

стабильного состояния достаточна для преодоления химической связи и вылета образующихся радиоактивных ядер Br^{80} из молекул.

Таким образом, в результате этой работы было не только обнаружено физическое разделение ядерных изомеров брома, но и выяснен механизм, с помощью которого осуществляется это разделение.

В. Лешковцев

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. E. Segre, R. Halford, G. Seaborg, Phys. Rev. 55, 321 (1939).
2. Л. И. Русинов и А. С. Карамян, ДАН СССР, LV № 7, 603 (1947).
3. А. С. Карамян и Л. И. Русинов, ДАН СССР, LVIII, № 4, 573 (1947).
4. А. С. Карамян, ДАН СССР, LXIV, № 4, 491 (1949).
5. L. Szilard, T. Chalmers, Nature 134, 462 (1934).
6. L. Roussinow, A. Yousephovich, Journ. of Physics 3, 281 (1940).
7. R. Fleischman, Zeits. f. Physik 107, 305 (1935).
8. Л. Русинов и А. Юзефович, ДАН СССР, XX, 647 (1938).
9. P. C. Capron, G. Stokkink a. M. Meersche, Nature 157, 806 (1946).
10. Л. И. Русинов и А. А. Юзефович, ДАН СССР, XXII, 580 (1939).

НОВЫЙ РАДИОАКТИВНЫЙ РЯД

Как известно, в природе имеется три радиоактивных семейства (урано-радиевое, ториевое и актиниевое), для которых массовые числа выражаются соответственно формулами $4n + 2$, $4n$, $4n + 3$. Четвёртое семейство с массовыми числами, выражающимися формулой $4n + 1$, было получено искусственно (семейство нептуния). Время от времени к этим четырём семействам добавлялись отдельные искусственно полученные изотопы. Штудиру и Гайду*) удалось получить и отождествить целую цепочку из пяти изотопов, начинающаяся с изотопа протактиния Pa^{230} и являющаяся побочной ветвью урано-радиевого семейства. На рис. 1 показано положение элементов этого «протактиниевого» ряда в урано-радиевом семействе.

При бомбардировке ториевых мишеней (диски диаметром 8 см и толщиной 5 мм) в 60-дюймовом циклотроне Калифорнийского университета дейтеронами с энергией 19 MeV (100 микроампер-часов) или α -частицами с энергией 38 MeV (39 микроампер-часов) среди прочих осуществлялись также реакции ($d, 4n$) и ($\alpha, p5n$), приводящие к образованию протактиния.

Однако бомбардировка приводит также к целому ряду других реакций расщепления. Кроме того, имеет место также индуцированное деление Th^{232} . Всё это осложняет определение схемы распада и отождествление полученных элементов. Для определения изотопов протактиниевого ряда с той части ториевой мишени, которая подверглась бомбардировке, снимался верхний слой (около 15 г тория), растворялся, и протактиниевая и урановая фракции отделялись химическим путём от других продуктов расщепления и деления ядер. Дальнейшие исследования проводились над этими двумя фракциями.

1. Уран.

Исследование урановой фракции показало её распад с периодом около трёх недель. Такой период может быть приписан лишь изотопам урана

*) M. H. Studier and E. K. Hyde, Phys. Rev. 74, 591 (1948).

с атомным номером 231 и меньше. Поскольку урановая фракция с такими свойствами получается, в частности, при бомбардировке тория дейтеронами массовое число 231 следует исключить.

Точное определение периода полураспада урана производилось по урану, извлекаемому из протактиниевой фракции. Наличие Ra^{233} и Ra^{231} не

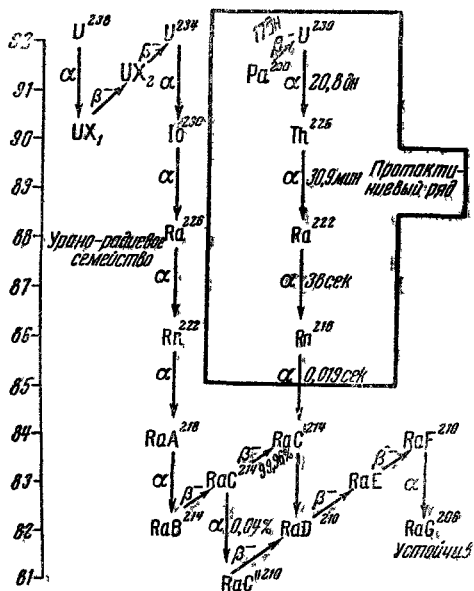


Рис. 1.

