

СЗ41.3Г

Е-11

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

2317



Е Вэй-вень, Л.П. Челноков

СПЕКТР ОСКОЛКОВ
СПОНТАННОГО ДЕЛЕНИЯ Cm^{244}

АБСОЛЮТНОЕ ЯДЕРНОЕ РЕЗЕРВУАРИ

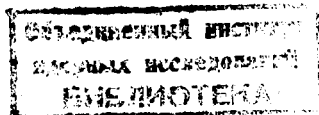
1965

2917

Е Вей-вань, Л.П. Челюков

СПЕКТР ОСКОЛКОВ
СПОНТАННОГО ДЕЛЕНИЯ Cm^{244}

Направлено в журнал "Атомная энергия"



3612/1, 28.

В в е д е н и е

Для спонтанного деления См^{244} в работах ^{/1,2/} определены наиболее вероятные энергии легкого и тяжелого осколков. Измерения проводились на двойной ионизационной камере и газовом сцинтилляционном счетчике. Эти значения энергий оказались равными соответственно 105, 5; 80 и 117 ± 4 ; 86 ± 3 Мэв. Видно, что результаты обеих работ не согласуются в пределах статистических ошибок. В работе ^{/1/} авторы не приводят спектры энергетического распределения осколков спонтанного деления См^{244} . В работе ^{/2/} энергетическое разрешение использованной аппаратуры не очень хорошее, так как отношение высоты пика легкого осколка к высоте впадины равно 1,5.

В работе ^{/3/} с помощью двойной ионизационной камеры определена средняя кинетическая энергия осколков спонтанного деления См^{244} , равная $182,3 \pm 2,3$ Мэв.

В нашей работе с помощью двух кремниевых поверхностно-барьерных детекторов с удельным сопротивлением 400 ом-см одновременно измерялись кинетические энергии двух осколков деления. Энергетическое разрешение этих счетчиков лучше, чем у двойной ионизационной камеры или газового сцинтилляционного счетчика. Кроме того, время фронта импульсов осколков деления на полупроводниковом детекторе сравнительно короткое, поэтому уменьшается влияние многократных наложений импульсов от α -частиц на спектр осколков деления.

Экспериментальная методика. Аппаратура и результаты

Для одновременного изучения энергетических спектров и распределения масс двух осколков требуется двумерный амплитуда-амплитудный анализатор с общим числом каналов не менее 10 000. В работе был применен специально разработанный вариант многомерного анализатора редких событий MAPC-2, представляющий собою дальнейшую модификацию печатающего анализатора ^{/4/}. Структурная блок-схема электронной аппаратуры приведена на рис. 1.

Осколки спонтанного деления См^{244} регистрируются двумя детекторами (1). Сигналы от детекторов через предусилители (1) и главные усилители (2) подаются на

схему совпадений (7). Пороги срабатывания (8) схемы совпадений установлены по энергетической шкале осколков около 20 мэв с тем, чтобы значительно уменьшить наложение от α -частиц и не искажать спектра осколков деления.

Прямоугольный сигнал от схемы совпадений (7), проходя через схему ворот (8), которые нормально открыты, одновременно открывает двое линейных ворот (3), которые нормально закрыты, а также дает команду на регистрацию. Анализируемые сигналы после главных усилителей и ворот (3) поступают на схему преобразования амплитуды в число (4).

Две серии импульсов с амплитудных преобразователей (4) пересчитываются и запоминаются декадными счетчиками (5). Каждый счетчик (5) пересчитывает на 180, т.е. анализ амплитуда-амплитуда ведется в $180 \times 180 = 25600$ каналов, однако, необходимая линейность преобразователя (4) позволяет работать с числом каналов 120×120 .

Два номера каналов, пропорциональных энергиям двух осколков от одного акта деления, печатаются рядом на телеграфную ленту блоком печати (10), описанным в работе /5/.

Блокировочный сигнал от цифропечатающего устройства (10) закрывает ворота (8) с тем, чтобы во время печати импульс от схемы совпадений (7) не мог открыть ворота (3).

Линейность установки в рабочем интервале составляет 1,2%. Нестабильность вызвана нестабильностью величины смещения детекторов и электронной аппаратуры.

