

ПОЛНОЕ СЕЧЕНИЕ ПОГЛОЩЕНИЯ ГАММА-КВАНТОВ  
ЯДРАМИ  $U^{238}$  В ОБЛАСТИ ГИГАНТСКОГО РЕЗОНАНСА

Г. М. Гуревич, Д. Е. Лазарева, Г. В. Солодухов

Давно существующий интерес к непосредственному измерению полного сечения ядерного поглощения связан, прежде всего, с трудностью предсказания парциальных ширин. По этой причине полные сечения фотопоглощения  $\sigma_{\text{п}}$ , полученные суммированием сечений парциальных реакций, в ряде случаев не могут быть признаны надежными. Это утверждение справедливо, в первую очередь, для легких ядер, для которых в области гигантского резонанса многие парциальные реакции, такие, как  $(\gamma, n)$ ,  $(\gamma, p)$ ,  $(\gamma, \alpha)$  и т.д., имеют сечения, близкие друг к другу по величине.

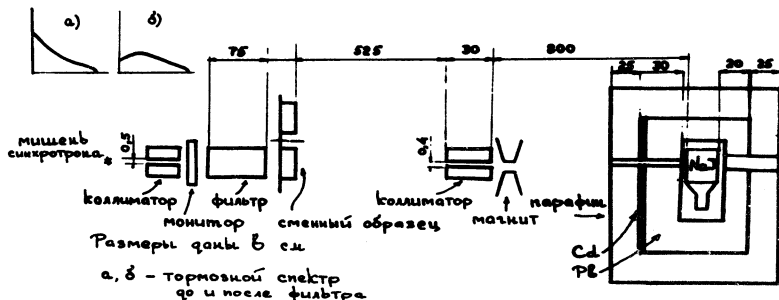
Другой группой ядер, для которых прямые измерения полного сечения фотопоглощения представляют особый интерес, является группа актинидов, для которых сечение фотоделения в области гигантского резонанса сравнимо по величине с сечениями фотонейтронных реакций.

В связи с этим однозначная интерпретация экспериментальных данных по парциальным сечениям затруднена необходимостью корректного учета числа нейтронов, высвобождаемых в реакции фотоделения, которое сильно меняется с энергией, а также, при больших энергиях, учета вклада реакций типа  $(\gamma, nf)$ ,  $(\gamma, 2nf)$  и т.д.

Нужно иметь в виду трудность учета реакций упругого и неупругого рассеяния фотонов ядрами. Экспериментальные данные по этим реакциям практически отсутствуют, однако в ряде случаев, как следует из /1/, при энергиях, больших 20 Мэв, их сечения могут быть значительными.

Измерение  $\sigma_{\text{п}}$  методом поглощения снимает перечисленные трудности и с этой точки зрения является перспективным для изучения

ядер в широком диапазоне. Вместе с тем применение метода поглощения предопределяет получение ядерного сечения из разности двух весьма близких друг к другу величин – получаемого в эксперименте полного сечения, представляющего собой сумму атомного и ядер-



Р и с. I. Геометрия измерений.

ного сечений, и полученного расчетным путем атомного сечения. Такая процедура накладывает жесткие требования на статистическую точность результатов, что влечет за собой необходимость проведения длительных измерений и, следовательно, требует стабильной работы ускорителя и всей регистрирующей системы.

В настоящей работе представлены результаты измерений  $\sigma_{\Pi}$  методом поглощения для ядер  $U^{238}$ . Измерения проводились на синхротроне с максимальной энергией ускоренных электронов до 35 Мэв. Чтобы исключить необходимость учета эффективности, геометрических факторов и т.д., измерения с образцом и без образца в пучке проводились поочередно.

Геометрия измерений представлена на рис. I. Коллимированный пучок гамма-квантов после прохождения через тонкостенную ионизационную камеру-монитор свистачался алюминиевым фильтром для уменьшения интенсивности спектра в низкоэнергетической части и попадал на исследуемый образец, который можно было убирать из пучка. Далее пучок проходил через коллиматор, определяющий телесный угол регистрации, через поле очищающего магнита и падал на детектор, в качестве которого использовался кристалл NaJ(Tl) диаметром 150 мм и высотой 100 мм. Энергетическое разрешение спектрометра, измеренное по линии  $Sa^{137}$ , составляло 10,8%. Соответ-

вущее ожидаемое разрешение при энергии 15 Мэв составляет  $\sim 10\%$  /2/.

С целью уменьшения влияния нестабильности работы ускорителя измерения "с образцом" и "без образца" проводились короткими, часто чередующимися сериями. Импульсы от детектора после усиления поступали на вход амплитудного анализатора. Для уменьшения загрузки регистрировались только импульсы от гамма-квантов с энергиями в диапазоне 5 - 25 Мэв; для уменьшения вклада фона проводилась регистрация только импульсов, появившихся в момент прохождения пучка ускорителя. При этих условиях загрузка составляла 40-50 имп/сек (ускоритель работал с частотой повторения 150 гц; длительность вспышки гамма-квантов  $\sim 350$  мксек). Вероятность просчетов за счет мертвого времени анализатора при измерениях "без образца" составляла  $\sim 3\%$ . Для введения поправки на просчеты использовался пересчетный прибор ПП9-2М, обладавший достаточно высоким быстродействием.

