенных в настоящей главе, имеет современная короткая форма таблицы Менделеева, содержащая семь периодов и восемь групп. Идея представления системы периодических элементов в виде такой таблицы восходит к самому Д.И.Менделееву. Такая форма таблицы увековечена мозаикой в Санкт-Петербурге на здании ВНИИ метрологии [47]. Однако в угоду квантово-механическим представлениям из таблицы были вынесены и помещены в отдельные строки семейства лантаноидов и актиноидов, содержащие по четырнадцать элементов третьей группы шестого и седьмого периодов. Длинная форма таблицы состоит из восемнадцати групп и вообще не содержит подгрупп и рядов, что явно противоречит последовательности уровней энергий связи электронов с ядрами атомов, найденной в настоящей работе. Длинная форма таблицы сконструирована исключительно в попытке более полно подогнать свойства химических элементов под квантово-механическое строение атома, что противоречит его природному строению. Кроме того, семейства лантаноидов и актиноидов также выделены в отдельные строки. Отличия нашей таблицы от таблицы самого Д.И.Менделеева состоят в следующем: в таблице, приведенной в работе [12], благородные газы находятся в нулевой группе, а сама таблица начинается элементом эфира, «являющимся много легче водорода» и условно названным ньютонием. Элемент эфира ньютоний Nt несомненно существует, что логично вытекает из результатов настоящей работы, но он не является химическим элементом и не может вступать в химические связи. Поэтому вряд ли целесообразно помещать его «в нулевую группу нулевого ряда», как это сделал Д.И.Менделеев, но в каком-то виде в таблице он должен обязательно присутствовать. У нас он помещен в заголовок таблицы. Что касается благородных газов, которые во времена Д.И.Менделеева считались инертными, то они должны завершать периоды и, следовательно, находиться в восьмой, а не в нулевой группе, так как их электронные оболочки завершают соответствующие электронные слои. Кроме того, каждая группа элементов содержит не две, а три подгруппы.

Таблица 25. Периодическая система

Nt

ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

Пе- ри- оды	Ря- ды	ГРУППЫ			
		1	2	3	4
1	I	<sub>1</sub> H			
2	II	<sub>3</sub> Li	<sub>4</sub> Be	<sub>5</sub> B	<sub>6</sub> C
3	III	<sub>11</sub> Na	<sub>12</sub> Mg	<sub>13</sub> Al	<sub>14</sub> Si
4	IV	<sub>19</sub> K	<sub>20</sub> Ca	<sub>21</sub> Sc	<sub>22</sub> Ti
	V	<sub>29</sub> Cu	<sub>30</sub> Zn	<sub>31</sub> Ga	<sub>32</sub> Ge
5	VI	<sub>37</sub> Rb	<sub>38</sub> Sr	<sub>39</sub> Y	<sub>40</sub> Zr
	VII	<sub>47</sub> Ag	<sub>48</sub> Cd	<sub>49</sub> In	<sub>50</sub> Sn
6	VIII	<sub>55</sub> Cs	<sub>56</sub> Ba	<sub>57</sub> La	<sub>58</sub> Ce
	IX	<sub>69</sub> Tm	<sub>70</sub> Yb	<sub>71</sub> Lu	<sub>72</sub> Hf
	X	<sub>79</sub> Au	<sub>80</sub> Hg	<sub>81</sub> Tl	<sub>82</sub> Pb
7	XI	<sub>87</sub> Fr	<sub>88</sub> Ra	<sub>89</sub> Ac	<sub>90</sub> Th
	XII	<sub>101</sub> Md	<sub>102</sub> No	<sub>103</sub> Lr	<sub>104</sub> Rf
	XIII	<sub>111</sub> Rg	<sub>112</sub> Cn	<sub>113</sub> Nh	<sub>114</sub> Fl

ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ.

ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

ЭЛЕМЕНТОВ			
5	6	7	8
			${}^2\text{He}$
${}^7\text{N}$	${}^8\text{O}$	${}^9\text{F}$	${}^{10}\text{Ne}$
${}^{15}\text{P}$	${}^{16}\text{S}$	${}^{17}\text{Cl}$	${}^{18}\text{Ar}$
${}^{23}\text{V}$	${}^{24}\text{Cr}$	${}^{25}\text{Mn}$	${}^{26}\text{Fe}, {}^{27}\text{Co}, {}^{28}\text{Ni}$
${}^{33}\text{As}$	${}^{34}\text{Se}$	${}^{35}\text{Br}$	${}^{36}\text{Kr}$
${}^{41}\text{Nb}$	${}^{42}\text{Mo}$	${}^{43}\text{Tc}$	${}^{44}\text{Ru}, {}^{45}\text{Rh}, {}^{46}\text{Pd}$
${}^{51}\text{Sb}$	${}^{52}\text{Te}$	${}^{53}\text{I}$	${}^{54}\text{Xe}$
${}^{59}\text{Pr}$	${}^{60}\text{Nd}$	${}^{61}\text{Pm}$	${}^{62}\text{Sm}, {}^{63}\text{Eu}, {}^{64}\text{Gd}, {}^{65}\text{Tb},$ ${}^{66}\text{Dy}, {}^{67}\text{Ho}, {}^{68}\text{Er}$
${}^{73}\text{Ta}$	${}^{74}\text{W}$	${}^{75}\text{Re}$	${}^{76}\text{Os}, {}^{77}\text{Ir}, {}^{78}\text{Pt}$
${}^{83}\text{Bi}$	${}^{84}\text{Po}$	${}^{85}\text{At}$	${}^{86}\text{Rn}$
${}^{91}\text{Pa}$	${}^{92}\text{U}$	${}^{93}\text{Np}$	${}^{94}\text{Pu}, {}^{95}\text{Am}, {}^{96}\text{Cm}, {}^{97}\text{Bk},$ ${}^{98}\text{Cf}, {}^{99}\text{Es}, {}^{100}\text{Fm}$
${}^{105}\text{Db}$	${}^{106}\text{Sg}$	${}^{107}\text{Bh}$	${}^{108}\text{Hs}, {}^{109}\text{Mt}, {}^{110}\text{Ds},$
${}^{115}\text{Mc}$	${}^{116}\text{Lv}$	${}^{117}\text{Ts}$	${}^{118}\text{Og}$

## Приложение

---

# Векторный анализ

В приложении, следуя монографии [48], изложены основные формулы векторного анализа в объёме, необходимом для чтения настоящей книги.

## 1. Векторная алгебра

Напомним некоторые основные определения и формулы векторной алгебры.

*Скалярное произведение* векторов

$$\mathbf{a} = a_x \mathbf{i} + a_y \mathbf{j} + a_z \mathbf{k},$$

$$\mathbf{b} = b_x \mathbf{i} + b_y \mathbf{j} + b_z \mathbf{k},$$

где  $\mathbf{i}$ ,  $\mathbf{j}$ ,  $\mathbf{k}$ , - единичные векторы по осям координат  $x$ ,  $y$ ,  $z$ , равно

$$\mathbf{a} \cdot \mathbf{b} = \mathbf{b} \cdot \mathbf{a} = ab \cos(\mathbf{a}, \mathbf{b}) = a_x b_x + a_y b_y + a_z b_z.$$

*Векторное произведение*  $\mathbf{a} \times \mathbf{b}$  векторов  $\mathbf{a}$  и  $\mathbf{b}$  является вектором, перпендикулярным к  $\mathbf{a}$  и  $\mathbf{b}$  и по абсолютной величине равным площади параллелограмма, построенного на этих векторах:

$$\begin{aligned} \mathbf{a} \times \mathbf{b} &= \begin{vmatrix} \mathbf{i} & \mathbf{j} & \mathbf{k} \\ a_x & a_y & a_z \\ b_x & b_y & b_z \end{vmatrix} = \\ &= (a_y b_z - a_z b_y) \mathbf{i} + (a_z b_x - a_x b_z) \mathbf{j} + (a_x b_y - a_y b_x) \mathbf{k}, \end{aligned}$$

$$|\mathbf{a} \times \mathbf{b}| = ab \sin(\mathbf{a}, \mathbf{b}), \quad \mathbf{a} \times \mathbf{b} = -\mathbf{b} \times \mathbf{a}.$$

Направление вектора  $\mathbf{a} \times \mathbf{b}$  определяется требованием, чтобы векторы  $\mathbf{a}$ ,  $\mathbf{b}$  и  $\mathbf{a} \times \mathbf{b}$  образовывали правовинтовую систему.

