

ВОЗБУЖДЕНИЕ СПОНТАННО ДЕЛЯЩИХСЯ ИЗОМЕРНЫХ
СОСТОЯНИЙ ^{239}Pu И ^{243}Am
ПРИ НЕУПРУГОМ РАССЕЯНИИ γ -КВАНТОВЮ. П. Гангский, Б. Н. Марков, Н. Ф. Харисов,
Ю. М. Циленюк¹⁾

Исследование механизма возбуждения спонтанно делящихся изомерных уровней в различных ядерных реакциях является одним из основных способов изучения природы этих состояний [1 – 4].

Как показано в ряде работ [5, 6] барьер деления имеет сложную структуру и спонтанно делящиеся изомерные состояния интерпретируются как нижние уровни во второй потенциальной яме. Такая форма барьера приводит к существованию двух независимых систем уровней и поэтому заселение состояний во второй яме может происходить либо за счет переходов с высоковозбужденных состояний ядра, либо за счет туннельного перехода через первый барьер.

Энергия квазистационарных состояний во второй яме лежит обычно в диапазоне 3 – 5 Мэв, и поэтому для возбуждения этих уровней весьма привлекательным является использование γ -квантов, энергию которых можно регулировать в любых пределах. В случае нейтронов вносимая ими энергия всегда выше энергии связи (~ 6 Мэв), а в реакциях (d, p) исследование усложняется необходимостью измерения энергии вылетающей частицы.

В настоящей работе проведено исследование неупругого рассеяния γ -квантов на изотопах ^{239}Pu и ^{243}Am , приводящего к образованию известных спонтанно делящихся изомеров с периодами полураспада соответственно 8 и 6,5 мсек [7]. Измерения проводились на выведенном пучке микротрона ИФП АН СССР с 17 орбитами при энергиях электронов от 7 до 11 Мэв и среднем токе 20 – 25 мка.

Методика эксперимента описана в предыдущей работе [3]. Детектором осколков деления служил многонитиевый искровой счетчик [8], окруженный кадмием для защиты от тепловых нейтронов.¹

Мишени были весом 2 мг каждая, с обогащением 95%.

Регистрация осколков запаздывающего деления производилась между токовыми импульсами микротрона с задержкой 2 – 3 мксек. Для уменьшения фона нейтронов в качестве тормозной мишени использовался алюминий толщиной 3 см, а пучок γ -квантов после прохождения через счетчик поглощался в толстом алюминиевом блоке.

Контрольные фоновые измерения вне пучка γ -квантов показали отсутствие осколков деления между импульсами γ -излучения. Идентификация образующихся изомеров проводилась по их периоду полурас-

¹⁾ Институт физических проблем АН СССР.

пада. В качестве примера на рис. 1 показана кривая распада в случае реакции $^{239}\text{Pu}(\gamma, \gamma')^{239m}\text{Pu}$. Измеренный период полураспада хорошо согласуется с известным [7].

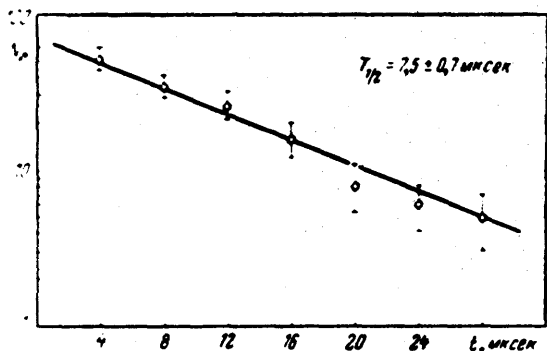


Рис. 1. Зависимость числа осколков заглавляющего деления (N_f) от времени (t) в реакции $^{239}\text{Pu}(\gamma, \gamma')^{239m}\text{Pu}$ при граничной энергии γ -квантов 11 Мэв

На рис. 2 представлена зависимость выхода изомера ^{239m}Pu от граничной энергии γ -квантов. Аналогичные результаты были получены для ^{243m}Am . Выход изомера был невелик и составлял при энергии 10 Мэв ~ 100 ипн/час при токе 15 мкА. Это не позволило нам спуститься по энергии ниже 7 Мэв. Сечение образования изомера ^{239m}Pu в исследуемой реакции для указанного диапазона энергии слабо зависит от энергии и составляет ~ 10 мкбн.

