



объединенный
институт
ядерных
исследований
дубна

1245/2-81

9/III-81

P1-80-513

В.Г.Гришин, Л.Йеник, Т.Канарек

АЗИМУТАЛЬНЫЕ КОРРЕЛЯЦИИ
ТОЖДЕСТВЕННЫХ ПИОНОВ В ПИОН-ЯДЕРНЫХ
И В ПИОН-НУКЛОННЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ
ПРИ $p = 40$ ГэВ/с

Направлено в ЯФ

1980

§1. ВВЕДЕНИЕ

В настоящей работе приведены результаты изучения асимметрии распределений пар тождественных пионов ($\pi^{\pm}\pi^{\pm}$), образованных в π^-p -, π^-d - и $\pi^-^{12}C$ -взаимодействиях при $p = 40$ ГэВ/с, по азимутальному углу (ϕ) между их поперечными импульсами.

В общем случае коэффициенты асимметрии

$$A = (N(\phi > 90^\circ) - N(\phi \leq 90^\circ)) / (N(\phi > 90^\circ) + N(\phi \leq 90^\circ)) \quad /1/$$

для пион-нуклонных (πN) и пион-ядерных взаимодействий (πA) в мультипериферических моделях связаны между собой простым соотношением ^{/1,2/}

$$A(\pi A) = A(\pi N) / \langle \nu \rangle, \quad /2/$$

где $\langle \nu \rangle$ - среднее число неупругих столкновений первичной частицы с нуклонами ядра и

$$A(\pi N) = \frac{1}{2} (A(\pi p) + A(\pi n)) \quad /3/$$

для ядер с одинаковым числом протонов и нейтронов. Поэтому данные по $A(\pi\pi)$ для разных типов взаимодействий дают важную информацию о характере взаимодействия адронов с ядрами. Такая информация по $\langle \nu \rangle$ была получена нами при изучении $A(\pi^+\pi^-)$ в π^-p - и $\pi^-^{12}C$ -взаимодействиях при $p = 40$ ГэВ/с ^{/3/}. Однако для тождественных пар пионов существенную роль играют интерференционные эффекты при $\phi \rightarrow 0$, что приводит к усложнению зависимости $A(\pi A)$ от $A(\pi N)$. В связи с этим, как правило, анализ данных по $A(\pi^{\pm}\pi^{\pm})$ проводится для пионов, имеющих относительно большую разность импульсов $\Delta p \geq 0,2$ ГэВ, что приводит к значительному уменьшению интерференционных эффектов ^{/3,4/}. Полученные таким образом значения $A(\pi^{\pm}\pi^{\pm})$ сравнивают с $A(\pi^+\pi^-)$ для определения механизмов образования одинаковых и разных пионов ^{/4/}.

Для π^-p - и $\pi^-^{12}C$ -взаимодействий при $p = 40$ ГэВ/с интерференционные явления были изучены в переменных $q_0 = E_1 - E_2$ и q_{\perp}^2 , где q_0 - разность энергий пионов и q_{\perp}^2 - проекция разности их импульсов на плоскость, перпендикулярную их суммарному импульсу ^{/5,6/}. Отсюда было получено, что интерференционный

эффект имеет место при $q_0 \leq 0,3$ ГэВ и $q_1^2 \leq 0,06$ /ГэВ/с² в лабораторной системе координат. Поэтому, чтобы исключить этот эффект, мы вычисляли $A(\pi\pi)$ для пар пионов с $q_0 > 0,3$ ГэВ и $q_1^2 \geq 0,06$ /ГэВ/с².

Экспериментальные результаты получены при анализе ≈ 10000 π^-p^- , $3600 \pi^-n^-$, и $11000 \pi^-^{12}C$ -взаимодействий, зарегистрированных в 2-метровой пропановой пузырьковой камере ЛВЭ-ОИЯИ, облученной π^- -мезонами с $p = 40$ ГэВ/с на серпуховском ускорителе ИФВЭ. Методические особенности эксперимента приведены в работах /7,8/.

