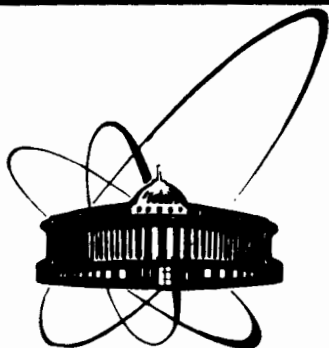


5571/83



ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

5571/83

24/x-83

P1-83-556

Ф.Балестра,* Р.Гарфаньини,* В.И.Ляшенко,
Г.Пираджино,* Д.Б.Понтекорво, И.В.Фаломкин,
Ю.А.Шербаков

КВАЗИУПРУГОЕ РАССЕЯНИЕ ПИОНОВ
НА ${}^4\text{He}$

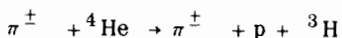
Направлено на III Всесоюзный семинар
"Программа экспериментальных исследований
на мезонной фабрике ИЯИ АН СССР"
/Звенигород, апрель 1983 г./

* Институт физики Туринского университета,
Туринская секция Национального института
ядерных исследований, Италия

1983

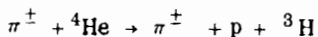
До последнего времени информация о взаимодействии пионов с легкими ядрами получалась в основном путем систематического изучения процесса упругого рассеяния пионов на ядрах, в частности - в случае дейтерия, а также ядер ^3He и ^4He . Очевидно, что в дополнение к этому важен анализ и процессов неупругого пион-ядерного взаимодействия. На современном уровне особенно интересны эксперименты по исследованию угловых корреляций вторичных частиц, при этом анализируются различные механизмы пион-ядерного взаимодействия. Особенно ценны эксперименты, позволяющие сделать полный кинематический анализ событий взаимодействия. Управляемая стримерная камера-мишень как раз позволяет выполнять такие исследования.

Одной из интересных реакций является реакция выбивания одного нуклона при взаимодействии пионов с ядрами. В настоящей работе мы представляем результаты изучения процесса



при энергии первичного пиона, равной 156 МэВ. Эксперимент был выполнен с помощью стримерной камеры-мишени, наполненной гелием при давлении 4 атм и окруженной управляющим годоскопом сцинтилляционных счетчиков. Камера работала на пионном пучке от синхротрона ОИЯИ. Разброс по импульсам пионов при этом составлял $3 \div 5\%$, примесь мюонов и электронов в пучке измерялась с помощью черенковского счетчика полного поглощения.

На рис.1 показаны измеренные дифференциальные сечения процесса квазиупругого рассеяния



при энергии 156 МэВ. Видно, что в общем поведение этих сечений следует поведению сечений свободного πN упругого рассеяния. Следует отметить, что в случае положительных пионов они меньше, чем сечения $\pi^+ p$ -рассеяния, а в случае отрицательных пионов имеют примерно такую же величину, что и сечения $\pi^- p$ -рассеяния.

Фитируя дифференциальные сечения с помощью полиномов Лежандра и интегрируя по углам рассеяния пиона, получаем полные сечения процесса квазиупругого рассеяния. Эти сечения имеют следующие значения:

$$\sigma(\pi^+ p \text{ } ^3\text{H}) = 76,0 \pm 3,3 \text{ мб,}$$

$$\sigma(\pi^- p \text{ } ^3\text{H}) = 21,9 \pm 1,3 \text{ мб.}$$



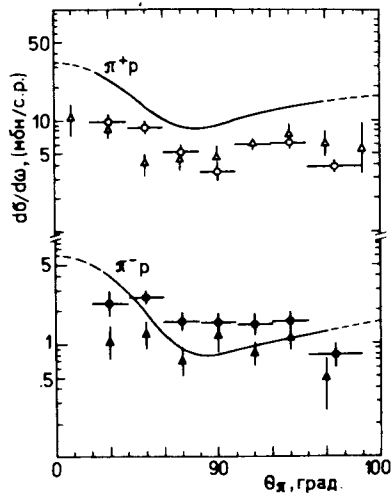


Рис.1. Дифференциальные сечения реакций $\pi^{\pm} + {}^3\text{He} \rightarrow \pi^{\pm} + {}^3\text{H}$ при энергии 156 МэВ. Сплошными линиями показано поведение дифференциальных сечений упругого π^+ -рассеяния при 150 МэВ /2/ и π^- -рассеяния при 152 МэВ /3/. Δ - F.Balestra et al. для π^+ при 145 МэВ /4/; \blacktriangle - Yu.A.Budagov et al. для π^- при 153 МэВ /5/; \circ и \bullet - результаты данной работы для π^+ - и π^- -мезонов соответственно.