*Смешанное*, или векторно-скалярное произведение трех векторов  $\mathbf{a}$ ,  $\mathbf{b}$  и  $\mathbf{c}$  является скаляром и численно равно объему параллелепипеда, построенного на этих векторах:

$$\mathbf{a} \cdot \mathbf{b} \times \mathbf{c} = \mathbf{b} \cdot \mathbf{c} \times \mathbf{a} = \mathbf{c} \cdot \mathbf{a} \times \mathbf{b} = \begin{vmatrix} a_x & a_y & a_z \\ b_x & b_y & b_z \\ c_x & c_y & c_z \end{vmatrix}.$$

Если векторы являются функциями некоторой скалярной переменной, то можно дифференцировать векторы по этой переменной.

## 2. Оператор набла. Градиент.

Векторным или скалярным полем называется область пространства, в каждой точке которой задано значение некоторого вектора или скаляра. Поскольку каждая точка поля определяется ее радиусом-вектором  $\mathbf{R} = (x, y, z)$ , задание векторного или скалярного поля эквивалентно заданию некоторой векторной функции  $\mathbf{a}(\mathbf{R})$  или скалярной функции  $\varphi(\mathbf{R})$ . Градиентом скаляра  $\varphi$  называется вектор

$$\text{grad } \varphi = \frac{\partial \varphi}{\partial x} \mathbf{i} + \frac{\partial \varphi}{\partial y} \mathbf{j} + \frac{\partial \varphi}{\partial z} \mathbf{k} = \nabla \varphi,$$

$$|\nabla \varphi| = \sqrt{\left(\frac{\partial \varphi}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial \varphi}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial \varphi}{\partial z}\right)^2},$$

где  $\nabla$  – символический дифференциальный оператор Гамильтона «набла», имеющий вид

$$\nabla = \frac{\partial}{\partial x} \mathbf{i} + \frac{\partial}{\partial y} \mathbf{j} + \frac{\partial}{\partial z} \mathbf{k},$$

Пример 1. Градиент численной величины радиуса-вектора  $R$  есть единичный вектор, направленный по  $\mathbf{R}$ :

$$\nabla R = \frac{\mathbf{R}}{R}.$$

Пример 2. Градиент любой скалярной функции  $f(R)$  от численной величины радиуса-вектора  $R$  есть

$$\nabla f(R) = \frac{\partial f(R)}{\partial R} \nabla R.$$

В частности,

$$\nabla \left( \frac{1}{R} \right) = -\frac{\mathbf{R}}{R^3}.$$

### 3. Дивергенция. Теорема Гаусса.

Потоком  $N$  вектора  $\mathbf{a}$  через замкнутую поверхность  $S$  называется интеграл по поверхности

$$N = \oiint_S a_n dS = \oiint_S (\mathbf{a} \cdot \mathbf{n}) dS,$$

где  $a_n$  – проекция вектора  $\mathbf{a}$  на направление внешней нормали  $\mathbf{n}$  к поверхности  $S$ . Скалярной пространственной производной или дивергенцией вектора  $\mathbf{a}$  называется сумма производных компонент вектора по осям координат

$$\operatorname{div} \mathbf{a} = \frac{\partial a_x}{\partial x} + \frac{\partial a_y}{\partial y} + \frac{\partial a_z}{\partial z}.$$

Дивергенция вектора  $\mathbf{a}$  равняется скалярному произведению символического вектора  $\nabla$  на вектор  $\mathbf{a}$ , так как

$$\nabla \cdot \mathbf{a} = \nabla_x a_x + \nabla_y a_y + \nabla_z a_z = \frac{\partial a_x}{\partial x} + \frac{\partial a_y}{\partial y} + \frac{\partial a_z}{\partial z}.$$

