



Рис. 1. Система изотопных ядер (конец системы). 1 — изотоп, 2 — наиболее устойчивый изотоп, 3 — изотоп наибольшего содержания, 4 — предсказанный изотоп, 5 — предсказанный главный изотоп

А. П. ЗНОЙКО

ПЕРИОДИЧЕСКИЙ ЗАКОН АТОМНЫХ ЯДЕР

ИЗОТОПЫ КОНЦА ПЕРИОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

(Представлено академиком С. И. Вавиловым 12 IX 1949)

Открытие периодической системы атомных ядер⁽¹⁾ позволило нам не только предсказывать еще не найденные изотопы и их свойства, но и предсказать элементы, следующие за известным № 96-Ст.

Появилась возможность указать массу предсказанных ядер, охарактеризовать их продолжительность жизни, энергию и тип излучения и другие ядерные свойства и подойти к выбору реакций их получения.

Настоящее сообщение имеет целью показать, что закономерно изменяющиеся свойства ядер в периодической системе свидетельствуют о наличии у элементов № № 97, 98, 99, 100 ядер с периодом полураспада, измеряемым годами, и, следовательно, доступных для синтеза и изучения в ближайшее время. Одновременно указываются еще неоткрытые наиболее устойчивые ядра (в данном случае главные изотопы) известных уже At — астатина, Rn — радона, Fr — франция, Pu — плутония и др., которые еще неизвестны, но, по нашему мнению, должны быть главными изотопами этих элементов.

В конце периодической системы атомных ядер остаются неоткрытыми еще очень многие изотопы, которые безусловно существовали в условиях генезиса элементов и могут быть открыты и синтезированы. Нами указано 142 ядра этих бесспорно существовавших или существующих изотопов, которые отмечены на рис. 1 треугольниками.

В принятых на рис. 1 координатах $\frac{Z}{A} - A$ нанесены изотопы элементов конца четвертого периода до Ra и элементов пятого периода, который после Ст продолжен нами до $Z = 100$.

Свойства атомных ядер элементов закономерно изменяются по каждой изотопической кривой (слева направо) отдельно для четных и нечетных значений Z . В пределах изотопного периода каждого элемента такое же закономерное изменение свойств ядер (сверху вниз) имеет место отдельно для четных и нечетных масс данного Z . Закономерные изменения в свойствах ядер наблюдаются и по диагоналям графика. Например, если брать ядра по диагонали: четные Z и четные массы — нечетные Z и нечетные массы, то они, как известно, будут всегда более устойчивы, чем ядра, расположенные по диагонали, проходящей через четные Z и нечетные массы — нечетные Z и четные массы.

Таким образом, периодическая система атомных ядер позволяет предвидеть существование и свойства неоткрытых еще изотопов и проверять эти предполагаемые свойства путем сравнения результатов, получаемых для данного изотопа при исследовании изменяющихся свойств ядер, например: по какой-либо изотопической кривой и затем по изотопам данного элемента, по изобарной вертикали и т. д. На рис. 1 нами нанесены все точки, соответствующие известным изотопам (2), и указаны тип излучения и период полураспада для радиоактивных ядер.

Устойчивые изотопы наибольшего содержания отмечены кружком, а наиболее устойчивые из радиоактивных — квадратом.

Все ядра, отмеченные треугольниками, это предсказанные изотопы, а предсказанные изотопы, наиболее устойчивые для данного элемента, отмечены треугольником с квадратом.

Исследование изотопических кривых рис. 1 показывает, что продолжительность жизни ядер (устойчивость) в V периоде после Ra возрастает слева направо для четных Z по каждой изотопической кривой до максимума, после чего закономерно падает. То же самое мы наблюдаем и для нечетных Z каждой кривой.

Постепенно при переходе к более высокому номеру изотопической кривой (сверху вниз) максимум устойчивости ядер отодвигается слева направо, указывая на существование наиболее устойчивых ядер последних элементов в правом нижнем углу диаграммы.

