

О всеобщей долгоживущей радиоактивности

В настоящее время общепринято разделение всех разновидностей атомных ядер на две группы: нерадиоактивные и радиоактивные, хотя и существует гипотеза П. Ланжевена о всеобщей радиоактивности, которую поддерживали Ф. Содди, В. И. Вернадский, А. Е. Ферсман и другие учёные.

Обнаружение "долгоживущей" радиоактивности у ядер, представленных в таблице 1, подтверждает эту гипотезу, тем более, что к известным видам радиоактивного распада (бета-распад, электронный захват, альфа-распад, гамма-излучение, спонтанное деление ядер - распад ядра на два осколка сравнимой между собой массы) относятся и более редкие виды распада ядер: испускание ядрами одного или двух протонов или нейтронов, а также испускание кластеров - лёгких ядер от углерода-12 до серы-32. Во всех видах радиоактивности (кроме гамма-излучения) изменяется состав ядра: число протонов Z , массовое число A , или и то и другое [1].

Очевидно, что гипотеза всеобщей радиоактивности тесно связана с проблемой эволюции и происхождения химических элементов и атомных ядер, являющейся предметом изучения ядерной астрофизики [2]. Ядерная астрофизика представляет собой применение результатов, полученных в области лабораторной и теоретической ядерной физики, к астрономическим объектам для объяснения их природы, источников энергии, возраста и особенностей химического состава.

Советские учёные В. Г. Фесенков и Н. Н. Парийский, используя различные астрофизические данные, вычислили среднюю продолжительность жизни нерадио-активного атома и получили примерно 10^{17} лет, что по порядку соизмеримо с некоторыми периодами полураспада ядер таблицы 1.

Известно, что с порядкового номера $Z=83$ радиоактивность есть явление универсальное, с "островом" больших периодов полураспада у тория и урана. Здесь же начинается явление спонтанного распада ядер.

В естественных условиях на Земле существует около 40 альфа-радиоактивных нуклидов, которые объединены в три радиоактивных ряда (семейства), которые включают уран-236 ($A=4*n$), где n - целое число; уран-238 ($A=4*n+2$), уран-235 ($A=4*n+3$). К этим рядам относится и четвёртый ряд, который включает нептуний-237 ($A=4*n+1$), нуклиды которого успели распасться за время существования Земли.

После цепочки последовательных распадов в конце каждого ряда образуются "стабильные" ядра с близким или равным магическим числам количеству протонов или нейтронов ($Z=82$, $N=126$), соответственно свинец-208, свинец-206, свинец-207 и висмут-209. Альфа-распады перемежаются с бета-распадами, т.к. при альфа-распадах конечные ядра, оказываются всё дальше от линии бета-стабильности, то есть перегруженные нейтронами.

В популярной работе [3] сообщается: "...наши современные знания в области микромира приводят к выводу, что никакие космологические аргументы не могут быть приняты во внимание при выборе теории происхождения ядерных видов. В то же время старая идея о построении всех элементов в звёздах совмещается с любой космологической моделью".

Гипотеза Г. Гамова и других, что большинство химических элементов образовались из нейтронного "моря" на ранних стадиях эволюции Вселенной, возбудила интерес к синтезу атомных ядер, однако, она не касалась индивидуальных свойств атомных ядер, главным из которых является их распространённость в различных объектах Вселенной. Экспериментальное определение и теоретические оценки распространённости элементов и их

изотопов касаются отдельных групп ядер и основной предпосылки, что элементы синтезируются в звёздах на различной стадии их эволюции [2]. "О, я ничего не знаю о тяжёлых ядрах, а занимаюсь только лёгкими ядрами", - так определил поле своих работ известный американский учёный У. Фаулер, которому была посвящена указанная выше монография.

В статье А. Дж. У. Камерона "Содержание химических элементов и нуклидов в Солнечной Системе" представлены две таблицы: одна - о содержании различных элементов в Солнечной Системе различных авторов, другая - о содержании нуклидов в зависимости от массового числа. Совершенно справедливо отмечается, что с точки зрения нуклеосинтеза первая таблица не очень интересна. В таблице два сделана попытка сопоставить каждому более тяжёлому, чем протон, нуклиду определённый процесс нуклеосинтеза, который вносит наибольший вклад в его космическую распространённость. "Для наиболее лёгких нуклидов и нуклидов промежуточных масс приведённые сопоставления могут выглядеть сомнительными в тех случаях, когда механизмы нуклеосинтеза не настолько хорошо изучены, чтобы можно было бы достаточно точно предсказывать ожидаемый выход нуклидов. Здесь имеется ещё много нерешённых задач ядерной астрофизики".

