

Ш-31

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

P-2624



Б.А. Шахбазян

КОГЕРЕНТНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ π^- -МЕЗОНОВ
В СТОЛКНОВЕНИЯХ π^- -МЕЗОНОВ
С ИМПУЛЬСОМ 3,85 ГЭВ/С
С ЯДРАМИ ФОТОЭМУЛЬСИИ

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

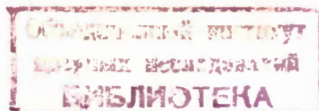
1966

P - 2624

Б.А. Шахбазян

КОГЕРЕНТНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ π -МЕЗОНОВ
В СТОЛКНОВЕНИЯХ π -МЕЗОНОВ
С ИМПУЛЬСОМ 3,85 ГЭВ/С
С ЯДРАМИ ФОТОЭМУЛЬСИИ

Направлено в " Nuclear Physics "



У/32/3 пр.

К настоящему времени выполнено значительное число работ, в которых обнаружен процесс когерентного образования частиц в столкновениях π^- - и K^+ -мезонов с различными ядрами, начиная от ядра дейтерия до ядер эмульсии включительно^{/1/}.

Когерентное рождение π^- -мезонов на ядрах изучалось в пучках π^- -мезонов в камерах с тяжелым наполнением и в ядерных эмульсиях в диапазоне импульсов от 6,1 Гэв/с до 18,2 Гэв/с. Последнее обстоятельство обусловлено ожиданием быстрого роста сечения с энергией первичной частицы. Между тем, порог процесса дифракционной диссоциации $\pi \rightarrow 3\pi$ на ядрах углерода находится при 1,3 Гэв/с. Следовательно, при импульсах π^- -мезонов ≈ 4 Гэв/с можно еще надеяться обнаружить эффект. Характернейшей особенностью процессов когерентного образования частиц являются малые величины импульсов, передаваемых ядру, в соответствии с соотношением неопределенности.

Поэтому к детекторам процессов кулоновской и дифракционной диссоциации частиц должны быть предъявлены требования высокой чувствительности к регистрации медленных частиц и тяжелых ионов, надежности идентификации быстрых вторичных частиц по знаку заряда и массе при достаточной точности измерения импульсов. По сравнению с методами, применявшимися в^{/1/}, ядерные эмульсии в сильных магнитных полях больше соответствуют этим требованиям. Специфичный для эмульсионной методики недостаток - ограниченные возможности измерения импульсов частиц из-за существования предельного угла погружения - в данном случае сказываются меньше, чем обычно, из-за узкого углового распределения продуктов дифракционной диссоциации. Известно^{/2/}, что угловое распределение вектора суммарного импульса когерентно родившихся частиц должно повторять угловое распределение при дифракционном рассеянии.

Исходя из вышеизложенного, мы предприняли поиск процессов на ядрах эмульсии, на материале, полученном при изучении неупругих взаимодействий π^- -мезонов с импульсом $(3,85 \pm 0,23)$ Гэв/с с протонами и нейтронами в эмульсиях, облученных в магнитном поле с индукцией 48 килогаусс.

Просмотр велся вдоль следа на микроскопах МБИ-9 с максимальным увеличением $90 \times 15 \times 2$. Для обеспечения высокой эффективности нахождения событий в каждом поле зрения исходной полоски измерялись и записывались координаты всех пучковых следов по всей глубине слоя. Просмотрев след до взаимодействия или выхода из слоя, просмотр-

щца возвращалась по нему же в исходное поле зрения и приступала к прослеживанию следующего следа и т.д. Средняя скорость просмотра составляла 1 метр в день. Больших скоростей достичь было трудно в силу ощутимой кривизны следов.

Всего просмотрено 1497,5 м следов. Из найденных звезд отбирались события взаимодействий с протонами и нейтронами по нижеследующим визуальным критериям.

1. Отсутствие ядер отдачи.
2. Отсутствие β -электронов распада ядер для событий с четным числом ядер (события типа $\pi\pi$). При нечетном числе лучей (события типа $\pi\mu$) наличие β -электронов допустимо.

3. Протонов должно быть не более одного, причем угол вылета его по отношению к пучку не должен превышать 90° . Минимальный допустимый пробег протонов $R_{\min} = 4000$ мк. Серых следов в событии должно быть не более двух. Измерения импульсов вторичных частиц и идентификация их по массам и знаку заряда производились по процедуре, описанной в работах ^{13-15, 16/}. Отобранные по этим критериям события обрабатывались по соответствующей программе и сопоставлялись с общеизвестными кинематическими критериями.

