

сообщения
Объединенного
института
ядерных
исследований
Дубна

1-84-734

Р.Н.Бекмирзаев*, В.Г.Гришин, М.М.Муминов*,
И.Суванов*, З.Трка, Я.Тркова, У.Д.Шеркулов*

СРЕДНЕЕ ЧИСЛО НЕЙТРОНОВ
В π^-p , π^-n И $\pi^+{}^{12}C$ -ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ
ПРИ $p = 7,5$ ГэВ/с

* Самаркандский государственный университет

ВВЕДЕНИЕ

Для изучения характеристик вторичных быстрых нейтронов в hA и hN -взаимодействиях с помощью пропановой (C_3H_8) пузырьковой камеры исследовались инклюзивные процессы:

$$\pi^- + p \rightarrow n + X, \quad /1/$$

$$\pi^- + n \rightarrow n + X, \quad /2/$$

$$\pi^- + {}^{12}C \rightarrow n + X \quad /3/$$

при $p_n \geq 1$ ГэВ/с^{1-4/}. В условиях 4π -геометрии среднее число нейтронов на одно взаимодействие при $p = 4$ и 40 ГэВ/с было измерено в работах /1-3/.

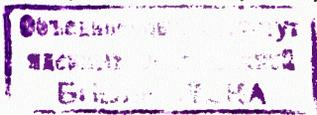
В настоящей работе представлены новые экспериментальные данные по вторичным нейтронам в реакциях /1/-/3/ при $p = 7,5$ ГэВ/с.

1. ОБРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО МАТЕРИАЛА

Для регистрации событий /1/-/3/ и поиска вторичных нейтральных звезд было просмотрено 11696 стереоснимков с 24-литровой /0,55 м/ пропановой (C_3H_8) пузырьковой камеры, облученной π -мезонами при $p = 7,5$ ГэВ/с на синхрофазотроне ЛВЭ ОИЯИ. Из них около 2000 кадров просмотрено дважды. Эффективность двойного просмотра для нахождения первичных звезд составила $\approx 95\%$ и однократного - $\approx 80\%$.

В эффективной области камеры было найдено 9947 первичных звезд и 77 вторичных нейтральных звезд с числом заряженных частиц $n_{ch} \geq 3$ и их суммарным импульсом $p_{ch} \geq 0,7$ ГэВ/с /табл.1/. Найденные первичные взаимодействия пионов были разделены на π^-p , π^-n и $\pi^-{}^{12}C$ -взаимодействий по общепринятым критериям /5/ /табл.1/. В число нейтральных звезд введены небольшие поправки $\approx 7\%$ на фоновые процессы.

Фон случайных нейтральных звезд был оценен при просмотре стереоснимков, на которых не было первичных взаимодействий /1-4/. Он составил около 4%. Второй фоновый процесс связан с образованием нейтральных странных частиц в первичных столкновениях, которые также могут образовать вторичные нейтральные звезды /1-4/. Так как Λ^0 - и K^0 -мезоны имеют малую среднюю длину пробега ≤ 10 см/ до распада при таких энергиях, то следует учиты-



вать только образование K_L^0 -мезонов, которые дают нейтральные звезды с $n_{ch} \geq 3$. Их среднее число $\langle K_L^0 \rangle = 0,040 \pm 0,004$ на одно неупругое взаимодействие невелико, что дает поправку около 3%^{/8/}. Окончательные данные по нейтральным звездам, вызванным быстрыми нейтронами (N_n^f), приведены в табл.1.

Таблица 1

Статистика событий

Тип взаимодействия	N_{sob}	N_n^f	$N_n^f(W)$
π^-p	4652±68	27±5	1296±254
π^-n	864±29	7±3	336±144
$\pi^-^{12}C$	7341±86	56±8	2688±372

В нейтральных звездах измерялся полный импульс вторичных заряженных частиц (p_{ch}), импульс нейтрона принимался равным $p_n = 1,5 \cdot p_{ch}$ ^{/1-3/}.

