

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

4635/83

29/VI-83

P1-83-423

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

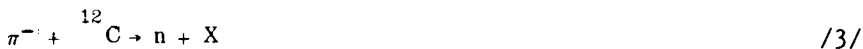
СРЕДНЕЕ ЧИСЛО НЕЙТРОНОВ
В π^- -р-, π^- -n И π^- - ^{12}C -ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ
ПРИ $p=4$ ГэВ/с

Направлено в журнал "Ядерная физика"

1983

1. ВВЕДЕНИЕ

Как было показано в работах /1,2/, с помощью пропановой пузырьковой камеры можно изучать реакции с образованием вторичных нейтронов:

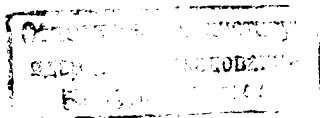


при $p_n \geq 1$ ГэВ/с. В этом случае регистрируются вторичные нейтральные звезды, и по их характеристикам определяются характеристики нейтронов в реакциях /1/-/3/. Данные по этим процессам в условиях 4π -геометрии практически отсутствуют, поэтому их изучение представляет интерес.

2. ОБРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО МАТЕРИАЛА

Для регистрации событий /1/-/3/ и поиска вторичных звезд, вызванных нейтральными частицами / ${}^{10}\text{B}$ -звезды/, было дважды просмотрено 19958 стереоснимков с 24-литровой /0,55 м/ пропановой пузырьковой камеры, облученной π^- -мезонами при $p = 4$ ГэВ/с на синхрофазотроне ЛВЭ ОИЯИ. В эффективной области было найдено 30498 первичных π^-p , π^-n и $\pi^-{}^{12}\text{C}$ -взаимодействий и 199 ${}^{10}\text{B}$ -звезд с числом заряженных вторичных 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 $\pi^-{}^{12}\text{C}$ -взаимодействия по общепринятым критериям /табл.1/^{3/}. В число нейтральных звезд введены небольшие поправки / $\approx 6\%$ / на фоновые процессы.

Фон случайных ${}^{10}\text{B}$ -звезд определялся при просмотре стереоснимков, на которых не было первичных взаимодействий /1,2/. Он составил около 3% от всех N_0 . Второй фоновый процесс связан с образованием нейтральных странных частиц в первичных взаимодействиях, которые могут образовать нейтральные звезды /1,2/. Так как Λ^0 и Σ^0 -мезоны имеют малую среднюю длину пробега / ≤ 10 см/ до распада при этих энергиях, то следует учитывать только образование K_L^0 -мезонов. Их среднее число $\langle n_{K_L^0} \rangle = 0,037 \pm 0,004$ на одно неупругое взаимодействие невелико /4/ ,



Тип взаимодействия	$N_{\text{соб.}}$	N_n^f	$N_n^f(W)$
π^-p	13842±118	69±8	4257±513
π^-n	3272±57	19±4	1172±309
$\pi^-^{12}\text{C}$	22743±151	149±12	9193±679
Все события	30498±175	187±14	-

поэтому поправка к N_0 составила $\approx 3\%$. Окончательные данные по нейтральным звездам, вызванным нейтронами (N_n), приведены в табл.1.

В нейтральных звездах измерялся полный импульс вторичных заряженных частиц (p_{ch}), импульс нейтрона принимался равным: $P_n = 1,5 p_{\text{ch}}^{1,2/}$. Для определения полного числа нейтронов (N_n^f), образованных в реакциях /1/+ /3/, в каждой ^{10}B -звезде измерялась длина (L_1) потенциального пробега нейтрона от первичной звезды до границ эффективной области ($\langle L_1 \rangle \approx 24$ см) и вычислялся геометрический вес события (W_n):

$$W_n = 1 / [1 - \exp(-L_1/L_n)], \quad /4/$$

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 $\rho(\text{C}_3\text{H}_8) = 0,43$ г/см³. Сечения образования 3-лучевых звезд в π^-p -взаимодействиях в интервале импульсов $p_n = 1-4$ ГэВ/с измерены в работе /5/. Для $\pi^-^{12}\text{C}$ -взаимодействий использовалось соотношение /1,2/:

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

Для проверки этого соотношения при $P_n \approx 1$ ГэВ/с на снимках с 2-метровой камеры, облученной дейтронами с $P_d = 1$ ГэВ/с нукл. на синхрофазотроне ЛВЭ ОИЯИ, были отобраны взаимодействия дейтронов с молекулой пропана, имеющие стриппинговые протоны (/n(C₃H₈)-взаимодействия/. Оказалось, что на 1560 звезд неупругих n(C₃H₈)-соударений было найдено 68 взаимодействий с $n_{\text{ch}} \geq 3$ и $p_{\text{ch}} \geq 0,7$ ГэВ/с, т.е. /4,4±0,4/%. С другой стороны, из соотношения /5/ получается, что доля таких событий составляет 4,5%. Таким образом, формула /5/ справедлива при $p_n \approx 1$ ГэВ/с. К сожалению, аналогичные данные для $p_n \geq 2$ ГэВ/с отсутствуют.

