

Н. А. НОВОСЕЛЬСКАЯ

## ЕСТЕСТВЕННАЯ СИСТЕМА АТОМНЫХ ЯДЕР И ПРОБЛЕМА ЭЛЕМЕНТА 61

(Представлено академиком С. И. Вавиловым 5 VIII 1950)

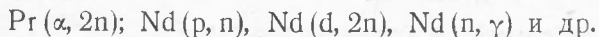
Опубликованное в марте этого года известие об искусственном получении изотопов элемента № 97 <sup>(1)</sup>, задолго до этого предсказанного автором открытия периодической системы атомных ядер А. П. Знойко <sup>(2)</sup>, заставляет вспомнить предсказания элементов, сделанные Д. И. Менделеевым.

Удивительное совпадение экспериментально определенных свойств синтезированных изотопов  $97^{243}$  и  $97^{244}$  с предсказанными А. П. Знойко свойствами для этих изотопов <sup>(3)</sup> говорит о том, что для ядерной физики становится очевидной необходимость рассмотреть весь накопленный экспериментальный и теоретический материал с точки зрения закономерностей, существующих в системе.

В настоящем сообщении мы хотим показать, что периодическая система атомных ядер позволяет решить одну из сложных проблем химии и физики ядра — проблему элемента 61, — вокруг которого уже в течение 30 лет продолжается международная дискуссия.

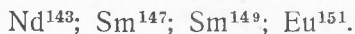
Большинство ученых утверждали невозможность существования элемента № 61 в природе, а данные, полученные Иллинойским университетом в 1926 г., оказались недостаточными и неубедительными.

В последнее время этот элемент был синтезирован в результате ядерных реакций:



Изучение периодической системы атомных ядер — анализ закономерного изменения свойств ядер по изотопическим кривым, изучение свойств изотопных периодов, изобарных и изотонических ядер позволяет сделать вывод о невозможности существования стабильных изотопов элемента 61.

Ядра известных 7 изотопов этого элемента <sup>(4,7)</sup>:  $61^{143}$ ,  $\tau = 200$  дней с радиоактивностью  $K, e^-, \gamma$ ;  $61^{144}$ ,  $\tau = 1$  год,  $K, \gamma$ ;  $61^{147}$ ,  $\tau = 4$  года,  $\beta^-$ ;  $61^{148}$ ,  $\tau = 5,3$  дня,  $\beta^-, \gamma$ ;  $61^{149}$ ,  $\tau = 47$  час.,  $\beta^-, \gamma$ ;  $61^{151}$ ,  $\tau = 12$  мин.,  $\beta^-$ ;  $61^{153}$ ,  $\tau < 5$  мин.,  $\beta^-$  не могут иметь устойчивых состояний для четных масс, а нечетные ядра имеют устойчивые соседние изобары соответственно:



Предсказываемые нами на основе периодической системы атомных ядер изотопы элемента 61 с массами: 141, 142, 145, 146, 150, 152 также не могут быть устойчивыми, так как ядра  $61^{142}$ ,  $61^{146}$ ,  $61^{150}$ ,  $61^{152}$  имеют

четные массы, а ядро с массой 141 имеет устойчивое изобарное ядро  $\text{Pr}^{141}$ .

Закономерно изменяющаяся устойчивость и тип излучения в системе позволяют определить для всех изотопных ядер элемента 61  $\beta$ -активность за исключением ядра  $61^{145}$ .

На рис. 1 показаны известные и предсказанные изотопы элемента 61 (тип излучения или предполагаемый период полураспада). Как видно на рис. 1, только один изотоп  $61^{145}$  не является  $\beta$ -радиоактивным.

Такой вывод в отношении этого еще неизвестного до настоящего времени ядра можно считать окончательным, поскольку изобарное ядро  $\text{Nd}^{145}$  имеет  $\beta^-$ -распад, а  $\text{Sm}^{145}$  может быть определен как позитронный излучатель с  $K$ -захватом.

На рис. 1 видно, что из 3 изобарных ядер  $\text{Nd}^{145}$ ,  $61^{145}$ ,  $\text{Sm}^{145}$  два крайних изобара превращаются в  $61^{145}$  путем  $\beta$ -перехода, и ядро  $61^{145}$ , очевидно, должно быть устойчивым по отношению к  $\beta$ -распаду. Следовательно, это ядро должно быть или устойчивым или  $\alpha$ -радиоактивным.

Отсутствие устойчивого ядра изотопа  $\text{Sm}$  указывает, что  $61^{145}$  не может быть устойчивым, так как для каждого устойчивого ядра с нечетным  $Z$  и нечетной массой имеется по

