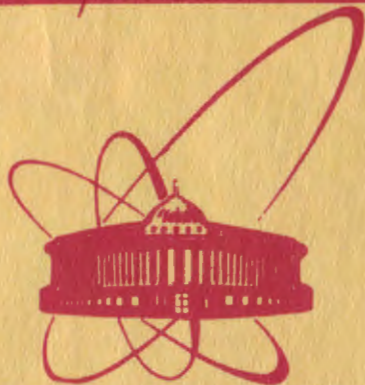


926/82

22/1-82



объединенный
институт
ядерных
исследований
дубна

1-81-723

Н.О.Ахабабян, В.Г.Гришин, М.Ковальски

ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ ТОЖДЕСТВЕННЫХ ПИОНОВ,
ОБРАЗОВАННЫХ В $\pi^- p$ - ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ
ПРИ $p = 40$ ГэВ/с
И ВЛИЯНИЕ РЕЗОНАНСОВ
НА РАЗМЕРЫ ОБЛАСТИ ИХ ИЗЛУЧЕНИЯ

Направлено в ЯФ

1981

§1. ВВЕДЕНИЕ

Настоящая работа является продолжением цикла работ, посвященных изучению методом интерференции пространственно-временных характеристик области излучения вторичных пионов, образованных в π^+p -взаимодействиях при 40 ГэВ/с. Исследования проводились на статистике ~12000 событий. В^{1,2,3} были представлены результаты изучения размеров области излучения отрицательных пионов в лабораторной системе координат и в системе центра инерции*. В этой статье мы приведем новые данные по исследованию интерференции положительно заряженных пионов в с.ц.и. /§3/ и попытаемся оценить влияние образования резонансов на размеры области их излучения /§4/.

§2. ФОРМАЛИЗМ

Для тождественных бозонов интерференция конструктивна, и их плотность в фазовом пространстве имеет вид^{4,5}:

$$W(P_1, P_2) = [1 + \Delta(q, P)] W_{\text{фон}}(P_1, P_2), \quad /1/$$

где P_1, P_2 - 4-импульсы пионов, $q = P_1 - P_2$, $P = P_1 + P_2$, $W_{\text{фон}}(P_1, P_2)$ - плотность пар при отсутствии интерференции. Функция $\Delta(q, P) \rightarrow 1$ при $q \rightarrow 0$ и $\Delta(q, P) \rightarrow 0$ вне области интерференции.

Конкретный вид функции $\Delta(q, P)$ зависит от принятой модели образования вторичных частиц. Для точечных осцилляторов с временем жизни "г", которые включаются одновременно, расположенных на сфере радиусом r ,

$$\Delta(q, P) = \frac{[2J_1(q_1 r)/q_1 r]^2}{1 + (q_0 r)^2}, \quad /2/$$

где

$$q_0 = E_1 - E_2, \quad \vec{q}_1 = \vec{q} - (\vec{q} \cdot \vec{n}) \cdot \vec{n}, \quad \vec{n} = \frac{\vec{P}_1 + \vec{P}_2}{|\vec{P}_1 + \vec{P}_2|},$$

$J_1(x)$ - функция Бесселя первого порядка. Для учета влияния ряда методических факторов и возможных специфических динамических корреляций перед интерференционным членом обычно вводится не-

*Там же даны ссылки на другие работы по этому вопросу, выполненные до 1980 года.

который множитель $\lambda \leq 1^{/6,7/}$. Изучение эффекта интерференции сводится к построению и анализу двумерного распределения:

$$D(q_0, q_1^2) = \frac{N_{\text{фон}}}{N_{\text{ЭФФ}}} \frac{dN_{\text{ЭФФ}}/dq_0 dq_1^2}{dN_{\text{фон}}/dq_0 dq_1^2} \quad /3/$$

Из-за недостаточной статистики часто анализируются одномерные распределения:

$$R(q_1^2) = \frac{N_{\text{фон}}}{N_{\text{ЭФФ}}} \frac{dN_{\text{ЭФФ}}/dq_1^2}{dN_{\text{фон}}/dq_1^2} \quad /4/$$

или

$$T(q_0) = \frac{N_{\text{фон}}}{N_{\text{ЭФФ}}} \frac{dN_{\text{ЭФФ}}/dq_0}{dN_{\text{фон}}/dq_0} \quad /5/$$

при разных ограничениях на q_0 и q_1^2 .

