

08

12  
П27



ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ

---

В.П. Перелыгин, С.П. Третьякова

P 1258

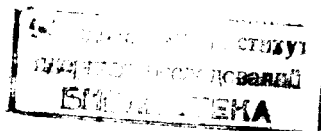
ПЕРИОД ПОЛУРАСПАДА  
СПОНТАННО ДЕЛЯЩЕГОСЯ ИЗОМЕРА

*ИС ЭТФ, 1963, т 45, в 4, с 863-866.*

В.П. Перелыгин, С.П. Третьякова

P 1258

ПЕРИОД ПОЛУРАСПАДА  
СПОНТАННО ДЕЛЯЩЕГОСЯ ИЗОМЕРА



Дубна 1963 год

В предыдущих работах <sup>/1,2/</sup> описаны опыты по обнаружению и идентификации спонтанного деления изомера с аномально коротким периодом полураспада, полученного при облучении  $U^{238}$  ионами  $O^{16}$  и  $Ne^{22}$ .

Период полураспада этого изомера был определен равным  $17 \pm 8$  мсек <sup>/2/</sup>. Последующие опыты <sup>/3/</sup> показали, что спонтанное деление с очень коротким периодом полураспада наблюдается также при взаимодействии ускоренных ионов  $Ne^{20}$  и  $B^{11}$  с  $U^{238}$ . Однако периоды полураспада, полученные из соотношения импульсов, зарегистрированных на двух ионизационных камерах, не позволили сделать заключения о том, что в этих реакциях наблюдается один и тот же изомер <sup>/3/</sup>.

Настоящие опыты были предприняты с целью получения более достоверных сведений о периоде полураспада спонтанно делящегося изомера.

Такие сведения необходимы для идентификации данного изомера, получаемого в различных реакциях. Облучения  $U^{238}$  ионами  $O^{16}$ ,  $Ne^{20}$ ,  $Ne^{22}$  производились на внутреннем пучке циклотрона У-300 Лаборатории ядерных реакций ОИЯИ. Использовалась установка, описанная в работах <sup>/1,2/</sup>, дополнительно оборудованная полупроводниковым детектором для измерения энергий ускоренных ионов <sup>/3/</sup>.

В качестве детекторов осколков деления ядер использовались ядерные фотоэмульсии типа П-8.

Регистрация деления ядер с помощью фотоэмульсий обладает рядом преимуществ при работе на внутреннем пучке циклотрона по сравнению с ионизационными камерами. Во-первых, регистрация координат и углов треков осколков деления в фотоэмульсии позволяет определить время между образованием и распадом ядер этого изомера и затем определить период полураспада по методу наибольшего правдоподобия <sup>/4/</sup>.

Применение большого числа ионизационных камер при работе на внутреннем пучке не представлялось возможным.

Во-вторых, ядерные фотоэмульсии при прочих равных условиях имеют более высокую эффективность регистрации осколков от деления ядер по сравнению с ионизационными камерами /или полупроводниковыми детекторами/, импульсы от которых необходимо блокировать на время ускорения ионов в циклотроне.

Фотоэмульсии обладают малым собственным фоном при регистрации деления ядер. Согласно нашим измерениям, фон составил менее одного события на 10 микроампер-часов облучения ионами кислорода или неона. Недостатком применения ядерных фотоэмульсий является невозможность получения сведений о регистрации актов спонтанного деления ядер в процессе опыта. Это обстоятельство делает неудобным их применение при поисках новых спонтанно делящихся ядер. В опытах по измерению периодов спонтанного деления использовалось одновременно десять фотопластинок типа П-8. Геометрия размещения фотопластинок приведена в работе <sup>/2/</sup>.

Для предохранения фотопластинок от отслаивания в вакууме производилась их обработка в смеси равных частей воды, глицерина и спирта. Затем фотопластины маркировались осколками от деления  $U^{235}$  тепловыми нейтронами. Маркировка производилась для контроля за процессом облучения и последующей фотографической обработки.

Опыты по измерению периодов спонтанного деления производились как в вакууме, так и в атмосфере аргона с метаном при давлении 150 мм рт.ст. Газовое наполнение системы применялось для охлаждения мишени, коллектора ионов, входной фольги и сборника ядер отдачи. Введение газового охлаждения позволило повысить интенсивность пучков ионов кислорода и неона до 5-7 микроампер и за счет этого сократить время облучения на циклотроне.

После экспозиции фотопластины П-8 проходили стадию окисления в парах воды при температуре  $35^{\circ}\text{C}$  в течение двух-четырех часов, а затем проявлялись в железосоосалатном проявителе в течение полутора-двух часов при  $15^{\circ}\text{C}^{1/5}$ . Перед сушкой фотопластины пропитывались в растворе глицерина, что уменьшало коэффициент усадки фотоземлюльсий до 1,2-1,6. Просмотр проявленных фотопластинок производился при увеличении 300X-400X последовательно двумя наблюдателями, чтобы уменьшить пропуск следов осколков деления.

