

УДК 546.11.002.61:661.96:620.9(031)

¹Г.Б. Рязанцев; ²Г.К. Лавренченко, доктор техн. наук; ³С.С. Недовесов¹Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Ленинские горы, Химический факультет, Москва, РФ, 119991²ООО «Институт низкотемпературных энерготехнологий», а/я 188, Одесса, Украина, 65026³Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, Украинаe-mail: ¹anis-mgu@rambler.ru; ²lavrenchenko.g.k@gmail.com; ³pc.remont.tk@gmail.comORCID: ¹https://orcid.org/0000-0001-9726-7454; ²http://orcid.org/0000-0002-8239-7587;³https://orcid.org/0000-0001-9831-331X

ОТ «НУЛЕВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ» МЕНДЕЛЕЕВА И ДО НЕЙТРОННОГО ВЕЩЕСТВА КАК ОСНОВНОГО КОМПОНЕНТА ВСЕЛЕННОЙ

Д. И. Менделеев допускал существование элементов — X («ньютоний») и Y («короний») перед водородом в нулевой группе Периодической системы химических элементов (ПС). Следует напомнить, что Менделеев не ошибся в своих предсказаниях новых элементов. Когда он применил Периодический закон (ПЗ) к аналогам бора, алюминия и кремния, у него была полная уверенность в успехе, потому что там все было очевидно для него. Идея же доводородных элементов появилась у него сразу же после открытия ПЗ, но опубликовал он это только незадолго до своей кончины. Этот вопрос преследовал его практически всю творческую жизнь. Менделеев не успел решить эту проблему, а его ученики и последователи постарались забыть ее как «ошибочную». Следует отметить, что после Менделеева вопрос о «нулевых» элементах неоднократно поднимался многими авторами как в прошлом, так и в настоящем веках, однако для краткости упомянем лишь самых первых и известных из них, например, Эрнеста Резерфорда (1920 г.) и Андреаса фон Антропоффа (1926 г.). Антропофф первым предложил термин «нейтрониум» для обозначения гипотетического элемента с атомным номером ноль, который он поместил в начало Периодической таблицы (ПТ). В настоящее время нейтронная материя, как и нейтронные звезды, являются признанной реальностью в астро- и ядерной физике. Нейтронное вещество с позиций общей химии можно классифицировать как химически простое (то есть его нельзя разложить на более простые химическими средствами). Тогда неизбежно встает вопрос о соответствующем ему элементе и его месте в Периодической системе. Исходя из логики ПЗ — (порядковое число — электрический заряд) — порядковое число нейтронной материи будет соответствовать нулю, что заставляет вспомнить и развить идеи Менделеева о нулевой группе и периоде. На основании трудов Тамма, Хунда и Мигдала утверждается возможность стабильного существования нейтронного вещества на микроуровне, а не только на макроуровне, как сейчас считается в астрофизике. Рассматривается нейтронное вещество в качестве первичного космологического кандидата на темную материю и его получение в лабораторных условиях на Земле.

Ключевые слова: Менделеев. Периодический закон. Ньютоний. Короний. Нейтроний. Нейтронное вещество. Нулевые группа и период. Темная материя.

1. ВВЕДЕНИЕ

Ранее было показано [1-7], что нейтронное вещество в наше время является конкретной физической реальностью, требующей своего законного места в Периодической системе (ПС) и изучения не только физических, но и химических, и, возможно, в ближайшем будущем, инженерно-технических свойств. Нейтронным веществом, а точнее соответствующим ему элементом, начинается (нулевой период) и заканчивается (сверхкритические атомы) ПС.

Нейтронному веществу дает стабильность уже на

микроуровне Тамм-взаимодействие, и оно устойчиво на макроуровне (нейтронные звезды) за счет гравитационного взаимодействия, как теперь считают в астрофизике. Возможность нейтронизации показана не только из-за гравитационного взаимодействия, но и посредством других механизмов (сверхкритическое увеличение атомного номера элементов [8] и конденсация ультрахолодных нейтронов [9,10]), так что есть фундаментальная возможность получения нейтронного вещества в земных условиях [1-7]. Нейтронное вещество согласуется с первоначальной концепцией Периодического закона (ПЗ), предложенного Менде-

леевым [11-13].

Нейтронное вещество с позиций общей химии можно классифицировать как химически простое (то есть, его нельзя разложить на более простые вещества химическими средствами или свести к аллотропным модификациям уже известных веществ), тогда неизбежно встает вопрос о соответствующем ему элементе и его месте в периодической системе. Исходя из логики ПЗ — (порядковое число — электрический заряд) — порядковое число нейтронной материи в ПС будет соответствовать нулю, что заставляет вспомнить и развить идеи Менделеева о нулевых группе и периоде.

Менделеев писал об элементах перед водородом: *«Избранный предмет давно занимал мои мысли, но по разнообразию рода соображениям мне не хотелось еще говорить о нем, особенно же потому, что меня самого не вполне удовлетворяли те немногие выяснения, которые считал могущими выдержать критику, и я все ждал от опытов, которыми намерен был продолжить свои первые попытки, ответов, более обнадеживающих в правильности родившихся умозаключений. Годы однако уходили, дела более настойчивые отрывали, да никто и не затрагивал вопроса, казавшегося мне жгучим, вот я и решился сказать в отношении к нему — что и как умею, ничуть не претендуя на его решение, хотя бы приближенное»*. Элементы перед водородом неизбежно попадают в нулевую группу и являются аналогами инертных газов. *«Это положение аргоновых аналогов в нулевой группе составляет строго логическое последствие понимания периодического закона»*, — констатировал Менделеев.