В другой работе Дж. Л. Гринштейна "Сравнение данных наблюдений звёзд с теорией нуклеосинтеза" в связи с открытием П. В. Мэррилла, установившего присутствие нестабильного элемента технеция в звёздах класса S, был сделан вывод о том, что в звёздах протекают ядерные процессы в современную эпоху

Ядерная астрофизика поставила и исследовала некоторые короткоживущие нуклиды в ранней Солнечной Системе, являющиеся радиоактивными, но которые могли образоваться в процессах нуклеосинтеза и войти в состав вещества протосолнечных туманностей [2]. Установлено, что алюминий-26 - как самый короткоживущий нуклид - присутствовал в Солнечной Системе в прошлом.

Д.Клейтон, один из редакторов [2], пишет: "Существует 81 стабильный элемент, наряду с многочисленными изотопами: число изотопов изменяется от одного для натрия, например, и до 10 для олова; всего известно 280 стабильных разновидностей ядер. Распространённость этих ядер в Солнечной Системе даёт 280 экспериментальных точек для теории, к которой добавляются все известные относительные распространённости ядер на других звёздах". При такой же, только более конкретной и точной постановке задачи, неясным вопросом является как раз вопрос об адекватном числе экспериментальных точек будущей теории, который в настоящем можно свести к проблеме выбора правильного числа первичных, долгоживущих изотопов у каждого элемента с добавкой всего восьми долгоживущих нуклидов (точнее пяти при замене числа 280 на более правильное значение 283, найденное по факту присутствия относительной распространённости изотопа в элементах с $Z < 83$). Таким образом, число "первичных" долгоживущих природных изотопов у каждого элемента с учётом астрофизических данных будем считать точно определённым только для элементов до ядерной границы стабильности $Z=83$. Для элементов с $Z > 83$ определение этого параметра остаётся неизвестным и нуждается в дискретной экстраполяции до постулированной в работе [4] верхней границы существования элементов $Z=144=F_{12}$ (где F_i -числа Фибоначчи). То есть, число природных долгоживущих ядерных разновидностей элементов с $Z < 83$ численно равно удвоенной верхней границе элементов. Очевидно, что такая "фрактальная" взаимосвязь таких разнородных параметров как число ядерных видов и граничного зарядового номера нуждается в теоретическом и экспериментальном обосновании. Естественно по индукции предположить, что сумма всех природных разновидностей ядер равно удвоенному следующему за F_{12} числу $F_{13}=233$ и тогда общее число изотопов элементов до верхней границы элементов $Z=144$, будет $466=2*233$, а тогда число природных долгоживущих изотопов элементов в интервале зарядовых номеров

$83 < Z < 144$, будет равно $178 = 2 * 89 = 2 * F_{11}$. Этот же результат можно получить и с помощью закономерностей распределения чисел природных изотопов в нечетных периодах таблицы Д.И. Менделеева: число первичных природных изотопов элементов седьмого периода подчиняется формуле $N = 21/4 * n^2 - 13 * n + 47/4$ при $n = 1, 3, 5, 7$. Получим числа: 4, 20, 78 и 178, где первые три числа соответствуют числам природных долгоживущих нуклидов, находящихся в первом, третьем и пятом периодах таблицы.

