

С 341.2Г

Ф-716

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

29, 1968,

31/VIII - 67

77, В2, сф 239-241



P7 - 3423

Г.Н. Флеров, А.Г. Демин, В.А. Друин, Ю.В. Лобанов,
В.Л. Михеев, С.М. Поликанов, В.А. Щеголев

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ

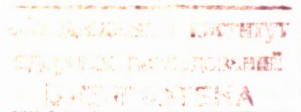
О СВОЙСТВАХ ИЗОТОПА ²⁵⁶102

1967.

Р7 - 3423

Г.Н. Флеров, А.Г. Демин, В.А. Друин, Ю.В. Лобанов,
В.Л. Михеев, С.М. Поликанов, В.А. Щеголев

О СВОЙСТВАХ ИЗОТОПА $^{256}_{102}$



5191/1 мр.

В настоящее время известно несколько работ, в которых изучался как α -распад изотопа $^{256}_{102}\text{U}$ ^{/1,2,3,4/}, так и спонтанное деление ^{/5,6,4/}. Впервые изотоп $^{256}_{102}\text{U}$ был синтезирован в Лаборатории ядерных реакций ОИЯИ в реакции $^{238}\text{U} (^{22}\text{Ne}, 4n) ^{256}_{102}\text{U}$ ^{/1/}. Идентификация проводилась по химически выделенным атомам ^{252}Fm , являющегося продуктом α -распада изотопа $^{256}_{102}\text{U}$. Было показано, что α -распад изотопа $^{256}_{102}\text{U}$ происходит с периодом полураспада около 8 сек. Из приведенных в статье ^{/1/} экспериментальных данных следует, что точность определения периода полураспада была не лучше 40%.

В дальнейшем для изучения свойств изотопа $^{256}_{102}\text{U}$ была использована методика, позволявшая регистрировать α -частицы непосредственно от распада $^{256}_{102}\text{U}$. Сущность методики сводилась к следующему. Продукты ядерных реакций выбивались из мишени за счет импульса бомбардирующего иона, тормозились в гелии и увлекались струей газа, выходявшей из отверстия диаметром 0,5 мм. Струя переносила атомы отдачи на металлические сборники. Сборники периодически перемещали адсорбированные атомы отдачи к поверхностно-барьерным $\text{Si} - \text{Au}$ детекторам. Используемая электронная система позволяла проводить время-амплитудный анализ импульсов.

В работе ^{/2/} изучалась реакция $^{238}\text{U} (^{22}\text{Ne}, 4n)$, и для изотопа $^{256}_{102}\text{U}$ было получено $E_{\alpha} = 8,41 \pm 0,03$ Мэв и $T_{1/2} = 6 \pm 2$ сек.

В работе ^{/3/} изотоп $^{256}_{102}\text{U}$ синтезировался в реакции $^{242}\text{Pu} (^{18}\text{O}, 4n)$ и для него было получено $E_{\alpha} = 8,42 \pm 0,03$ Мэв и $T_{1/2} = 9 \pm 3$ сек.

Полученные в Лаборатории ядерных реакций ОИЯИ данные были подтверждены опытами, выполненными в Калифорнийском университете с аналогичной

