

ФИЗИКА

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⁽¹⁾, задолго до этого предсказанного автором открытия периодической системы атомных ядер А. П. Знойко⁽²⁾, 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⁽³⁾ 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:

$\text{Pr}(\alpha, 2n)$; $\text{Nd}(p, n)$, $\text{Nd}(d, 2n)$, $\text{Nd}(n, \gamma)$ и др.

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

Nd^{143} , Sm^{147} , Sm^{149} , Eu^{151} .

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 Pr^{141} .

Закономерно изменяющаяся устойчивость и тип излучения в системе позволяют определить для всех изотопных ядер элемента 61 β -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 β -радиоактивным.

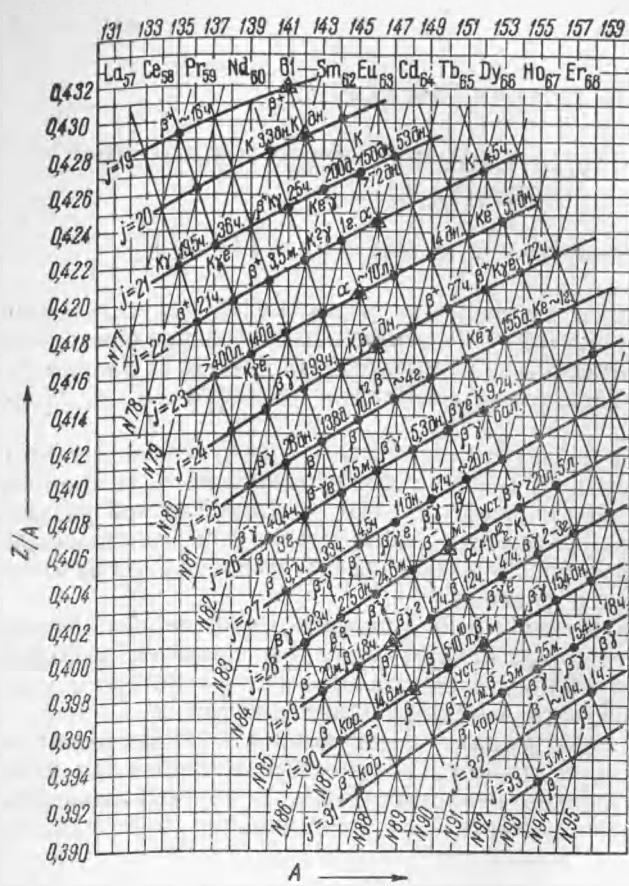


Рис. 1. Часть системы изотопных ядер La – Dy

одному устойчивому изотопу, содержащему на один протон больше.

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

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

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

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

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

один протон меньше

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 β^- -радиоактивностью имеет всегда меньший период полураспада, чем α -радиоактивное изобарное ядро, в которое совершается β -переход (исключения могут быть только в конце структурных периодов и для сильно запрещенных β -переходов, являющихся очень редкими).

На основании установленного в последнее время периода полураспада для β^- -радиоактивного ядра 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 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 α -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 самарии.

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

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