Период полураспада определялся для каждого облучения из известной геометрии расположения фотопластинок, периода вращения сборника ядер отдачи и числа найденных на каждой фотопластинке треков. Геометрические эффективности регистрации актов деления, имевших место на сборнике, были одинаковыми для всех фотопластинок. Эффективность регистрации актов спонтанного деления на фотопластинках равнялась  $1/50 \pm 7\%$ . Она определялась конечными размерами фотопластинок, слоем газа, защитной алюминиевой фольгой между сборником ядер отдачи и фотопластинками, вбиванием ядер отдачи на глубину до 2 мк в алюминиевый сборник, пропуском крутопогруженных треков при просмотре. Фотопластины охватывали  $2/5$  окружности сборника ядер отдачи. Таким образом, геометрическая эффективность фотопластинок была близка к 20% от полного телесного угла для сборника ядер отдачи. Следует отметить, что несмотря на защитную алюминиевую фольгу при облучениях с газом первая фотопластинка обычно покрывалась вуалью из-за нагревания или из-за воздействия ионизованного газа. Это обстоятельство делало невозможным просмотр первых фотопластинок в части опытов.

В настоящей серии опытов наиболее подробно была исследована зависимость сечений образования и периодов спонтанного деления для взаимодействия ионов  $O^{16}$  с  $U^{238}$  при различных энергиях. Оказалось, что в пределах ошибок измерений периоды полураспада совпадают при энергиях ионов  $O^{16}$  от 92 до 119 Мэв /таб. 1/, независимо от наличия или отсутствия смеси охлаждающих газов.

Итак, в опытах с ионами  $O^{16}$  не было обнаружено никаких указаний на существование изомеров с периодами полураспада, отличными от измеренного.

Измерения периодов полураспада производились также для взаимодействия с  $U^{238}$  ионов  $Ne^{20}$  и  $Ne^{22}$ .

Эти периоды в пределах ошибок совпадают с периодом, полученным из опытов с ионами  $O^{16}$  /таб. 1/.

Т а б л и ц а I

	Реакция			T I/2 мсек	Вращение сбор- ника	Давление газа мм рт.ст.
1	$U^{238} + O^{16}$	92	47	$14,1 \pm 4$	↷	150
2	$U^{238} + O^{16}$	96	87	$10,7 \pm 2$	↷	150
3	$U^{238} + O^{16}$	101,0	120	$10,5 \pm 1,7$	↷	вакуум
4	$U^{238} + O^{16}$	103	203	$15,2 \pm 2,2$	↷	150
5	$U^{238} + O^{16}$	111,5	35	$15 \pm 4,2$	↷	вакуум
6	$U^{238} + O^{16}$	119	20	$13,3 \pm 4,5$	↷	вакуум
$\sum_6$	$U^{238} + O^{16}$	-	466	$13,4 \pm 1,4$	↷	-
7	$U^{238} + Ne^{20}$	118	89	$14,1 \pm 3$	↷	150
8	$U^{238} + Ne^{20}$	116	67	$14,3 \pm 3,5$	↷	150
$\sum_{7,8}$	$U^{238} + Ne^{20}$	-	156	$14,2 \pm 2,2$	-	150
9	$U^{238} + Ne^{22}$	150	66	$12,3 \pm 3$	↷	вакуум
$\sum_9$	$U^{238} + O^{16,20,22}$	-	699	$13,5 \pm 1,2$	-	-

Облучения с  $Ne^{20}$  производились при вращении сборника ядер отдачи как по часовой стрелке, так и в обратном направлении. Периоды полураспада изомера определены в этих опытах соответственно  $/14,1 \pm 3/$  мсек. и  $/14,3 \pm 3,5/$  мсек, что служит подтверждением одинаковой геометрической эффективности регистрации осколков деления для всех фотопластинок.

Таким образом, и в опытах с  $Ne^{20}$  и  $Ne^{22}$  не было замечено отклонений периодов полураспада вне пределов ошибок измерений. Эти опыты являются доказательством синтеза в реакциях  $O^{16}$ ,  $Ne^{20}$ ,  $Ne^{22}$  и  $U^{238}$  одного и того же спонтанно делящегося ядра.

Поэтому при определении более точного значения периода полураспада этого изомера было проведено суммирование числа найденных треков для всех серий измерений по номерам фотопластинок от второй по десятую.

Результаты этого суммирования представлены на рис.1. Временная шкала на этом рисунке задана периодом обращения сборника ядер отдачи, за начало отсчёта принят момент прохождения сборника над центром мишени.