Для проверки стабильности установки измерены спектры (рис. 2) α -частиц. Положение пика спектра α -частиц с энергией 5,8 мэв в течение 20 часов измерений смещается не более чем на 1 канал.

Два детектора укрепляются в вакуумной камере. Источник располагается между детекторами. Для увеличения эффективности регистрации расстояние от источника до детектора устанавливалось равным 0,8 мм. Коллиматоры перед детектором ограничивали рабочую поверхность до $1,5 \text{ см}^2$ и убирали краевые эффекты детекторов.

Sm^{244} в смеси с Sm^{242} наносился на сусальное золото толщиной 190 мкг.см^{-2} . Эталон Sm^{244} содержал ~ 0,004 мкг вещества и давал, в среднем, 1 акт спонтанного деления в минуту. Вклад спонтанного деления Sm^{242} был оценен и не превышал 1/800, так как отношение удельных α -активностей Sm^{244} и Sm^{242} равнялось 40:1. При обработке результатов учитывалась поправка на спонтанное деление Sm^{242} . Всего зарегистрировано около 3000 актов спонтанного деления Sm^{244} .

Калибровка аппаратуры была проведена на энергетических спектрах осколков вынужденного деления U^{235} .

U^{235} электролитически осаждался на подложку из сусального золота такой же толщины, что и в опытах с Sm^{244} . Количество U^{235} определялось по счету α -частиц (68 мкг.см^{-2}). Источником тепловых нейтронов служил Po-Be источник, помещенный в парафиновый блок. Всего было зарегистрировано 4000 актов вынужденного деления U^{235} (рис. 3). Измерения энергий осколков спонтанного деления Sm^{244} и вынужденного деления U^{235} чередовались для устранения систематической ошибки измерений.

Так как производилась калибровка детекторов по энергии осколков деления U^{235} на тепловых нейтронах, энергетические спектры которых точно известны /8,7/, в полученный спектр осколков спонтанного деления Sm^{244} не требуется вносить поправки на потерю энергии осколков в подложке и амплитудный дефект детекторов; необходимо только учесть поглощение энергии в самом источнике и различие среднего числа ($\Delta\nu$) нейтронов, испускаемых осколками.

Энергетические и массовые распределения осколков спонтанного деления Sm^{244} изображены на рис. 4 и 5. Распределения масс осколков рассчитаны из соотношения $E_1/E_2 = m_2/m_1$ и $m_1 + m_2 = A = 244$. При этом мы пренебрегли поправкой на различное число испарительных нейтронов из тяжелого и легкого осколков, потому что вклад от разницы $\Delta\nu$ ничтожно мал.

Характеристики энергетического спектра и распределения масс осколков деления Sm^{244} показаны в таблице 1. Из этих результатов следует, что наиболее вероятные энергии легкого и тяжелого осколков и средняя кинетическая энергия осколков деления согласуются с результатами работ /1,3/.

Масса тяжелого осколка Sm^{244} составляет $140 \pm 0,8$ единиц, что согласуется с данными других работ о слабом смещении массового пика тяжелого осколка.

Авторы признательны В.А. Друину за руководство работой и обсуждение результатов, В.Ф. Кушпируку за изготовление детекторов осколков и Н.К. Скобелеву за помощь в проведении экспериментов.

Таблица

Характеристики энергетических спектров осколков и распределения масс Cm^{244}

Характеристики	Легкие осколки	Тяжелые осколки
Наивероятнейшая энергия (мэв)	$108,4 \pm 1,5$	$76,8 \pm 1,5$
Полуширина пика (мэв)	18,8	19,8
Средняя кинетическая энергия (мэв)	180,2±3	
Отношение наивероятнейших энергий	1,32	
Отношение высоты пика легкого осколка к высоте пика тяжелого осколка	1,04	
Отношение высоты пика легкого осколка к высоте впадины	2,43	
Наивероятнейшая масса	$104 \pm 0,5$	$140 \pm 0,6$
Полуширина масс	19	