**Теорема Гаусса:** поток вектора  $\mathbf{a}$ , являющегося непрерывной функцией точки, через произвольную замкнутую поверхность  $S$  равен интегралу дивергенции этого вектора по объему  $V$ , ограниченному этой поверхностью:

$$\oint_S a_n dS = \iiint_V (\nabla \cdot \mathbf{a}) dV.$$

Пример 3. Выражение дивергенции произвольного вектора в цилиндрической системе координат  $z, r, \varphi$ :

$$\nabla \cdot \mathbf{a} = \frac{\partial a_z}{\partial z} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r a_r) + \frac{1}{r} \frac{\partial a_\varphi}{\partial \varphi}.$$

Пример 4. Выражение дивергенции произвольного вектора в сферической системе координат  $r, \theta, \varphi$ :

$$\nabla \cdot \mathbf{a} = \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} (r^2 a_r) + \frac{1}{r \sin \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} (\sin \theta a_\theta) + \frac{1}{r \sin \theta} \frac{\partial a_\varphi}{\partial \varphi}.$$

### 3. Ротор. Теорема Стокса.

Циркуляцией  $C$  вектора  $\mathbf{a}$  вдоль замкнутой кривой  $L$  называется интеграл по кривой

$$C = \oint_L a_t dl,$$

где  $a_t dl = \mathbf{a} \cdot d\mathbf{l}$  – скалярное произведение вектора  $\mathbf{a}$  на направление движения вдоль кривой. Векторной пространственной производной или ротором вектора  $\mathbf{a}$  называется вектор с координатами

$$\text{rot } \mathbf{a} = \left( \frac{\partial a_z}{\partial y} - \frac{\partial a_y}{\partial z} \right) \mathbf{i} + \left( \frac{\partial a_x}{\partial z} - \frac{\partial a_z}{\partial x} \right) \mathbf{j} + \left( \frac{\partial a_y}{\partial x} - \frac{\partial a_x}{\partial y} \right) \mathbf{k}.$$

Ротор вектора  $\mathbf{a}$  равняется векторному произведению символического вектора набла  $\nabla$  на вектор  $\mathbf{a}$ , так как

$$\nabla \times \mathbf{a} = \begin{vmatrix} \mathbf{i} & \mathbf{j} & \mathbf{k} \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ a_x & a_y & a_z \end{vmatrix} = \text{rot } \mathbf{a}.$$

**Теорема Стокса:** циркуляция произвольного вектора  $\mathbf{a}$  по замкнутой кривой  $L$  равна потоку ротора этого вектора через поверхность  $S$ , опирающуюся на кривую  $L$ :

$$C = \oint_L a_l dl = \iint_S \operatorname{rot}_n \mathbf{a} dS.$$

Пример 5. Поток ротора вектора через замкнутую поверхность равен нулю.

$$\oiint_S \operatorname{rot}_n \mathbf{a} dS = 0.$$

Геометрически ротор линейной скорости вращения тела равен удвоенной угловой скорости вращения и направлен по оси вращения.

Пример 6. Выражение ротора произвольного вектора в цилиндрической системе координат  $z, r, \varphi$ :

$$\operatorname{rot} \mathbf{a} = \left( \frac{1}{r} \frac{\partial a_z}{\partial \varphi} - \frac{\partial a_\varphi}{\partial z} \right) \mathbf{i}_r + \left( \frac{\partial a_r}{\partial z} - \frac{\partial a_z}{\partial r} \right) \mathbf{i}_\varphi + \frac{1}{r} \left( \frac{\partial}{\partial r} (r a_\varphi) - \frac{\partial a_r}{\partial \varphi} \right) \mathbf{i}_z.$$

Пример 7. Выражение ротора произвольного вектора в сферической системе координат  $r, \theta, \varphi$ :

$$\begin{aligned} \operatorname{rot} \mathbf{a} = & \frac{1}{r \sin \theta} \left( \frac{\partial}{\partial \theta} (\sin \theta a_\varphi) - \frac{\partial a_\theta}{\partial \varphi} \right) \mathbf{i}_r + \frac{1}{r \sin \theta} \left( \frac{\partial a_r}{\partial \varphi} - \frac{\partial}{\partial r} (r \sin \theta a_\varphi) \right) \mathbf{i}_\theta \\ & + \frac{1}{r} \left( \frac{\partial}{\partial r} (r a_\theta) - \frac{\partial a_r}{\partial \theta} \right) \mathbf{i}_\varphi. \end{aligned}$$