Он допускал существование элементов, — Х («ньютоний») и Y («короний»), — перед водородом в нулевой группе. Следует напомнить, что Менделеев не ошибся в своих предсказаниях новых элементов. Он писал: *«Когда я прилагал периодический закон к аналогам бора, алюминия и кремния, я был на 33 года моложе, во мне жила полная уверенность, что рано или поздно предвидимое должно непременно оправдаться, потому что мне все там было ясно видно. Оправдание пришло скорее, чем я мог надеяться. Тогда я не рисковал, теперь рискую. На это надобна решимость. Она пришла, когда я видел радиоактивные явления ... и когда я сознал, что откладывать мне уже невозможно и что, быть может, мои несовершенные мысли наведут кого-нибудь на путь более верный, чем тот возможный, какой представляется моему слабеющему зрению»*.

Менделеев не успел решить эту проблему, а его ученики и последователи постарались забыть эту тему как «ошибочную». Современные же знания о нейтронных звездах и нейтронном веществе настойчиво заставляют вспомнить его идеи об элементах перед водородом и утверждать об истинности его гениального предвидения, которое более чем на 100 лет обогнало естествознание его времени.

2. СТАБИЛЬНОСТЬ НЕЙТРОННОГО ВЕЩЕСТВА

В нейтронном веществе достаточных размеров (больше слоя полного поглощения) испущенный при распаде электрон захватывается оставшимися протонами, которые, в свою очередь, преобразуются в нейтроны, благодаря чему поддерживается динамическое равновесие системы. На самом деле, это соответствует как теории Тамма [14], которую он создал в свое время (1934), чтобы объяснить механизм ядерных сил для обычных ядер, так и идеям Фредерика Хунда [15]. Следует отметить, что теория Тамма не была удовлетворительной для обычных атомов (но он сам ценил свою «неудачную» теорию ядерных сил больше, чем нобелевскую работу по черенковскому излучению и считал лучшим своим теоретическим достижением). Однако она непротиворечива и может быть реализована для нейтронного вещества соответствующего масштаба (200-300 и больше фемтометров), придавая ему дополнительную стабильность.

В сильно взаимодействующих системах существует множество виртуальных частиц, а также все виды взаимодействий, которые разрешены из соображений инвариантности. Итак, на наш взгляд, «исконная» теория [1,14] β -ядерных сил Тамма (лептонный обмен между нуклонами), а не только ее модификация Хидеки Юкавой (π -обмен нуклонов), все еще ждут своего признания (потому что, кроме мезонного облака вокруг нуклона, безусловно, есть и другие частицы) и «доминируют» в нейтронном веществе Вселенной, обеспечивая его стабильность и широкое распространение.

Первоначальное рассмотрение этой проблемы было приведено Фредериком Хундом в статье [15] при первом микроскопическом описании уравнения состояния ядерной материи в бета-равновесии. Причем у Тамма действуют виртуальные электроны, Хунд же реализует бета-равновесие полностью реальными частицами. Самое главное, оба механизма способствуют стабильности сверхкритической ядерной материи, а в сильно взаимодействующих системах нет принципиальной разницы между виртуальными и реальными частицами. Именно дополнительное взаимодействие из-за ядерных β -сил придает стабильность нейтронному веществу уже на микроуровне, а не только на макроуровне, из-за гравитационного взаимодействия, как это сейчас считается в астрофизике!

Возможность существования сверхплотного нейтронного ядра рассматривалась также в работе А. Б. Мигдала [16] в разделе: «Применение Теории конечных ферми-систем в ядерной физике». Мигдал считал: *«... нейтронные ядра могут быть стабильными относительно бета-распада и деления с $Z \ll N$ и $N > 10^3 \dots 10^5$. Такие ядра можно было бы наблюдать в космических лучах в форме крупных фрагментов»*. Мигдал предложил нейтронные ядра искать в виде экзотических следов в фотографических эмульсиях после воздействия космических лучей.

Теории Тамма, Хунда и Мигдала допускают устойчивое существование гипертяжелых нейтронных ядер

при $Z \gg 175$ и $N > 10^3 \dots 10^5$ и размерами 200-300 и более фемтометров.

Тем не менее, широкое распространение получило мнение, что минимальная масса для устойчивого существования нейтронного объекта равна 0,1 массы Солнца [17]. Считается, что используемые в этом случае уравнения состояний основываются на «богатом» якобы экспериментальном материале и поэтому дают достаточно точное значение минимальной массы. Сам факт существования минимальной массы нейтронной звезды обосновывают тем, что при низких плотностях нейтроны в силу подверженности к бета-распаду не могут быть преобладающим компонентом вещества, а высокая плотность нейтронов в них обеспечивается только гравитационным взаимодействием.

Большинство моделей строения нейтронных звезд использует решение уравнения Толмена-Оппенгеймера-Волкова (1939 г.). В настоящее время существует несколько десятков моделей, простирающихся от так называемых «мягких» уравнений состояния (выводимых из моделей, в которых при плотностях порядка ядерной средняя энергия взаимодействия отвечает притяжению) до жестких уравнений состояния (получаемых для моделей, в которых уже при плотностях ниже ядерной имеется отталкивание). Поскольку различные модели, соответствующие различным уравнениям состояния, приводят к достаточно широкому спектру параметров, характеризующих нейтронную звезду, можно было бы надеяться, что точное их определение позволило бы конкретизировать и само уравнение состояния нейтронного вещества, и сам характер межнуклонного взаимодействия.

