

сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
Дубна

6163/2-80

22/24-80
13-80-627

М.Н.Михайлов,* А.И.Трифонов,* Т.М.Трошев,*
И.В.Фаломкин, В.И.Христов,* Ю.А.Щербаков,
Т.Б.Янев *

СТРИМЕРНЫЙ СПЕКТРОМЕТР
ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ РЕДКИХ РЕАКЦИЙ
С НЕЙТРОНАМИ

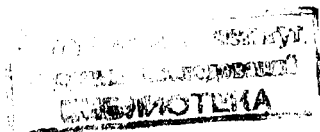
* Институт ядерных исследований и ядерной
энергетики БАН, София.

1980

Исследование захвата тепловых нейтронов с образованием конверсионных пар является одним из интересных методов для изучения мультипольности ядерных переходов и других характеристик ядерных уровней. Для наблюдения и изучения пар внутренней конверсии от захвата тепловых нейтронов ядрами аргона мы в течение ряда лет использовали методику диффузионной камеры ^{1/}. Были получены фотографии и энергетический спектр пар, сделан анализ углового распределения суммарного вектора пар. Значительный уровень γ -фона и недостаточное энергетическое разрешение затрудняли наблюдение линии перехода в аргоне. Отчетливо наблюдались группы линий в районе 3 и 4 МэВ. Недостаточная статистика с применением этой методики не позволила получить более детальной информации об энергетическом спектре конверсионных пар. Чтобы сделать определенные заключения о наблюдении конкретных переходов в аргоне, необходимо было значительно повысить поток нейтронов и снизить гамма-фон из канала реактора.

Нами была предпринята также попытка использования диффузионной камеры для регистрации пар внутренней конверсии от захвата тепловых нейтронов ядрами водорода. Получены хорошие треки в камере при давлении рабочего газа 10 атм. Однако в диффузионной камере нельзя использовать интенсивный пучок нейтронов, и γ -кванты создают большой фон, поэтому нам не удалось наблюдать эту реакцию.

Для дальнейшего исследования захвата тепловых нейтронов с образованием конверсионных пар на аргоне и водороде нами была создана стримерная камера. Стримерная камера известна как трековый детектор и инструмент для исследований в физике высоких энергий ^{2-4/}. Камера управляема и имеет малое время памяти / ~ 1 мкс/, поэтому способна работать в условиях большой фоновой загрузки. Использование стримерной камеры в магнитном поле с целью спектрометрии дает возможность измерять импульсы заряженных частиц, углы вылета из точки взаимодействия и изучать частицы, имеющие малый пробег. Применение стримерного спектрометра обеспечивает возможность спектрометрии частиц очень малых энергий, рожденных в газе камеры, а также изучения редких реакций с анализом продуктов распада. Стримерная камера может работать с пучками нейтронов высокой интенсивности, что позволяет эффективно регистрировать процессы, происходящие с частицами малых сечений. В нашем спектрометре рабочий газ,



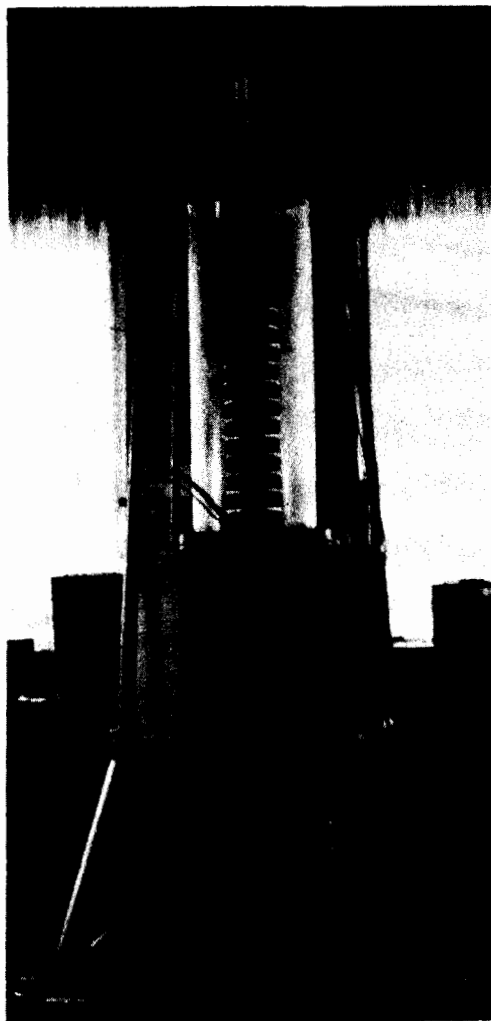


Рис.1. Внешний вид спектрометра со стримерной камерой.

наполняющий камеру /аргон или водород/, выполняет роль мишени, что дает возможность наблюдать точки испускания конверсионных пар и обеспечивает достаточно хорошие условия для угловых и энергетических измерений.

Внешний вид стримерного спектрометра с камерой и системой импульсного питания показан на рис.1. На рис.2 дана принципиальная схема эксперимента со стримерной камерой, помещенной в магнитное поле. Размеры рабочей области камеры, определенные с учетом энергии регистрируемых электронов, выбраны равными $30 \times 20 \times 10 \text{ см}^3$. Камера заполняется аргоном или водородом высокой чистоты при давлении около одной атмосферы. Она размещается в магните-соленоиде, который обеспечивает напряженность поля до $0,07 \text{ Т}$. Электрон-позитронные пары регистрируются с помощью двух боковых сцинтилляционных счетчиков. Система отбора событий состоит из четырех таких счетчиков. Два из них являются боковыми стенками камеры. Два других расположены непосредственно за ними. Сцинтилляционные