Покажем на примерах неизвестных ядер: U^{236} и Pu^{242} , что эти ядра являются очень долговечными. U^{236} показан на графике на изотопической кривой $j = 52$, которая описывает ядра четных масс. Так как U_{92}^{236} имеет Z четный, то проследим по $j = 52$ изменение τ для ядер четных Z . Как видно из рис. 1, τ четных Z изотопической кривой $j = 52$ и τ четных масс изотопного периода урана выражаются следующими величинами:

Для $j = 52$						
Z	88	90	92	94		
τ	6,7 лет	$1,39 \cdot 10^{10}$ лет	?	6000 лет		

Для $Z = 92$						
A	228	230	232	234	236	238
τ	9,3 мин.	20,8 дн.	70 лет	$2,35 \cdot 10^5$ лет	?	$4,5 \cdot 10^9$ лет

Следовательно, продолжительность жизни ядра U^{236} должна быть $\tau_{U^{236}} < 1,39 \cdot 10^{10}$ лет и > 6000 лет, одновременно, судя по изотопам урана $\tau_{U^{236}} > 2,35 \cdot 10^5$ и $< 4,51 \cdot 10^9$ лет. Уже такое полуколичественное рассмотрение гипотетического ядра U^{236} говорит о том, что продолжительность его жизни составляет не менее чем 10^6 лет.

Подобным образом можно прийти к заключению, что наиболее устойчивыми ядрами Pu являются еще неизвестные ядра Pu^{242} и Pu^{244} , из которых одно должно быть главным изотопом плутония.

Мы видим, что наиболее устойчивые ядра изотопов Ra^{226} , Th^{232} , U^{238} , массы которых отличаются друг от друга на 6 единиц, следуют правилу: $j_{z+2} = j_z + 2$, подобно главным изотопам на участке In , Sb , J , Cs , которые были описаны нами в сообщении (1).

Определение устойчивости изотопов у элементов № № 97, 98, 99, 100 экстраполированием по изотопическим кривым и изотопным периодам позволяет сделать заключение, что изотопы этих элементов, лежащие на кривой $j = 53$, имеют период полураспада, измеряемый многими годами.

Большую устойчивость имеют, например, ядра 97^{247} , 98^{250} , 99^{251} , 100^{254} .

Для изотопов элементов № № 97 — 100 могут быть предсказаны тип излучения и другие свойства. Так например, согласно правилу, что появившийся K -захват у ядер четных j обязателен для нечетных Z , а у ядер нечетных j — для четных и нечетных Z , можно сказать, что изотопы 97^{241} , 97^{242} , 98^{243} , 99^{245} , 99^{246} , 100^{247} будут иметь K -захват. Также следует считать, что, например, ядро 98^{250} будет иметь α -распад без K -захвата.

Понятным становится отсутствие в природе элементов At — Fg , так как изотопы этих элементов заканчивают IV ядерный период (до Ra) и должны иметь период полураспада, выражаемый часами и минутами.

Очевидно, что наиболее устойчивыми изотопами At , Rn и Fg являются не известные в настоящее время At^{210} , Rn^{222} и Fg^{223} , а нормальные, лежащие в своем (IV) структурном периоде ядра At^{209} , Rn^{212} и Fg^{213} , которые являются главными изотопами указанных элементов. Наличие у Fg^{223} β^- -излучения окончательно определяет в качестве главного изотопа Fg^{213} .

Нами указаны некоторые из выводов, являющихся результатом рассмотрения изотопов конца периодической системы атомных ядер. Очевидно огромное значение периодической системы для исследования.

В заключение я приношу благодарность Н. А. Новосельской за помощь при обработке материала и составлении статьи.

Поступило
3 IX 1949

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ А. П. Знойко, ДАН, 68, № 6 (1949). ² G. T. Seaborg and I. Perlman, Reviews of Modern Physics, 20, № 4, 585 (1948).