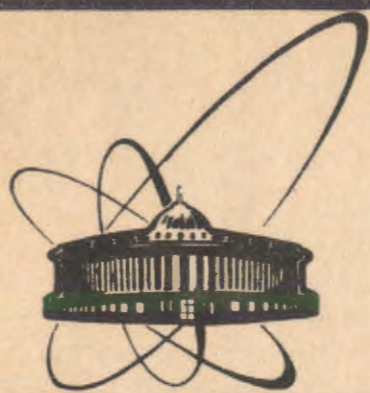


91-495



сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
дубна

P1-91-495

Р.Н.Бекмирзаев, В.Г.Гришин, Р.М.Ибатов¹,
М.М.Муминов¹, К.Миллер², М.У.Султанов¹,
П.Тас³, С.А.Шарипова¹

ИЗУЧЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ ВТОРИЧНЫХ НЕЙТРОНОВ
В НЕУПРУГИХ π^- -He-ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ
ПРИ $P_{\pi^-} = 3,5$ ГэВ/с

¹Самаркандский государственный университет
²Институт физики Варшавского технического
университета
³Карлов университет, Прага

Введение

В работах [1; 2] получены экспериментальные сведения по исследованию процессов образования нейтронов в соударениях π^- -мезонов с ядрами ксенона. При этом данные были получены при разных статистиках событий и без учета весов для нейтронов.

Настоящая работа посвящена исследованию образования нейтронов с учетом "весов" в неупругих π^- He - соударениях.

Экспериментальные результаты по нейтронам сравниваются с подобными характеристиками протонов, образованных в неупругих π^- He-взаимодействиях при 3,5 ГэВ/с, которые приведены в [3].

Полученные данные о характеристиках нейтронов описываются с помощью испарительно-каскадной модели (ИКМ).

Методика эксперимента

Экспериментальный материал получен при облучение 180-литровой ксеноновой камеры (без магнитного поля) с отрицательными пионами при $P_{\pi^-} = 3,5$ ГэВ/с на синхротроне ИТЭФ (г.Москва). Дважды были просмотрены около 40 тысяч стереоснимков для нахождения как первичных взаимодействий π^- -мезонов с ксеноном, так и вторичных звезд, образованных нейтральными частицами ("n"-звезд). Правила просмотра этих снимков были следующими: в эффективном объеме камеры отбирались только такие стереоснимки, на которых число первичных звезд было не больше одной и при этом регистрировались все вторичные "n" - звезды с $n_{\pm} \geq 1$ (где n_{\pm} - число вторичных заряженных частиц в звезде). Эффективность нахождения звезд в двойном просмотре оказалась равной 99%. Всего найдено 2470 первичных и 2130 "n"-звезд. Все "n"-звезды были измерены вместе с координатами первичных звезд. Вводилась соответствующая поправка на потерю "n"-звезд при измерении.

В числе звезд, вызванных вторичными нейтральными частицами, введена поправка на фоновые процессы. Фон от случайных нейтральных звезд оценен при просмотре снимков, на которых не было первичных

взаимодействий, но наблюдались "п"- звезды; он составляет около 16%.

По соотношению пробег-энергия в "п" - звездах измеряли энергии вторичных заряженных частиц (в основном протонов).

Импульсы нейтронов определялись двумя способами:

1) Из всех "п"- звезд выделены события типа пр, т.е. упругие соударения нейтронов с протонами. При оценке импульса налетающего нейтрона P_n использовали известную формулу:

$$P_n = \frac{2 T_p M_p}{P_p \cos \theta - T_p / (P_p \cos \theta)}, \quad (1)$$

где P_p, T_p, θ - импульс, кинетическая энергия и угол рассеяния протона отдачи, соответственно, M_p - масса протона.

2) Выделены "п" - звезды с $n_{\pm} \geq 3$ и измерялся полный импульс вторичных заряженных частиц (P_{ch}), при этом импульс нейтрона принимался равным $P_n = k P_{ch}$. Здесь k - коэффициент, учитывающий долю энергии, уносимую в среднем нейтральными частицами. Значение k взято из работы [5]. Спектры нейтронов, полученные обоими способами, анализировались вместе.

Угол вылета нейтральной частицы, образовавшей "п" - звезду, определялся как угол между направлением пучковой частицы, вызвавшей первичную звезду, и прямой, соединяющей вершины первичной и "п" - звезды.

Для получения данных о характеристиках нейтронов необходимо учесть конечные размеры детектора - эффективной области камеры, т.е. ввести так называемые геометрические "веса" регистрации "п" - звезд [6].

