

ФР-716

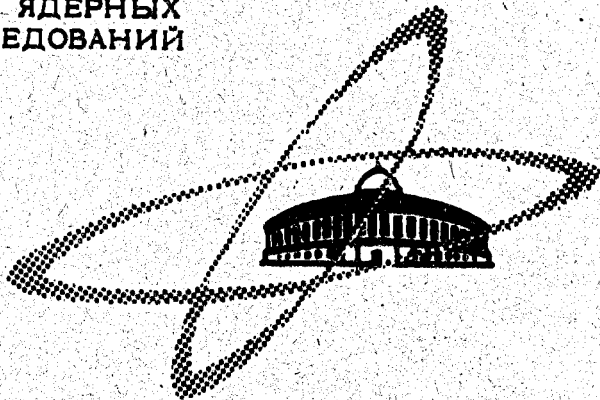
Ат. омуз., 1969, т. 26,
в. 6, с. 520-522.

80/XII. 63

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

P7 - 4205



Г. Н. Флеров, В. П. Перельгин

О СПОНТАННОМ ДЕЛЕНИИ СВИНЦА -
ПОИСКИ ДАЛЕКИХ ТРАНСУРАНОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

1969

P7 - 4205

Г.Н.Флеров, В.П.Перельгин

О СПОНТАННОМ ДЕЛЕНИИ СВИНЦА -
ПОИСКИ ДАЛЕКИХ ТРАНСУРАНОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

7611/2
49

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
БИБЛИОТЕКА

Первые эксперименты по регистрации спонтанного деления свинца производились одновременно с измерениями периода спонтанного деления тория и урана в 1947 году наиболее совершенным в то время методом многослойных ионизационных камер^{/1/}.

В этих экспериментах на камерах, загруженных свинцом, наблюдались за большие промежутки времени единичные импульсы. Однако их происхождение не было однозначно установлено, и можно было лишь заключить, что период спонтанного деления свинца по крайней мере в 10^4 раз больше, чем урана. В дальнейшем применение пропорциональных счётчиков существенно повысило чувствительность и надежность таких измерений, что позволило установить нижнюю границу периода спонтанного деления тория, $T_{1/2} \geq 10^{21}$ лет^{/2/}. Естественно было предположить, что для свинца этот период на много порядков больше, чем для тория, поэтому эксперименты по измерению постоянной спонтанного деления свинца не производились.

Однако в настоящее время новые обстоятельства заставляют снова обратить внимание на проблему исследования спонтанного деления свинца.

В последние годы появилось несколько теоретических работ, предсказывающих существование весьма стабильных ядер в области замкнутых оболочек протонов ($Z = 114$) и нейтронов ($N = 184$)^{/3,4/}. Такие ядра должны иметь форму, близкую сферической; барьер, препятствующий их самопроизвольному делению, согласно расчётам, достигает 10 Мэв. Отсюда периоды полураспада этих ядер относительно спонтанного деления могут достигать 10^{10} лет^{/4/}.

Теоретические предсказания получили некоторое подтверждение в экспериментах по исследованию состава тяжелой компоненты космического излучения^{/5/}. В этих экспериментах было обнаружено, что в спектре первичного космического излучения имеются частицы, создающие ионизацию, соответствующую заряду $Z \approx 106$. Нижняя граница времени жизни таких ядер определяется, по-видимому, временем жизни первичного космического излучения $10^6 - 10^8$ лет. Поскольку образование элементов, входящих в состав планет солнечной системы, происходило в процессах, аналогичных тем, в которых генерируется первичное космическое излучение, сейчас нельзя полностью исключить гипотезу о наличии в составе горных пород Земли первозданных трансурановых элементов, среди которых наиболее стабильным относительно спонтанного деления должен быть элемент с $Z = 114$. Исследование химических свойств недавно открытого элемента 104-курчатовия показало, что ряд актинидов завершается 103 элементом, и что курчатовий является химическим аналогом гафния^{/6/}. Отсюда по закономерностям системы Менделеева элемент 114, по-видимому, имеет химические свойства, близкие свинцу. В связи с этими обстоятельствами представлялось не лишним провести опыты по поискам эффекта спонтанного деления в свинце.

В экспериментах наиболее целесообразным казалось использование диэлектрических детекторов частиц, обладающих большой чувствительностью и малым фоном^{/7,8/}.

В первых опытах слои металлического свинца общей площадью 1 м^2 помещались в контакт с пленкой лавсана и затем экспонировались в течение 100 суток на глубине 40 метров под землей, чтобы исключить возможный вклад от деления свинца космическими частицами^{/9/}.

В этом эксперименте было зарегистрировано 7 актов деления ядер. При просмотре 2 м^2 лавсановой пленки ("фоновый опыт") было найдено только два следа осколков.

Кажущийся период спонтанного деления свинца, согласно этим данным, составил $T_{1/2} = (2 \pm 1) \cdot 10^{21}$ лет. Отметим, что содержание урана в свинце было найдено равным $2 \cdot 10^{-9}$ г/г и, следовательно, могло обусловить не более 0,01% от наблюдаемого эффекта.