Тип взаимодействия	$\langle N_n^f \rangle$	$\langle N_n \rangle$	p_n^f (ГэВ/с)
π^-p	0,30±0,04	0,39±0,04	1,8
π^-n	0,36±0,08	0,63±0,08	1,8
$\pi^-^{12}\text{C}$	0,40±0,04	0,76±0,05	1,7

Полное число вторичных нейтронов ($N_n^f(W)$) с $p_n \geq 1$ ГэВ/с в найденных π^-p , π^-n и $\pi^-^{12}\text{C}$ -взаимодействиях с учетом весов событий приведено в табл.2.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ

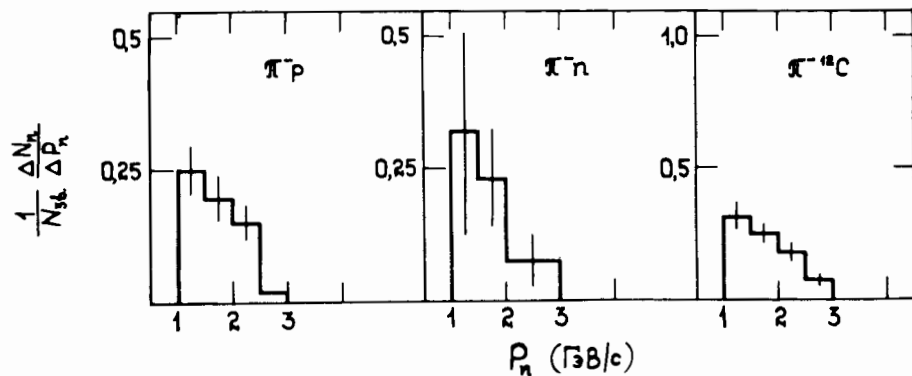
В табл.2 приведены средние числа нейтронов $\langle N_n^f \rangle$ с $p_n \geq 1$ ГэВ/с на одно неупругое π^-p , π^-n и $\pi^-^{12}\text{C}$ -взаимодействие. Представляет интерес оценить полное число нейтронов в этих процессах. Для этого, как и в работах /1,2/, используем данные о сечениях процессов $\pi^-p \rightarrow pX$ и $\pi^-n \rightarrow pX$, в которых протоны имеют $p \leq 1$ ГэВ/с. Они составляют $\approx 0,27$ и $0,09$ от полных неупругих сечений π^-p и π^-n -взаимодействий /1,2/. Предполагая, что доля протонов с $p \leq 1$ ГэВ/с в реакциях $\pi^-p \rightarrow pX$ и нейтронов в процессах $\pi^-n \rightarrow pX$ одинакова, получим полное среднее число нейтронов $\langle N_n \rangle = \langle N_n^f \rangle + 0,27$ в π^-n -взаимодействиях /табл.2/. Поступая аналогичным образом с данными о реакциях $\pi^-n \rightarrow pX$ и $\pi^-p \rightarrow pX$, получим $\langle N_n \rangle = \langle N_n^f \rangle + 0,09$. Для $\pi^-^{12}\text{C}$ -взаимодействий среднее число неупругих π^-N -взаимодействий - $\langle \nu \rangle = 1,5$. Отсюда, используя данные по $\langle N_n \rangle$ для π^-p и π^-n -соударений, получим: $\langle N_n(\pi^-^{12}\text{C}) \rangle = 0,76 \pm 0,05$.

Из приведенных данных можно оценить коэффициенты неупругой перезарядки нуклонов в реакциях /1/ и /2/:

$$\alpha(p \rightarrow n) = \langle N_n(\pi^-p) \rangle = 0,39 \pm 0,04,$$

$$\alpha(n \rightarrow p) = 1 - \langle N_n(\pi^-n) \rangle = 0,37 \pm 0,08.$$

Они в пределах ошибок не отличаются от α_i , полученных для тех же процессов при $p = 40$ ГэВ/с. На рисунке показаны импульсные распределения нейтронов в реакциях /1/-/3/ для $p_n \geq 1$ ГэВ/с. 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 показывают, что они практически не зависят от энергии.



Авторы признательны участникам Сотрудничества по исследованию множественных процессов на пропановых пузырьковых камерах за полезные обсуждения и помощь в работе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гришин В.Г. и др. ЯФ, 1979, 30, с. 1548.
2. Гришин В.Г. и др. ЯФ, 1983, 37, с. 641.
3. Абдурахимов А.У. и др. ЯФ, 1978, 18, с. 548.
4. Bartsch J. et al. Nuovo Cim. A, 1966 XLIII, p. 1010.
5. Абдивалиев А. и др. ОИЯИ, P1-82-507, Дубна, 1982.

Рукопись поступила в издательский отдел
21 июня 1983 года.

Бекмирзаев Р.Н. и др.

P1-83-423

Среднее число нейтронов в π^-p -, π^-n -
и $\pi^-^{12}C$ -взаимодействиях при $p = 4$ ГэВ/с

Среднее число вторичных нейтронов в π^-p -, π^-n - и $\pi^-^{12}C$ -
взаимодействиях при $p = 4$ ГэВ/с определено в результате ис-
следования вторичных нейтральных звезд, вызванных нейтронами
в пропановой пузырьковой камере. Получены значения коэффициен-
тов перезарядки: $\alpha(p \rightarrow n) = 0,39 \pm 0,04$ и $\alpha(n \rightarrow p) = 0,37 \pm 0,08$.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1983

Grishin V.G. et al.

P1-83-423

Average Number of Neutrons in π^-p -, π^-n -and $\pi^-^{12}C$
Interaction at $p = 4$ GeV/c

The average number of secondary neutrons has been obtained
in π^-p -, π^-n - and $\pi^-^{12}C$ interactions at $p = 4$ GeV/c by means
of studying secondary neutral stars induced by neutrons in
propane bubble chamber. The following values of coefficients
of charge exchange have been obtained: $\alpha(p \rightarrow n) = 0.39 \pm 0.04$
and $\alpha(n \rightarrow p) = 0.37 \pm 0.08$.

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

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1983

Перевод О.С.Виноградовой.