минут для первого продукта распада урана, т. е. для Th^{230} . Химическое отделение тория подтвердило наличие периода в 31 минуту в выделенной ториевой фракции.

Более точное определение периода производилось по изменению активности ядер отдачи, остающихся в счетчике после удаления образца урана. Период оказался равным 30,9 минуты. Следует заметить, что при этом была замечена также дополнительная активность с периодом $\sim 0,5$ минуты. Как будет видно ниже, её следует приписать Ra^{223} .

3. Радий.

В химически отделенном радии α -радиоактивность не обнаруживалась. Отсюда следует, что период полураспада Ra^{223} не больше одной минуты. Отмеченное выше наличие активности ядер отдачи с периодом $\sim 0,5$ минуты следует приписать именно Ra^{223} , так как последующие продукты распада Rn^{218} и RaC' обладают значительно меньшими периодами.

Выделяя Th^{230} , внося его в счетчик и затем удаляя его, удалось найти по изменению активности ядер отдачи период полураспада Ra^{223} . Он оказался равным 38,0 сек.

4. Радон.

Верхний предел для периода полураспада радона был установлен следующим образом. Газ, выходящий из кипящего раствора U^{230} , быстро подавался непосредственно в α -счетчик. Тем не менее никакой активности не

сказывалось на измерениях, так как первый из перечисленных изотопов дает долго живущий U^{233} , а второй сам является долго живущим. Чтобы исключить влияние изотопа Ra^{223} (период полураспада 1,33 дня; в результате распада образуется U^{232} с периодом 70 лет), протактиниевая фракция выдерживалась в течение 16 дней, в результате чего количество Ra^{223} уменьшалось в 1000 раз. После этого отделялся образующийся уран, помещался в счетчик и исследовалась его радиоактивность. По кривой α -распада был найден период полураспада, равный 0,8 дня.

2. Торий.

Исследование изменения величины активности урана со временем вскоре после его отделения показало, что в течение четырех часов она практически достигает максимума, увеличиваясь при этом в пять раз. Это значит, что уран имеет четыре быстро распадающихся дочерних изотопа, испускающих α -частицы. По кривой нарастания активности был определен период полураспада в 30

было обнаружено. Это указывает на то, что период полураспада Rn^{218} не более одной секунды.

Для его точного определения была сконструирована простая электронная схема, служащая для измерения интервала времени между двумя последовательными испусканиями α -частиц (рис. 2). Среднее значение интервала между распадом Ra^{223} и Rn^{218} даёт среднее время жизни Rn^{218} , откуда умножением на 0,693 находится период полураспада. Импульс от α -счётчика запирает лампу T (см. рис. 2), конденсатор C заряжается и пятно на осциллографе отклоняется в сторону до тех пор, пока следующий импульс от α -счётчика не отпрёт лампу, после чего пятно осциллографа возвращается обратно. Время отклонения пятна осциллографа и является временем между двумя α -распадами. Хотя число случайных совпадений можно

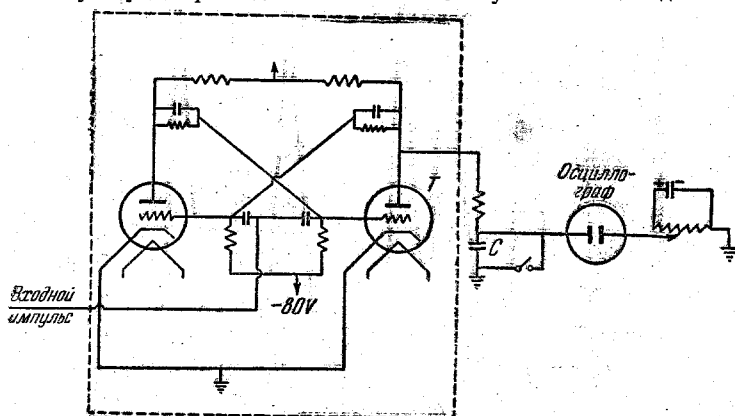


Рис. 2.