#### 4. Оператор $(\mathbf{a} \cdot \nabla)$ .

Оператор умножения вектора на оператор Гамильтона  $\nabla$ :

$$(\mathbf{a} \cdot \nabla) = a_x \frac{\partial}{\partial x} + a_y \frac{\partial}{\partial y} + a_z \frac{\partial}{\partial z}.$$

Выполнение операции  $(\mathbf{a} \cdot \nabla)$  над произвольным вектором эквивалентно умножению производной от этого вектора, взятой по направлению вектора  $\mathbf{a}$ , на численную величину вектора  $\mathbf{a}$ :

$$\begin{aligned} (\mathbf{a} \cdot \nabla)\mathbf{b} &= a_x \frac{\partial \mathbf{b}}{\partial x} + a_y \frac{\partial \mathbf{b}}{\partial y} + a_z \frac{\partial \mathbf{b}}{\partial z} = \\ &= a \cos(\mathbf{a}, \mathbf{x}) \frac{\partial \mathbf{b}}{\partial x} + a \cos(\mathbf{a}, \mathbf{y}) \frac{\partial \mathbf{b}}{\partial y} + a \cos(\mathbf{a}, \mathbf{z}) \frac{\partial \mathbf{b}}{\partial z} = a \frac{\partial \mathbf{b}}{\partial \mathbf{a}}. \end{aligned}$$

## 5. Формулы векторного анализа

1. Оператор Лапласа скаляра

$$\nabla^2 \varphi = \nabla \cdot (\nabla \varphi) = \operatorname{div} \operatorname{grad} \varphi = \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2} = \Delta \varphi.$$

$$2. \nabla^2 \mathbf{a} = (\nabla \cdot \nabla) \mathbf{a} = \frac{\partial^2 \mathbf{a}}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \mathbf{a}}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \mathbf{a}}{\partial z^2}.$$

$$3. \nabla \times (\nabla \varphi) = \nabla \times \operatorname{grad} \varphi = \operatorname{rot} \operatorname{grad} \varphi = 0.$$

$$4. \nabla \cdot (\nabla \times \mathbf{a}) = \operatorname{div} \operatorname{rot} \mathbf{a} = 0.$$

$$5. \nabla \times (\nabla \times \mathbf{a}) = \nabla(\nabla \cdot \mathbf{a}) - \nabla^2 \mathbf{a} = \operatorname{grad} \operatorname{div} \mathbf{a} - \nabla^2 \mathbf{a} = \operatorname{rot} \operatorname{rot} \mathbf{a}.$$

$$6. \nabla(\varphi\psi) = \psi \nabla(\varphi) + \varphi \nabla(\psi) \quad \text{или} \quad \operatorname{grad}(\varphi\psi) = \psi \operatorname{grad} \varphi + \varphi \operatorname{grad} \psi.$$

$$7. \nabla \cdot (\varphi \mathbf{a}) = \varphi(\nabla \cdot \mathbf{a}) + \mathbf{a} \cdot (\nabla \varphi) \quad \text{или} \quad \operatorname{div}(\varphi \mathbf{a}) = \varphi \operatorname{div} \mathbf{a} + \mathbf{a} \cdot \operatorname{grad} \varphi.$$

$$8. \nabla \times (\varphi \mathbf{a}) = \varphi(\nabla \times \mathbf{a}) + ((\nabla \varphi) \times \mathbf{a}) \quad \text{или} \quad \operatorname{rot}(\varphi \mathbf{a}) = \varphi \operatorname{rot} \mathbf{a} + \operatorname{grad} \varphi \times \mathbf{a}.$$