Литература

1. A. Smith et. al. Proc. of the Second United Nations International Conference on the Peaceful Uses of Atomic Energy, Geneva, 1958. 15, p. 392.
2. Л.З. Молкин, И.Д. Алхазов, А.С. Кривохатский, К.А. Петржак, Л.М. Белов. Атомная энергия, 15, 249 (1963).
3. В.И. Большов, Л.И. Прохорова, В.Н. Околович, Г.Н. Смиренька, Атомная энергия, 17, 281 (1964).
4. М.С. Бирулев, И.Ланг, А.Ф. Линев, А.М. Сухов, Л.П. Челноков. ПТЭ, № 5, 1963, стр.90.
5. Э.Г. Имаев, Л.П. Челноков. "Труды VI конференции по ядерной электронике", Атомиздат, 1965 г. III т.
6. L.C.D. Milton and J.S. Fraser. Canadian Journal of Physics 40, 1626 (1962).
7. J. Colard and J. Gal. Nuclear Instruments and Methods 16, 195 (1962).

Рукопись поступила в издательский отдел
2 августа 1965 г.

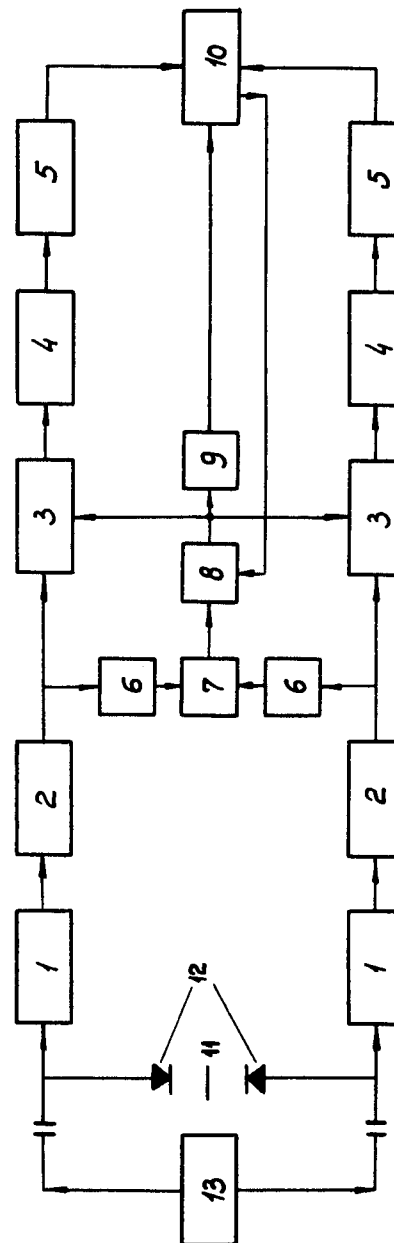


Рис. 1. Блок-схема устройства для анализа энергий коррелированных осколков деления. 1 - преусилитель, 2 - основной усилитель, 3 - нормально закрытые ворота, 4 - преобразователь амплитуды импульса в число, 5 - счетчик, 6 - счетчик, 6 - пороговая схема, 7 - нормальная схема, 8 - нормально открытые ворота, 9 - формирователь, 10 - блок печати, 11 - источник Cm^{244} , 12 - кремниевые по-верхностно-барьерные счетчики, 13 - контрольный генератор импульсов.