К сожалению, до настоящего времени не удалось получить оценки даже основных характеристик нейтронных звезд. Так, точность в определении радиуса R составляет в среднем 50-100%. На сегодняшний день уравнение состояния не удалось получить и в рамках квантовой хромодинамики. Таким образом, минимальная масса нейтронной звезды, считающаяся равной 0,1 массы Солнца, получена из крайне приближенных уравнений с ошибкой 100% и более, как указано во многих работах на эту тему, тем не менее это число широко тиражируется. Основываясь же на выводах из теорий Тамма, Хунда и Мигдала можно ожидать стабильного существования микроскопических нейтронных объектов ($Z \gg 175$ и $N > 10^3 \dots 10^5$) и нейтронных звезд с массой менее 0,1 Солнца.

О возможности существования нейтронных объектов гораздо меньших размеров (3-10 м) при определенных условиях писал автор самой концепции нейтронных звезд *Фриц Цвикке* (ядерные «гоблины» Цвикке [18]). Он отмечал, что при дальнейшем анализе материи с ядерной плотностью важным нужно считать не только понимание извержений в звездах, — от обычных вспышек звезд до сверхновых, — но также радикальное изменение некоторых из нынешних идей по формированию элементов в теории эволюции Вселенной.

Вопрос же о возможности получения нейтронного вещества в лабораторных условиях на Земле отча-

сти является риторическим. Дело в том, что надо различать два аспекта: моно- (ультрахолодные нейтроны [9]) и полинейтронное (подобное звездному космическому) вещество. Что касается монойнейтронного вещества, то оно уже давно получено в земных условиях, хотя и не с достаточной стабильностью [10]. Вопрос же о получении полинейтронного вещества предстоит решить в ближайшем будущем [1]. Ситуация сейчас подобна таковой, которая была в конце 30-х годов прошлого столетия, когда был сделан прорыв в овладении ядерной энергией, хотя в возможности его очень многие сомневались.

3. КОНДЕНСАЦИЯ НЕЙТРОНОВ

Следует отметить, что *Г.А. Гамов* [19] впервые высказался о конденсации холодных нейтронов. Редко упоминают эту его идею, которая со временем нашла применение в теории нейтронных звезд. Гамов в конце 30-х годов прошлого века показал, что когда нейтронный газ сжимается, возникает новое сверхплотное состояние материи. Основная гипотеза Гамова: «*Мы можем предвидеть, что нейтроны, образующие это сравнительно холодное облако, постепенно сгущались во все большие и большие нейтральные комплексы...*»

В дальнейшем развитии, теория начальной холодной Вселенной была отброшена и вместе с ней забыта идея нейтронной конденсации. Однако справедливо ли это? Конденсация нейтронов возможна не только при низкой температуре (ультрахолодные нейтроны), но и при сверхвысоком давлении при температуре ниже критической. В теории Большого взрыва горячей Вселенной образование нуклонов начинается примерно со времени $t = 10^{-5}$ с, температуре $T = 10^{12}$ К и энергии частиц $E = 0,1$ ГэВ. При этом подразумевают протоны и нейтроны, но почему-то в основном рассматривают только протоны на предмет возможного термоядерного синтеза. Хотя, если рассчитать плотность вещества на этот момент, то она превышает плотность нейтронной звезды. То есть, в этих условиях подавляющая часть нуклонов будет в виде нейтронов, а не протонов, так как выполняются условия нейтронизации.

Более вероятно ожидать возможность коллективной конденсации нейтронов (в массе своей, а не последовательным присоединением отдельных нейтронов, как полагал Гамов и сотрудники) при достижении критической температуры (что является энергетически более выгодным процессом [2]), чем термоядерный синтез из минимального количества протонов в тех же условиях. Фрагментарная конденсация нейтронов вследствие квантово-гравитационной флуктуации плотности происходит с выделением дополнительной энергии, что усиливает образование гипертяжелых стабильных нейтронных ядер, которые и являются источником нерелятивистского темного вещества (нейтральность, фемто-, пико- и нано-размеры, реликтовая охлажденность к нашему времени затрудняет их обнаружение). Наблюдаемая же часть Вселенной об-

разуется из остаточной части протонов и в дальнейшем распавшихся одиночных нейтронов и нестабильных фрагментов нейтронного вещества (с $Z > 175$, но $N < 10^3 \dots 10^5$).

Обычно мы на Земле имеем дело с нейтронным излучением различной энергии, но не с нейтронным веществом. Так было до 1968 г., когда в Лаборатории нейтронной физики под руководством члена-корреспондента АН СССР *Ф.Л. Шапиро* [9] был поставлен эксперимент, в котором впервые наблюдалось явление удержания в сосудах очень медленных нейтронов, предсказанное академиком *Я.Б. Зельдовичем* [10]. Поведение нейтронов, удерживаемых в вакуумированных сосудах, напоминает поведение сильно разреженного газа в сосуде. Такие нейтроны получили название ультрахолодных (УХН). Удержание УХН в сосудах привлекает исследователей возможностью (по сравнению с однократным пролетом нейтрона через экспериментальный объем) наблюдать дольше за этой частицей в экспериментальной установке, что дает существенное увеличение чувствительности и точности экспериментов по изучению взаимодействия нейтронов с полями и веществом. Например, использование УХН позволило значительно снизить предел существования электрического дипольного момента нейтрона, необходимого для проверки закона сохранения временной четности; более точно измерить время жизни свободного нейтрона до β -распада.