Период полураспада спонтанно делящегося изомера определен по методу наибольшего правдоподобия <sup>14/</sup>. Он оказался равным  $/13,5 \pm 1,2/$  мсек. Кроме измерения периода полураспада нами были определены сечения образования этого изомера для взаимодействия ионов  $O^{16}$  с  $U^{238}$  при энергиях от 92 до 119 Мэв.

Результаты этих измерений представлены на рис. 2. Следует отметить, что сечение образования спонтанно делящегося изомера, полученное в опытах без охлаждающего газа, оказались примерно в два раза больше, чем в опытах с газом. Этот результат может быть объяснен малостью импульса, передаваемого составному ядру при касательном взаимодействии и большой толщиной мишени  $U^{238}$ . Поэтому значительная часть ядер отдачи имеет малую энергию, тормозится в слое газа и не попадает на алюминиевый сборник. Функция возбуждения для образования спонтанно делящегося изомера в реакции  $O^{16}$  с  $U^{238}$  хорошо совпадает с данными работы <sup>/3/</sup>. Значение сечения образования изомера в максимуме кривой определено равным  $7 \pm 2 \cdot 10^{-32}$  см<sup>2</sup>. Следует отметить, что спад кривой возбуждения для этой реакции при высоких энергиях получен нами в облучениях без охлаждающего газа, то-есть торможение в газе не сказалось существенным образом на ходе кривой возбуждения, полученной в предыдущей работе <sup>/3/</sup>.

Основным результатом настоящих экспериментов явилось установление того обстоятельства, что в пределах ошибок измерений кривая распада данного изомера имеет один период, равный 13,5 мсек. Измерения периода полураспада при облучениях  $U^{238}$  ионами  $Ne^{20}$ ,  $Ne^{22}$  и  $O^{16}$  позволили сделать заключение, что в этих реакциях образуется один и тот же спонтанно делящийся изомер.

Знание периода полураспада данного изомера необходимо, во-первых, для поисков новых спонтанно делящихся ядер и их идентификации по периодам полураспада; во-вторых, период полураспада необходим для установления наличия или отсутствия  $\alpha$ -распада данного изомера, конкурирующего со спонтанным делением.

В заключение авторы выражают глубокую благодарность члену-корреспонденту АН СССР Г.Н. Флерову за предложение темы и постоянное внимание к работе, С.М. Поликанову за помощь в выполнении настоящей работы.

Авторы благодарят также А.А. Плева, В.Л. Михеева и Х. Кекка за помощь в проведении облучений на циклотроне.

#### Литература

1. С.М. Поликанов, В.А. Друин, В.А. Карнаухов, В.Л. Михеев, А.А. Плева, Н.К. Скобелев, В.Г. Субботин, Г.М. Тер-Акопьян, В.А. Фомичёв. ЖЭТФ, т.42, стр. 1464. /1962г./.
2. В.П. Перелыгин, С.П. Алмазова, Б.А. Гвоздев, Ю.Т. Чубурков. ЖЭТФ, т.42, стр.1472. /1962 г./.
3. С.М. Поликанов, Ван Тун-сэи, Х. Кекк, В.Л. Михеев, Ю.Ц. Оганесян, А.А. Плева, Б.В. Фефилов. Препринт ОИЯИ Р-1070, Дубна, 1962г. /Направлено в ЖЭТФ/.
4. В.И. Гольданский, А.С. Куценко, М.И. Подгорецкий. "Статистика отсчётов при регистрации ядерных частиц". Физматгиз 1959г., стр. 160.
5. С.П. Алмазова, В.П. Перелыгин. Препринт ОИЯИ Р-979, Дубна 1962г. /направлено в ПТЭ/.

Рукопись поступила в издательский отдел  
2 апреля 1963 года.



