

ИЗ ТЕКУЩЕЙ ЛИТЕРАТУРЫ**ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАСС ЯДЕР ОСКОЛКОВ,  
ИСПУСКАЮЩИХ ЗАПАЗДЫВАЮЩИЕ НЕЙТРОНЫ**

Согласно гипотезе Бора и Уиллера, запаздывающие нейтроны, испускаемые после деления урана, рождаются в ядрах-осколках. Испусканию запаздывающих нейтронов предшествует  $\beta$ -распад на возбуждённый уровень, энергия которого выше энергии связи нейтрона. Таким образом, спадание нейтронной активности после облучения  $U^{235}$  должно происходить с периодом, равным периоду  $\beta$ -распада.

В подтверждение этой гипотезы были отделены продукты деления урана, с которыми связана эмиссия запаздывающих нейтронов<sup>1,2</sup>. Раствор уранилнитрата облучался потоком тепловых нейтронов от котла или циклотрона. После прекращения облучения раствор подвергался действию различных реактивов с целью отделения того или другого элемента и измерялась нейтронная активность осадка и фильтрата.

После ряда неудачных попыток Снелъ и сотрудники<sup>1</sup> отделили с бромом и иодом нейтронные активности с периодами, соответственно, в  $54 \pm 1$  и  $23,8 \pm 0,7$  сек. Уменьшение периода полураспада брома вызвано несовершенством химического отделения при быстром фильтровании.

Эти периоды были отождествлены с найденными Ганом  $\beta$ -активностями  $J^{137}$  с периодом  $30 \pm 6$  сек. и  $Bg^{87}$  с периодом  $50 \pm 10$  сек.  $Kr^{87}$  и  $He^{137}$ , которые накапливаются, соответственно, из J и Bg, являются вероятными излучателями запаздывающих нейтронов. Различие между радиохимическими выходами масс 87 и 137, определёнными соответственно в 2,5 и 6,2%, и выходами, полученными по эмиссии запаздывающих нейтронов и равными для Bg 0,045 — 0,13% и для J 0,32 — 0,96%, объясняется разветвлением в распаде (см. схему).

Задача химического отделения в короткий срок одного элемента из 31-го продукта деления урана является весьма сложной.

Шугарман<sup>2</sup> произвёл дополнительные исследования, чтобы ограничить выбор элементов, с которыми может быть связана эмиссия запаздывающих нейтронов. Измерялись пробеги в алюминии ядер осколков с 56-, 22-, 4,5- и 1,52-сек. нейтронными активностями.

Тонкий слой урана, обогащённого  $U^{235}$ , покрывался листочками алюминия и бакелитовым собирателем осколков и пневматически передвигался внутрь котла для облучения, а затем наружу для измерения. После облучения собиратель отделялся от образца и производилось измерение активности нейтронов. Для активности каждого периода получены кривые поглощения в форме:

$$A_t = k(R - t),$$

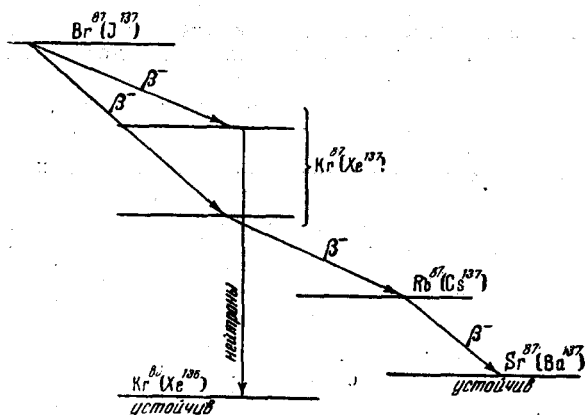
где  $A_t$  — активность ядра осколка, прошедшего через поглотитель толщины  $t$ ,  $k$  — постоянная, а  $R$  — пробег осколков.

Величины максимальных пробегов приведены в таблице на стр. 590.

Исправленные на толщину источника пробеги осколков, ведущих к эмиссии запаздывающих нейтронов

Период в сек . . .	4,51	55,6	1,52	22,0
Пробег в $\frac{мг}{с.м^2}$ Al . . .	$4,05 \pm 0,3$	$3,98 \pm 0,06$	$3,63 \pm 0,12$	$3,21 \pm 0,3$

Из кривой <sup>\*</sup>), выражающей зависимость пробега ядер осколков от массы, по известному пробегу была произведена оценка масс соответствующих ядер. При этом массы, выход которых меньше выхода нейтронов, исклю-



чались. Масса осколка с периодом в 4,51 сек. найдена равной 86—90, а масса с периодом в 1,52 сек. — 129—135. Из рассмотрения возможных цепей распада следует, что первый период может быть связан с Se или с Br, а второй — с In, Sn или Sb.

Попытка химического отделения 4,51-сек. периода с Se не удалась. Химическое отделение Br привело к отделению этой активности вместе с 55,6-сек., что указывает на химическую идентичность элементов, связанных с этими активностями. Масса 4,51-сек. брома определена 86—90 массовых единиц. Вычисленная по Бору и Уиллеру максимальная энергия  $\beta$ -распада  $Br^{86}$  равна 1,5 MeV, что меньше энергии испарения нейтронов из  $Kr^{86}$ , являющегося продуктом этого распада. Следовательно,  $Br^{86} \rightarrow Kr^{86}$  не может являться источником запаздывающих нейтронов, и масса 86 исключается.

Таким образом, масса ядер, испускающих запаздывающие нейтроны 4,51-сек. периода, может иметь одно из значений от 87 до 90.

Отделение 1,52-сек. активности химическим способом не проводилось. Явление запаздывания нейтронной эмиссии должно приводить к скачкам в плавной кривой выхода продуктов деления урана в зависимости от массы. Действительно, если 4,51-сек. нейтронная активность Br имеет выход 0,5%, то итоговый выход брома из-за нейтронной эмиссии будет меньше

<sup>\*</sup>) В неопубликованной работе Шугармана.

на 0,5%, что составляет около 10% полной доли брома в продуктах деления, а выход элемента с массой на единицу меньшей увеличится на 10%. Это было использовано для оценки массы 22,0-сек. иода.

Тод и Грагам<sup>3</sup> при определении относительных выходов благородных газов, образуемых при делении урана, получили, что выход  $\text{Xe}^{136}$  на 15% ниже  $\text{Xe}^{137}$ , тогда как должно быть обратное вследствие плавного роста с массой кривой выхода в этой области и вследствие дополнительного выхода из-за запаздывающих нейтронов, которые по Снелю испускаются массой 137. Более вероятно предположить поэтому, что масса 22,0-сек. иода равна 136. Это вносит некоторые изменения в схему Снеля.

*О. И. Козинец*

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. A. Snell, J. S. Levinger и др. Phys. Rev. 72, № 7 (1947).
  2. N. Sugarman, J. Chem. Phys. 15, № 8 (1947).
  3. H. G. Thode, R. L. Graham, Can. J. Research 25, 1 (1947).
-