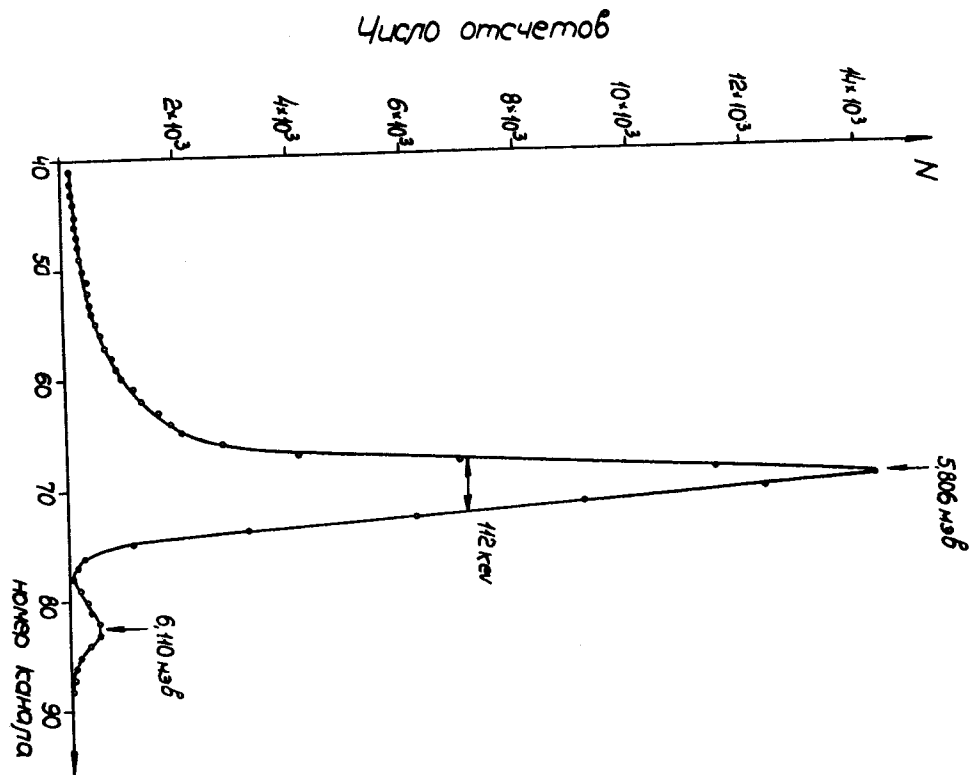


Рис. 2. Спектр α -частиц Cm^{244} .

