

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



0-927

4/10-74

P1 - 7577

865/2-74

Л.С.Охрименко, Б.Словинский,
З.С.Стругальский, А.Томашевич

МНОЖЕСТВЕННАЯ ЭМИССИЯ ЧАСТИЦ
В π -He-ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ
ПРИ 3,5 ГЭВ/С

1973

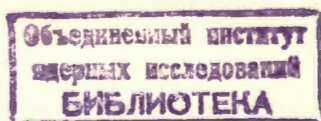
ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

P1 - 7577

Л.С.Охрименко, Б.Словинский,
З.С.Стругальский, А.Томашевич

МНОЖЕСТВЕННАЯ ЭМИССИЯ ЧАСТИЦ
В π -He-ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ
ПРИ 3,5 ГЭВ/С

Направлено в ЯФ



Охрименко Л.С., Словинский Б., Стругальский З.С., Томашевич А. P1 - 7577

Множественная эмиссия частиц в π^- -Xe-взаимодействиях при 3,5 ГэВ/с

Дан анализ распределений π^- -Xe-взаимодействий при 3,5 ГэВ по числу вторичных заряженных и нейтральных частиц, зарегистрированных на снимках ксеноновой пузырьковой камеры. Предложена трехпараметрическая функция, аппроксимирующая экспериментальное распределение по суммарному числу наблюдаемых вторичных частиц. Приведены сведения об эмиссии π^0 -мезонов.

Препринт Объединенного института ядерных исследований.
Дубна, 1973

Okhrimenko L.S., Słowiński B., Strugalski Z.S., Tomaszewicz A.

P1 - 7577

Multiparticle Emission in π^- -Xe Interactions at 3.5 GeV/c

There was made an analysis of distributions of 3.5 GeV/c π^- -Xe interactions over the number of secondary charged and neutral particles, registered on the xenon bubble chamber pictures. Three-parametric function is proposed which approximates the experimental distribution over the total number of the observed secondary particles. The data on the π^0 -meson emission are presented.

Preprint. Joint Institute for Nuclear Research.
Dubna, 1973

В настоящей работе представлены результаты исследования эмиссии нейтральных и заряженных частиц, сопровождающих π^- -Xe-взаимодействия при 3,5 ГэВ/с. Работа выполнена на снимках 180-литровой ксеноновой пузырьковой камеры^{/1/}.

Использованная нами экспериментальная методика дала возможность регистрировать с эффективностью, близкой 100%, π^0 -мезоны, образованные в изучаемых взаимодействиях, в полном диапазоне энергий и углов их эмиссии. Достаточно большие размеры камеры, приблизительно равные длине ядерного взаимодействия в жидком ксеноне, позволили с эффективностью, равной примерно 50%, регистрировать вторичные нейтроны по нейтральным звездам, сопровождающим случаи взаимодействий. Имелись также хорошие условия для регистрации протонов и π^+ -мезонов. Подробности, касающиеся методики исследований при помощи ксеноновых пузырьковых камер, даны в наших прежних работах^{/2-4/}.

ОПИСАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА

В результате просмотра 20 тыс. стереофотографий 180-литровой ксеноновой пузырьковой камеры ИТЭФ, облученной в пучке π^- -мезонов с импульсом 3,5 ГэВ/с, было отобрано 4908 событий π^- -Xe-взаимодействий, происходящих в выделенной центральной области камеры и удовлетворяющих определенным критериям просмотра. Для каждого события были определены числа: N_γ - гамма-квантов, N_\pm - вторичных заряженных

частиц, N_{ν^0} - ν^0 - событий и N_H - нейтральных звезд, вызванных вторичными нейтронами. Число π^0 - мезонов, N_{π^0} , определялось следующим образом:

$$N_{\pi^0} = \frac{N_\gamma}{2}, \quad \text{если } N_\gamma - \text{чётное и } N_{\pi^0} = \frac{N_\gamma + 1}{2} \quad \text{при } N_\gamma \text{ нечётном.}$$

Минимальная длина следов вторичных заряженных частиц составляет 5 мм в камере, что соответствует импульсу заряженных пионов примерно 50 МэВ/с и протонов - 200 МэВ/с. Эффективность регистрации гамма-квантов в условиях нашего эксперимента равна ~95%.

Числа выбранных случаев π^- -Xe-взаимодействий с различными значениями N_γ и N_Σ представлены в табл. 1.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На основании полученных экспериментальных данных были построены и проанализированы распределения изучаемых π^- -Xe-взаимодействий по суммарному числу $N = N_\Sigma + N_{\pi^0} + N_{\nu^0} + N_H$ и по числу N_Σ . Отдельно был выполнен анализ частоты эмиссии π^0 -мезонов.