$$9. \nabla(\mathbf{a} \cdot \mathbf{b}) = (\mathbf{b} \cdot \nabla) \mathbf{a} + (\mathbf{a} \cdot \nabla) \mathbf{b} + \mathbf{b} \times (\nabla \times \mathbf{a}) + \mathbf{a} \times (\nabla \times \mathbf{b}) = \operatorname{grad}(\mathbf{a} \cdot \mathbf{b}).$$

$$\text{Если } \mathbf{a} = \mathbf{b}, \quad \text{то} \quad \frac{1}{2} \nabla(a^2) = (\mathbf{a} \cdot \nabla) \mathbf{a} + \mathbf{a} \times (\nabla \times \mathbf{a})$$

$$10. \nabla \times (\mathbf{a} \times \mathbf{b}) = (\mathbf{b} \cdot \nabla) \mathbf{a} - (\mathbf{a} \cdot \nabla) \mathbf{b} + \mathbf{a}(\nabla \cdot \mathbf{b}) - \mathbf{b}(\nabla \cdot \mathbf{a}) = \operatorname{rot}(\mathbf{a} \times \mathbf{b}).$$

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Magnitskii N.A.* Теория динамического хаоса.- М.: Ленанд, 2011, 320 с.
2. *Magnitskii N. A.* Universality of transition to chaos in all kinds of nonlinear differential equations. *Nonlinearity, Bifurcation and Chaos - Theory and Applications, Chapter 6.* - Rijeka: IntechOpen, 2012, p. 133-174.
3. *Magnitskii N. A.* Bifurcation theory of dynamical chaos. *Chaos Theory, Chapter 11.* - Rijeka: IntechOpen, 2018, p.197-215.
4. *Vallander S.V.* Lectures on hydroaeromechanics. - Leningrad: Leningrad State University, 1978, 295 p.
5. *Магницкий Н.А.* Математическая теория физического вакуума. Труды “Нью Инфлю”. - М.: Ин-т микроэкономики, 2010, 24с.
6. *Магницкий Н.А.* К электродинамике физического вакуума // Сложные системы, 2011, т.1, 1, с. 83-91.
7. *Magnitskii N.A.* Mathematical Theory of Physical Vacuum // Comm. Nonlin Sci. and Numer. Simul., 16, 2011, p.2438-2444.
8. *Magnitskii N.A.* Theory of elementary particles based on Newtonian mechanics. *Quantum Mechanics/Book 1.* - Rijeka: IntechOpen, 2012, p.107-126.
9. *Штырков Е.И.* Измерение параметров движения Земли и Солнечной Системы // Вестник КРАУНЦ: Науки о Земле, 2005, №2, в.6, 135–143; <http://bourabai.narod.ru/shtyrkov/bradley.pdf>
10. *Ацюковский В.А.* Критический анализ основ теории относительности.- М.: Петит, 1996, 56 с.
11. *Артеха С.Н.* Критика основ теории относительности. – М.: ЛКИ, 2007, 224с.
12. *Менделеев Д. И.* Попытка химического понимания мирового эфира. 2-е изд. - С-Петербург, 1910, 54с.
13. *Левич В.Г.* Курс теоретической физики. Т.1. – М.: Наука, 1969.
14. *Бычков В.Л., Зайцев Ф.С., Магницкий Н.А.* Обобщенные уравнения Максвелла-Лоренца как следствие уравнений эфира //Сложные системы, 2015, 4(17), с. 59-70.
15. *Фейнман Р., Лейтон Р., Эндс М.* Фейнмановские лекции по физике. - М. Наука, 1977.
16. *Седов Л.И.* Механика сплошной среды. Т. 2. 6-е изд.- СПб.: Лань, 2004, 560 с.
17. *Матвеев А.Н.* Электричество и магнетизм. - М.: Высшая школа, 1983.
18. *Магницкий Н.А.* Структурные единицы материи как решения системы

