

Б-28

548



Ю.А. Батусов, С.А. Бунятов, В.М. Сидоров,
В.А. Ямба

Д - 548

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СЕЧЕНИЯ ПЕРЕЗАРЯДКИ
 π^- -МЕЗОНА НА π^+ -МЕЗОНЕ ИЗ АНАЛИЗА РЕАКЦИИ
 $\pi^- + p \rightarrow \pi^+ + \pi^+ + n$ ПРИ ЭНЕРГИИ 290 МЭВ
не ЭТФ, 1960, т 39, 62, с 506-508.

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

Ю.А. Батусов, С.А. Бунятов, В.М. Сидоров,
В.А. Ярба

Д - 548

704/1 нр.
ОПРЕДЕЛЕНИЕ СЕЧЕНИЯ ПЕРЕЗАРЯДКИ
 π^- -МЕЗОНА НА π^+ -МЕЗОНЕ ИЗ АНАЛИЗА РЕАКЦИИ
 $\pi^- + p \rightarrow \pi^+ \pi^+ n$ ПРИ ЭНЕРГИИ 290 МЭВ

Объединенный институт
ядерных исследований
БИБЛИОТЕКА

Важность изучения взаимодействия π^- -мезона с π^- -мезоном очевидна и отмечалась неоднократно^{/1,2/}. Однако экспериментальное получение информации о π^- - π^- -взаимодействии представляет большие трудности, так как пока нет способов изготовления мишеней из нестабильных частиц и приходится пользоваться только косвенными методами. Имеющиеся к настоящему времени сведения о π^- - π^- -взаимодействии приведены в таблице 1. Следует отметить, что в работах^{/1-3/} /см. таблицу 1/ делались попытки оценить лишь порядок величины сечения π^- - π^- -взаимодействия.

В настоящей работе были использованы данные, полученные авторами при изучении реакции $\pi^- + p \rightarrow \pi^- + \pi^+ + n$ /1/ в фотоэмульсии /200 событий/. Эмульсионные камеры облучались пучком π^- -мезонов от синхроциклотрона Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ. Средняя энергия первичных π^- -мезонов с учетом торможения в эмульсии равнялась 290 ± 15 Мэв. Предварительные результаты по энергетическим и угловым распределениям вторичных частиц из реакции /1/ были доложены на Киевской конференции по физике частиц высоких энергий в июле 1959 г. и будут опубликованы^{/3/}.

Теоретической основой обработки экспериментальных данных послужила работа А.А. Ансельма и В.Н. Грибова^{/4/}, в которой было показано, что по энергетическому распределению вторичных частиц, в частности из реакции /1/ вблизи порога можно определить амплитуду перезарядки заряженных мезонов в нейтральные в процессе $\pi^+ + \pi^- \rightarrow \pi^0 + \pi^0$ при нулевой энергии. Учет взаимодействия частиц в конечном состоянии в предположении, что взаимодействие нерезонансно, позволяет написать с точностью до линейных по K_0 членов /K-импульс мезона по порядку величины соответствующий суммарной кинетической энергии трех частиц в с.ц.и., а r_0 - радиус взаимодействия/ энергетическое распределение вторичных частиц в виде:

$$\frac{d\sigma}{d\Gamma} = A (1 + cK_{12} + dK_{13}). \quad /2/$$

Здесь A-константа, определяемая полным сечением реакции /1/. Коэффициенты c и d связаны с амплитудами перезарядок $\pi^- - \pi^-$ и $\pi^- - n$ при нулевой энергии, K_{12} и K_{13} абсолютные величины относительных импульсов