Для определения полного числа нейтронов (N_n^f), образованных в реакциях /1/-/3/, для каждой нейтральной звезды измерялась длина (L_i) потенциального пробега нейтрона от первичной звезды до границ эффективной области / $\langle L \rangle = 24,7$ см/ и вычислялся геометрический вес события (W_i):

$$W_n = [1 - \exp(-L_i/L_n)]^{-1}, \quad /4/$$

где L_n - средняя длина свободного пробега нейтрона с импульсом p_n . Значение L_n при данном p_n находилось с учетом сечений неупругих взаимодействий нейтронов с молекулой пропана (C_3H_8) при $\rho(C_3H_8) = 0,43$ г/см³. Сечения образования 3-лучевых звезд в p -взаимодействиях в интервале импульсов $p_n = 1-4$ ГэВ/с измерены в работе /7/. Для $\pi^{12}C$ -взаимодействий использовалось соотношение /1,2/:

$$\sigma_{n^{12}C} (\geq 3 \text{ луч.}) = 9,7 \sigma_{np} (3 \text{ луч.}). \quad /5/$$

Справедливость этой формулы была проверена в /3,8/. Полное число вторичных нейтронов ($N_n^f(W)$) с $p_n \geq 1$ ГэВ/с в найденных π^-p , π^-n - и $\pi^-^{12}C$ -взаимодействиях с учетом веса событий приведено в табл.1.

2. РЕЗУЛЬТАТЫ

В табл.2 приведено среднее число нейтронов N_n^f с $p_n \geq 1$ ГэВ/с на одно неупругое π^-p -, π^-n - и $\pi^-^{12}C$ -взаимодействие. Представляет интерес оценить полное число нейтронов в этих процессах. Для этого, как и в работах /1-3/, использовались данные о сечениях процессов $\pi^-p \rightarrow pX$ и $\pi^-n \rightarrow nX$, в которых протоны имеют $p_p \leq 1$ ГэВ/с^{/9/}. Они составляют $\approx 0,27$ и $0,09$ от полных неупругих сечений π^-p и π^-n -взаимодействий соответственно. Предполагая, что доля протонов с $p_p < 1$ ГэВ/с в реакциях $\pi^-p \rightarrow pX$ и нейтронов в процессах $\pi^-n \rightarrow nX$ одинакова, получим полное среднее число нейтронов $\langle N_n \rangle = \langle N_n^f \rangle + 0,27$ в π^-p -взаимодействиях /табл.2/. Поступая аналогичным образом с данными о реакциях $\pi^-n \rightarrow pX$ и $\pi^-p \rightarrow nX$, получим $\langle N_n \rangle = \langle N_n^f \rangle + 0,09$ для π^-p -взаимодействий^{/9/}. Для $\pi^-^{12}C$ -соударений среднее число взаимодействий пионов с нуклонами ядра углерода $\langle \nu \rangle = 1,5$. Отсюда, используя данные по $\langle N_n \rangle$ для π^-p и π^-n -соударений, получим: $\langle N_n(\pi^-^{12}C) \rangle = 0,75 \pm 0,14$.

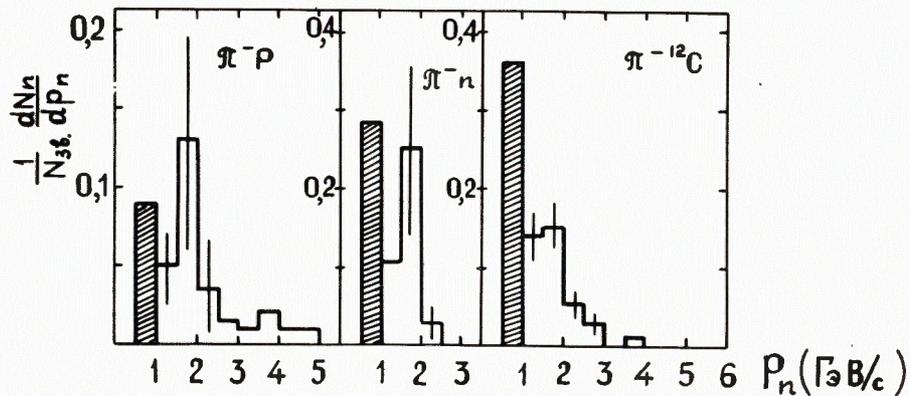
Таблица 2

Среднее число и средние импульсы нейтронов

Тип взаимодействия	$\langle N_n^f \rangle$	$\langle N_n \rangle$	$\langle P_n^f \rangle$ ГэВ/с
π^-p	0,28±0,06	0,37±0,06	1,87
π^-n	0,37±0,16	0,64±0,16	1,27
$\pi^-^{12}C$	0,37±0,06	0,75±0,14	1,36