В этой работе мы будем рассматривать только одномерные распределения $R(q_1^2)$, которые можно аппроксимировать функцией

$$R(q_1^2) = A[1 + \lambda(2J_1(q_1 r)/q_1 r)^2] \quad /6/$$

/соответствующие фоновые распределения $W_{\text{фон}}(P_1, P_2)$ были получены путем "перепутывания" пионов из разных событий /см. /1/ /.

§3. РАЗМЕРЫ ОБЛАСТИ ИЗЛУЧЕНИЯ ВТОРИЧНЫХ ПИОНОВ

На рисунке представлены значения размеров области излучения вторичных пионов в зависимости от ограничения на q_0 /см. /4//. Значения r для $(\pi^+\pi^-)$ -пар приведены в табл. 1.

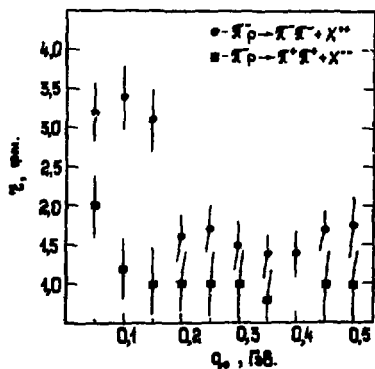


Рис. 1. Значения радиуса r области излучения отрицательных (●) и положительных (■) пионов в с.д.н. при разных ограничениях на q_0 .

Изменение величины r для $(\pi^-\pi^-)$ -пар более детально обсуждается в работе /8/ и объясняется наличием двух характерных размеров области излучения: $r_1 \sim 1$ фм, $r_2 \sim 3$ фм /2/. Такой эффект не наблюдается для $(\pi^+\pi^+)$ -пар, где $r \sim 1$ фм независимо от ограничений на q_0 .

Значения параметров аппроксимации одномерных распределений /4/ для $(\pi^+\pi^-)$ -пар функцией /6/ при разных ограничениях на q_0^*

$q_0/\text{ГэВ}/$	A	λ	$\Gamma/\text{Фм}/$	χ^2/N ст.св.
0,050	$0,88 \pm 0,03$	$0,48 \pm 0,11$	$2,02 \pm 0,36$	41,5/36
0,100	$0,81 \pm 0,12$	$0,43 \pm 0,18$	$1,22 \pm 0,43$	40,4/36
0,150	$0,75 \pm 0,18$	$0,55 \pm 0,36$	$1,04 \pm 0,39$	32,2/36
0,200	$0,79 \pm 0,17$	$0,44 \pm 0,30$	$1,01 \pm 0,44$	36,5/36
0,250	$0,76 \pm 0,21$	$0,49 \pm 0,40$	$0,96 \pm 0,44$	31,6/36
0,300	$0,78 \pm 0,19$	$0,44 \pm 0,33$	$0,97 \pm 0,44$	35,0/36
0,350	$0,69 \pm 0,43$	$0,59 \pm 0,35$	$0,80 \pm 0,57$	36,2/36
0,450	$0,79 \pm 0,19$	$0,40 \pm 0,33$	$0,94 \pm 0,45$	41,0/36
0,500	$0,80 \pm 0,18$	$0,38 \pm 0,30$	$0,95 \pm 0,45$	37,3/36

* При $q_0 \leq 0,4$ ГэВ аппроксимация распределения /4/ функцией /6/ не проходит.

§4. ВЛИЯНИЕ РОЖДЕНИЯ РЕЗОНАНСОВ НА РАЗМЕР ОБЛАСТИ ИЗЛУЧЕНИЯ ВТОРИЧНЫХ ПИОНОВ

Метод интерференции позволяет оценить размеры области излучения свободных пионов. Поскольку пионы рождаются как непосредственно, так и при распаде различных резонансов, то радиус, определенный методом интерференции, является какой-то средней величиной, отражающей как размер "источников" ($r_{\text{ист.}}$) частиц, так и средний пробег резонансов ($r_{\text{рез.}}$). Например, можно условно положить

$$\langle r \rangle \sim \sqrt{\langle r_{\text{ист.}} \rangle^2 + \langle r_{\text{рез.}} \rangle^2} \quad //7/$$

Как было показано в работе /8/, примерно 50% π -мезонов образуется от распадов ρ^0 -, ρ^\pm -, ω -, f -мезонов. Сечения образования ρ^0 -, ω - и f -мезонов в π^-p -взаимодействии при 40 ГэВ/с равны*: $\sigma(\rho^0) = 8,1 \pm 0,7$ мб, $\sigma(\omega) = 7,3 \pm 0,8$ мб, $\sigma(f) = 1,3 \pm 0,5$ мб. Отсюда видно, что влиянием f -мезона можно пренебречь.