$|\pi^+ - \pi^-|$ и $|\pi^+ - n|$ соответственно; dV - элемент фазового объема. Пользуясь изотопической инвариантностью, можно записать

$$\frac{c}{d} = \frac{a_2 - a_0}{\sqrt{3}(b_{1/2} - b_{3/2})}, \quad /3/$$

где a_0 и a_2 - амплитуды рассеяния π^- -мезона на π^- -мезоне при нулевой энергии в состояниях с изотопическим спином 0 и 2, $b_{1/2}$ и $b_{3/2}$ - амплитуды рассеяния π^- -мезона на нуклоне при нулевой энергии в состоянии с изотопическим спином 1/2 и 3/2. Так как разность $|b_{1/2} - b_{3/2}|$ известна^{/5/}, то, определяя из эксперимента отношение коэффициентов $\frac{c}{d}$, можно найти разность амплитуд $a_2 - a_0$ и, следовательно, амплитуду перезарядки $a_{12} = \frac{1}{3}(a_2 - a_0)$. Однако применимость этой теории к эксперименту при энергии 290 Мэв может оказаться не совсем корректной. Дело в том, что теория учитывает только линейные по K_0 члены. Поэтому необходимо, чтобы квадратичные по K_0 члены были малы по сравнению с линейными, а это, в свою очередь, приводит к требованию, чтобы P -фазы парных $|\pi - n|$ и $|\pi - \pi|$ рассеяний были малы. В нашем случае кинетическая энергия в системе центра инерции в среднем равна 90 Мэв. Средняя энергия, при которой должны рассеиваться частицы в конечном состоянии, равна примерно 40 Мэв. При этой энергии одна из P -фаз $\pi - n$ рассеяния - δ_{33} сравнима с S -фазами δ_3 и δ_1 .

Тем не менее мы попытались провести обработку экспериментальных данных и проверить насколько хорошо формула /2/ описывает эксперимент. С этой целью вся кинематически разрешенная область в плоскости K_{12} и K_{13} разбивалась на подобласти так, чтобы в каждой из них было не менее 13 точек и чтобы плотность точек в пределах одной подобласти была примерно постоянной. Таким образом вся область была разбита на 9 частей. Из-за разброса по энергии ± 15 Мэв/выбирались только те случаи, которые располагались в области, ограниченной внутренними предельными значениями /см.рис. 1/. Если формула /2/ верна, то точки с координатами x_i , y_i , z_i должны ложиться на плоскость. Здесь x_i и y_i примерно равны средним значениям \bar{K}_{13} и \bar{K}_{12} для каждой подобласти, а z_i равно суммарному числу точек в каждой подобласти, деленному на среднюю величину фазового объема. Анализ, проведенный с помощью V^2 -распределения^{/6/}, показал, что в пределах ошибок экспериментальные точки ложатся на плоскость. Полученное из уравнения плоскости отношение коэффициентов

$c/d = -0,76 \pm 0,65\%$. Следует отметить, что другие разбиения, аналогичные показанному на рисунке, приводят к тому же значению c/d . Из соотношения /3/ для разности $a_2 - a_0$ получаем величину $-15 \pm 4 \cdot 10^{-14}$ см, что соответствует сечению перезарядки $\sigma_{\pi^+ \pi^- \rightarrow \pi^0 \pi^0} = 4\pi a_{12}^2 = 14_{-4}^{+6}$ /мб. Здесь приведены экспериментальные ошибки, определяемые статистикой и не учтена точность теории при нашей энергии.

Имеющиеся к настоящему времени данные относительно длин S -волнового $T_1 - T_1$ рассеяния приведены в таблице 2. Как видно из таблицы 2 результаты отдельных авторов различаются и по абсолютной величине, и по знаку. В такой ситуации уточнение данных приобретает особую важность. Так как при нашей обработке центральным вопросом является точность теории, то наиболее целесообразно провести эксперимент при более низкой энергии, где будут лучше выполняться сделанные предположения. В настоящее время такой эксперимент при энергии 240-250 Мэв /40-50 Мэв в с.ц.л./ проводится.

Авторы благодарны проф. В.П. Джелепову за интерес и внимание к работе, а также А.А. Ансельму и В.Н. Грибову за полезные обсуждения и советы и С.Н. Соколову за большую помощь при обработке результатов.