Из приведенных данных можно оценить коэффициенты неупругой перезарядки протонов в реакции /1/ $\alpha(p \rightarrow n) = \langle N_n(\pi^-p) \rangle = 0,37 \pm 0,06$. Он в пределах ошибок не отличается от α_i , полученных для тех же процессов при импульсе 4 и 40 ГэВ/с. На рисунке показаны импульсные распределения нейтронов в реакциях /1/-/3/ для $p_n \geq 1$ ГэВ/с. Для интервалов импульсов p_n от 0,2 до 1 ГэВ/с использовались данные по протонам с $p_p \leq 1,0$ ГэВ/с /заштрихованные части гистограмм/. Соответствующие средние значения $\langle p_n^f \rangle$ приведены в табл.2.

Таким образом, полученные данные о коэффициентах неупругой перезарядки нуклонов в π^-p - и π^-n -взаимодействиях при $p = 7,5$ ГэВ/с согласуются с результатами других экспериментов в области энергий от 4 до 300 ГэВ/с^{/1-4/} и практически не зависят от энергии.



Авторы признательны участникам Сотрудничества по исследованию множественных процессов на пропановых пузырьковых камерах за полезные обсуждения и помощь в работе. Нам приятно поблагодарить лаборантов Самаркандского государственного университета за просмотр и измерение событий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гришин В.Г. и др. ЯФ, 1979, т.30, с.1548.
2. Гришин В.Г. и др. ЯФ, 1983, т.37, с.641.
3. Бекмирзаев Р.Н. и др. ЯФ, 1984, т.39, с.1212.
4. Азимов С.А. и др. Препринт ФТИ АН УзССР, 23-84-ФВЗ, Ташкент, 1984.
5. Абдурахимов А.Ц. и др. ЯФ, 1978, т.18, с.548.
6. Flaminio V. et al. Preprint CERN-HERA, 83-01, Geneva, 1983.
7. Абдивалиев А. и др. ОИЯИ, P1-82-507, Дубна, 1982.
8. Бекмирзаев Р.Н. и др. ОИЯИ, P1-83-481, Дубна, 1983.
9. Azimov S.A. et al. Nucl.Phys.B, 1976, vol.107, p.45.

Рукопись поступила в издательский отдел
13 ноября 1984 года.

Бекмирзаев Р.Н. и др.

1-84-734

Среднее число нейтронов в π^-p , π^-n и $\pi^-^{12}C$ -взаимодействиях при $p = 7,5$ ГэВ/с

Целью настоящей работы является измерение среднего числа вторичных нейтронов (N_n) в π^-p , π^-n и $\pi^-^{12}C$ -взаимодействиях при $p = 7,5$ ГэВ/с. Оно измерялось с помощью пропановой пузырьковой камеры по вторичным нейтральным звездам, образованным нейтронами. Было получено, что в π^-p -взаимодействиях при $p = 7,5$ ГэВ/с $\langle N_n \rangle = 0,37 \pm 0,06$. Таким образом, коэффициент перезарядки $\alpha(p \rightarrow n)$ практически не меняется в интервале энергий от 4 до 300 ГэВ. Экспериментальный материал получен с помощью 50-см пропановой пузырьковой камеры, облученной π^- -мезонами с $p = 7,5$ ГэВ/с на синхрофазотроне ЛВЭ ОИЯИ.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1984

Перевод О.С.Виноградовой

Bekmirzaev R.N. et al.

1-84-734

Average Number of Neutrons in π^-p , π^-n and $\pi^-^{12}C$ -Interactions at $p = 7.5$ GeV/c

The aim of this investigation was to obtain the average numbers of secondary neutrons (N_n) in π^-p , π^-n and $\pi^-^{12}C$ -interactions at $p = 7.5$ GeV/c by analysing the secondary neutral stars generated by neutrons in a propane bubble chamber. In π^-p -interactions at $p = 7.5$ GeV/c $\langle N_n \rangle = 0.37 \pm 0.06$ has been found to be. Thus, the charge exchange coefficient $\alpha(p \rightarrow n)$ is practically unchangeable over an energy interval from 4 to 300 GeV. The experimental data have been obtained by means of 50 cm propane bubble chamber of the Laboratory of High Energies, JINR.

The investigation has been performed at the Laboratory of High Energies, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1984