8

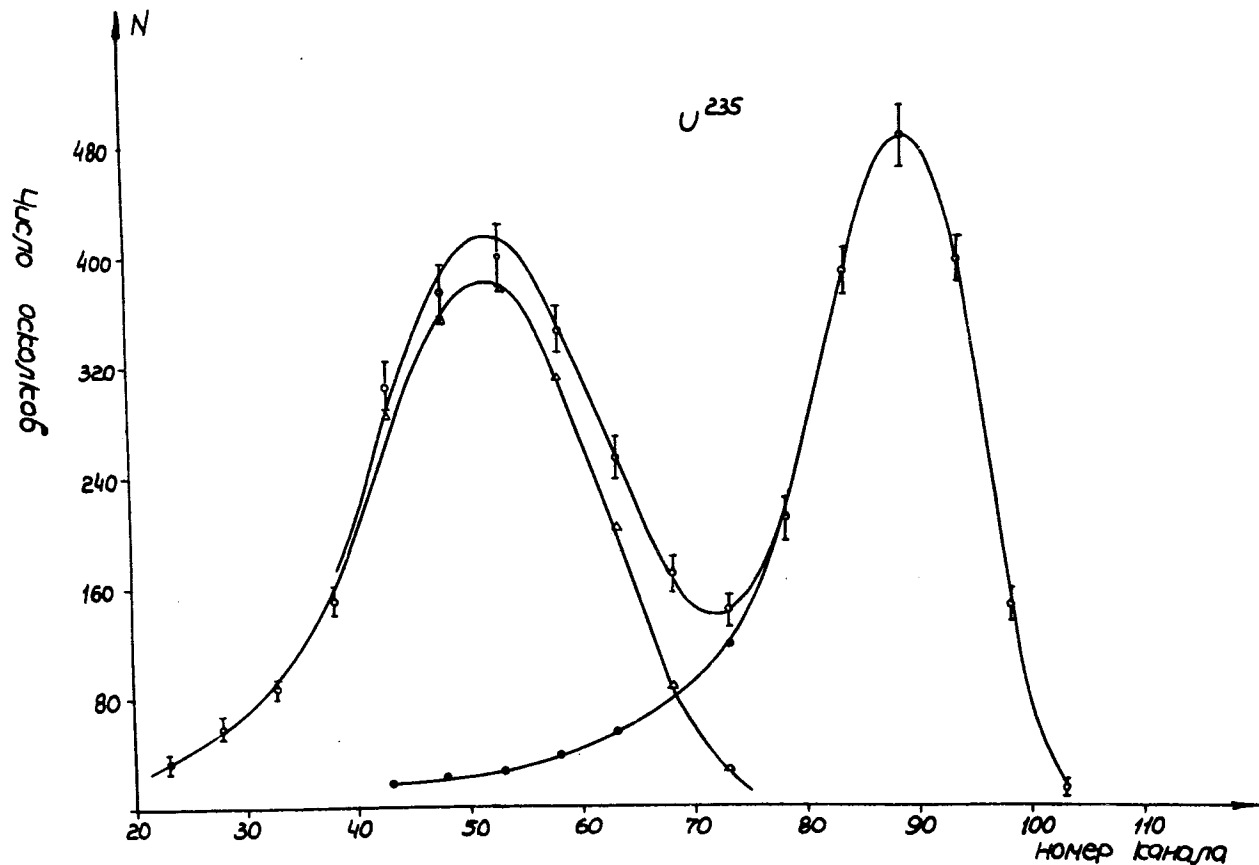


Рис. 3. Спектр осколков деления U^{235} медленными нейтронами.

8

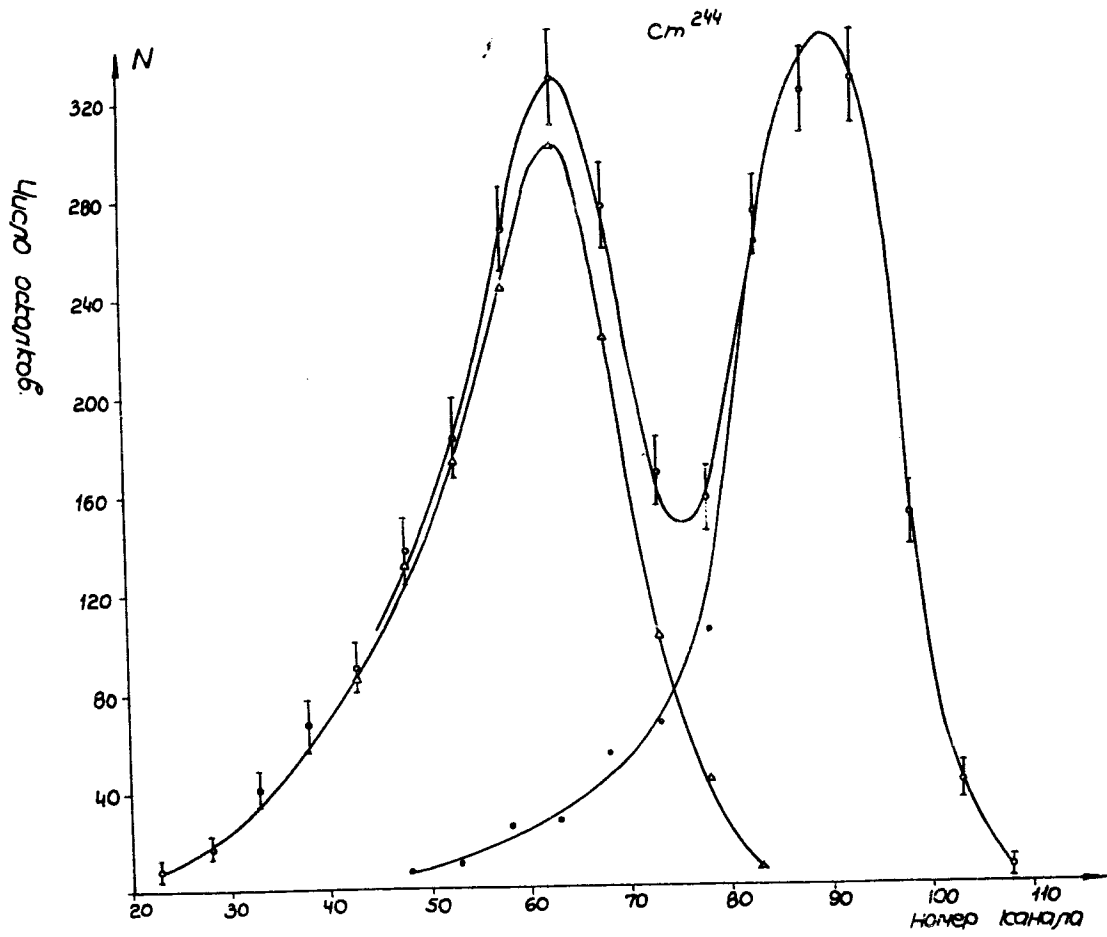


Рис. 4. Энергетический спектр осколков спонтанного деления Cm^{244} .