* В эксперименте изучались только распады $\rho^0 \rightarrow \pi^+\pi^-$.

Из данных работы ^{18/} можно получить, что средние пробеги ρ - и ω -мезонов при $x \approx 0,1 / |x| \leq 0,1$ - центральная область/соответственно равны -3 и -50 Фм.

Разрешающая способность эксперимента позволяет наблюдать размеры области излучения до ~ 5 Фм^{17/}. Поэтому практически мы можем оценить влияние только ρ^0 -мезонов, рожденных в центральной области*.

С этой целью мы изучали интерференцию тождественных пионов, из которых один может быть образован при распаде ρ^0 -мезонов. "Резонансными" π^- -/или π^+ -мезонами считались те, которые с любым π^+ -/или π^- -мезоном из данного события имели эффективную массу в интервале $676-876$ МэВ / $M_\rho = 776$ МэВ, $\Gamma_\rho = 158$ МэВ/. В такой интервал эффективных масс попадает около 55% всех ρ^0 -мезонов, и отношение их к фоновому распределению в эксперименте составляет 15-20%^{18/}. Вне его это отношение существенно меньше, поэтому мы ограничили этим интервалом эффективных масс. В табл.2 приводятся результаты аппроксимации распределений $R(q_1^2)$ для отрицательных пионов, рожденных в резонансной области. Видно, что для $(\pi^-\pi^-)$ -пар размер области излучения $\gamma \sim 3$ Фм. Результаты, полученные при $q_0 \leq 0,2$ и $q_0 \leq 0,3$ ГэВ, можно считать статистической флуктуацией. Для $(\pi^+\pi^+)$ -пар в резонансной области интерференция не наблюдается.

Таблица 2

Значения параметров аппроксимации одномерных распределений /4/ для $(\pi^-\pi^-)$ -пар в "резонансной" области функцией /6/ при разных ограничениях на q_0

q_0 / ГэВ/	A	λ	γ / Фм/	χ^2/N ст. св.
0,050	0,94 \pm 0,03	0,51 \pm 0,21	3,34 \pm 0,90	22,1/16
0,100	0,95 \pm 0,02	0,50 \pm 0,16	3,44 \pm 0,73	26,1/16
0,150	0,96 \pm 0,02	0,38 \pm 0,12	3,27 \pm 0,67	21,8/16
0,200	0,86 \pm 0,14	0,29 \pm 0,18	1,11 \pm 0,58	28,7/16
0,250	0,96 \pm 0,02-	0,29 \pm 0,07	2,67 \pm 0,47	33,8/16
0,300	0,81 \pm 0,18	0,37 \pm 0,28	1,0 \pm 0,51	31,2/16
0,350	0,96 \pm 0,01	0,29 \pm 0,07	3,0 \pm 0,51	43,1/16
0,400	0,96 \pm 0,01	0,28 \pm 0,07	3,0 \pm 0,51	36,8/16
0,450	0,96 \pm 0,01	0,27 \pm 0,06	2,93 \pm 0,49	31,1/16
0,500	0,96 \pm 0,01	0,28 \pm 0,06	2,97 \pm 0,47	30,1/16

* В эту область попадет около 75% интерферирующих пар.