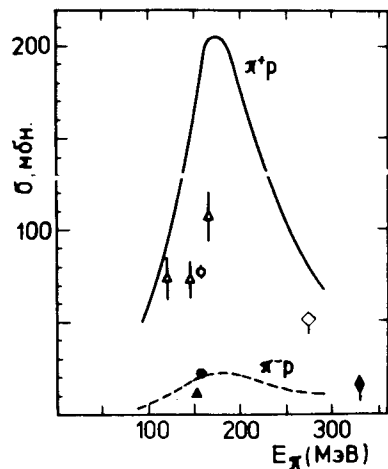


Рис.2. Полные сечения реакций $\pi^{\pm} + {}^3\text{He} \rightarrow \pi^{\pm} + {}^3\text{H}$. Сплошной линией показано поведение сечения упругого π^+ -рассеяния /6/, пунктирной - π^- -рассеяния /7/. Δ - F.Balestra et al. /4/; \blacktriangle - Yu.A.Budagov et al. /5/; \diamond и \blacklozenge - М.С.Козодаев и др. /8/ для π^+ - и π^- -мезонов соответственно; \circ и \bullet - результаты данной работы для π^+ и π^- соответственно.

Отсюда имеем для отношения сечений:

$$\frac{\sigma(\pi^+ p^3\text{H})}{\sigma(\pi^- p^3\text{H})} = 3,47 \pm 0,26.$$

Эта величина почти в три раза меньше отношения сечений упругого π^+ - и π^- -рассеяния. Измеренные нами сечения $\sigma(\pi^+ p^3\text{H})$ и $\sigma(\pi^- p^3\text{H})$ показаны на рис.2, они согласуются с результатами, полученными другими авторами.

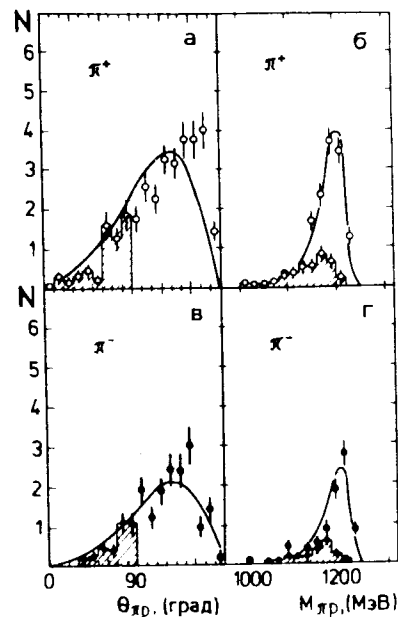


Рис.3. Распределение $\pi p^3\text{H}$ -событий при 156 МэВ в зависимости от угла между следами рассеянного пиона и протона для π^+ /рис.3а/- и π^- /рис.3в/- мезонов соответственно. Распределение этих же событий по эффективным массам $\pi^+ p^3\text{H}$ /рис.3б/- и $\pi^- p^3\text{H}$ /рис.3г/- системы. Заштрихованы распределения событий с $\theta_{\pi p} < 90^\circ$. Кривые описывают распределение событий в соответствии с имеющимся фазовым пространством и с учетом возбуждения Δ -резонанса.

Если предположить, что процесс квазиупругого рассеяния в основном определяется квазисвободным πp -рассеянием, то кинематика процесса должна быть подобна кинематике πp упругого рассеяния и, в частности, угол между выходящим пионом и протоном должен превышать 90° . На рис.3а и 3в показано распределение событий квазиупругого рассеяния заряженных пионов в зависимости от корреляционного угла $\theta_{\pi p}$ между следами выходящего пиона и протона, а также приведены кривые, описывающие распределение событий в соответствии с имеющимся фазовым пространством и с учетом возбуждения Δ -резонанса. Следует отметить, что число событий с $\theta_{\pi p} < 90^\circ$ составляет всего лишь /19±2%/ и /18±3%/ от полного числа событий в случае π^+ - и π^- -мезонов соответственно.