Самая главная особенность УХН состоит в том, что они ведут себя не как излучение, а как вещество и работать с ними можно как с веществом, подобным разряженному инертному газу. Причем, можно изучать как физические, так и его химические свойства. Физические же свойства уже изучаются, а вот о химии УХН, похоже, вопрос даже и не ставится, так как по умолчанию как-то кажется очевидным, что они должны быть подобны инертным газам. Это похоже на правду, но ведь сейчас мы уже хорошо знаем, что и инертные газы, пусть и с трудом, но вступают в химические реакции и образуют, пусть и неустойчивые, но химические соединения. Может ли подобное происходить с УХН? Если исходить из того, что химия — это только взаимодействие электронных оболочек атомов, как считают многие, то следует категорический отрицательный ответ. Но, если под химией понимать более широко вообще способность микро- (нано-, пико- или даже фемто-) — объектов вступать во взаимодействие и образовывать относительно устойчивые соединения, то почему бы и нет?

Да, у нейтронов нет электрического заряда и свободных электронов, так что все представления о возможных классических химических связях (ионная, ковалентная и др.) сразу однозначно отпадают. Но, у нейтронов есть точно магнитный момент и возможно электрический дипольный момент (существенная роль которого хорошо известна в химии). Разве это не может послужить способности взаимодействовать с другими объектами и образовывать пусть и нестабильные, но все же наблюдаемые соединения? Например, вполне возможно взаимодействие УХН с молекулами

веществ с нечетным числом электронов и вполне реален эксперимент по обнаружению продуктов этого взаимодействия [6]. Если кому-то трудно выйти за пределы понятий традиционной химии, то можно назвать это квазихимией УХН.

Во всём мире активно ведутся разработки новых источников УХН. Одни из них основаны на использовании твёрдого дейтерия при температуре 4,5 К (LANL, США; PSI, Швейцария), а другие — на накоплении УХН в сверхтекучем гелии (KEK-RCNP-TRIUMF, Япония-Канада; ILL, Франция) [20]. Подобные работы интенсивно ведутся и в России: Нейтронная лаборатория в Объединенном институте ядерных исследований (Дубна) и в Петербургском институте ядерной физики (ПИЯФ). В Гатчине идёт работа над созданием высокоинтенсивного источника УХН. С его помощью надеются получить данные, которые дадут ответы на важнейшие вопросы современной физики. Проектируемый источник позволит получить поток ультрахолодных нейтронов (УХН) с плотностью 10^4 см^{-3} , что во много раз превышает максимально достигнутые сейчас плотности [19]. Эта задача, — получение интенсивных потоков УХН, — сегодня считается одной из приоритетных в нейтронной физике. Все большее и большее увеличение плотности УХН неизбежно приведет к постановке вопроса об их возможной конденсации и получению конденсированного нейтронного вещества в лабораторных условиях, подобного космическому.

Не так давно был совершен решающий прорыв в новую область: создан радикально новый вид материи, так называемые бозе-конденсаты атомов вещества. Возможны ли конденсаты нейтронные, плотность и прочность которых будут сравнимы с плотностью и прочностью атомных ядер? Иначе говоря, насколько близко сегодня подошли к созданию в лаборатории космического нейтронного вещества?

Нобелевской премии по физике 2001 года удостоены исследователи *Эрик А. Корнелл* (*Eric A. Cornell*), *Вольфганг Кеттерле* (*Wolfgang Ketterle*) и *Карл Е. Вейман* (*Carl E. Wieman*) за получение и исследование свойств пятого состояния вещества — бозе-эйнштейновского конденсата, они смогли получить первый бозе-конденсат [21]. Это удалось сделать с помощью развитых незадолго перед этим методов сверхохлаждения частиц лазерными пучками и магнитным полем. Бозе-конденсат атомов получили в виде, удобном для исследований и лабораторного анализа. Вскоре сообщения о получении бозе-конденсатов различных атомов стали поступать отовсюду. Активности ученых сильно способствовал и тот факт, что установки по получению бозе-конденсатов оказались сравнительно недорогими, поэтому эксперименты шли полным ходом во многих странах. Вскоре были найдены и методы получения бозе-конденсатов частиц полуспинового, фермионов, к классу которых относятся и нейтроны. В них частицы соединяются парно, собираясь затем в бозе-конденсат. Нейтроны по многим свойствам близки к легчайшим атомам. Например, масса нейтрона практически равна массе

атома водорода, бозе-конденсат которого был получен Кеттерле в 1997 году. Но, в отличие от атомарных бозе-конденсатов, естественному сжатию которых при бозе-конденсации ставят неодолимое препятствие их электронные оболочки, сжатию нейтронного бозе-конденсата не мешает ничто. В таком конденсате газ УХН, образуя пары с противоположными спинами при достижении критической плотности и температуры, самопроизвольно сожмется до почти ядерной плотности, когда в дело вступят ядерные силы, создав устойчивое конденсированное нейтронное вещество. Если в космосе стабильное полинейтронное вещество образуется при сверхвысоких давлениях, то на Земле его получают при ультранизких температурах при достаточной концентрации УХН.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Нейтронное вещество в наше время — это вполне конкретная физическая реальность, настоятельно требующая своего законного места в ПС и изучения не только физических, но и химических, а возможно уже в недалеком будущем, и инженерно-технических свойств. Нейтронным веществом, вернее элементом ему соответствующим, начинается (нулевой период) и заканчивается (закритические атомы) ПС элементов. Нейтронному веществу придается устойчивость уже на микроуровне за счет дополнительного (Тамм, Хунд, Мигдал) взаимодействия, а не только на макроуровне за счет гравитационного взаимодействия, как сейчас считается в астрофизике.