Приведенные выше формулы для радиоактивных семейств элементов с $Z > 83$ при правильном выборе первичных (долгоживущих) нуклидов распространяются на стабильные или долгоживущие изотопы элементов с $Z < 83$. Причем, оказывается, что для каждого радиоактивного ряда, начиная с изотопов свинца-206, 207, 208 и висмута-209 и кончая изотопами водорода 1, 2 и гелия 3, 4, числа стабильных изотопов в каждом ряду равны числам Фибоначчи: при массовых числах вида 1. $A = 4 * n - 89 = F_{11}$; 2. $A = 4 * n + 1 - 55 = F_{10}$; 3. $A = 4 * n + 2 - 89 = F_{11}$; 4. $A = 4 * n + 3 - 55 = F_{10}$. **Таким образом, все существующие в Природе ядерные разновидности элементов, т.е., все изотопы описываются формулами радиоактивных рядов, а числа стабильных (долгоживущих) изотопов описываются двумя последовательными числами Фибоначчи.** Как известно из ядерной физики, ядра с четным массовым числом являются бозонами-частицами с целочисленным спином, а ядра с нечетным массовым числом называются фермионами-частицами с полуцелым спином. Деление частиц на бозоны и фермионы отражает их различный, чисто квантовый характер взаимодействия, связанный с тем, что волновые функции бозонов всегда симметричны относительно перестановки двух бозонов в пространстве, а волновые функции фермионов антисимметричны, т.е. меняют знак при перестановке двух частиц. Отсюда для фермионов следует запрет - принцип Паули: в любом фиксированном состоянии системы взаимодействующих частиц может находиться только один фермион. Принцип Паули накладывает жесткие ограничения на движение связанных фермионов. Их коллективные свойства сильно отличаются от коллективных свойств бозонов. Бозоны при взаимодействии друг с другом стремятся занять одинаковое состояние с минимальной энергией. Фермионы взаимодействуют друг с другом только тогда, когда могут перейти в новое, не занятое другим фермионом состояние. **Числа природных стабильных (долгоживущих) ядер-бозонов и фермионов соответствуют двум удвоенным последовательным числам Фибоначчи, а отношение этих чисел приближается к фундаментальной широко известной математической константе-золотому сечению с точностью 0,00914%. На настоящий момент - это, возможно, лучшее приближение к золотому отношению в мире существующих атомных ядер.**

Если распространить фибоначиевую закономерность на ядра $83 < Z < 144$ приняв, что число бозонов соответствуют - $2 * F_{12}$, а число фермионов - $2 * F_{11}$, то получим увеличение точности приближения к золотому сечению "примерно" в 2.62 раза.

В связи с вышеизложенным и с тем, что не существует "...системы ядер, которая бы точно описывала свойства всех изотопов, как это делает Периодическая система химических элементов." [5], давно построена система атомных ядер, в основе которой лежат первичные долгоживущие природные нуклиды, распределённые по спиралям Фибоначчи. Однако, автор считает, что публиковать в Интернете эти новые визуальные представления без государственной авторской защиты не имеет смысла. К сожалению, академические структуры России, несмотря на публикации [4,7] с ушедшем от нас в 2008 году академиком РАН Н. А. Шилов, не обращают внимание на работы автора. «Н.А. Шило был единственным из академиков РАН, который не боялся озвучивать научные проблемы в том виде, как их поставила Природа» (В.И. Ильин).

При всеобщей радиоактивности элементов реализация неизвестных современной науке низкоэнергетических ядерных реакций нуклидов с большими периодами полураспада

наряду с известными радиоактивными превращениями, с точки зрения автора, вполне возможна. Кроме того, новые современные технологии и новые теоретические представления о макроскопических свойствах атомов и атомных ядер могут получить своё практическое развитие, если будут поддержаны физиками-экспериментаторами и технологами при авторских консультациях, так как рамки статьи не дают возможность "развернуться в предсказаниях" более частного характера.

Известный советский математик И. Грекова учит в [6] "Надо прямо смотреть в глаза фактам и признать, что применение математических методов не полезно, а вредно до тех пор пока явление не освоено на гуманитарном уровне.". Очевидно, что данная статья, несмотря на математические закономерности, носит гуманитарный характер.

Таблица 1.

