

СПЕКТРОМЕТР БЫСТРЫХ НЕЙТРОНОВ

Большинство методов спектроскопии быстрых нейтронов основано на пр-рассеянии и последующем измерении протонов отдачи. Такой способ лежит в основе использования толстослойных фотоэмульсий, органических счётчиков сцинтилляций и ионизационных камер, наполненных водородосодержащими газами, для изучения нейтронных спектров. Однако для перехода от наблюдаемого спектра протонов отдачи к спектру исходных нейтронов во всех упомянутых методах необходимо выполнить подчас довольно

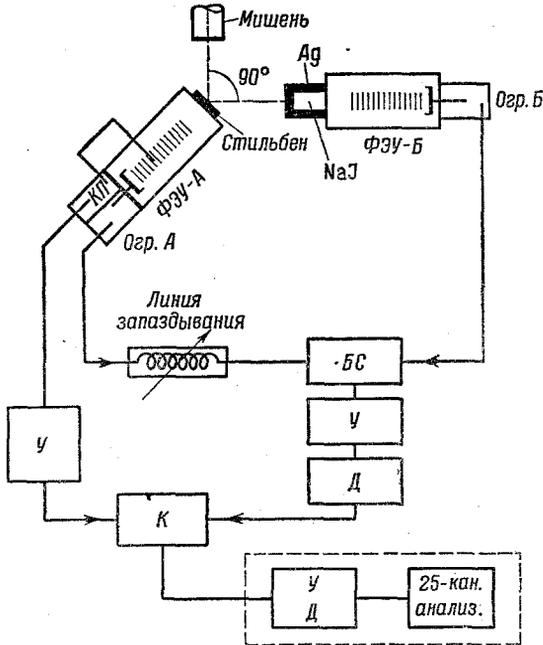


Рис. 1. Схема установки для исследования спектра быстрых нейтронов: ФЭУ (А и Б) — фотоэлектронные умножители; Огр. (А и Б) — ограничители амплитуд импульсов; КП — катодный повторитель; У — усилители; Д — дискриминаторы; БС — блок совпадений; К — блок, отпираемый импульсом с блока совпадений.

сложные расчёты, учитывающие угловую зависимость сечений нейтрон-протонного рассеяния, различную при разных энергиях нейтронов. В результате интерпретация результатов заметно усложняется, а точность получаемых данных падает.

Недавно был предложен новый спектрометр быстрых нейтронов, применение которого свободно от указанных выше недостатков¹.

В спектрометре такого типа энергия нейтронов также определяется по энергии протонов отдачи, но при этом регистрируются только протоны, выбитые в направлении исходного нейтронного пучка (под углом 0°), энергия которых практически равна энергии первичных нейтронов. Единственная зависимость, которую в этом случае нужно знать для перехода

от протонного к нейтронному спектру — это зависимость дифференциального сечения рассеяния вперёд (под углом 0°) от энергии.

Для того чтобы регистрировать только рассеянные вперёд протоны, авторы¹ применили схему совпадений (представленную на рис. 1) между импульсами от фотоэлектронных умножителей А и Б, обусловленными протоном отдачи (стильбеновый кристалл перед ФЭУ-А) и рассеянным под углом, близким к 90° , нейтроном. Для регистрации таких нейтронов перед ФЭУ-Б располагался кристалл NaJ, окружённый 5 мм слоем серебра. Захват нейтронов ядрами серебра или иода сопровождался испусканием γ -квантов, регистрируемых кристаллом и фотоумножителем. В качестве фотоумножителей использовались четырнадцатикаскадные трубки EM-1-6262. Размеры кристаллов были: стильбен — диаметр 1,5 см, толщина — 0,5 см, подистый натрий — кубик с ребром 2,5 см.

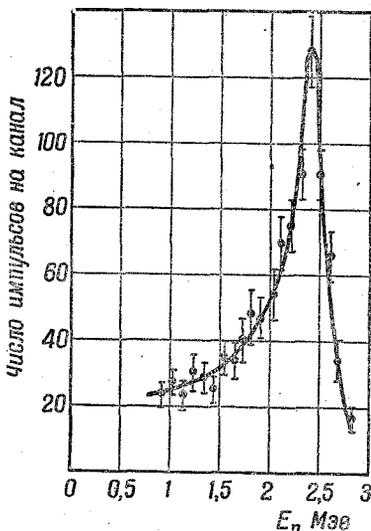


Рис. 2. Спектр нейтронов, образующихся при реакции $H^2(dn)He^3$ (мишень — тонкая).

импульсов длительностью менее 10^{-8} сек. Таким образом, импульсы с ФЭУ-Б не были пропорциональны энергии нейтронов, их максимальная амплитуда задавалась ограничителем Б. Аналогично импульсы, поступающие на линию запаздывания — и далее в блок совпадений — с выхода ФЭУ-А — не были пропорциональны энергии протонов, ибо лимитировались ограничителем А.

Для того чтобы исследовать амплитудное распределение импульсов ФЭУ-А, пропорциональное спектру выбитых под углом 0° протонов, авторы¹ поэтому снимали одновременно импульс не только с выхода, но и с одиннадцатого диода ФЭУ-А. Этот импульс, пропорциональный энергии протонов, подавался через катодный повторитель и усилитель в специальный блок К, отпирывший только при поступлении в него импульса с блока совпадений. Таким образом, устройство позволяло анализировать лишь те импульсы от протонов, которым сопутствовали отпирывавшие блок К импульсы совпадений. Следовательно, регистрировалось энергетическое распределение только протонов, выбитых под углом 0° , без помех от

Импульсы от фотоумножителей подавались на блок совпадений с разрешающим временем $3 \cdot 10^{-8}$ сек. При этом импульсы с ФЭУ-А, вызванные протоном отдачи, проходили через линию запаздывания и задерживались на $(3,5 \pm 1,5) \times 10^{-8}$ сек. Указанное время задержки соответствует времени пролёта рассеянных на углы около 90° нейтронов расстояния между кристаллами стильбена и NaJ, равного 6 см. Интервал времени запаздывания задаёт, таким образом, интервал энергии регистрируемых нейтронов (5–30 кэв). Эффективность регистрации нейтронов с энергией 30 кэв применённым в ¹NaJ-счётчиком составляла около 6%. Время нарастания импульса от высвечивания в NaJ относительно велико — около 0,25 мксек, но поскольку в данных опытах не требовалось, чтобы амплитуды импульсов в NaJ были пропорциональны энергии нейтронов, то можно было дифференцировать импульсы и работать с «краем» переднего фронта

случайных совпадений. Время отпираания блока K выбиралось в соответствии с временными характеристиками схемы совпадений и линии запаздывания.

Анализ импульсов с 11-го диода ФЭУ-А, прошедших сквозь блок K , производился с помощью специального 25-канального анализатора.

На рис. 2 проводится полученный описанным способом спектр нейтронов от реакции $H^1(dn)He^3$ с энергией около 2,8 Мэв. Точность полученных данных является вполне удовлетворительной и превышающей точность других методов. Дополнительное удобство заключается в малой чувствительности прибора к γ -фону благодаря введению запаздывающих совпадений.

Г. И.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. L. Beghian, R. Allen, J. Calvert a. H. Halban, Phys. Rev., 86, 1044 (1952).
-