Показана возможность полинейтронизации не только из-за гравитационного взаимодействия, но и с использованием других механизмов (сверхкритическое увеличение порядкового номера элементов и конденсация УХН). Таким образом, существует принципиальная возможность получения нейтронного вещества и в земных условиях (при $Z \gg 175$, $N > 10^3 \dots 10^5$ и размером 200-300 и более фемтометров). Нейтронное вещество — необходимое звено своеобразного моста от микро- к макро- и мегамиру, от свободного нейтрона до нейтронных звезд и черных дыр. Такое экстремально сконцентрированное вещество представляет собой термодинамически и статистически наиболее стабильное состояние материи как таковой. Это вещество может быть представлено как множество плотно упакованных нейтронов с рассеянными остаточными протонами и электронами среди них.

Сейчас считается, что почти все химические элементы появились в «термоядерных реакторах» существующих и сверхновых звезд. Большой взрыв подготовил лишь топливо для них: несколько легчайших элементов. Львиная доля пришлось на водород, который до сих пор (и с большим отрывом) остается самым распространенным во Вселенной. Однако в небольших количествах и гелий, и бериллий, и литий образовались тогда же.

Теоретики с неплохой точностью объяснили, почему они сформировались в том или ином количестве. За одним исключением: содержание во Вселенной ли-

тия современным моделям предсказать не удастся, изотопа лития-7 втрое меньше, чем получается в теории, а лития-6 — на несколько порядков больше. Эта нестыковка остается настоящей головной болью космологии: «подогнать» модели Большого взрыва под нее не удастся и в связи с этим ставится под вопрос сам Большой взрыв.

Следовательно, необходимо учитывать возможность образования фрагментов нейтронной материи в качестве темного вещества (нейтральность, фемто-, пико- и наноразмеры, реликтовая охлажденность затрудняют их обнаружение) уже в начальные моменты рождения Вселенной, что является доминирующим процессом, а не термоядерный синтез из первоначального незначительного количества протонов. Далее процесс идет по общепринятому сценарию. Нейтронное вещество непротиворечиво вписывается в изначальную концепцию Периодического закона и Периодической системы, разработанную Дмитрием Ивановичем Менделеевым, 150-летие которых мы отмечаем в этом году [1,2,11].

ЛИТЕРАТУРА

1. Ryazantsev G.B., Lavrenchenko G.K., Beckman I. N. et al. Condensation of cold neutrons — idea of G.A. Gamow. Chemical properties of the neutron matter and its place in the periodic system of elements // Odessa Astronomical Publications. — 2018. — Vol. 31. — P. 33-37.
2. Ryazantsev G.B., Beckman I.N., Lavrenchenko G.K. et al. Development of the concept of nuclear exchange beta-forces. On the possibility of obtaining neutron substance in laboratory conditions // ISINN-26. 26th International Seminar on Interaction of Neutrons with Nuclei. Dubna, JINR, Russia. — 2019. — P. 37-44.
3. Рязанцев Г.Б., Лавренченко Г.К. Современный взгляд на «нулевые» в Периодической системе элементов Д.И. Менделеева // Технические газы. — 2014. — №1. — С. 3-10.
4. Рязанцев Г.Б., Лавренченко Г.К. Нейтронное вещество как «начало» и «конец» Периодической системы Д.И. Менделеева // Технические газы. — 2016. — №4. — С. 41-49.
5. Рязанцев Г.Б. Проблема «нулевых» в работах Менделеева // Наука и жизнь. — 2014. — №2. — С. 76-80.
6. Ryazantsev G.B., Lavrenchenko G.K., Khaskov M.A. et al. Chemical properties of the neutron matter and its place in the periodic system of elements // ISINN-24. 24th International Seminar on Interaction of Neutron with Nucle. Dubna, JINR, Russia. — 2017. — P. 65-74.
7. Ryazantsev G.B., Lavrenchenko G.K., Beckman I.N. et al. Condensation of cold neutrons — idea of G.A. Gamow. On the possibility of obtaining a neutron substance in laboratory conditions // 18-th Gamow Summer School. Odessa, Ukraine. — 2018. — P. 15.
8. Зельдович Я.Б., Попов В.С. Электронная структура сверхтяжелых атомов // УФН. — 1971. — Т. 105. — С. 403-440.
9. Шапиро Ф.Л. Нейтронные исследования // Собрание трудов. Книга 2. — М.: Наука, 1976. — 348 с.
10. Игнатович В.К. Ультрахолодные нейтроны — открытие и исследование // УФН. — 1996. — Т. 166. — №3. — С. 303-324.