Таблица 3

Значения параметров аппроксимации одномерных распределений /4/ для $(\pi^-\pi^-)$ -пар вне "резонансной" области функцией /6/ при разных ограничениях на q_0

q_0 /ГэВ/	Δ	λ	r /ФМ/	χ^2/N ст. св.
0,05	0,67±0,06	1,42±0,23	1,89±0,25	26,1/16
0,100	0,82±0,03	1,23±0,23	2,91±0,34	34,1/16
0,150	0,84±0,03	0,78±0,14	2,32±0,30	25,5/16
0,200	0,85±0,03	0,64±0,11	2,15±0,28	24,6/16
0,250	0,85±0,03	0,60±0,10	2,02±0,26	29,5/16
0,300	0,87±0,03	0,54±0,09	2,08±0,28	27,9/16
0,350	0,86±0,03	0,54±0,09	2,02±0,26	29,7/16
0,400	0,88±0,03	0,50±0,08	2,07±0,27	29,1/16
0,450	0,88±0,03	0,49±0,08	2,09±0,27	30,7/16
0,500	0,89±0,03	0,51±0,09	2,32±0,29	30,7/16

Таблица 4

Значения параметров аппроксимации одномерных распределений /4/ для $(\pi^+\pi^+)$ -пар вне резонансной области функцией /6/ при разных ограничениях на q_0

q_0 /ГэВ/	λ	Δ	r /ФМ/	χ^2/N ст. св.
0,050	0,80±0,05	1,04±0,26	2,29±0,38	8,87/16
0,100	0,76±0,10	0,69±0,20	1,48±0,40	9,96/16
0,150	0,64±0,24	0,91±0,66	1,13±0,45	12,3/16
0,200	0,71±0,24	0,69±0,52	1,11±0,51	11,9/16

Радиусы, полученные вне области эффективной массы ρ^0 -мезона, представлены в табл.3 и 4. Из результатов, приведенных в табл.3, следует, что размер области излучения $\pi^-\pi^-$ -мезонов

составляет ~ 2 фм и тенденция уменьшения радиуса с ростом q_0 , прослеживаемая для всего ансамбля событий, не наблюдается /см. рис. 1/². Радиус области излучения π^- -мезонов, полученный вне области ρ^0 , совпадает в пределах ошибок с радиусом, полученным другими авторами / $\gamma = 1,8 \pm 0,2$ фм/⁹. Положительные пионы вне области эффективной массы ρ^0 интерферируют при $q_0 \leq 0,2$ ГэВ. Радиус области их излучения показан в табл. 4. Из этих данных видно, что рождение ρ^0 -мезонов неодинаково влияет на размер области испускания отрицательных и положительных пионов. Это можно связать с разными импульсными спектрами π^- - и π^+ -мезонов, рожденных непосредственно /например, эффект лидирующей частицы, образование Δ^{++} -изобар и т.п./.

Величина λ показывает, что пионы, рожденные при распаде ρ^0 -мезонов, интерферируют слабее, чем испущенные непосредственно в реакции соударения.

§5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе приведены результаты исследования интерференции положительных и отрицательных пионов, рожденных в π^-p -взаимодействиях при $p = 40$ ГэВ/с, в системе центра инерции.

Показано, что размеры области излучения π^+ -мезонов другие, чем области излучения π^- -мезонов, что можно связать с различными механизмами их образования. Эти размеры различаются и для пионов, испущенных вне области ρ^0 -резонанса.

Исследовано влияние ρ^0 -мезонов на размеры области излучения пионов. Обнаружено, что с ними связаны большие значения λ для отрицательных пионов / $\lambda \sim 3$ фм/.

Авторы признательны Н. Ангелову, Р. А. Кватадзе и М. И. Подгорецкому за полезные обсуждения и участникам сотрудничества по обработке материалов с двухметровой пропановой камеры за помощь в работе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ангелов Н.С. и др. ЯФ, 1981, т. 33, с. 1257.
2. Ангелов Н.С. и др. ОИЯИ, P1-81-190, Дубна, 1981.
3. Ангелов Н.С. и др. ОИЯИ, P1-81-471, Дубна, 1981.
4. Копылов Г.И., Подгорецкий М.И. ЯФ, 1972, т. 15, с. 392.
5. Korylov G.I. Phys.Lett., 1974, 50B, p. 412.
6. Ледницки Р., Подгорецкий М.И. ОИЯИ, P2-12205, Дубна, 1979.
7. Ангелов Н.С. и др. ОИЯИ, P1-81-496, Дубна, 1981.
8. Ангелов Н.С. и др. ЯФ, 1981, т. 33, с. 1539.
9. Coghren T. IFJ, 1033/PN, Krakow, 1978.

Рукопись поступила в издательский отдел
19 ноября 1981 года.