Веса для упругих пр - соударений определялись по следующей формуле:

$$W_n = C \frac{1}{1 - \exp(-\frac{n \sigma_t^{nXe}}{P_n L})}, \quad (2)$$

где $C = \frac{54 \sigma_t^{np} + 77 \sigma_t^{nn}}{54 \sigma_{e1}^{np}}$

σ_t^{np} - полное сечение пр - соударений, σ_t^{nn} - полное сечение пп - соударений, σ_{e1}^{np} - сечение упругих пр - взаимодействий, σ^{nXe} -

полное сечение пXe - взаимодействия. Значения $\sigma_t^{np}, \sigma_t^{nn}, \sigma_{e1}^{np}$ взяты из работы [7,8,9], а σ^{nXe} взято в виде [10]

$$\sigma_t^{nXe} = \sigma_t^{np} A^{2/3},$$

где A - массовое число ядра-мишени, L - потенциальный пробег нейтрона.

Веса для "п" - звезд с $N_{ch} \geq 3$ определены по общепринятой формуле

$$W = (1 - \exp(-\frac{1}{\langle L \rangle}))^{-1},$$

где l - длина потенциального пробега нейтрона в камере, $\langle L \rangle$ - средняя длина пробега до взаимодействия [1].

Статистика событий с учетом поправок на эффективность просмотра приведена в табл.1.

Таблица 1. Статистика событий

Тип взаим.	P, ГэВ/с	N _{соб.}	N _n	N _n (W)
п ⁻ Xe	3,5	2770	1692+128	12584+1087

Результаты эксперимента

В табл.2 приведены средние числа нейтронов на одно неупругое п⁻Xe - взаимодействие, а также средние значения импульсов и углов в этих взаимодействиях. Там же для сравнения, в скобках, приводятся соответствующие данные для протонов, образованных в п⁻Xe-взаимодействиях. Видно, что значения $\langle N_n \rangle$ и $\langle P \rangle$ для протонов ниже, чем для нейтронов. Разница в значениях $\langle P \rangle$ объясняется тем, что из-за отсутствия магнитного поля в ксеноновой камере энергичные протоны, уходящие за стенки камеры, не измеряются, что приводит к уменьшению значения $\langle P \rangle$.

Таблица 2. Средние значения характеристик нейтронов из π^- -Xe - взаимодействий при 3,5 ГэВ/с

Тип взаим.	$\langle N_n \rangle$	$\langle P \rangle$ ГэВ/с	$\langle \theta_{\text{лаб}} \rangle$ град.
π^- -Xe	4,54±0,09 (3,41±0,03)	0,70±0,1 (0,39±0,08)	73±2 (75±2,4)
π^- -Xe (модель)	8,15 (4,83)	0,43 (0,43)	74 (73)

Экспериментальные данные по нейтронам сравнивались с предсказаниями испарительно-каскадной модели (табл.2). Из таблицы видно, что модель дает большие значения $\langle N_n \rangle$ и маленькие $\langle P \rangle$. Это наблюдается для вторичных протонов в этих взаимодействиях.

Средние значения по углам $\langle \theta \rangle$ для нейтронов и протонов, полученные из испарительно-каскадной модели, находятся в хорошем согласии с экспериментальными значениями (табл.2).

Импульсные спектры для нейтронов и протонов в л.с.к. для π^- -Xe-взаимодействий показаны на рис.1,2. Здесь же для сравнения приведены результаты расчета по ИКМ (сплошная линия).

Спектр нейтронов и протонов для π^- -Xe-взаимодействий по ИКМ (рис.1,2) удовлетворительно согласуется с результатами эксперимента, но наблюдается расхождение в области малых импульсов, что, возможно, связано с неучтенными в модели экспериментальными условиями.

Заключение

В данной работе анализировались результаты эксперимента по изучению характеристик нейтронов (множественности, импульсные и угловые) в неупругих π^- -Xe-взаимодействиях при $P_{\pi^-} = 3,5$ ГэВ/с. Эти

данные сравниваются с аналогичными данными для протонов в этих взаимодействиях. Из сравнительного анализа можно сделать следующие выводы:

- 1) Значения $\langle N_n \rangle$ и $\langle P \rangle$ для нейтронов больше, чем для протонов, а значения средних углов $\langle \theta \rangle$ одинаковы.
- 2) Испарительно-каскадная модель правильно описывает характер импульсных распределений нейтронов и протонов в π^- -Xe -

