

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



СЗ46.46

A-23

13/м-78

P1 - 11158

1220/2-78

Н.М.Агабабян, М.Р.Атаян, А.А.Байрамов, Ю.А.Будагов,
Ш.Валкар, А.Г.Володько, Н.Г.Григорян, Н.Р.Гулканян,
А.М.Дворник, В.П.Джелепов, Ю.Дубински, А.Р.Канецян,
Ж.К.Карамян, З.А.Киракосян, Л.П.Кишиневская,
С.А.Корчагин, Ю.Ф.Ломакин, Г.Мартинска, В.Б.Флягин,
Ю.Н.Харжеев, Д.И.Хубуа Л.Шандор

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СЕЧЕНИЙ ПРОЦЕССОВ

ТИПА ДВОЙНОЙ ПЕРЕЗАРЯДКИ π^- -МЕЗОНОВ

НА ЯДРАХ УГЛЕРОДА ПРИ 5 ГЭВ/С

1977

Н.М.Агабабян,¹ М.Р.Атаян,¹ А.А.Байрамов,² Ю.А.Будагов,
Ш.Валкар, А.Г.Володько, Н.Г.Григорян,¹ Н.Р.Гулканян,¹
А.М.Дворник,³ В.П.Джелепов, Ю.Дубински,⁴ А.Р.Канецян,¹
Ж.К.Карамян,¹ З.А.Киракосян,¹ Л.П.Кишиневская,¹
С.А.Корчагин,¹ Ю.Ф.Ломакин, Г.Мартинска,⁵ В.Б.Флягин,
Ю.Н.Харжеев, Д.И.Хубуа,⁶ Л.Шандор⁴

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СЕЧЕНИЙ ПРОЦЕССОВ
ТИПА ДВОЙНОЙ ПЕРЕЗАРЯДКИ π^- -МЕЗОНОВ
НА ЯДРАХ УГЛЕРОДА ПРИ 5 ГЭВ/С

¹ Ереванский физический институт.

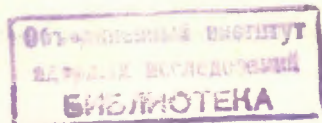
² Институт физики АН АзССР.

³ Гомельский государственный университет.

⁴ Институт экспериментальной физики САН,
г. Кошице, ЧССР.

⁵ Университет им. Шафарика, г. Кошице, ЧССР.

⁶ Тбилисский государственный университет.



Определение сечений процессов типа двойной перезарядки π^- -мезонов на ядрах углерода при 5 ГэВ/с

На основе материала, полученного с метровой пропановой пузырьковой камеры, определены сечения процессов типа двойной перезарядки π^- -мезонов на ядрах углерода при 5 ГэВ/с:

$$\pi^- C^{12} \rightarrow \pi^+ + m_1 p + m_2 \gamma + C' \quad (1)$$

Сечение реакции (1) $\sigma = 3,4 \pm 0,4$ мб. Сечение реакции (1), идущей без образования π^0 -мезонов, $\sigma_0 = 1,25 \pm 0,45$ мб. Сечение реакции (1), соответствующее "упругой" двойной перезарядке, $\sigma'_{\text{упр}} = 0,26 \pm 0,07$ мб.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1977

Cross Sections of the Double Charge Exchange Like Processes in π^- -Carbon Interactions at 5 GeV/c

The cross section of the double charge exchange like processes

$$\pi^- C^{12} \rightarrow \pi^+ + m_1 p + m_2 \gamma + C' \quad (1)$$

in π^- -carbon interactions was obtained: $\sigma_1 = 3,4 \pm 0,4$ mb.

The cross section of the processes (1) with no π^0 's produced is $\sigma_0 = 1,25 \pm 0,45$ mb. The cross section of "elastic" double charge exchange processes (energetic π^+ in forward direction)

is $\sigma'_{\text{el}} = 0,26 \pm 0,07$ mb.

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

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1977

Процессы двойной перезарядки пионов на ядрах, открытые в ЛЯП ОИЯИ^{/1/}, широко исследованы в области энергий до 500 МэВ^{/1,2/}. При более высоких энергиях подробных исследований не проводилось, за исключением нескольких работ, в которых эти процессы рассматривались в инклюзивном подходе^{/3/}. Однозначной интерпретации экспериментальных данных не имеется. Используется несколько моделей, основанных на изобарном, двухступенчатом и резонансном механизмах^{/4/}.