Порядковый номер Z	Нуклид	Период полураспада (годы)	Тип распада
1	H-3	12.323	бета
4	Be-10	$1.6 \cdot 10^6$	бета
6	C-14	5730	бета
13	Al-26	$7.16 \cdot 10^5$	Э.З.
14	Si-32	101	бета
17	Cl-36	$3 \cdot 10^5$	бета
18	Ar-39	269	бета
19	K-40	$1.28 \cdot 10^9$	бета 89% Э.З 11%
20	Ca-41	$1.03 \cdot 10^5$	Э.З.
20	Ca-48	$> 2 \cdot 10^{18}$	2-бета
23	V-50	$4 \cdot 10^{16}$	Э.З. 70% бета 30%
25	Mn-53	$3.7 \cdot 10^6$	Э.З.
26	Fe-60	10^5	бета
28	Ni-59	$7.5 \cdot 10^4$	Э.З.
34	Se-79	$6.5 \cdot 10^6$	бета
34	Se-82	10^{19}	2-бета
36	Kr-81	$2.1 \cdot 10^5$	Э.З.
37	Rb-87	$4.8 \cdot 10^{10}$	бета
40	Zr-93	$1.5 \cdot 10^6$	Э.З.
40	Zr-96	$3.56 \cdot 10^{17}$	2-бета
41	Nb-92	10^7	Э.З.
41	Nb-94	$2.1 \cdot 10^4$	бета
42	Mo-93	$3.5 \cdot 10^3$	Э.З.
43	Tc-97	$2.6 \cdot 10^6$	Э.З.
43	Tc-98	$4.2 \cdot 10^6$	Э.З.
43	Tc-99	$2.1 \cdot 10^5$	бета
46	Pd-107	$6.5 \cdot 10^6$	бета
48	Cd-113	$9 \cdot 10^{15}$	бета
49	In-115	$4 \cdot 10^{14}$	бета
50	Sn-126	10^5	бета
52	Te-123	$24 \cdot 10^{23}$	Э.З.

52	Te-128	$1.5 \cdot 10^{24}$	2-бета
52	Te-130	10^{21}	2-бета
53	I-129	$1.57 \cdot 10^7$	бета
55	Cs-135	$2 \cdot 10^6$	бета.
57	La-137	$6 \cdot 10^4$	Э.З.
57	La-138	$1.35 \cdot 10^{11}$	Э.З.(68%бета(32))
60	Nd-144	10^{15}	альфа
60	Nd-145	10^{17}	альфа.
61	Pm-145	17.7	Э.З.
61	Pm-146	5.53	Э.З.
61	Pm-147	2.62	бета
62	Sm-146	$1.03 \cdot 10^5$	альфа
62	Sm-147	$1.06 \cdot 10^{11}$	альфа
62	Sm-148	$7 \cdot 10^{15}$	альфа
62	Sm-149	$>10^{16}$	альфа
64	Gd-152	$1.1 \cdot 10^{14}$	альфа
66	Dy-156	$>1.0 \cdot 10^{18}$	альфа
71	Lu-176	$3.6 \cdot 10^{10}$	бета
72	Hf-174	$2.0 \cdot 10^{15}$	альфа
72	Hf-182	$9 \cdot 10^6$	бета
73	Ta-180	$>1.0 \cdot 10^{13}$	Э.З(13),бета(,87)
74	W-174	$6 \cdot 10^{14}$	альфа
75	Re-187	$5 \cdot 10^{10}$	бета
76	Os-184	$>1 \cdot 10^{17}$	альфа
76	Os-186	$2 \cdot 10^{15}$	альфа
78	Pt-190	$6.1 \cdot 10^{11}$	альфа
82	Pb-204	$>1.4 \cdot 10^{17}$	альфа.
82	Pb-205	$1.5 \cdot 10^7$	Э.З..
83	Bi-208	$3.68 \cdot 10^5$	Э.З.

Литература

- [1] Б.С. Ишханов, И.М. Капитонов, Н.П. Юдин. Частицы и атомные ядра. М. Издательство ЛКИ, 2007, стр.339
- [2] Ядерная астрофизика. Под редакцией Ч. Барнса, Д. Клейтона, Д. Шрамма. Москва, "Мир", 1986
- [3] Г.В. Войткевич. Радиоактивность в истории Земли. Москва "Наука", 1970
- [4] Н.А. Шило, А.В. Дринков. Фенотипическая система атомов в развитии идей Д.И. Менделеева. Вестник СВНЦ ДВО РАН, 2007, №1, стр. 89-98
- {5} Г.Н. Флеров, А.И. Ильин. На пути к сверхэлементам. Москва, "Педагогика", 1982, стр.51
- [6] И.Грекова. Методические особенности прикладной математики. Вопросы философии 1976, №6, стр.113
- [7] Н.А. Шило, А.В. Дринков. К проблеме физики рудогенеза. Геология рудных месторождений, 2008, том 50, №4, с. 362-379.