11. Менделеев Д.И. Периодический закон // Сочинения. Том 2. — Л.: Госхимтехиздат, 1934. — 520 с.
12. Менделеев Д.И. Границ познания предвидеть невозможно. Собрание работ. — М.: Советская Россия, 1991. — 592 с.
13. Добротин Р.Б. и др. Летопись жизни и деятельности Д.И. Менделеева. — Л.: Наука, 1984. — 531 с.
14. Тамм И.Е. Теория ядерных сил и атомного ядра. Собрание научных трудов. Том 1. — М.: Наука, 1975. — С. 283-326.
15. Hund F. Materie unter sehr hohen Drucken und Temperaturen // Ergebnisse der Exakten Naturwissenschaften. — 1936. — Vol. 15. — P. 189-228.
16. Мигдал А.Б. Теория конечных Ферми-систем и свойства атомных ядер. — М.: Наука, 1983. — 54 с.
17. Потехин А.Ю. Физика нейтронных звезд // УФН. — 2010. — Т. 180. — № 12. — С. 1279-1304.
18. Zwicky F. Nuclear goblins and flare stars // Publications of the Astronomical Society of the Pacific. Printed in USA. — 1958. — Vol. 70. — No 416. — P. 506-508.
19. Gamow G. Expanding Universe and the Origin of Elements // Phys. Rev. — 1946. — Vol. 70. — P. 572-578.
20. Serebrov A.P., Boldarev S.T., Erykalov A.N. et al. Supersource of ultracold neutrons at WWR-M reactor in PNPI and the research program on fundamental physics // Physics Procedia. — 2011. — Vol. 17. — P. 251-258.
21. Корнелл Э.А., Виман К.Э., Кеттерле В. Нобелевские лекции по физике — 2001 // УФН. — 2003. — Т. 173. — № 12. — С. 1319-1337.

Г.Б. Рязанцев; Г.К. Лавренченко, доктор техн. наук; С.С. Недовесов

¹Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Ленинские горы, Химический факультет, Москва, РФ, 119991

²ТОВ «Інститут низькотемпературних енерготехнологій», а/с 188, Одеса, Україна, 65026;

³Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Україна

e-mail: ¹anis-mgu@rambler.ru; ²lavrenchenko.g.k@gmail.com; ³pc.remont.tk@gmail.com

ORCID: ¹https://orcid.org/0000-0001-9726-7454; ²http://orcid.org/0000-0002-8239-7587;

³https://orcid.org/0000-0001-9831-331X

ВІД «НУЛЬОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ» МЕНДЕЛЄЄВА І ДО НЕЙТРОННОЇ РЕЧОВИНИ ЯК ОСНОВНОГО КОМПОНЕНТУ ВСЕСВІТУ

Д. І. Менделєєв допускав існування елементів — Х («ньютоній») і Y («короній») перед воднем в нульовій групі Періодичної системи хімічних елементів (ПС). Слід нагадати, що Менделєєв не помилився у своїх прогнозах нових елементів. Коли він застосував Періодичний закон (ПЗ) до аналогів бору, алюмінію і кремнію, у нього була повна впевненість в успіху, тому що там все було очевидно для нього. Ідея ж доводородних елементів з'явилася у нього відразу ж після відкриття ПЗ, але опублікував він це тільки незадовго до своєї кончини. Це питання переслідувало його практично все творче життя. Менделєєв не встиг вирішити цю проблему, а його учні та послідовники постаралися забути її як «помилкову». Слід зазначити, що після Менделєєва питання про «нульові» елементи неодноразово підіймалося багатьма авторами як в минулому, так і в теперішньому століттях, проте для стислості згадаємо лише найперших і відомих з них, наприклад, Ернеста Резерфорда (1920 р) і Андреаса фон Антропоффа (1926 р). Антропофф першим запропонував термін «нейтроніум» для позначення гіпотетичного елемента з атомним номером нуль, який він помістив в початок періодичної таблиці (ПТ). В даний час нейтронна матерія, як і нейтронні зірки, є визнаною реальністю в астро- і ядерній фізиці. Нейтронну речовину з позицій загальної хімії можна класифікувати як хімічно просту (тобто хімічними засобами її не можна розкласти на простіші). Тоді неминуче постає питання про відповідний їй елемент і його місце в періодичній системі. Виходячи з логіки ПЗ — (порядкове число — електричний заряд) — порядкове число нейтронної матерії буде відповідати нулю, що змушує згадати і розвинути ідеї Менделєєва про нульові групи і періоди. На підставі праць Тамма, Хунда і Мигдала затверджується можливість стабільного існування нейтронної речовини на мікрорівні, а не тільки на макрорівні, як зараз вважається в астрофізиці. Розглядається нейтронна речовина в якості первинного космологічного кандидата на темну матерію і її отримання в лабораторних умовах на Землі.

Ключові слова: Менделєєв. Періодичний закон. Ньютоній. Короній. Нейтроній. Нейтронна речовина. Нульові група і період. Темна матерія.

¹**G.B. Ryazantsev**; ²**G.K. Lavrenchenko**, Doctor of Technical Sciences; ³**S.S. Nedovesov**

¹Moscow State University named after M.V. Lomonosov, Lenin Hills, Chemical Faculty, Moscow, Russia, 119991

²Institute of Low-Temperature Energy Technologies, POB 188, Odessa, Ukraine, 65026;

³National University of Kyiv named after Taras Shevchenko, Ukraine

e-mail: ¹anis-mgu@rambler.ru; ²lavrenchenko.g.k@gmail.com; ³pc.remont.tk@gmail.com

ORCID: ¹https://orcid.org/0000-0001-9726-7454; ²http://orcid.org/0000-0002-8239-7587;