Л и т е р а т у р а

1. G.F. Chew and F.E. Low., Phys.Rev., 113, 1640 (1959).
2. G.F. Chew, Препринт UCRL - 9028 /1960/.
3. Ю.А. Батусов, Н.П. Богачев, С.А. Бунятов, В.М. Сидоров, В.А. Ярба. ДАН 133 /1960/.
4. А.А. Ансельм, В.Н. Грибов. ЖЭТФ, 37, 501 /1959/.
5. J. Oreg. Phys.Rev. 96, 176 (1954).
6. Н.П. Клепиков, С.Н. Соколов, "Анализ экспериментальных данных методом максимума правдоподобия" Р-235 ОИЯИ /1958/.

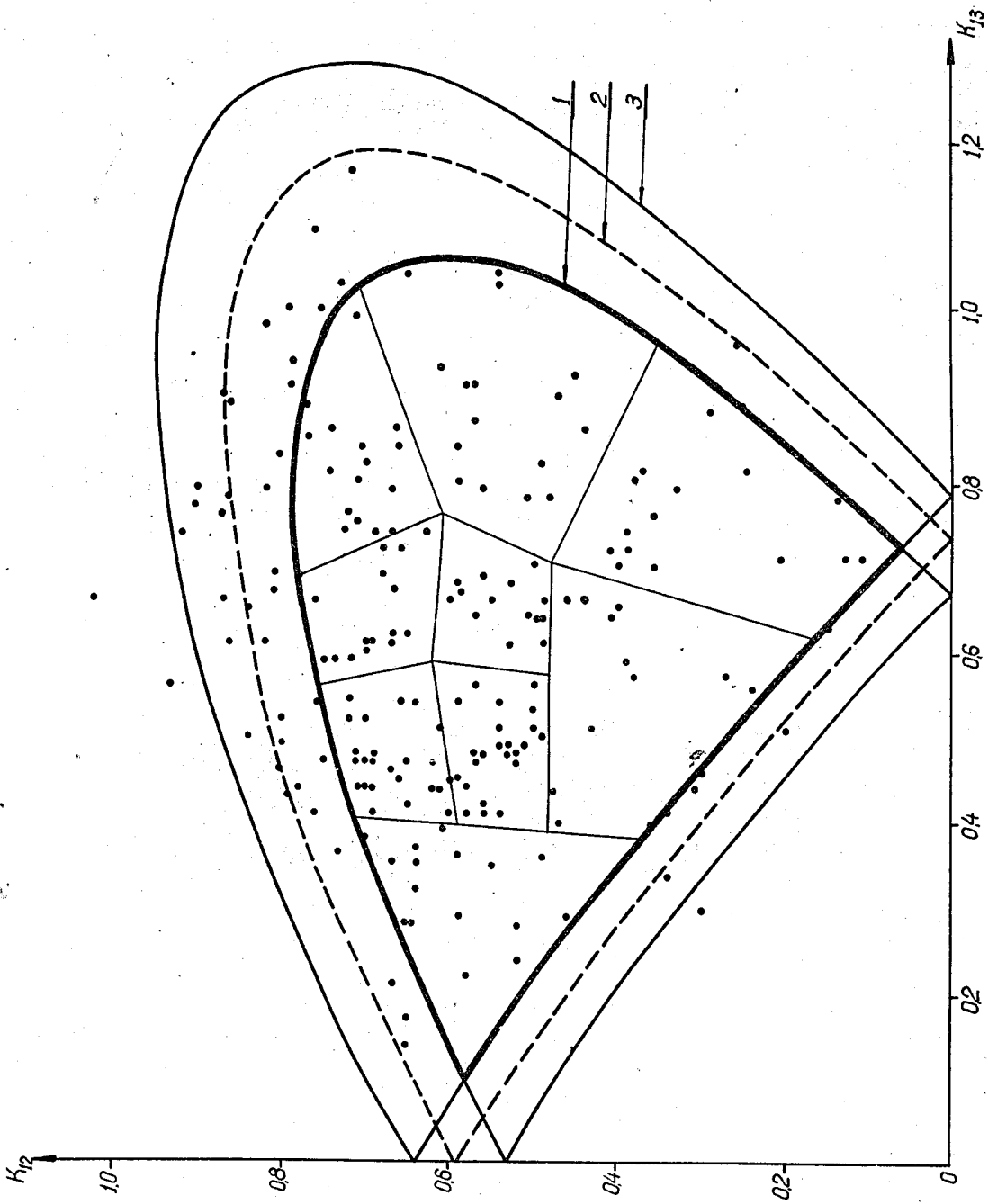


Рис. 1 Распределение случаев реакции $\pi^+ + p \rightarrow \pi^+ + \pi^+ + n$ при энергии 290 ± 15 Мэв в плоскости K_{12}, K_{13} .
 K_{12}, K_{13} - относительные импульсы $|\vec{p}^+ - \vec{q}^-|$ и $|\vec{p}^+ - \vec{p}^-|$ в единицах M_{π^+} .
 Кривые 1, 2, 3 ограничивают кинематически разрешенные по K_{12}, K_{13} области при энергиях 275, 290, 305 Мэв.

Данные о сечениях ($\pi-\pi$) взаимодействия

Таблица 1

№№	Литературная ссылка	Процесс	Величина сечения $\pi-\pi$ взаимодействия (мб)	Исходная реакция
1	Billy S. Thomas and W.G. Holladay (Tennessee) Phys. Rev., 115 , 1329 (1959)	$\pi^+\pi^+ \rightarrow \pi^+\pi^+$	~ 250 (при нулевой энергии мезонов)	$\tau^+ \rightarrow \pi^+\pi^+\pi^-$
2	F. Bonsignori and F. Selleri (Bologna) Nuovo Cimento, 15 , 465 (1960)	$\pi^+\pi^- \rightarrow \pi^+\pi^-$	~ 20 (усредненная по энергиям мезонов)	$\pi^+p \rightarrow \pi^+\pi^+n$ (960 Мэв)