Большая длительность и трудоемкость экспериментов со свинцовыми фольгами заставила нас обратиться к образцам, в которых в течение десятилетий или столетий происходила регистрация деления ядер, содержащихся в свинце. Такими образцами являются, во-первых, стекла, находившиеся в течение многих лет в контакте с металлическим свинцом, во-вторых, стекла, содержащие в своем составе соединения свинца. При просмотре $\approx 10 \text{ см}^2$ поверхности стекол витража XIV века, находившихся под свинцом, и 80 см^2 поверхности стекол лейденской банки со свинцовой обкладкой, изготовленной в конце XIX века, не было найдено ни одного трека осколка. Этот результат соответствует кажущейся нижней границе периода спонтанного деления свинца $T_{1/2} \geq 2 \cdot 10^{22}$ лет для витража XIV века и $T_{1/2} \geq 10^{22}$ лет для лейденской банки, что не согласуется с наличием эффекта в первом опыте со свинцовой фольгой. Отсутствие эффекта в экспериментах на стеклах, находившихся в контакте со свинцом, свидетельствует, по-видимому, в пользу того, что эффект от деления ядер свинца космическими частицами очень мал. Для сравнения можно указать, что эффект от деления ядер тория космическими лучами на уровне моря приводит к кажущейся нижней границе периода спонтанного деления тория $1.5 \cdot 10^{19}$ лет/1/.

Другая серия экспериментов была предпринята со стеклами, содержащими свинец. Для выявления треков осколков в объеме стекла было применено последовательное травление. При каждом травлении устранялся слой стекла толщиной до 20 мк. Специальные контрольные опыты показали, что следы осколков деления четко отличаются от случайных дефектов стекла.

В опыте со свинцовым стеклом, изготовленным в 1958 году в объеме стекла около $0,7 \text{ см}^3$, было зарегистрировано 27 следов осколков деления. Наблюдаемый эффект соответствует кажущемуся периоду спонтанного деления для свинца, содержащегося в стекле $T_{1/2} = (2 \pm 0.7) \cdot 10^{20}$ лет.

В опыте с хрустальной подставкой от вазы, изготовленной в конце XVIII века в объеме $0,27 \text{ см}^3$, был зарегистрирован 31 след осколков, что соответствует кажущемуся периоду спонтанного деления $T_{1/2} = (3 \pm 1) \cdot 10^{20}$ лет. Следует отметить, что вклад от деления содержащегося в

стекле тория космическими частицами пренебрежимо мал. Согласно данным работы /2/, опасной является концентрация тория на уровне 1% по весу. Специальные контрольные опыты по делению ядер, содержащихся в свинцовых стеклах, нейтронами с энергией 14 Мэв, показали, что содержание тория в этих стеклах не превосходит 10^{-5} г/г. Фон, обусловленный спонтанным делением урана, содержащегося в этих стеклах (около 10^{-7} г/г), не может превосходить 10% от наблюдаемого эффекта.

Таким образом в опытах со свинцовым стеклом и свинцовой фольгой был зарегистрирован эффект от деления ядер, который не может быть обусловлен спонтанным делением содержащегося в этих образцах урана или делением тория космическими частицами.

Результаты, полученные на свинцовых стеклах, по-видимому, не могут быть обусловлены фоном от деления ядер свинца космическими частицами.

В пользу такого заключения свидетельствует отсутствие эффекта на некоторых исследуемых образцах, а также экстраполяция результатов опытов по определению вероятности деления ядер висмута и тория космическими лучами на высоте около 4 км/9/. Однако ввиду отсутствия экспериментальных данных о делении свинца космическими частицами на уровне моря этот эффект в настоящее время нельзя полностью исключить.

Другое возможное объяснение наблюдаемого эффекта - предположение о существовании тяжелого химического элемента - аналога свинца или сопутствующего ему элемента, который имеет период спонтанного деления свыше 10^8 лет и содержится в образцах в очень малой примеси 10^{-12} - 10^{-13} г/г.

Различие эффектов, наблюдаемых на свинцовых стеклах и стеклах, находившихся в контакте с металлическим свинцом, может быть обусловлено различной химической историей металлического свинца и его соединений, вводимых в состав стекол.

В дальнейшем наряду с увеличением статистики и обработкой новых образцов свинцовых стекол целесообразно также произвести поиски эффекта спонтанного деления в свинцовых минералах, которые были защи-

щены от воздействия космического излучения толщей горных пород и имеют геологический возраст порядка десятков миллионов лет.

В заключение авторы считают своим приятным долгом выразить глубокую благодарность научному сотруднику Э.Цесляк за большую помощь при работе со стеклянными детекторами. Авторы благодарны также С.П.Третьяковой и группе лаборантов-микроскопистов Лаборатории ядерных реакций, обеспечившим обработку и просмотр большого числа образцов.

Л и т е р а т у р а

1. А.В.Подгурская, В.И.Калашникова, Г.А.Столяров, Е.Д.Воробьев, Г.Н.Флеров. ЖЭТФ, 28, 503 (1955).
2. Г.Н.Флеров, Д.С.Клочков, В.С.Скобкин, В.В.Терентьев. ДАН СССР, 118, 69 (1958).
3. H.Meldner, P.Röper, referred to in paper W.D.Myers, W.J.Swiatecki. Nuclear Physics., 81, 1 (1966).
4. S.G.Nilsson, R.Nix, A. Sobiczewski, Z.Szymanski, S.Wycech, C.Gustafson, P.Möller. Nucl.Phys. A115, 545 (1968).
5. С.Ф.Пауэлл. Вестник АН СССР 1968, 9, 5-21.
6. И.Звара, Ю.Т.Чубурков, Р.Палетка, Т.С.Зварова, М.Р.Шалаевский, Б.В.Шилов. Атомная энергия, 21, 83 (1966).
7. R.L.Fleischer, P.V.Price, R.M.Walker, Science, 143, 383 (1965).
8. А.Капусник, В.П.Перелыгин, С.П.Третьякова, В.И.Свидерский. ПТЭ, 1968, N1, 42.
9. Г.Н.Флеров, В.И.Калашникова, А.В.Подгурская, Е.Д.Воробьев, Г.А.Столяров. ЖЭТФ 36, 727, (1959).

Рукопись поступила в издательский отдел
18 декабря 1968 года.