Результаты измерений в виде ограниченных статистических наборов передавались из анализатора в ЭМ "Урал-11Б" работающую в режиме "на линии эксперимента". ЭМ осуществляла коррекцию спектров на временной дрейф параметров спектрометра /3/ и дальнейшую математическую обработку полученных данных. Пригодность данных, получаемых в эксперименте, для дальнейшего анализа определялась по соответствию критерию достоверности с параметром надежности 0,95. Число отброшенных данных составило  $\sim 1\%$  от общего числа, что является разумным с точки зрения статистики и свидетельствует о нормальной работе измерительного тракта.

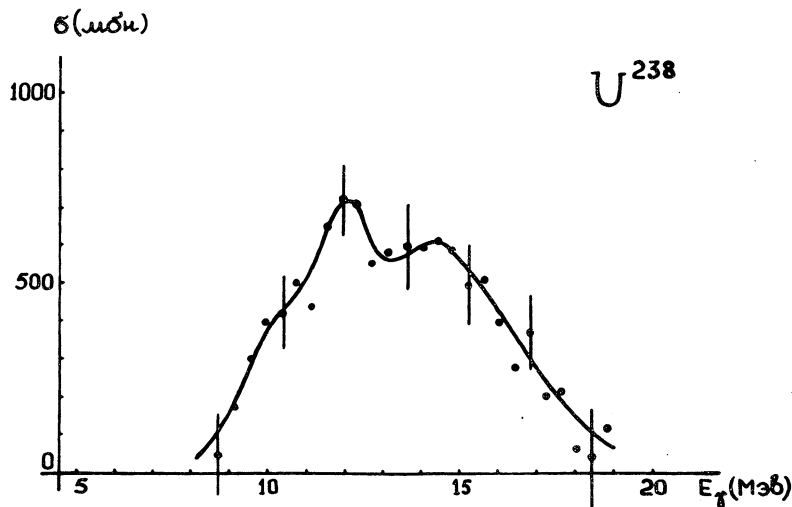
Подробно организация связи с ЭМ и организация эксперимента в целом описаны в /4/. Работа всей регистрирующей системы, включая ЭМ, полностью автоматизирована.

#### Результаты и обсуждение

В ходе работы выполнены две серии измерений полного сечения поглощения гамма-квантов ядрами  $U^{238}$  в несколько различающейся геометрии. Результаты двух серий близки друг к другу. Сечение, приведенное на рис. 2, получено усреднением результатов этих серий. Ошибки, показанные на рисунке, среднеквадратичные.

Из-за неточности расчетных значений атомных сечений приходится прибегать к нормировке величины полученного сечения. Нуль

сечения определялся нормировкой по данным работы /5/ для сечений  $(\gamma, f)$  и  $(\gamma, n)$  и работы /6/ для сечения  $(\gamma, \gamma')$  при энергии 9 Мэв. Нормировка по значениям сечений реакций  $(\gamma, f)$  и  $(\gamma, n)$  вблизи порогов, которая, возможно, является более точной, для обсу-



Р и с. 2. Полное сечение поглощения гамма-квантов ядрами  $U^{238}$ . Сплошная кривая проведена по экспериментальным точкам визуально.

даемых результатов не могла быть проведена из-за наличие высокого установленного порога дискриминации.

В сечении отчетливо видны два максимума, характерные для сильно деформированных ядер. Максимумы расположены при энергиях  $11,9 \pm 0,3$  и  $14,3 \pm 0,3$  Мэв. Это соответствует величине эксцентриситета ядра, равной 0,23, что находится в согласии с данными работы /7/. Вычисление квадрупольного момента дает величину  $10$  бн

Значение сечений в максимумах составляет  $720 \pm 90$  и  $610 \pm 90$  мбн соответственно. Интегральное сечение в диапазоне 9 – 19 Мэв равно  $4,17 \pm 0,28$  бн.Мэв, что составляет 88% классической дипольной суммы, вычисленной с учетом остаточного взаимодействия.

Из-за недостаточного энергетического разрешения спектрометра получена лишь структура, характерная для деформированных ядер.

В связи с тем, что кроме увеличения статистической точности измерений представляет интерес расширить диапазон изучаемых энергий в сторону квадрупольного максимума, в настоящее время начаты измерения в более широком диапазоне энергий гамма-квантов со спектрометром, имеющим лучшее разрешение. Это дает также возможность более тщательного изучения области левее первого максимума, где, возможно, существуют нерегулярности в ходе сечения, связанные с возбуждением коллективных уровней.

Институт ядерных исследований АН СССР

Поступила в редакцию  
21 ноября 1972 г.

#### Л и т е р а т у р а

1. О. В. Богданкевич. Диссертация. ФИАН СССР, 1962 г.
2. В. Ziegler, J. M. Wickoff, H. W. Koch. Nucl. Instr. and Meth., 24, 301 (1963).
3. Г. М. Гуревич, В. А. Запевалов, М. Н. Костин, Л. Е. Лазарева, Г. В. Солодухов. Препринт ИЯИ АН СССР, 1971 г.
4. Г. М. Гуревич, В. А. Запевалов, Л. Е. Лазарева, Г. В. Солодухов, В. И. Яворский. ПТЭ, в печати.
5. O. Y. Mafra, S. Kuniyoshi, J. Goldemberg. Nucl. Phys., A186, 110 (1972).
6. E. Fuller, E. Hayward. Phys. Rev., 101, 692 (1957).
7. J. O. Newton. Nucl. Phys., 2, 345 (1957).