методикой ^{/4/}. В этой работе для синтеза изотопа ²⁵⁶102 были использованы реакции ²⁴⁸Cm(¹²C, 4n), ²⁴⁸Cm(¹³C, 5n) и ²⁴⁶Cm(¹³C, 3n). Для ²⁵⁶102 было получено $E_{\alpha} = 8,43$ Мэв и $T_{1/2} = 3,2 \pm 0,2$ сек. Во всех этих работах ^{/2-4/} обращает на себя внимание совпадение с точностью 0,2–0,3% значений энергий α -частиц и существенно меньшая точность значений для периода полураспада. Связано это с тем, что из-за малости поперечных сечений наблюдаемые эффекты малы. При реализуемом в опытах энергетическом разрешении ~ 50 кэв высокую точность определения энергии можно обеспечить даже при регистрации всего нескольких десятков актов распада. Что же касается периода полураспада, то для обеспечения достаточно высокой общей эффективности регистрации при циклической работе установок наблюдение временной зависимости распада ведется лишь в течение 2–4 периодов полураспада. При этом из-за статистических ошибок даже при регистрации более сотни распадов точность определения $T_{1/2}$ будет не лучше 10%. При наличии же источников фона, связанных в основном с загрязнениями мишеней микроколичествами свинца, точность определения $T_{1/2}$ еще более снижается. На примесях свинца при облучении тяжелыми ионами с сечениями, превышающими на несколько порядков сечения образования изотопов трансурановых элементов, образуются изотопы в области Po–Ra, обладающие примерно теми же E_{α} и $T_{1/2}$, что и изотопы трансурановых элементов. В частности, источником фона при синтезе изотопа ²⁵⁶102 в работе ^{/4/} являлся изотоп ²¹⁴Pb, имеющий $E_{\alpha} = 8,43$ Мэв и $T_{1/2} = 4$ мсек. Наблюдаемый распад этого изотопа определялся периодом полураспада его материнского ядра ²¹⁴Pb. ²¹⁴Pb имеет $T_{1/2} = 2,6$ сек, примерно в 0,1% случаев испытывает электронный захват и образуется на примесях свинца в реакциях ²⁰⁸⁻²⁰⁹Pb(¹²⁻¹³C, 4–7n).

Целью настоящей работы было уточнение значений $T_{1/2}$ изотопа ²⁵⁶102, данных в работах ^{/2,3/}. Для синтеза изотопа ²⁵⁶102 использовались те же самые реакции ²³⁸U(²²Ne, 4n) и ²⁴²Pu(¹⁸O, 4n) и та же самая аппаратура, что и в работах ^{/2,3/}. Существенным отличием опытов, выполненных в настоящей работе, от ранее выполненных ^{/2,3/} является то, что за счет разработки новой методики очистки мишеней от свинца содержание его в использованных нами мишенях было примерно в сто раз ниже, чем в первых опытах ^{/2,3/}. Полученные нами экспериментальные данные представлены на рис. 1 и 2.

Для периода полураспада изотопа $^{256}_{102}$ получено значение $3,7 \pm 0,5$ сек, что хорошо согласуется с данными работы ^{/4/}.

Из данной работы можно сделать некоторые выводы и относительно спонтанного деления $^{256}_{102}$. Впервые опыты по спонтанному делению изотопа $^{256}_{102}$ были проведены в работе ^{/5/}. При облучении ^{238}U ионами ^{22}Ne наблюдались осколки спонтанного деления ядер с $T_{1/2} \approx 10$ сек. На основании совпадения в пределах ошибок полученного значения $T_{1/2}$ со значением $T_{1/2} \approx 8$ сек, данным для изотопа $^{256}_{102}$ в работе ^{/1/}, наблюдаемые осколки спонтанного деления были приписаны изотопу $^{256}_{102}$. Из соотношения выходов спонтанно-делящегося продукта и изотопа $^{256}_{102}$, наблюдаемого по α -распаду при облучении ^{238}U ионами ^{22}Ne , был сделан вывод, что парциальный период спонтанного деления изотопа $^{256}_{102}$ составляет 1500 сек. В работе ^{/6/} при облучении ^{242}Pu ионами ^{18}O также были зарегистрированы осколки спонтанного деления ядер с $T_{1/2} = 8,2 \pm 1,0$ сек, отнесенные авторами к распаду изотопа $^{256}_{102}$.

Попытка оценить парциальный период полураспада для спонтанного деления была сделана также в работе ^{/4/}, где было указано, что отношение вероятностей спонтанного деления и α -распада для изотопа $^{256}_{102}$ составляет $\approx 1/200$.