		$\pi^+\pi^0 \rightarrow \pi^+\pi^0$	~ 40 (усредненная по энергиям мезонов)	$\pi^+p \rightarrow \pi^+\pi^0p$ (960 Мэв)
3	J. Derado (CERN - Geneva) Nuovo Cimento, 15 , 853 (1960)	$\pi^-\pi^0 \rightarrow \pi^-\pi^0$	~ 30 (усредненная по энергиям мезонов)	$\pi^+p \rightarrow \pi^-\pi^0p$ (153эв)
4	Настоящая работа Ю.А. Батусов, С.А. Бунятов, В.М. Сидоров, В.А. Ярба. (ОИЯИ - Дубна)	$\pi^+\pi^- \rightarrow \pi^0\pi^0$	$\begin{pmatrix} +6 \\ 4-4 \end{pmatrix}$ (при нулевой энергии мезонов)	$\pi^+p \rightarrow \pi^+\pi^-n$ (290 Мэв)

Данные об S -волновых глинах
 $(\pi-\pi)$ -рассеяния (в единицах $\frac{\hbar}{\mu c}$)

Таблица 2

NN	Литературная ссылка	a_2	a_0	$a_2 - a_0$	Исходная реакция
1	Billy S. Thomas and W.G. Holladay (Tennessee) Phys. Rev., <u>115</u> , 1329 (1959)	~ 1			$\tau^+ \rightarrow \pi^+ \pi^+ \pi^-$
2	Ю.А. Батусов, С.А. Бунятов, В.М. Сидоров, В.А. Ярма (ОИЯИ - Дубна) Настоящая работа			$-(0,35 \pm 0,30)$	$\pi^- p \rightarrow \pi^+ \pi^- n$
3	А.В. Ефремов, В.А. Мещеряков и В. Ширков (ОИЯИ - Дубна) ЖЭТФ (в печати) (1960)		~ 1		$\pi + N \rightarrow \pi + N$
4	R.F. Sawyer and K.C. Wali (Wisconsin) Препринт (1960e)	-0,48	-0,8	0,3	$K^{\pm} \rightarrow 3\pi$
5	N.N. Khuri and S.B. Treiman (Princeton) Препринт (1960e)	-0,3 +0,2	-1 -0,5	0,7 +0,7	$K^{\pm} \rightarrow 3\pi$ Уильямс = Вальс ϕ
6	K. Ishida, A. Takahashi and Y. Ueda (Sendai) Препринт (1960e)		~ 1		$\pi + N \rightarrow \pi + N$