³https://orcid.org/0000-0001-9831-331X

FROM MENDELEEV'S "ZERO ELEMENTS" TO NEUTRON MATTER AS THE MAIN COMPONENT OF THE UNIVERSE

D.I. Mendeleev assumed the existence of elements — X ("Newtonium") and Y ("Coronium") before hydrogen in the zero group of the Periodic system of chemical elements (PS). It should be recalled that Mendeleev was not mistaken in his predictions of new elements. When he applied the Periodic Law (PL) to analogues of boron, aluminum, and silicon, he had complete confidence in success, because everything was obvious to him there. The idea of pre-hydrated elements came to him immediately after the opening of the PL, but he published this only shortly before his death. This question haunted him almost his entire creative life. Mendeleev did not manage to solve this problem, and his students and followers tried to forget it as "erroneous." It should be noted that after Mendeleev the question of "zero" elements was repeatedly raised by many authors both in the past and in the present centuries, however, for brevity, we only mention the very first and most famous of them, for example, Ernest Rutherford (1920) and Andreas von Anthropoff (1926). Antropoff was the first to propose the term "neutronium" to refer to a hypothetical element with atomic number zero, which he placed at the beginning of the Periodic Table (PT). At present, neutron matter, like neutron stars, is a recognized reality in astro- and nuclear physics. From the standpoint of general chemistry, a neutron substance can be classified as chemically simple (that is, it cannot be decomposed into simpler ones by chemical means). Then the question inevitably arises of the corresponding element and its place in the Periodic system. Based on the logic of the PL — (ordinal number — electric charge) — the ordinal number of neutron matter will correspond to zero, which makes us recall and develop Mendeleev's ideas about the zero group and period. Based on the works of Tamm, Hund and Migdal, the possibility of the stable existence of neutron matter at the micro level, and not only at the macro level, as is now believed in astrophysics, is stated. Neutron matter is considered as the primary cosmological candidate for dark matter and its preparation under laboratory conditions on Earth.

Keywords: Mendeleev. Periodic Law. Newtonium. Coronium. Neutronium. Neutron substance. Zero group and period. Dark matter.

REFERENCES

1. Ryazantsev G.B., Lavrenchenko G.K., Beckman I.N. et al. (2018). Condensation of cold neutrons — idea of G.A. Gamow. Chemical properties of the neutron matter and its place in the periodic system of elements // Odessa Astronomical Publications. — Vol. 31. — P. 33-37.
2. Ryazantsev G.B., Beckman I.N., Lavrenchenko G.K. et al. (2019). Development of the concept of nuclear exchange beta-forces. On the possibility of obtaining neutron substance in laboratory conditions // ISINN-26. 26th International Seminar on Interaction of Neutrons with Nuclei. Dubna, JINR, Russia. — P. 37-44.
3. Ryazantsev G.B., Lavrenchenko G.K. (2014). The modern view of the "zero" in the Periodic system of elements Mendeleev // *Технические Газы*. [Industrial Gases]. — № 1. — P. 3-10. (Rus.).
4. Ryazantsev G.B., Lavrenchenko G.K. (2016). Neutron substance as the "beginning" and "end" of the Periodic system D.I. Mendeleev // *Технические Газы*. [Industrial Gases]. — № 4. — P. 41-49. (Rus.).
5. Ryazantsev G.B. (2014). The problem of "zero" in the work of Mendeleev // *Наука и жизнь* [Science and Life]. — № 2. — P. 76-80. (Rus.).
6. Ryazantsev G.B., Lavrenchenko G.K., Khaskov M.A. et al. (2017). Chemical properties of the neutron matter and its place in the periodic system of elements // ISINN-24. 24th International Seminar on Interaction of Neutron with Nuclei. Dubna, JINR, Russia. — P. 65-74.
7. Ryazantsev G.B., Lavrenchenko G.K., Beckman I.N. et al. (2018). Condensation of cold neutrons — idea of G.A. Gamow. On the possibility of obtaining a neutron substance in laboratory conditions // 18-th Gamow Summer School. Odessa, Ukraine. — P. 15.
8. Zeldovich Ya.B., Popov V.S. (1971). Electronic structure of superheavy atoms // *УФН*. — Т. 105. — P. 403-440. (Rus.).
9. Shapiro F.L. (1976). Neutron research // Collected works. Book 2. — М.: Наука. — 348 p. (Rus.).
10. Ignatovich V.K. (1996). Ultracold neutrons — discovery and investigation // *УФН*. — Т. 166. — № 3. — P. 303-324. (Rus.).

11. **Mendeleev D.I.** (1934). The periodic law // Compositions. Volume 2. - L.: Goskhimtekhnizdat. — 520 p. (Rus.).

12. **Mendeleev D.I.** (1991). The boundaries of knowledge are not possible to foresee. Collection of works. — M.: Soviet Russia. — 592 p. (Rus.).

13. **Dobrotin R.B. et al.** (1984). Chronicle of the life and work of D.I. Mendeleev. — L.: Nauka. — 531 p. (Rus.).

14. **Tamm I.E.** (1975). The theory of nuclear forces and the atomic nucleus. Collection of scientific papers. Volume 1. — M.: Nauka. P. C. 283-326. (Rus.).

15. **Hund F.** (1936). Materie unter sehr hohen Drucken und Temperaturen // Ergebnisse der Exakten Naturwissenschaften. — Vol. 15. — P. 189-228.

16. **Migdal A.B.** (1983). The theory of finite Fermi systems and the properties of atomic nuclei. — M.: Nauka. —

54 p. (Rus.).