Из 353 оставшихся после такой обработки событий всех множественностей мы отобрали всего 123 трехлучевых события, в которых следует вести поиск случаев когерентной диссоциации. Кандидаты должны удовлетворять следующим дополнительным критериям.

1. β -электроны распада ядер должны отсутствовать.
2. Вторичные частицы должны быть релятивистскими π -мезонами: π^+ , π^- , π^0 .
3. Сумма синусов углов вылета ϕ_i -частиц с пучком должна удовлетворять критерию: ^{17/}

$$a = \sum \sin \phi_i \leq \frac{1}{A \frac{1}{3}}$$

A - массовое число ядра.

4. Полный импульс вторичных π -мезонов должен быть не ниже 75% импульса первичного π^- -мезона. $|\sum \vec{p}_i| \geq 0,75 P_0$,

где P_0 - импульс первичного π^- -мезона.

5. Переданный ядру импульс не должен превосходить 250 Мэв/с.

$$|\sum \vec{p}_{\downarrow i}| \leq 250 \text{ Мэв/с.}$$

Распределение 62 событий из 123 без β -электрона, без протона и неидентифицированных черных и серых следов по a приведено в таблице 1.

Т а б л и ц а 1

0-0,2	0,2-0,4	0,4-0,6	0,6-0,8	0,8-1,0	1,0-1,2	1,2-1,4	1,4-1,6	1,6-1,8	1,8-2,0	2,0-2,2	2,2-2,4	2,4-2,6
-	-	4	2	8	6	17	10	4	7	1	2	1

Характеристики четырех событий, попавших в интервал $0,4 < \alpha < 0,6$, приведены в таблице 2. События 241 - 14 и 460 - 35 следует исключить по критериям 3 и 5. По критерию 5 следует исключить также и событие 298 - 26. Большая величина поперечного импульса в этих событиях может быть следствием взаимодействия с нейтроном. Оставшееся событие 465 - 35 удовлетворяет всем критериям 1 - 5. Эффективная масса системы $\pi^+ \pi^- \pi^-$, равная $(768 + 60) \text{ Мэв}/c^2$, находится в пределах, допустимых разбросом импульсов в пучке ($M_{\text{max}} = 762 \text{ Мэв}/c^2$) и погрешностью определения массы. Выполнение баланса энергии и импульса и малый поперечный импульс свидетельствует в пользу отсутствия нейтральных вторичных частиц. Вышеизложенные критерии не зависят от энергии первичной частицы. Однако из условия когерентности можно получить оценку предельного угла вылета образовавшейся системы, зависящую от импульса первичной частицы ^{18/}

$$\phi^* \leq \frac{m\pi}{P_0 A^{1/3}}$$

Эта граница при $P_0 = 3,85 \text{ Гэв}/c$ составляет 0,0160 для ядра углерода. В событии 465-35 $\phi^* = \frac{|\sum P_{1i}|}{\sum P_i \cos \phi_i} = 0,008$. Квадрат четырехмерного переданного импульса равен 0,0064 (Гэв)².

Примечательно, что наибольшим импульсом обладает π^+ -мезон. Этот факт совместим с предположением о когерентном взаимодействии с ядром, когда первичный π^- -мезон как бы теряет свою индивидуальность. Таким образом, если исходить из перечисленных нестрогих критериев, то можно думать, что событие 465-35 является примером когерентной диссоциации $\pi \rightarrow 3\pi$ на легком ядре, например, на ядре углерода. Оценка верхней границы сечения когерентного рождения трех π^- -мезонов на ядре углерода при импульсе первичного π^- -мезона 3,85 Гэв/с приводит к величине 0,5 мб.

Пользуюсь случаем выразить искреннюю благодарность старшему лаборанту Г.Г.Безногих, И.И. Бударинной, выполнившим просмотр, измерения и необходимые расчеты.

Л и т е р а т у р а

1. A.Caforio et al. Nuovo Cimento, vol. XXII, N6, p.1471; G.Bellini et al. JI Nuovo Cimento vol XXVII, N4, p.816; F.R.Huson and W.B.Hetter. Nuovo Cimento, vol. XXIII, p.1; J.D.Riualdo et al. Nuovo Cimento, vol. XXXVI, N4, p.1089; G.Bellini et al. Nuovo Cimento, vol. XL A, N3, p.948; I.Butterworth et al. Phys. Rev. Letters, vol.15, p.500. J.F.Allard et al. Phys. Rev. Letters, vol. 12, 141.

