

## Проект «Спектроскопия барионных резонансов и фоторождение нейтральных мезонов»

### Осуществляется в рамках немецкой научной программы TRANSREGIO-16

Эксперименты по фоторождению нейтральных мезонов осуществляются на пучке меченых фотонов электронного ускорителя ELSA Боннского университета в рамках немецкой научной программы TRANSREGIO-16. Одна из главных научных целей – поиск так называемых "недостающих" ("missing") резонансов, которые не могут быть извлечены из пион-нуклонных данных ввиду их слабой связи с каналом  $\pi N$ . Исследования фоторождения нейтральных мезонов являются дополнительными по отношению к экспериментам по  $\pi p$ -рассеянию; ожидается, что они дадут новый ценный вклад в спектроскопию нестранных барионов.

Экспериментальный путь для изучения этой проблемы – это систематические измерения фоторождения мезонов на протоне и нейтроне (с использованием дейтериевой мишени) в различных кинематических условиях. Экспериментальная программа основана на уникальной комбинации пучков фотонов, охватывающих по энергиям всю резонансную область, и фотонного спектрометра Crystal Barrel, имеющего высокое энергетическое и угловое разрешение при  $4\pi$  акцептансе. Этот прибор, называемый теперь CB-ELSA, с его прекрасными возможностями детектирования нескольких фотонов и с телесным углом, близким к  $4\pi$ , представляет собой идеальный инструмент, позволяющий изучать одновременно процессы фоторождения различных нейтральных мезонов:  $\eta \rightarrow \pi^0 p$ ,  $\eta \rightarrow \eta p$ ,  $\eta \rightarrow \pi^0 \pi^0 p$ ,  $\eta \rightarrow \pi^0 \eta p$  и др. путем детектирования от двух до восьми фотонов, возникших в итоге распада нейтральных мезонов, родившихся в исследуемых реакциях.

Спектрометр CB-ELSA имеет гранулированную структуру, он состоит из 1380 кристаллов CsI(Tl); большой угловой захват детектора позволяет восстанавливать многофотонные конечные состояния. Чтобы обеспечить возможность детектировать и идентифицировать также заряженные частицы (протоны, дейтроны), в центральную часть спектрометра CB-ELSA вставлен детектор из сцинтилляционных нитей, окружающий мишень.

В течение 2000–2003 гг. многочисленные циклы набора данных были выполнены при энергиях падающих электронов 1400, 2600 и 3200 МэВ; энергия меченых фотонов тормозного излучения определяется характеристиками системы мечения и захватывает диапазон от 25% до 95% по отношению к энергии падающих электронов. Основные компоненты системы мечения – фотонообразующая мишень (радиатор), дипольный магнит, отклоняющий электроны, испустившие тормозное излучение, в соответствии с их импульсом, и детектор для восстановления траекторий этих электронов. Детектирующая часть системы мечения состоит из 14 сцинтилляционных счетчиков и двух проволочных пропорциональных камер. Кроме того, за последние годы система мечения оснащена набором из 500 сцинтилляционных нитей, позволяющим "метить" с высокой эффективностью потоки фотонов вплоть до  $10^7$  1/с.

За время длительного периода набора данных Crystal Barrel коллаборация получила громадный объём ценной информации. Сейчас ведётся обработка и анализ этих данных.

Но особую ценность представляют данные, полученные в экспериментах с использованием как пучков поляризованных фотонов, так и поляризованной мишени, т.к. именно поляризация пучка и мишени играют ключевую роль в определении спектра  $N^*$ - и  $\Delta$ -резонансов в области высоких масс, где эти резонансы в значительной мере перекрываются, а различные комбинации поляризаций пучка и мишени предоставляют возможность идентификации вклада различных парциальных амплитуд. Именно для реализации такой возможности в 2005-2006 гг. проведена серьёзная модернизация экспериментальной установки. Спектрометр Crystal Barrel, во внутреннюю полость которого вставлена поляризованная мишень «с замороженным спином», перемещён на другую пучковую линию, что позволило расположить рядом с ним криогенную установку для «накачки» поляризации. В ходе модернизации Crystal Barrel был оснащён дополнительно двумя форвардными детекторами (Forward Plug из 90 кристаллов CsI(Tl) и Mini-

TAPS из 216 кристаллов  $BaF_2$ ), которые обеспечивают более высокое угловое разрешение для частиц, вылетающих под малыми углами. Была также существенно усовершенствована система мечения фотонов – благодаря установке новых сцинтилляционных счётчиков, а также детектора на основе сцинтилляционных нитей удалось расширить динамический диапазон этой системы и улучшить её энергетическое разрешение. Планируется начать эксперименты на модернизированной установке в первой половине 2007 года.

Перемещение спектрометра Crystal Barrel на новую пучковую линию может дать в будущем ещё одно преимущество – появится возможность работы спектрометра Crystal Barrel в комбинации с проектируемым Боннским магнитным спектрометром; будучи установлен под нулем градусов (с отверстием для пропускания пучка), этот спектрометр будет использован для детектирования заряженных частиц и выработки триггера, в основном вблизи порога реакций. Высокое импульсное и пространственное разрешение позволит использовать интенсивные пучки тормозного излучения без применения системы мечения фотонов – поскольку для отдельных реакций энергия фотонов может быть восстановлена на основе полной регистрации двухчастичного конечного состояния. Ещё одна возможность использования магнитного спектрометра – детектирование электронов, рассеянных на малые углы в экспериментах по электророждению.