Определенные по осколкам спонтанного деления значения периода полураспада для изотопа $^{256}_{102}$ ≈ 10 сек ^{/5/} и $8,2 \pm 1,0$ сек ^{/6/} существенно больше, чем в последних измерениях этой величины по прямому наблюдению α -распада в соответствии с данными настоящей работы и работы ^{/4/}. Это различие статистическими ошибками объяснить чрезвычайно трудно. Наблюдаемый в работах ^{/5,6/} эффект, по-видимому, связан с каким-либо спонтанно-делящимся изомером ^{/7/} с $Z \leq 102$ и $T_{1/2} \approx 8$ сек. В настоящее время известно уже несколько спонтанно-делящихся изомеров с различными периодами полураспада, образующихся в реакциях передачи с тяжелыми ионами. В частности, известен спонтанно-делящийся изомер с $Z \leq 100$ и $T_{1/2} \approx 3,5$ сек ^{/8/}. Разделение эффектов от этого и других изомеров и спонтанного деления изотопа $^{256}_{102}$ представляется сложной экспериментальной задачей. В соответствии с этим приведенные в работах ^{/5,4/} оценки периода спонтанного деления изотопа $^{256}_{102}$ следует рассматривать лишь как нижнюю границу.

Л и т е р а т у р а

1. Е.Д. Донец, В.А. Шеголев, В.А. Ермаков. Атомная энергия, 16, 195 (1964).
2. В.А. Друин, Г.Н. Акашев, А.Г. Демян, Ю.В. Лобанов, Б.В. Фефилов, Г.Н. Флеров, Л.П. Челноков. Атомная энергия, 22, в. 2, 127 (1967).
3. Г.Н. Флеров, С.М. Поликанов, В.Л. Михеев, В.И. Илюшенко, В.Ф. Кушнирук, М.Б. Миллер, А.М. Сухов, В.А. Шеголев. ЯФ, 5, 1186 (1967).
4. A.Ghiorso, T.Sikkeland, M.J.Nurmia. Phys.Rev.Lett,18,N11,401 (1967).
5. В.А. Друин, Н.К. Скобелев, Б.В. Фефилов, Г.Н. Флеров. Препринт ОИЯИ, Р-1580, Дубна 1964.
6. В.И. Кузнецов, Ю.В. Лобанов, В.П. Перельгия. Ядерная физика 4, 457(1966).
7. G.N.Flerov,S.M.Polikanov. Nuclear Fission, Comptes Rendus du Congres Intern.de Physique Nucleaire, Paris 2-8 Juillet 1,p.407, 1964.
8. В.А. Друин, Н.К. Скобелев, Б.В. Фефилов, В.И. Кузнецов, Ю.В. Лобанов, Ю.Ц. Оганесян. Препринт ОИЯИ Р-1651, Дубна 1964.

Рукопись поступила в издательский отдел
30 июня 1967 г.