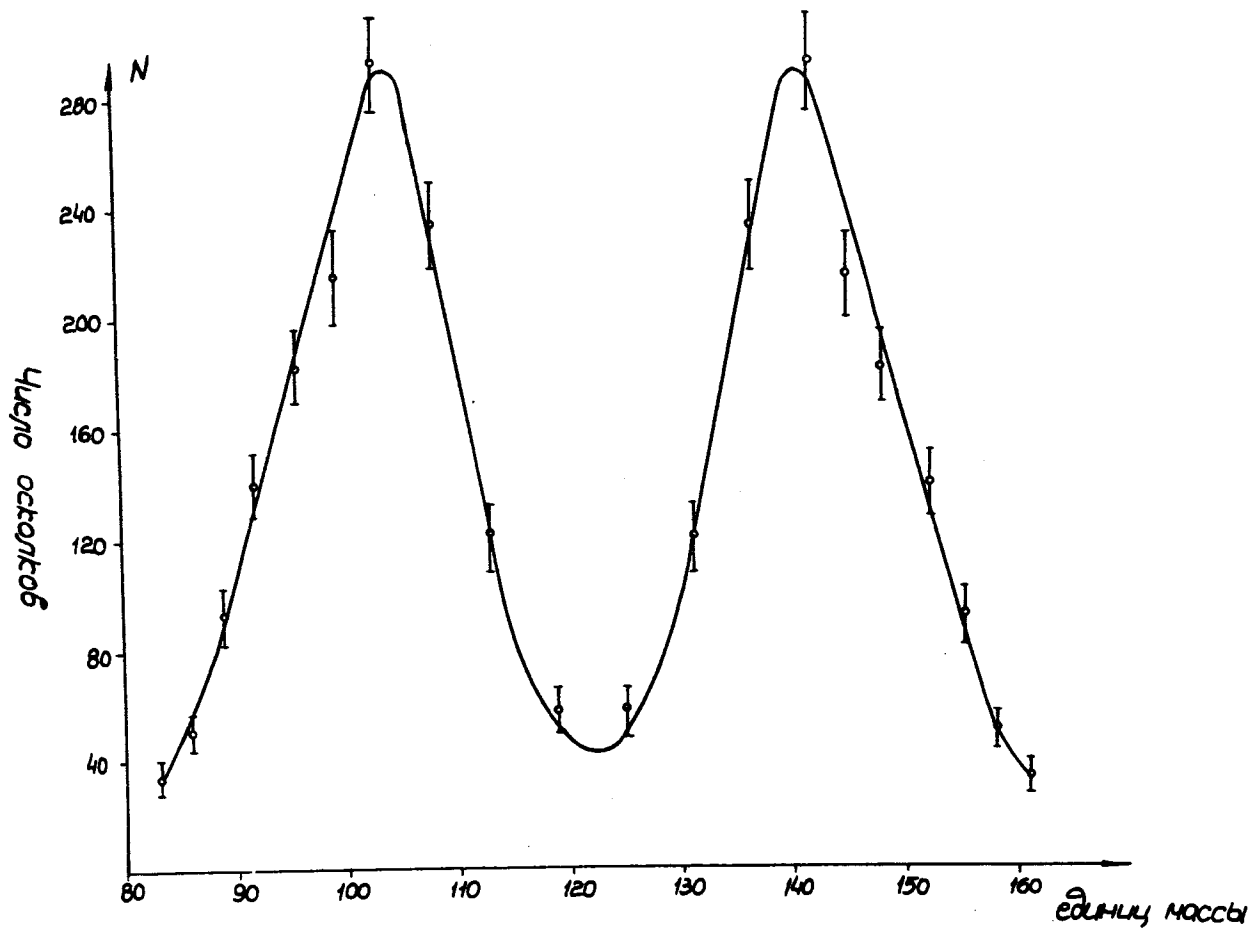


Рис. 5. Распределение масс для спонтанного деления Cm^{244} .