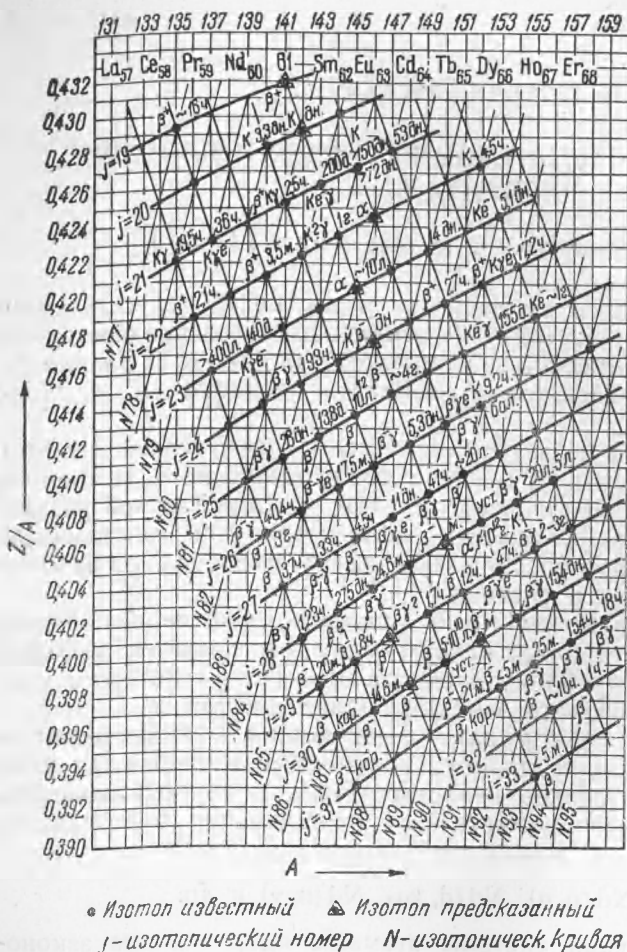


Рис. 1. Часть системы изотопных ядер  $\text{La} - \text{Dy}$

одному устойчивому изотопу, содержащему на один протон меньше или на один протон больше.

Это правило без исключения выполняется для элементов, следующих за кислородом. Таким образом, изотоп  $61^{145}$  может быть только  $\alpha$ -радиоактивным с превращением в устойчивое ядро  $\text{Pr}^{141}$ , которое является главным изотопом  $\text{Pr}$ .

К подобному заключению пришел также Ballou, вычисляя относительные устойчивости ядер элемента 61 по теории Bohr-Wheeler'a (5). Несмотря на затруднения в установлении продолжительности жизни для  $61^{145}$ , анализ закономерностей атомных ядер позволил найти путь к определению  $\tau$  для этого ядра.

Для подхода к определению продолжительности жизни  $61^{145}$  мы воспользовались изучением закономерностей изобарных ядер в системе,

что привело нас к важному заключению, сформулированному нами в виде следующего правила.

Из двух изобарных радиоактивных ядер конца системы ядро четного  $Z$  и нечетной массы с  $\beta^-$ -радиоактивностью имеет всегда меньший период полураспада, чем  $\alpha$ -радиоактивное изобарное ядро, в которое совершается  $\beta$ -переход (исключения могут быть только в конце структурных периодов и для сильно запрещенных  $\beta$ -переходов, являющихся очень редкими).

На основании установленного в последнее время периода полураспада для  $\beta^-$ -радиоактивного ядра  $\text{Nd}^{145}$ ,  $\tau = 10^{12}$  лет, указанное правило позволяет считать, что период полураспада изотопа  $61^{145}$  должен быть больше  $10^{12}$  лет или порядка этой величины. Но на участке лантанидов мы допускаем, что период полураспада  $61^{145}$  может быть несколько снижен, так как ядро соседнего элемента самария  $\text{Sm}^{152}$ , хотя и имеет такой же период полураспада  $10^{12}$  лет, однако является дважды четным ядром и имеет большую массу, поэтому следует ожидать у дважды нечетного, с меньшей массой ядра  $61^{145}$  некоторого снижения величины периода полураспада до  $10^7$ — $10^9$  лет. Все же продолжительность жизни  $61^{145}$  соизмерима с возрастом земли. Очевидно,  $61^{145}$  должен существовать в природе как  $\alpha$ -радиоактивный долгоживущий элемент, обнаружение которого в ближайшее время не вызывает сомнений.

Повидимому,  $61^{145}$  находится в виде примеси к редкоземельным элементам, но его концентрация настолько мала, что его трудно было обнаружить, учитывая недостаточную изученность лантанидов и трудность их разделения. Радиохимическим путем он пока еще не обнаружен вследствие своей слабой радиоактивности.

Мы считаем, что  $61^{145}$  может быть найден в качестве примесей к самарию.

Предсказанием ядра и свойств изотопа  $61^{145}$  нам удалось указать путь для окончания продолжительной дискуссии относительно этого интересного элемента. Нам кажется, что вопрос о наименовании элемента 61 должен быть решен после отыскания изотопа  $61^{145}$ . Сохранение за этим элементом одного из существующих названий иллиний, прометий, циклоний не будет иметь достаточных оснований после открытия в природе изотопа  $61^{145}$ .

Поступило  
13 VII 1950

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> S. G. Thompson, A. Ghiorso and G. T. Seaborg, Phys. Rev., 77, 838 (1950). <sup>2</sup> А. П. Знойко, ДАН, 68, № 5 (1949). <sup>3</sup> А. П. Знойко, ДАН, 69, № 2 (1949). <sup>4</sup> G. T. Seaborg and I. Perlman, Rev. of Mod. Phys., 20, 585, 4 (1948). <sup>5</sup> N. E. Ballou, Phys. Rev., 73, No. 6 (1949); 75, 1105, No. 7 (1949). <sup>6</sup> А. Иост, Г. Рэссель и К. Гарнер, Редкоземельные элементы и их соединения, 1949. <sup>7</sup> J. Matthauch и A. Flammersfeld, Isotopenbericht, 1949.