А. Множественность нейтральных и заряженных частиц

Было установлено, что в неупругих столкновениях пионов с ядрами ксенона в области энергий несколько ГэВ чётко выделяется класс квазисвободных пион-нуклонных взаимодействий, составляющий ~30% от всех неупругих каналов реакции π -Xe^[5,6]. Множественную эмиссию вторичных частиц во взаимодействиях этого типа хорошо описывает функция Пуассона^[7]. В остальной части неупругих π -Xe-взаимодействий участвует более чем один нуклон. В основном это взаимодействия каскадного типа. Среди изучаемых взаимодействий имеется некоторая доля α случаев упругого рассеяния с углом рассеяния в лабораторной системе отсчета $\geq 5^\circ$.

ТАБЛИЦА I

Распределение π^- -Xe-взаимодействий при 3,5 ГэВ/с с разными числами M_γ вторичных заряженных частиц по числу M_Σ зарегистрированных гамма-квантов.

M_Σ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	≥15	Σ	
0	8	230 ^{*)}	206	213	217	209	196	218	169	145	93	50	21	10	5	4	1994
1	1	10	16	24	18	23	26	25	17	13	7	6	3	-	-	-	189
2	17	116	222	242	247	223	174	143	93	85	50	18	9	1	-	-	1640
3	2	7	16	15	15	12	13	12	11	4	-	2	1	-	-	-	110
4	25	73	96	139	109	112	64	52	32	16	13	6	1	-	-	-	737
5	3	5	5	1	3	1	-	1	1	-	1	-	-	-	-	-	21
6	9	18	27	28	32	25	13	12	10	1	2	-	-	-	-	-	177
7	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
8	5	3	9	5	3	3	2	3	1	-	-	-	-	-	-	-	34
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	1	-	2	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5

Σ 72 462 598 668 645 608 488 466 334 284 166 82 36 11 5 4 4908

*) Случаи, в которых проекция угла рассеяния заряженной частицы на плоскость фотографирования не меньше 5°

Таблица II
 Значения параметров λ_1 , λ_2 и α -функции (1), аппроксимирующей распределение π^- -Xe-взаимодействий при 3,5 ГэВ/с по N и N_γ при разных N_γ . n_i - число степеней свободы.

n	N_γ	λ_1	λ_2	$1-\alpha$	n_i	χ^2_p	$P(\chi^2 \geq \chi^2_p)$
N	0	2,9	7	0,93	9	10	$\sim 0,50$
	1-2	3,8	6,9	I	27	10	$< 0,01$
	3-4	5	6,8	I	17	9	$\sim 0,05$
	5-6	5	7,4	I	13	7	$\sim 0,10$
	7-10	6	6,8	I	7,5	6	$\sim 0,30$
	0-10	3,65	7	0,97	12	11	$\sim 0,30$
	N_γ	0	2,8	6,9	0,93	12	10
1-2		3	6	0,98	37	8	$\ll 0,01$
3-4		3	5,2	0,96	14,4	7	$\sim 0,05$
5-6		3	5	0,92	8,2	4	$\sim 0,05$
7-10		3	5	0,98	17	2	$\ll 0,01$
0-10		2,7	6,2	0,96	52	10	$\ll 0,01$

Если дополнительно предположить, что множественность вторичных частиц, эмитируемых во взаимодействиях каскадного типа, описывается функцией Пуассона, то распределение π^- -Xe-взаимодействий при 3,5 ГэВ/с имеет следующий вид:

$$p(n+1) = (0.3 \frac{\lambda_1^n}{n!} e^{-\lambda_1} + 0.7 \frac{\lambda_2^n}{n!} e^{-\lambda_2}) (1-a) + a \cdot \delta_{1,n}, \quad (1)$$

где $\delta_{1,n}$ - символ Кронекера.

Функцией (1) аппроксимировались полученные экспериментально распределения изучаемых π^- -Xe-взаимодействий по N_γ и N. Параметрами аппроксимации по критерию χ^2 были λ_1 , λ_2 и a . В табл. 2 приведены полученные численные значения этих параметров.

Из таблицы следует, что функция (1) удовлетворительно описывает распределение изучаемых π^- -Xe-взаимодействий по суммарному числу частиц при разных N_γ и, кроме случая с $N_\gamma=0$, значительно хуже отображает соответствующие распределения по числу вторичных заряженных частиц.

На рис. 1 представлено распределение случаев π^- -Xe-взаимодействий при 3,5 ГэВ/с по числу N. Здесь же приведено соответствующее аппроксимирующее распределение, полученное на основании функции (1). Структура предложенного распределения (1) и описываемого им экспериментального распределения по числу N в значительно большей степени проявляется в случае, когда $N_\gamma=0$, что показано на рис. 2. Следует отметить, что вычисленное среднее значение числа λ_1 вторичных частиц в классе квазисвободных взаимодействий не отличается в пределах экспериментальных ошибок от соответствующей величины, характеризующей пион-нуклонные взаимодействия при той же энергии [7,8].