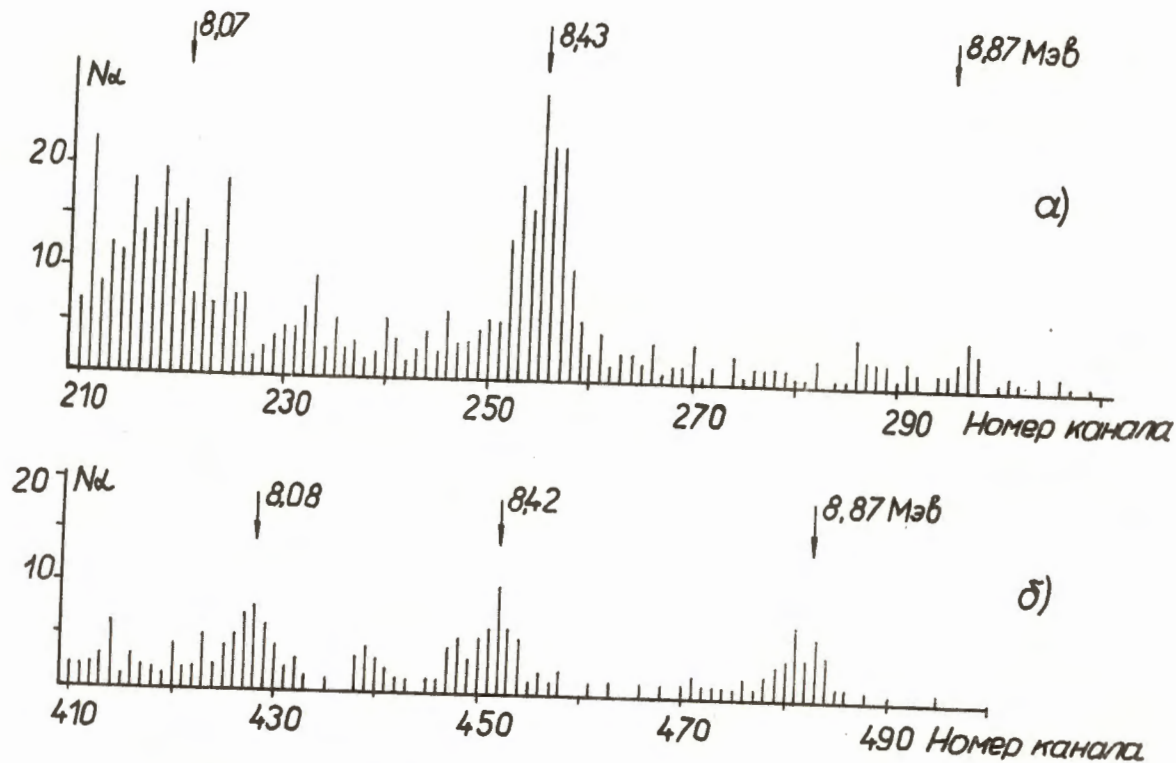


Рис. 1. Спектры α -частиц, полученные при облучении мишеней из ^{242}Pu ионами ^{18}O (а), ^{238}U ионами ^{22}Ne (б). Группы α -частиц с энергиями 8,43 МэВ (а) и 8,42 МэВ (б) относятся к изотопу ^{256}Pu . Точность определения энергии α -частиц составляет $\pm 0,03$ МэВ.

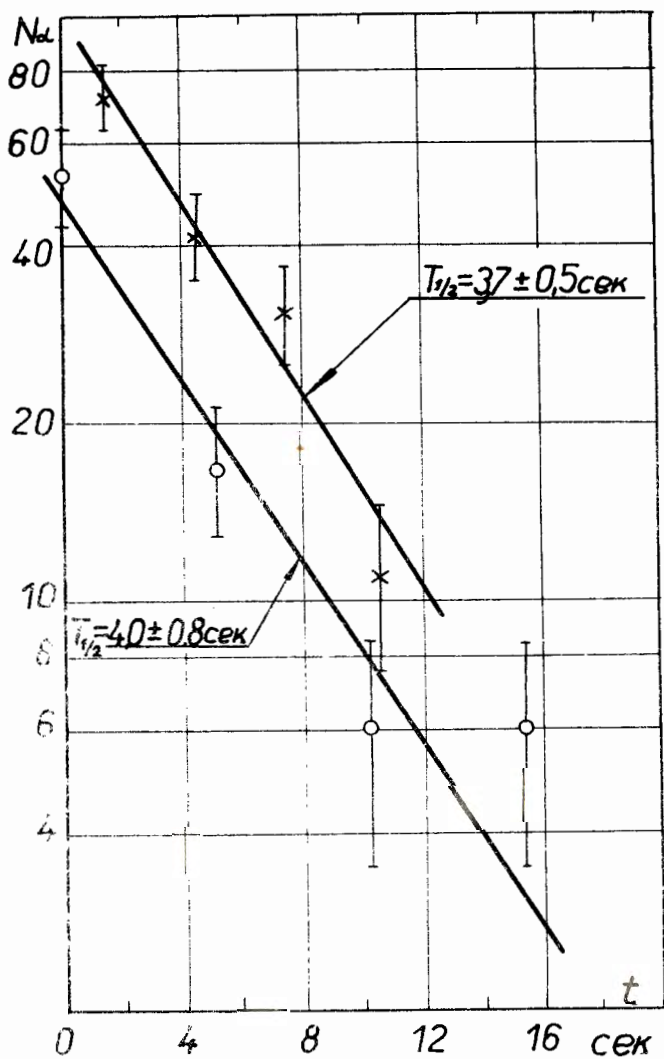


Рис. 2. Кривые распада $^{102}_{256}\text{Pu}$, полученные при облучении ^{242}Pu ионами ^{15}O (X) и при облучении ^{238}U ионами ^{22}Ne (O)