- нелинейных уравнений эфира // Сложные системы, 2014,4 (13), с.61-80.
19. *Magnitskii N.A.* Fundamentals of the theory of compressible oscillating ether // IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series **1141** (2018) 012052.
  20. *Magnitskii N.A.* Theory of compressible oscillating ether // Results in Physics, 12 (2019), p.1436–1445.
  21. *Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М.* Курс теоретической физики.Т.2.-М.: Наука, 1988, 509 с.
  22. *Stone N.* Table of Nuclear Magnetic Dipole and Electric Quadrupole Moments. - International Atomic Energy Agency, INDC(NDS)-0658, February 2014.
  23. *Дрелл С.Д., Захариазен Ф.* Электромагнитная структура нуклонов. –М.: ИЛ, 1962.
  24. *Бычков В.Л., Зайцев Ф.С.* Математическое моделирование электромагнитных и гравитационных явлений. 2-е изд.- М.: МАКС Пресс, 2019, 636с.
  25. *Mills L.* The grand unified theory of classical physics. - Blacklight Power Inc. 2010, v.1-3.
  26. *Зоммерфельд А.* Строение атома и спектры. Т.1. - М.: ТТЛ, 1956, 308 с.
  27. *Шпольский Э.В.* Атомная физика. Т.2. – М.: Наука, 1974, 447 с.
  28. *Michelson A.A. and Morley E.W.* On the Relative Motion of the Earth and the Luminiferous Æther // Phil. Mag. S. 5, 1887, Vol. 24, 151, p.449-466.
  29. *Paschen F.* Die relativische Feinstruktur von Spektrallinien //Ann. d. Phys. 1927, 82, p .689-696.
  30. CODATA Internationally recommended values of the Fundamental Physical Constants (англ.). Дата обращения 20 мая 2019.
  31. *Quinn T., Parks H., Speake C., Davis R.* Improved Determination of GUsing Two Methods. Physical Review Letters, 2013, 111,10. ISSN 0031-9007, DOI:10.1103/PhysRevLett.111.101102.
  32. *Добровольская М.Г.* Геохимия земной коры. Учебное пособие. - М.: РУДН, 2007, 131 с.
  33. *Франк-Каменецкий Д.А., Надёжин Д.К.* Физика космоса: Маленькая Энциклопедия. - М. : Советская энциклопедия, 1986, 567 с.
  34. *Магницкий Н.А.* Гравитация в теории сжимаемого осциллирующего эфира // Сложные системы, 2019, 4(33), с.4-16.
  35. *Larson Dewey B.* The Case Against the Nuclear Atom. - North Pacific Publishers, Portland, Oregon, 1963, 139p.
  36. *Кравцов В.А.* Массы атомов и энергии связи ядер. - М., Атомиздат, 1974, 344с.
  37. <https://periodictable.com/Isotopes/>
  38. *Магницкий Н.А.* Структура и свойства атомных ядер в теории сжимаемого осциллирующего эфира // Сложные системы, 2019, 3(33), с.4-19.

39. <https://www.ndc.jaea.go.jp/cgi-bin/FPYfig>
40. Ганкин В.Ю., Ганкин Ю.В. Как образуется химическая связь и протекают химические реакции. - Бостон, ИТХ, 1998, 323 с.
41. NIST: Atomic Spectra Database Lines Form. - [physics.nist.gov/PhysRefData/ASD/lines\\_form.html](https://physics.nist.gov/PhysRefData/ASD/lines_form.html)
42. Стриганов А.Р., Одинцова Г.А. Таблицы спектральных линий атомов и ионов. Справочник. - М.: Энергоиздат, 1982, 312с.
43. Канарёв Ф.М. Начала физхимии микромира. <https://www.micro-world.su/index.php/2010-12-22-11-45-21>
44. Striganov A. R, Sventitskii N. S. Tables of spectral lines of neutral and ionized atoms. - N.-Y.: Springer, 1968, 900 p.
45. Zaidel A.N., Prokofev V.K., Raikii S.M. Tables of spectral lines. - N.-Y.: Springer, 1970, 782 p.
46. Moore Ch.E. Atomic energy levels. Washington. Nat. Bur. Standards.- NSRDA, 1975, 359p.
47. <https://salik.biz/articles/45521-zasekrechennyye-razdely-tablicy-mendeleeeva.html>
48. Тамм И.Е. Основы теории электричества. Изд.11. - М.: Физматлит, 2003, 615 с.