Таблица

Процентное содержание событий с $\theta_{\pi p} > 90^\circ$ в различных угловых интервалах рассеяния пионов /N⁺ - для π^+ и N⁻ - для π^- -мезонов/

$\Delta\theta_{\pi p}$, град	20÷60	60÷100	100÷140	140÷170
N ⁺ , %	64 _{±9}	81 _{±12}	94 _{±12}	99 _{±16}
N ⁻ , %	81 _{±19}	78 _{±14}	88 _{±15}	88 _{±28}

В таблице приводятся цифры, характеризующие процентное содержание событий с $\theta_{\pi p} > 90^\circ$ в различных угловых интервалах рассеяния пиона /N⁺ - в случае рассеяния положительных и N⁻ - в случае

отрицательных пионов/. В случае π^+ -мезонов это процентное содержание растёт с ростом угла рассеяния, и при больших углах рассеяния, по-видимому, преобладает механизм квазисвободного рассеяния пиона на протоне. В случае π^- -мезонов это содержание более или менее не зависит от угла рассеяния пиона. Это различное поведение обусловлено, по-видимому, возбуждением различных изоспиновых состояний при рассеянии положительных или отрицательных пионов.

На рис.3б и 3г показано распределение событий квазиупругого рассеяния в зависимости от эффективной массы (πp)-системы. Распределение событий с $\theta_{\pi p} > 90^\circ$ имеет резонансное поведение, его центр тяжести расположен в районе массы первого барионного резонанса /1232 МэВ/. Кривые получены из расчета по фазовому пространству с учетом возбуждения Δ -резонанса.

Из нашего кинематического анализа можно заключить, что механизм реакции квазиупругого рассеяния $\pi^\pm + {}^4\text{He} \rightarrow \pi^\pm + p + {}^3\text{H}$ определяется квазисвободным πp -рассеянием с возбуждением Δ -резонанса.

Авторы благодарны М.Г.Сапожникову за полезные обсуждения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Shcherbakov Yu.A. et al. Nuovo Cim., 1976, 31A, p.249; 1976, 31A, p.262.
2. Ashkin J. et al. Phys.Rev., 1956, 101, p.1149.
3. Kruse U.E. et al. Phys.Rev., 1959, 116, p.1008.
4. Balestra F. et al. Nucl.Phys., 1980, A340, p.372.
5. Будагов Ю.А. и др. ЖЭТФ, 1962, 42, с.1191.
6. Carter A.A. et al. Nucl.Phys., 1971, B26, p.445.
7. Bussey P.J. et al. Nucl.Phys., 1973, B58, p.363.
8. Козодаев М.С. и др. ЖЭТФ, 1960, 39, с.929.

Рукопись поступила в издательский отдел
28 июля 1983 года.

Балестра Ф. и др.

P1-83-556

Квазиупругое рассеяние пионов на ${}^4\text{He}$

Изучена реакция квазиупругого рассеяния заряженных пионов с энергией 156 МэВ на ядрах гелия. Эксперимент выполнен с помощью струйной камеры-мишени, наполненной гелием при давлении 4 атм. и окруженной управляющим годоскопом сцинтилляционных счетчиков. Измерены дифференциальные сечения процесса и угловые корреляции вторичных частиц. Из выполненного анализа следует, что механизм реакции определяется квазисвободным πp -рассеянием с возбуждением Δ -резонанса.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований, дубна 1983

Balestra F. et al.

P1-83-556

Quasielastic Scattering of Pions on ${}^4\text{He}$

Quasielastic scattering of charged pions on helium nuclei has been studied at a pion energy of 156 MeV. Experimental results were obtained using a streamer chamber-target filled with helium at 4 atm and surrounded by a hodoscope of scintillation counters included in the triggering system. The differential cross sections of the quasielastic process were measured and the angular correlations between the secondary particles were determined. From the analysis carried out it follows that the reaction mechanism is determined by quasi-free πp -scattering and excitation of the Δ -resonance.

The investigation has been performed at the Laboratory of Nuclear Problems, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1983

Перевод О.С.Виноградовой