В настоящей работе приводятся предварительные результаты исследования процессов двойной перезарядки π^- -мезонов на ядрах углерода при 5 ГэВ/с. Используются данные, полученные при обработке около 30 тысяч стереоснимков с метровой пропановой пузырьковой камеры (ПК-200)^{/5/}. Среди π^-C -событий отбирались такие взаимодействия, в которых среди вторичных частиц нет отрицательно заряженных частиц, т.е.

$$\pi^- C^{12} \rightarrow m_1 \pi^+ + m_2 p + m_3 \gamma + C' \quad (1)$$

где m_1 - количество π^+ -мезонов*, m_2 и m_3 - количество идентифицированных протонов и γ -квантов соответственно. C' включает в себя неидентифицирован-

*В настоящей работе используются события с $m_1 = 1$. Здесь и далее под π^+ подразумеваются не только идентифицированные π^+ -мезоны, но и неразделенные высокоэнергичные положительно заряженные частицы π^+/p .

ное ядро-остаток, нейтроны и не включает нейтральные странные V^0 -частицы.

Эффективность нахождения событий (1) по данным двойного просмотра составила 65 и 75% для событий с $m_3=0$ и $m_3 \geq 1$ соответственно.

Отбор событий и идентификация положительно заряженных частиц проводились по стандартной методике, используемой при обработке снимков с пропановых пузырьковых камер^{/6/}. В частности, протоны и π^+ -мезоны по пробегам и ионизации в ПК-200 надежно идентифицируются примерно до 700 МэВ/с. При более высоких энергиях разделение положительных частиц возможно только с помощью δ -электронов.

Сечение реакции (1), вычисленное на основе наших данных, оказалось равным $\sigma = 3,4 \pm 0,4$ мб.

Одним из основных фоновых процессов по отношению к реакциям типа (1) являются реакции с рождением медленных π^- -мезонов с импульсом менее 70 МэВ/с, которые из-за короткого пробега в пропановой камере ($R \leq 3$ см) принимаются за протоны. Специальный анализ остановившихся идентифицированных пионов показал, что примерно половина* из них при захвате ядром углерода дает одно- и двухлучевые σ -звезды. Таким образом, часть π^- -мезонов, ошибочно принятых за протоны, могла быть идентифицирована по вторичной σ -звезде. Анализ примерно 100 событий этого типа показал, что только один протонный след в интервале пробега 0,2-3,0 см может принадлежать π^- -мезону с характерной σ -остановкой. Следовательно, примесь фоновых π^- -мезонов в интервале импульсов $\sim (30-70)$ МэВ/с, присутствующих в событиях типа (1), составляет 2%. Вклад π^- -мезонов с импульсом меньше 30 МэВ/с не превышает указанной оценки^{/9/}. Таким образом, максимальная примесь фоновых событий с медленными π^- -мезонами в реакциях (1) не превышает 4%.

*Эта оценка согласуется с результатом, полученным в работе^{/8/}.

Представляет интерес выделить из процессов типа (1) такие, которые идут без образования π^0 -мезонов. Для этого был проведен специальный анализ каждого γ -кванта на принадлежность звезде^{/7/}. Средняя эффективность нахождения γ -квантов при просмотре составляла $\epsilon_\gamma = 0,79$, а средний "геометрический вес" $\bar{W} = 5,7$. Величина \bar{W} практически не зависит от числа γ -квантов в событии. Это позволяет выразить распределение по множественности π^0 -мезонов через распределение по множественности γ -квантов с помощью системы уравнений:

$$N_n = \sum_{i=0}^{i_{\max}} n_i C_{2i}^k \epsilon^k (1-\epsilon)^{2i-k} \quad (2)$$

где $k = 0,1,2,3$; C_{2i}^k - число сочетаний из $2i$ элементов по k ; N_m и n_m - соответственно число событий с m γ -квантами и π^0 -мезонами; $\epsilon = \epsilon_\gamma / \bar{W}$ - средняя эффективность регистрации γ -квантов.