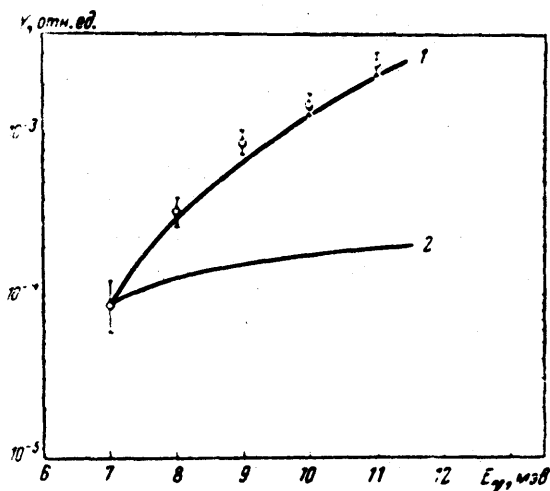


Рис. 2. Зависимость выхода осколков заглавляющего деления (Y) от граничной энергии γ -квантов (E_{γ})

На основе представленных на рис. 2 экспериментальных данных можно выяснить каким образом происходит преимущественное заселение изомерных уровней в исследуемой нами реакции.

Нами были проанализированы два возможных способа возбуждения изомерного состояния: 1) возбуждение уровней, лежащих выше барьера деления (в диапазоне энергий 6 – 10 Мэв), и разрядка их с помощью радиационных переходов на уровни второй ямы и далее на изомерное состояние; 2) возбуждение уровней в первой яме ниже барьера деления (с энергией 3 – 6 Мэв) с последующим туннельным переходом во вторую потенциальную яму.

Были проделаны расчеты функций возбуждения спонтанно делящегося изомерного состояния для обоих способов заселения (кривые 1 и 2 на рис. 2). В расчетах использовалась известная зависимость сечения поглощения γ -квантов от энергии [9].

Из рис. 2 отчетливо видно, что заселение спонтанно делящегося изомерного состояния происходит преимущественно с уровней, лежащих выше барьера деления (кривая 1 на рис. 2). Барьер, разделяющий первую и вторую потенциальные ямы, приводит к большому запрету для переходов между уровнями, лежащими в разных ямах.

Результаты нашей работы указывают на возможность изучения свойств спонтанно делящихся изомеров в реакциях неупругого рассеяния γ -квантов. Использование большего количества исследуемого вещества позволит спуститься до более низких энергий возбуждения и тем самым более полно исследовать механизм заселения изомерного состояния и установить структуру барьера деления ядер.

Авторы глубоко признательны Г.Н.Флерову и П.Л.Канице за поддержку и постоянный интерес к работе. Авторы благодарят также С.П.Капицу за стимулирование исследований и обсуждение результатов, а также А.Н.Колосова за техническую помощь.

Объединенный институт
ядерных исследований

Институт физических проблем
Академии наук СССР

Поступила в редакцию
3 августа 1971 г.

Литература

- [1] S.C.Burnett, H.C.Britt, B.H.Erkila, W.E.Stein. Phys. Lett., 31B, 523, 1970.
- [2] Т.Надь, А.Г.Белов, Ю.П.Гангрский, Б.Н.Марков, И.В.Сизов, И.Ф.Харисов. Препринт ОИЯИ, P7-5162, Дубна, 1970.
- [3] Yu.P.Gangrsky, B.N.Markov, Yu.M.Tsipenyuk. Phys. Lett., 32B, 182, 1970.
- [4] А.Г.Белов, Ю.П.Гангрский, Б.Далхсурен, А.М.Кучер. Препринт ОИЯИ, P7-5497, Дубна 1971.
- [5] V.M.Strutinsky. Nucl. Phys., A95, 420, 1967.
- [6] S.Gustavson, I.L.Lamm, B.Nilsson, S.G.Nilsson. Arkiv für Physik 36, 613, 1967.
- [7] S.M.Polikanov, G.Sletten. Nucl. Phys., A151, 656, 1971.
- [8] Ю.П.Гангрский, Б.Далхсурен, Ю.А.Лазарев, Б.Н.Марков, Нгуен Конг Кхань. ПТЭ, №2, 64, 1970.
- [9] Д.Левингер. Фотоядерные реакции. ИИЛ, 1956.