счетчики работают на ФЭУ-30. Счетчики связаны между собой схемой антисовпадения-совпадения, чтобы исключить влияние фона и ложных запусков. Импульсы от сцинтилляционных счетчиков подаются на схему управления, запускающую импульсный генератор Маркса, и схему, которая управляет перетяжкой пленки в фотоаппаратах. Схема управления выполнена на быстрых микросхемах

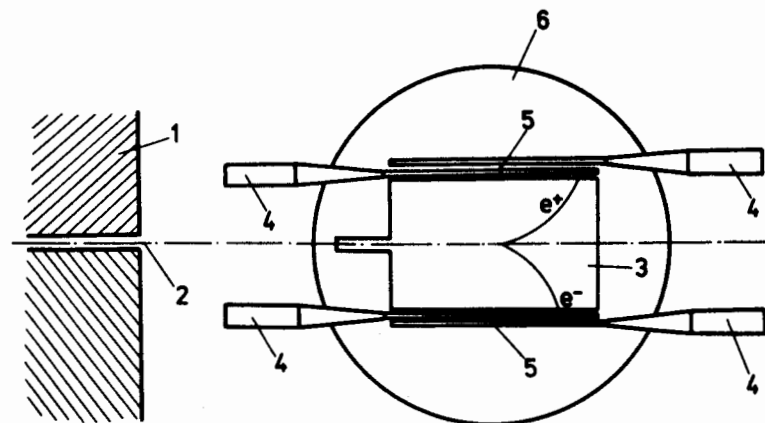


Рис.2. Схема стримерного спектрометра: 1 - защита реактора, 2 - нейтронный пучок, 3 - стримерная камера, 4 - ФЭУ, 5 - сцинтилляторы, 6 - магнитное поле.

и имеет время задержки около 20 нс . Выходной импульс подается на схему запуска высоковольтного импульсного генератора.

Для питания камеры используется 20-каскадный импульсный генератор типа Аркадьева-Маркса. Запуск первого каскада генератора осуществляется с помощью импульсной схемы на лавинных транзисторах и двух триггерах. Разработанная нами конструкция генератора имеет однополярную схему питания до 30 кВ . Ударная емкость генератора составляет 500 пФ . Амплитуда высоковольтного импульса доходит до 600 кВ . Разрядники генератора находятся в герметической плексигласовой трубе, позволяющей увеличить давление газа в разрядных промежутках до 6 атм . Изменением давления в разрядных промежутках регулируется в широких пределах амплитуда высоковольтного импульса. Каждый каскад генератора состоит из 16 конденсаторов К-15-4. Максимальное напряжение в камере с учетом емкости электродов, нагрузочного сопротивления, потерь на коронирование и внутреннее сопротивление составляет около 500 кВ . Как показали испытания генератора, он прост по конструкции, наладке и устойчиво работает в широком диапазоне выходных напряжений.

Треки в камере фотографируются стереоскопически двумя фотоаппаратами через сетчатый электрод. В аргоновой и водородной стримерной камере применяется режим самошунтирования, который позволяет получить хорошую локализацию и яркое свечение следов ^{5/}.

Стримерная камера заполняется чистым аргоном или водородом с небольшой примесью паров воды или метана для повышения лока-

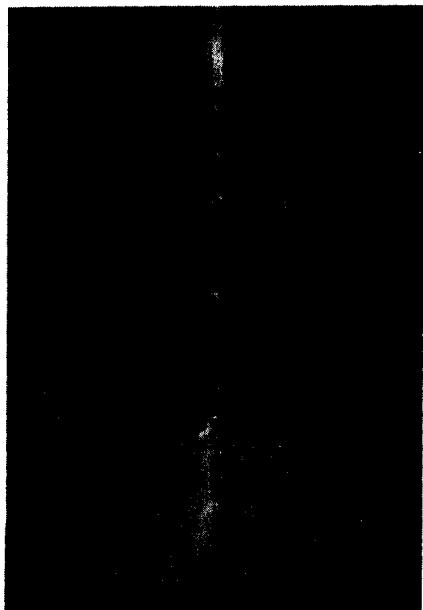


Рис.3. Фотография следа электрона в аргоне /при давлении газа в камере 700 Торр и напряженности электрического поля 22 кВ/см/.

лизации и яркости треков ^{16.7/}. Перед наполнением камера откачивается и выдерживается при остаточном давлении 10^{-2} Торр. Система наполнения позволяет вводить в рабочий газ необходимые добавки. Камера работает без повторного наполнения обычно в течение нескольких дней. Система отбора событий дает запуск камеры в случае рождения пары на пути нейтронного пучка внутри объема камеры.

На рис.3 показан типичный трек электрона, прошедший майларовые окна камеры, заполненной аргонем до 700 Торр, при напряженности электрического поля 22 кВ/см.

Таким образом, показано, что стримерная камера успешно работает с аргонным наполнением, при этом получаются достаточно яркие и хорошо локализованные следы. Камера может быть с успехом использована для постановки экспериментов на реакторе ИРТ-2000.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дамянов Д.Б. и др. Доклады БАН, 1973, т.26, №11, с.1441.
2. Дайон М.И. и др. Искровая камера. Атомиздат, М., 1967.
3. Rice-Evans P. Spark, Streamer, Proportional and Drift Chambers. London, 1974.
4. Воробьев А.А., Руденко Н.С., Сметанин В.И. Техника искровых камер. Атомиздат, М., 1978.
5. Falomkin I.V. et al. Nucl. Instr. and Meth., 1967, 53, p.266.
6. Falomkin I.V. et al. Nucl. Instr. and Meth., 1976, 137, p.589.
7. Falomkin I.V. et al. Nucl. Instr. and Meth., 1975, 131, p.431.

Рукопись поступила в издательский отдел
3 октября 1980 года.