Система уравнений (2) решалась для двух случаев, когда максимальное число рожденных π^0 -мезонов $i_{\max} = 2$ и 3. Оба варианта дают близкие результаты, что свидетельствует об устойчивости решения уравнений (2) относительно выбора i_{\max} . Отношение числа событий без рождения π^0 -мезонов к числу событий без зарегистрированных γ -квантов равно $n_0/N_0 = 0,53 \pm 0,17$. Число событий с рождением одного и более π^0 -мезонов составляет $63 \pm 12\%$ от всех событий типа (1). Отдельно вклады событий с рождением одного, двух, трех π^0 -мезонов из-за статистических погрешностей определяются с большими ошибками. Однако решение системы уравнений (2) позволяет определить среднее число π^0 -мезонов в процессах типа (1):

$$\langle n_{\pi^0} \rangle = 1,37 \pm 0,11.$$

Используя полученные результаты, находим сечения реакции типа двойной перезарядки π^- -мезона без рождения π^0 -мезонов (σ_0) и с рождением одного и более π^0 -мезонов (σ_{π^0}):

$$\sigma_0 = (1,25 \pm 0,45) \text{ мб} \quad \text{и}$$

$$\sigma_{\pi^0} = (2,15 \pm 0,50) \text{ мб.}$$

Среднее число π^0 -мезонов в реакциях с рождением одного и более π^0 -мезонов равно $\langle n_{\pi^0} \rangle = 2,2 \pm 0,2$.

На рисунке приведено импульсное распределение π^+ -мезонов для реакции (1). В высокоэнергичную часть ($P_{\pi^+} > 3 \text{ ГэВ/с}$) этого спектра, сколлапсированного в области углов меньше 30° в лабораторной системе, основной вклад дают процессы "упругой" двойной перезарядки π^- -мезонов. Соответствующее им сечение равно $\sigma'_{\text{упр}} = 0,26 \pm 0,07 \text{ мб}$, а максимальная примесь среди них событий с π^0 -мезонами не превышает 20%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Определено сечение реакции (1) $\sigma = 3,4 \pm 0,4 \text{ мб}$. Сечения реакции (1) без образования π^0 -мезонов $\sigma_0 = 1,25 \pm 0,45 \text{ мб}$, а с рождением одного и более π^0 -мезонов $\sigma_{\pi^0} = 2,15 \pm 0,50 \text{ мб}$. Среднее число π^0 -мезонов, образуемых в процессах (1), $\langle n_{\pi^0} \rangle = 1,37 \pm 0,11$. Получено сечение "упругой" двойной перезарядки π^- -мезонов на ядрах углерода: $\sigma'_{\text{упр}} = 0,26 \pm 0,07 \text{ мб}$.

В заключение мы выражаем благодарность лаборантам Лаборатории ядерных проблем и Лаборатории вычислительной техники и автоматизации, принимавшим участие в просмотре и измерении пленок с ПК-200.



Спектр импульсов π^+ -мезонов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Батусов Ю.А. и др. Препринт ОИЯИ, Р-1474, Дубна, 1963; ЖЭТФ, 1964, 46, 817; ЯФ, 1967, 5, 354; ЯФ, 1966, 3, 309; ЯФ, 1966, 9, 378.
2. Ляшенко В.И. и др. Сообщение ОИЯИ, Р1-9591, Дубна, 1976; Кулюкин М.М. и др. Препринт ОИЯИ, Р1-7231, Дубна, 1973; Gaille F. e a. *Helv.Phys.Acta*, 1977, v.50, No.2, p.204; Gibbs W.R. e a. *Phys.Rev. C*, 1977, v.15, No.4, p.1384-1395.
3. Lundy R.A. e a. *Phys.Rev.Lett.*, 1968, 20, 283; Sreedhar V. e a. *Nucl. Phys.*, 1974, B75, No.2, p.285-302; *Nucl.Phys.*, 1975, B88, 202-214; Beapre J.V. e a. *Phys.Lett.*, 1971, 37B, 432; 1972, 39B, 402.
4. Геворкян С.Р., Тарасов А.В., Цэрэн Ч. ЯФ, 1972, 15, 55; Kopeliovich B.Z., Tseren Ch. Preprint JINR E2-9913. Dubna, 1976; Germond J.-F., Wilkin C. *Helv.Phys.Acta*, 1977, v.50, No. 2, p.203.
5. Богомолов А.В. и др. ПТЭ, 1964, 1, 61.
6. Angelov N.S. e a. *Phys.Lett.*, 1972, 39B, 571.
7. Валкар Ш. и др. Сообщение ОИЯИ, 13-6140, Дубна, 1971.
8. Демидов В.С., Кириллов-Угрюмов В.Г. и др. ЖЭТФ, 1963, 44, 4, 1144.
9. Батусов Ю.А. и др. Препринт ОИЯИ, Р1-10275, Дубна, 1976.

Рукопись поступила в издательский отдел
13 декабря 1977 года.