Теории явления посвящен большой цикл работ, некоторые из которых перечислены ниже:

Л.Д. Ландау и И.Я. Померанчук. ЖЭТФ, т. 24, 505 (1953);

М.Л. Тер-Микаелян. ЖЭТФ, т. 25, 289, 296 (1953);

M.L.Good and W.D.Walker. Phys. Rev., vol.120, N5, 1857 (1955).

2. M.L. Good and W.D.Walker. Phys. Rev., vol., 120, N5, 1857.
3. Б.А. Шахбазян. Препринт ОИЯИ, 1147 (1962).
4. Е.А. Lopatina et al. Korpuscularphotografie, IV Munich, p.385 (1962).
5. Б.А. Шахбазян. Препринт ОИЯИ, P-1342, Дубна, 1963.
6. В.А. Shahbazian, V-th International Conf. on Nuclear Photographic, vol. II, VIII-34.
7. C.M.Fisher et al. Nuovo Cimento, vol. XXVII, N4, p.761.
8. C.Fisher. Coherent Production, Ecole International de Physique des Particules Elementaires Herceg Novi (Yougoslavie) 27,9-10,101965, Strasbourg-Belegrade.

Рукопись поступила в издательский отдел
15 марта 1966 г.

Т а б л и ц а 2

№ события	С л е д θ	α	ϕ	$\Sigma \sin \phi$	$\frac{\delta^*}{\delta}$	P_i	$ \Sigma \vec{p}_i $	$q_{\perp i}$	$ \Sigma \vec{q}_{\perp i} $	q_{\parallel}	$M_{\pi^+ \pi^-}^2$	
						Мэв/с	Мэв/с	Мэв/с	Мэв/с	Мэв/с	Мэв/с ²	
465-35	$1 \pi^+$	$2^{\circ}36'$	$-0^{\circ}36'$	$2^{\circ}40'$		$0,957 \pm 0,034$	3013 ± 300			137		
	$2 \pi^-$	$2^{\circ}36'$	$2^{\circ}03'$	$3^{\circ}18'$	$0,4495 \pm$	$0,978 \pm 0,029$	443 ± 44	3780 ± 350	26	30 ± 6	74	768 ± 60
	$3 \pi^-$	$-20^{\circ}42'$	$1^{\circ}00'$	$20^{\circ}42'$	$\pm 0,0148$	$0,913 \pm 0,04$	350 ± 35			124		
24I-I4	$1 \pi^+$	$-11^{\circ}54'$	$-10^{\circ}30'$	$15^{\circ}51'$		$0,940 \pm 0,034$	1278 ± 121			344		
	$2 \pi^-$	$4^{\circ}48'$	$-4^{\circ}29'$	$6^{\circ}36'$	$0,5514$	$0,963 \pm 0,020$	1167 ± 140	3555 ± 235	135	290 ± 19	136	848 ± 80
	$3 \pi^-$	$9^{\circ}12'$	$2^{\circ}00'$	$9^{\circ}24'$		$0,936 \pm 0,040$	1187 ± 130			194		
460-35	$1 \pi^-$	$13^{\circ}24'$	$6^{\circ}36'$	$14^{\circ}55'$		$0,925 \pm 0,030$	606 ± 82			156		
	$2 \pi^-$	$4^{\circ}42'$	$6^{\circ}30'$	$8^{\circ}42'$	$0,5835$	$0,994 \pm 0,042$	1908 ± 420	3372 ± 484	281	345 ± 50	150	740 ± 60
	$3 \pi^+$	$-4^{\circ}00'$	$-9^{\circ}15'$	$10^{\circ}04'$		$0,978 \pm 0,050$	900 ± 200			158		
298-26	$1 \pi^-$	$6^{\circ}30'$	$4^{\circ}48'$	$8^{\circ}06'$		$0,940 \pm 0,030$	1352 ± 150			190		
	$2 \pi^-$	$3^{\circ}18'$	$11^{\circ}49'$	$11^{\circ}49'$	$0,4183$	$0,951 \pm 0,050$	1510 ± 170	3549 ± 238	310	467 ± 31	36	550 ± 40
	$3 \pi^+$	$-4^{\circ}06'$	$0^{\circ}59'$	$4^{\circ}12'$		$0,913 \pm 0,030$	702 ± 71			52		