

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна



P15 - 5959

Ю.П. Гангрский, Б.Н. Марков,
И.Ф. Харисов, Ю.М. Ципенюк

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ

ВОЗБУЖДЕНИЕ СПОНТАННО ДЕЛЯЩИХСЯ
ИЗОМЕРНЫХ СОСТОЯНИЙ ^{239}Pu И ^{243}Am
ПРИ НЕУПРУГОМ РАССЕЯНИИ γ -КВАНТОВ

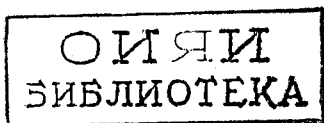
1971

P15 - 5959

Ю.П. Гангрский, Б.Н. Марков,
И.Ф. Харисов, Ю.М. Ципенюк*

ВОЗБУЖДЕНИЕ СПОНТАННО ДЕЛЯЩИХСЯ
ИЗОМЕРНЫХ СОСТОЯНИЙ ^{239}Pu И ^{243}Am
ПРИ НЕУПРУГОМ РАССЕЯНИИ γ -КВАНТОВ

Направлено в Письма ЖЭТФ



* Институт физических проблем АН СССР

Гангрский Ю.П., Марков Б.Н., Харисов И.Ф.,
Ципенюк Ю.М.

P15-5959

Возбуждение спонтанно делящихся изомерных состояний ^{239}Pu
и ^{243}Am при неупругом рассеянии γ -квантов

Исследовалось образование спонтанно делящихся изомеров ^{239}Pu
и ^{243}Am при неупругом рассеянии γ -квантов. На основании измеренной
функции возбуждения анализируются возможные способы заселения изо-
мерного уровня.

**Препринт Объединенного института ядерных исследований.
Дубна, 1971**

Gangrsky Yu.P., Markov B.N., Kharisov I.F.,
Tsipenyuk Yu.M.

P15-5959

Excitation of the Spontaneously Fissioning Isomeric
States of ^{239}Pu and ^{243}Am at Inelastic γ -Quantum
Scattering

The production of the spontaneously fissioning isomers of
 ^{239}Pu and ^{243}Am at inelastic γ -quantum scattering has been
investigated. Basing on the isomeric excitation function the possible
ways of the isomeric level population are analysed.

**Preprint. Joint Institute for Nuclear Research.
Dubna, 1971**

Исследование механизма возбуждения спонтанно делящихся изомер-
ных 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 счёт
переходов с высоковозбужденных состояний ядра, либо за счёт туннель-
ного 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) ис-
следование 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 из-
вестных спонтанно делящихся изомеров с периодами полураспада соответ-
ственно 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 ^{13/}. Детектором осколков деления служил многонитневый искровой счетчик ^{18/}, окруженный кадмием для защиты от тепловых нейтронов. Вес каждой мишени 2 мг, обогащение – 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 полураспада. В качестве примера на рис. 1 показана кривая распада в случае реакции $^{239}\text{Pu}(\gamma, \gamma')^{239\text{mf}}\text{Pu}$. Измеренный период полураспада хорошо согласуется с известным ^{17/}.

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

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:

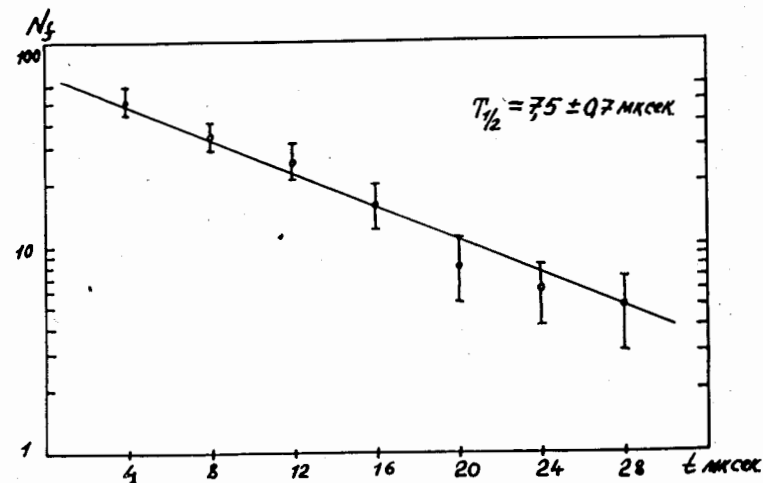


Рис. 1. Зависимость числа осколков запаздывающего деления (N_f) от времени (t) в реакции $^{239}\text{Pu}(\gamma, \gamma')^{239\text{mf}}\text{Pu}$ при граничной энергии γ -квантов 11 Мэв.

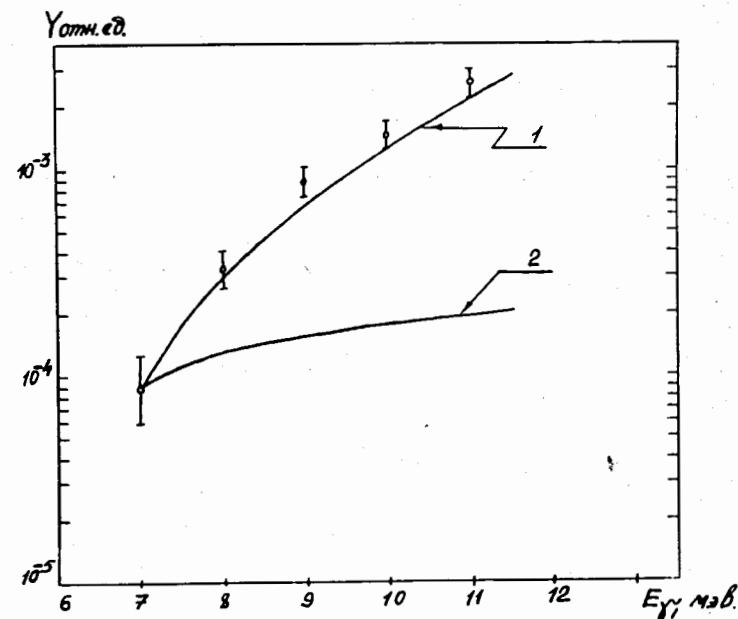


Рис. 2. Зависимость выхода осколков запаздывающего деления (Y) от граничной энергии γ -квантов (E_{γ}).

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/.

На 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. Капице 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.

Л и т е р а т у р а

1. S.C. Burnett, H.C. Britt, B.H. Erkkila, 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, Р7-5162, Дубна 1970.
3. Yu.P. Gangrsky, B.N. Markov and Yu.M. Tsipenyuk. Phys.Lett., 32B, 182 (1970).
4. А.Г. Белов, Ю.П. Гангрский, Б. Далхсурен, А.М. Кучер. Препринт ОИЯИ, Р7-5497, Дубна 1971;
5. V.M. Strutinsky. Nucl.Phys., A95, 420 (1969).
6. C. Gustafson, I.L. Lamm, B. Nilsson, S.G. Nilsson. Arkiv för Fysik, 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, И.Л., 1956.

Рукопись поступила в издательский отдел

26 июля 1971 года.