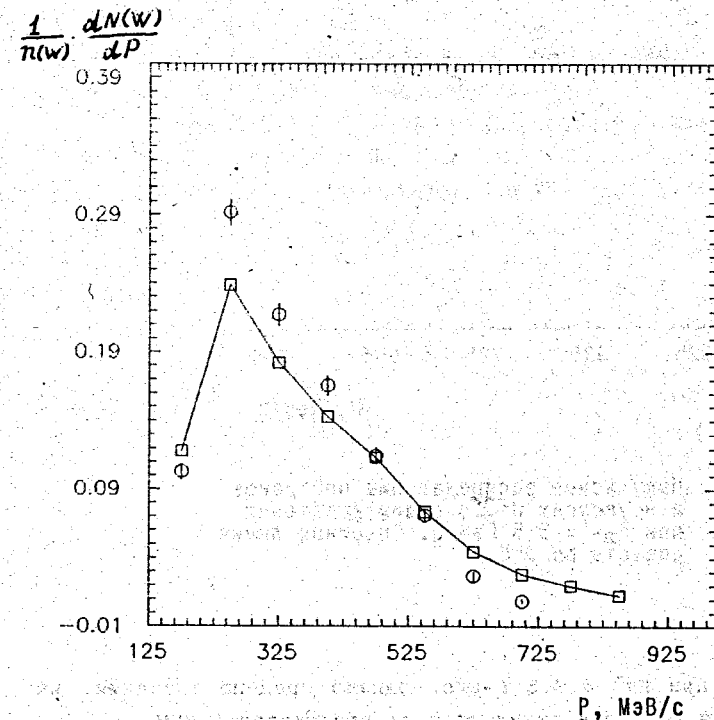


Рис. I. Импульсные распределения протонов в неупругих π^- -Xe-взаимодействиях при $P_{\pi^-} = 3,5$ ГэВ/с, сплошная линия расчеты по ИКМ.

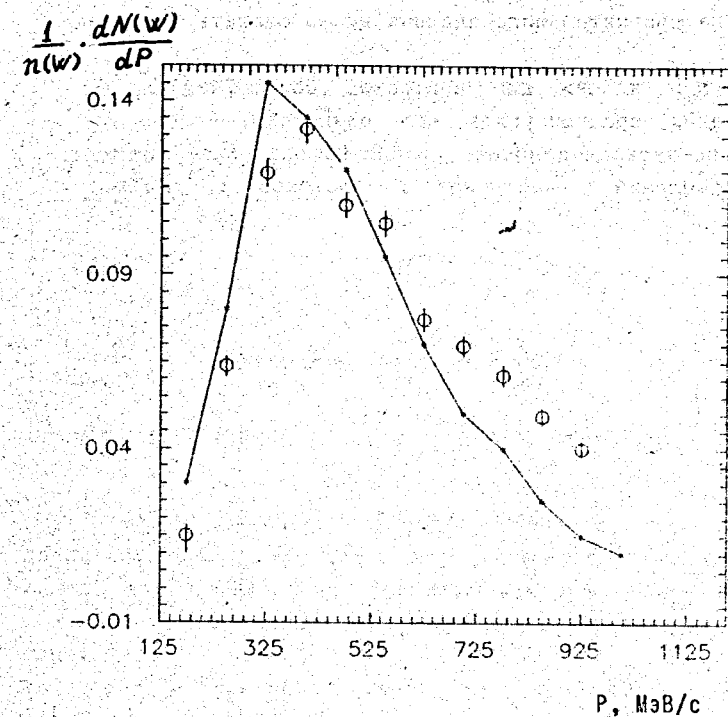


Рис. 2. Импульсные распределения нейтронов в неупругих $P-^{136}\text{Xe}$ -взаимодействиях при $P_0^- = 3,5$ ГэВ/с. Сплошная линия расчеты по ИКМ.

взаимодействиях при $P_0^- = 3,5$ ГэВ/с. Однако средние значения импульсов протона и нейтрона отличаются от предсказаний ИКМ.

Авторы выражают глубокую благодарность Трояну Ю.А. за ценные замечания и советы при обсуждении результатов.

Литература

1. В.Г.Гришин и др. Сообщения ОИЯИ, P12-88-520, Дубна, 1988.
2. К.Миллер и др. Сообщения ОИЯИ, P1-90-510, Дубна, 1990.
3. К.Миллер и др. Сообщения ОИЯИ, P1-87-179, Дубна, 1987.
4. Амелин Н.С. и др. ОИЯИ, P2-89-167, Дубна, 1989.
5. Р.Н.Бекмирзаев и др. Сообщения ОИЯИ, P1-88-192, Дубна, 1988.
6. Р.Н.Бекмирзаев и др. Сообщения ОИЯИ, P1-88-617, Дубна, 1988.
7. В.С.Барашенков. Сечение взаимодействий элементарных частиц, М., Наука, 1966, стр. 15-23.
8. P.W.Lisowski et al. Phys. Review Letters, 1982, v. 49, #4, p. 255.
9. T.J.Roberts et al., Nucl. Phys., B 159, 56, 1979.

Рукопись поступила в издательский отдел
15 ноября 1991 года.