В. Множественность π^0 -мезонов

В табл. 3 приведены средние числа \bar{n}_{π^0} π^0 -мезонов, образованных в разных по числу N_γ группах

Таблица III

Средние числа \bar{n}_{π^0} π^0 -мезонов, образованных в π -Xe-взаимодельствиях с разными числами N_3 вторичных заряженных частиц при 3,5 и 2,34 ГэВ/с

Реакция	Импульс (ГэВ/с)	$N_3 \leq 3$	$4 \div 6$	> 7	все
$\pi^+ - \text{Xe}$	2,34	$0,50 \pm 0,31$	$0,63 \pm 0,04$	$0,39 \pm 0,03$	$0,51 \pm 0,02$
$\pi^- - \text{Xe}$	3,5	$1,12 \pm 0,07$	$0,94 \pm 0,06$	$0,66 \pm 0,06$	$0,88 \pm 0,03$

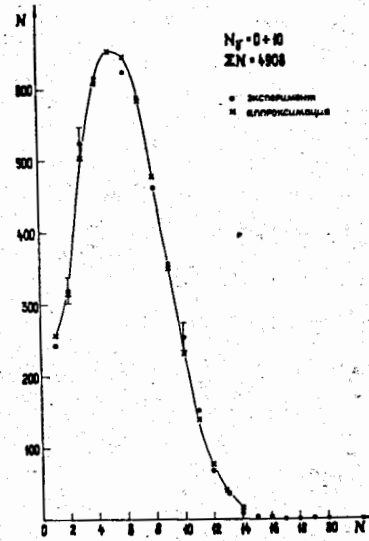


Рис. 1. Распределение всех π -Xe-взаимодействий при 3,5 ГэВ/с по суммарному числу N зарегистрированных нейтральных и заряженных частиц. Крестиками нанесены значения аппроксимирующей функции (1). Для удобства расчётные точки соединены плавной кривой.

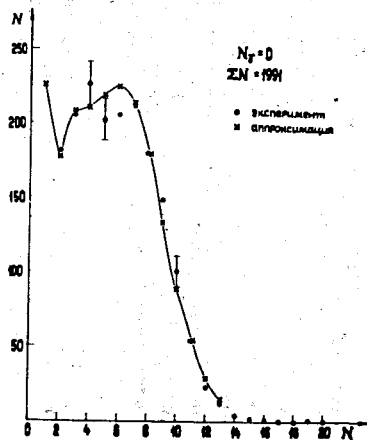


Рис. 2. Распределение π^- -Xe- взаимодействий при 3,5 ГэВ/с с $N_\gamma = 0$ по суммарному числу N зарегистрированных частиц. Обозначения как на рис. 1.

π^- -Xe- взаимодействий при 3,5 ГэВ/с. Предполагалось, что единственным источником наблюдаемых гамма-квантов являются π^0 -мезоны /3/. Там же, для сравнения, представлены аналогичные результаты, относящиеся к π^+ -Xe- взаимодействиям при 2,34 ГэВ/с /3/. Следует отметить, что при возрастании N_γ средние числа \bar{n}_{π^0} уменьшаются как в случае реакции π^- -Xe при 3,5 ГэВ/с, так и π^+ -Xe при 2,34 ГэВ/с. Представляется интересным обратить внимание на то, что в случае π^- -Xe- взаимодействий при 5 и 9 ГэВ/с, а также реакции π^+ p при 10,5 ГэВ/с /9/ наблюдалось постоянство \bar{n}_p во всем исследованном диапазоне изменения числа вторичных заряженных частиц.

Литература

1. Е.В.Кузнецов, А.Н.Розанов, Ю.В.Бардюков, И.Н.Виноградов, В.В.Бармин, В.М.Голубчиков, А.Г.Долголенко, И.С.Коноплин, А.Г.Мешковский, В.А.Шабанов. ПТЭ, №2, 56 (1970).
2. Z.S.Strugalski, I.V.Chuvilo, T.Gemesy, I.A.Ivanovskaya, Z.Jablonski, T.Kanarek, S.Krasnovsky, L.S.Okhrimienko, G.Pinter, B.Słowiński. Report JINR, E1-5349, Dubna, 1970.
3. Б.Словинский, З.С.Стругальский. Препринт ОИЯИ, P1-5592, Дубна, 1971.
4. Б.Словинский, З.С.Стругальский. Сообщение ОИЯИ, P1-6188, Дубна, 1971.
5. Б.Словинский, З.С.Стругальский. Сообщение ОИЯИ, P1-6557, Дубна, 1972.
6. Б.Словинский. Препринт ОИЯИ, P2-7436, Дубна, 1973.
7. O.Czyzewski, K.Rybicki. Nucl.Phys., B47, N2, 633 (1972).

8. В.С.Барашенков, В.М.Мальцев, И.Патера. Препринт ОИЯИ, Р-1577, Дубна, 1964.
9. M.E.Binkley, J.R.Elliot, L.R.Fortney, J.S.Loos, W.R.Robertson, C.M.Rose, W.D.Walker, W.M.Yeager, G.M.Meisner, R.B.Muir. Phys.Lett., B45, N3, 295 (1973).

Рукопись поступила в издательский отдел
28 ноября 1973 года.