уменьшить, производя измерения на малых интенсивностях и пользуясь счётчиками с низким фоном, всё же совершенно избавиться от них нельзя. Поэтому влияние случайных совпадений специально рассчитывалось и исключалось из полученных результатов. Для измерения периода полураспада Rn^{218} в счётчик помещался образец U^{230} . Поскольку измерялись интервалы времени до 0,2 сек., период полураспада RaC' не мог регистрироваться, как слишком малый, а период Ra^{223} — как слишком большой. По результатам измерений был двумя способами найден период полураспада Rn^{218} , оказавшийся равным 0,019 сек.

5. Протактиний.

Исследование Ra^{230} затрудняется наличием изотопа Ra^{226} , для которого период равен 27,4 дня, что близко к периоду Ra^{230} . Поэтому применялись косвенные методы определения периода полураспада. Грубая оценка (~ 2 недели) получалась по измерению активности урановых фракций, отделяемых от Ra через равные промежутки времени. Для более точного определения образец Ra^{230} наносился на платиновый диск и исследовался ход α -активности образца. Зная найденный из опыта период полураспада для U^{230} , можно вычислить по графику изменения α -активности период полураспада Ra^{230} . Он оказался равным 17 дням.

6. Энергия α -частиц.

Определение энергии испускаемых α -частиц производилось с помощью 48-канального дифференциального импульсного анализатора, каждый канал которого регистрирует импульсы от α -частиц, энергии которых лежит в определённых узких пределах. Зависимость числа импульсов от номера

канала показана на рис. 3 (энергия растёт с увеличением номера канала). На рисунке ясно видно пять групп α -частиц, соответствующих энергиям 5,85 MeV, 6,30 MeV, 6,51 MeV, 7,12 MeV и 7,7 MeV. Последняя группа α -частиц отождествляется с α -частицами от RaC' . Обнаружение α -частиц RaC' , являющегося конечным изотопом протактиниевой ветви урано-радиевого семейства, подтверждает правильность отождествления предшествовавших изотопов. Первая группа (5,85 MeV) соответствует α -частицам от U^{230} . Это показано двумя способами: 1) анализ спектра α -частиц от образца U^{230} , в котором ещё не успели образоваться дочерние изотопы, показывает

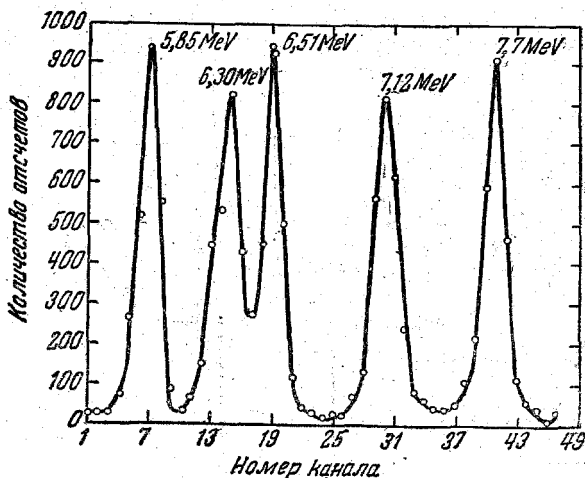


Рис. 3.

наличие большого пика для энергии 5,85 MeV; 2) анализ активности ядер отдачи от U^{230} показывает наличие α -частиц всех перечисленных выше энергий, кроме 5,85 MeV.

Отождествление остальных трёх значений энергии затрудняется короткими периодами полураспада изотопов. Если считать, что энергия α -частиц растёт с уменьшением периода полураспада, то Th^{230} следует приписать энергию 6,30 MeV, Ra^{223} — 6,51 MeV и Rn^{218} — 7,12 MeV.

Э. Бурштейн

ДИАПАЗОН ЧАСТОТ, НЕОБХОДИМЫЙ ДЛЯ ХОРОШЕЙ ПЕРЕДАЧИ РЕЧИ И МУЗЫКИ*)

В результате работ ряда авторов давно было известно, что для высококачественной, так называемой «натуральной» передачи речи и музыки необходима передача частот в диапазоне от 30 до 15 тысяч герц. Однако в 1945 г. была опубликована довольно тщательно выполненная работа Чинна и Айзенберга¹, из которой следует, что в случае одноканального (моноаурального) воспроизведения звука большинство слушателей предпочитает «укороченный» диапазон, ограниченный сверху частотой 5000 гц. Для объяснения этого результата можно высказать три предположения.

*) Н. F. Olson, Journ. Acoustical Soc. Amer. 19, 549 (1947).