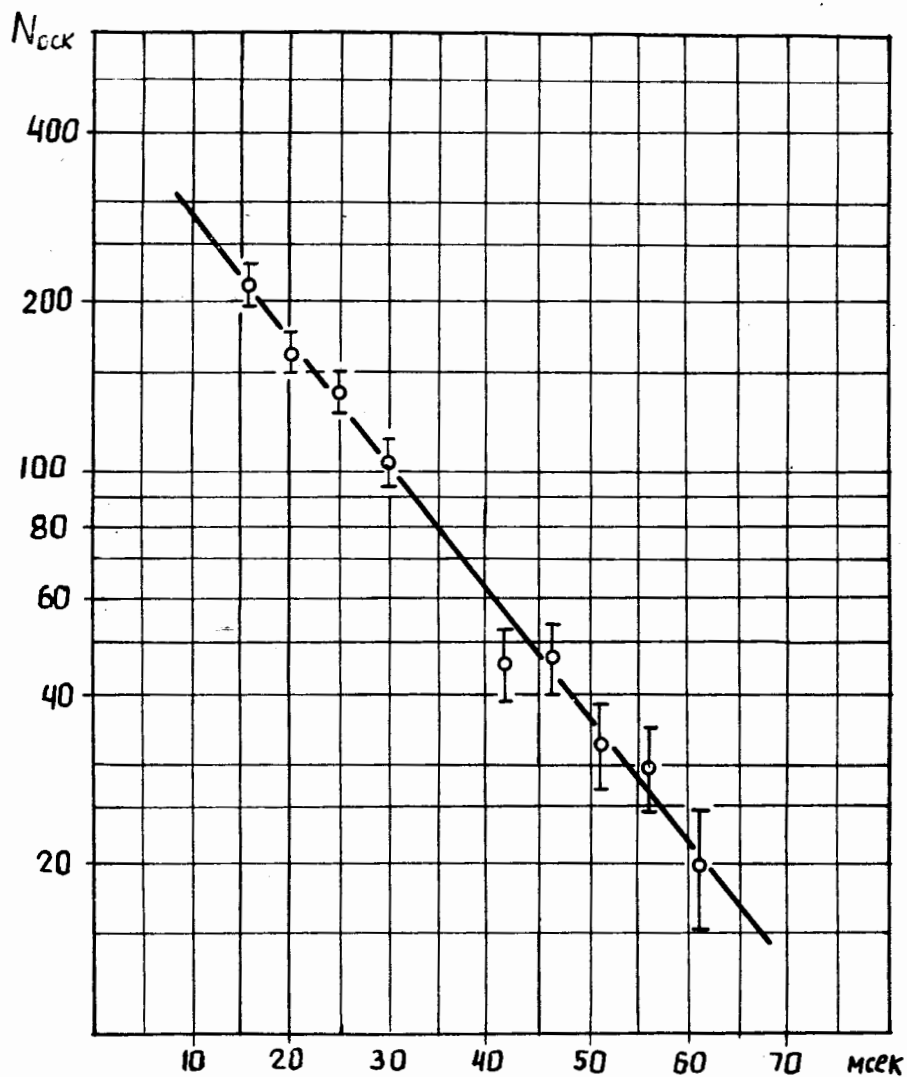


Рис. 1. Распад спонтанно делящегося изомера.

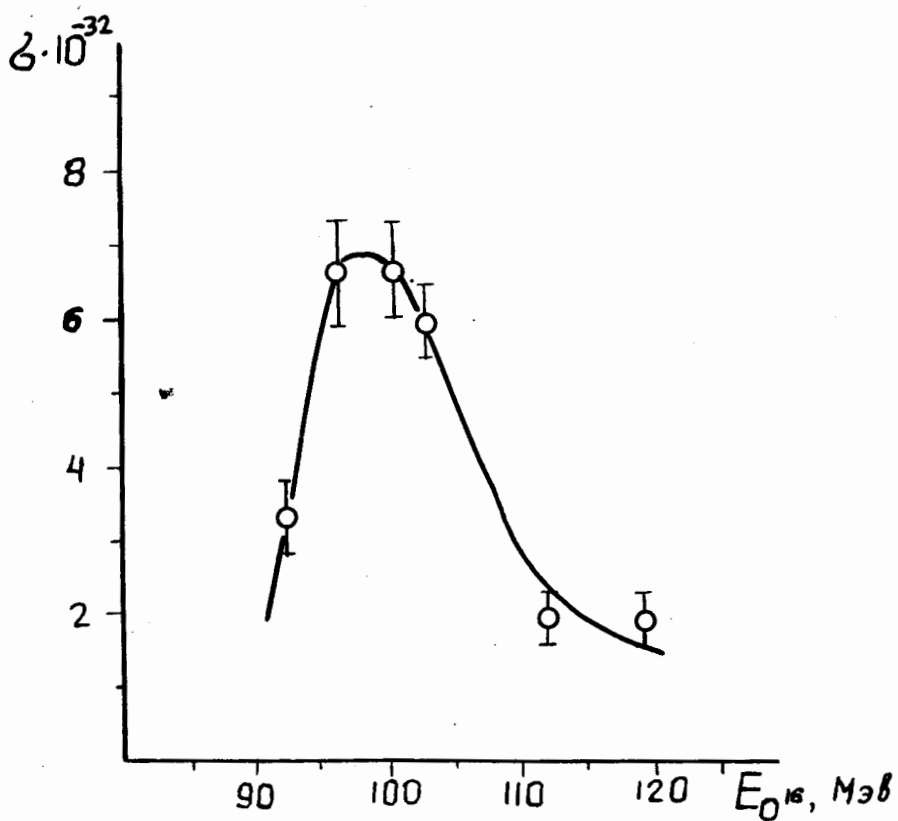


Рис. 2. Зависимость сечения образования спонтанно делящегося