17. **Potekhin A.Yu.** (2010). Physics of neutron stars // UFN. — T. 180. — № 12. — P.1279-1304. (Rus.).

8. **Zwicky F.** (1958). Nuclear goblins and flare stars // Publications of the Astronomical Society of the Pacific. Printed in USA. — Vol. 70. — No. 416. — P. 506-508.

19. **Gamow G.** (1946). Expanding Universe and the Origin of Elements // Phys. Rev. — Vol. 70. — P. 572-578.

20. **Serebrov A.P., Boldarev S.T., Erykalov A.N. et al.** (2011). Supersource of ultracold neutrons at WWR-M reactor in PNPI and the research program on fundamental physics // Physics Procedia. — Vol. 17. — P. 251-258.

21. **Cornell E.A., Wiman K.E., Ketterle V.** (2003). Nobel lectures in physics — 2001 // UFN. — T. 173. — № 12. — P. 1319-1337. (Rus.).

ВСЕ О НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ГАЗАХ И ПРОДУКТАХ РАЗДЕЛЕНИЯ ВОЗДУХА — В ОДНОМ ЖУРНАЛЕ!

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

«ТЕХНИЧЕСКИЕ ГАЗЫ»

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ —



ООО «ИНСТИТУТ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЙ

СОУЧРЕДИТЕЛИ —



ОДЕССКАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ ПИЩЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ;



ВОСТОЧНОЕВРОПЕЙСКАЯ АССОЦИАЦИЯ
ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ТЕХНИЧЕСКИХ ГАЗОВ «СИГМА»

ЖУРНАЛ ПРОШЕЛ ПЕРЕРЕГИСТРАЦИЮ В ГОСУДАРСТВЕННОЙ
РЕГИСТРАЦИОННОЙ СЛУЖБЕ УКРАИНЫ — СВИДЕТЕЛЬСТВО КВ № 19455-9255ПР ОТ 16.11.2012 Г.
С 2005 Г. — ОФИЦИАЛЬНОЕ ИЗДАНИЕ ВАК УКРАИНЫ.
ПЕРИОДИЧНОСТЬ ИЗДАНИЯ — 4 ВЫПУСКА В ГОД.
ОБЪЕМ КАЖДОГО ВЫПУСКА — 72 СТР.

ПУБЛИКУЕМЫЕ СТАТЬИ РЕФЕРИРУЮТСЯ В РАЗЛИЧНЫХ ЖУРНАЛАХ И БАЗАХ ДАННЫХ ВИННИТИ РАН
(Г. МОСКВА)

ПРЕДСТАВЛЕН В МЕЖДУНАРОДНЫХ НАУКОМЕТРИЧЕСКИХ БАЗАХ
«ELECTRONICS JOURNALS LIBRARY», «GOOGLE SCHOLAR»

ЖУРНАЛ ПРЕДНАЗНАЧЕН ДЛЯ СПЕЦИАЛИСТОВ, ЗАНИМАЮЩИХСЯ ПРОИЗВОДСТВОМ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ГАЗОВ (ГЕЛИЙ, ВОДОРОД, НЕОН, АЗОТ, АРГОН, КИСЛОРОД, ОКСИД УГЛЕРОДА, МЕТАН, ПРИРОДНЫЙ ГАЗ, ЭТАН, ДИОКСИД УГЛЕРОДА, ПРОПАН, АММИАК, ПРЕДЕЛЬНЫЕ И НЕПРЕДЕЛЬНЫЕ УГЛЕВОДОРОДЫ, ХЛАДАГЕНТЫ), А ТАКЖЕ РАЗРАБОТКОЙ И ЭКСПЛУАТАЦИЕЙ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ИХ ПОЛУЧЕНИЯ, СОЗДАНИЕМ И ВНЕДРЕНИЕМ В ПРАКТИКУ ТЕХНОЛОГИЙ ИХ ОЧИСТКИ, ОЖИЖЕНИЯ, ХРАНЕНИЯ И ТРАНСПОРТИРОВКИ

РУБРИКИ ЖУРНАЛА

- ПРОБЛЕМЫ ГЛОБАЛЬНОЙ ОТРАСЛИ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ГАЗОВ
- ПРОЦЕССЫ, ЦИКЛЫ, СХЕМЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ХОЛОДИЛЬНЫХ И КРИОГЕННЫХ СИСТЕМ
- УСТАНОВКИ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКТОВ РАЗДЕЛЕНИЯ ВОЗДУХА, КОМПРИМИРОВАННОГО И СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА, ДИОКСИДА УГЛЕРОДА И ДР. ТЕХНИЧЕСКИХ ГАЗОВ
- ТЕХНИЧЕСКИЕ ГАЗЫ В СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ
- ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГАЗОВ И ИХ СМЕСЕЙ. ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ В НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ СИСТЕМАХ
- ЭКОНОМИКА ПРЕДПРИЯТИЙ. ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ. БЕЗОПАСНОСТЬ
- ПРАКТИКА. НОВЫЕ РАЗРАБОТКИ

Приглашаем к сотрудничеству производителей, учёных, аспирантов и докторантов

Для оформления подписки и размещения рекламы нужно связаться с редакцией журнала по телефону или e-mail.

Адрес редакции: а/я 266, г. Одесса, Украина, 65023. Тел.: +380 (48) 777-00-87;

e-mail: lavrenchenko.g.k@gmail.com; web: <http://indgases-journal.info/ru>