§2. ЗАВИСИМОСТЬ $A(\pi^\pm\pi^\pm)$ ОТ РАЗНОСТИ БЫСТРОТ ВТОРИЧНЫХ ПИОНОВ

В табл.1-3 приведены значения $A(|\Delta y|)$ для $(\pi\pi)$ -пар, образованных в π^-p^- , π^-n^- и $\pi^-^{12}C$ -взаимодействиях при $p = 40$ ГэВ/с. Эти значения $A(|\Delta y|)$ были получены с исключением области интерференции /см. §1/, что естественно приводит к увеличению асимметрии распределений по ϕ /8/. Здесь же даны значения $A(\pi\pi)$ для разных типов взаимодействий пионов с ядрами углерода в зависимости от

$$Q = n_+ - n_-,$$

/4/

где Q - разность зарядов пионов в событии. События с $Q \geq 1$ относятся к взаимодействиям π^- -мезонов с двумя и более протонами ядра углерода /многоуклонные взаимодействия/ /8/.

Как видно из таблиц, зависимость $A(\pi\pi)$ от $|\Delta y|$ для тождественных и разных пар пионов примерно одинакова. Значения $A(\pi\pi)$ максимальны при $\Delta y \rightarrow 0$ и уменьшаются в 3-4 раза при $|\Delta y| \sim 2$. Большая величина $A(\pi\pi) (\approx 0,4)$ при $|\Delta y| \leq 0,4$ связана с исключением области интерференции, в которую, как правило, попадают пионы с близкими значениями y и $\phi \rightarrow 0$. Напомним, что $A(\pi^+\pi^-) = 0,101 \pm 0,004$ при $|\Delta y| \leq 0,4$, если рассматривать все $(\pi^+\pi^-)$ -пары /8/. Для всех типов $(\pi\pi)$ -пар наблюдается уменьшение значений A при переходе от πN -взаимодействий к многоуклонным соударениям ($Q > 1$), что связано с увеличением числа неупругих взаимодействий /1-3/.

§3. АЗИМУТАЛЬНЫЕ КОРРЕЛЯЦИИ ВТОРИЧНЫХ ПИОНОВ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ И ФРАГМЕНТАЦИОННЫХ ОБЛАСТЯХ

В табл.4-6 приведены значения $A(\pi_1\pi_2)$ для разных областей образования π^- -мезонов. При этом полагалось, что в области фрагментации мишени $y_1, y_2 < 1,2$, в центральной $-1,2 \leq y_1, y_2 \leq 3,2$ и в области фрагментации первичного пиона: $y_1, y_2 > 3,2$. Где y_1 и y_2 - скорости π^- -мезонов в лабораторной системе координат.

Таблица 1. Значения $A(\pi^-\pi^-)$ в зависимости от $|\Delta y| = |y_1 - y_2|$

Тип взаимодействия	Все	0,0-0,4	0,4-0,8	0,8-1,2	1,2-1,6	1,6-2,0
$\Pi^{-12}C$	$0,195 \pm 0,003$	$0,397 \pm 0,010$	$0,313 \pm 0,009$	$0,207 \pm 0,009$	$0,167 \pm 0,009$	$0,118 \pm 0,010$
$Q = -1$	$0,214 \pm 0,006$	$0,416 \pm 0,016$	$0,319 \pm 0,016$	$0,242 \pm 0,015$	$0,182 \pm 0,016$	$0,148 \pm 0,017$
$Q = 0$	$0,190 \pm 0,006$	$0,388 \pm 0,016$	$0,309 \pm 0,015$	$0,194 \pm 0,015$	$0,146 \pm 0,016$	$0,118 \pm 0,017$
$Q = 1$	$0,187 \pm 0,009$	$0,368 \pm 0,025$	$0,317 \pm 0,023$	$0,190 \pm 0,022$	$0,182 \pm 0,023$	$0,138 \pm 0,025$
$Q \geq 2$	$0,136 \pm 0,012$	$0,423 \pm 0,036$	$0,297 \pm 0,034$	$0,103 \pm 0,032$	$0,104 \pm 0,031$	$-0,047 \pm 0,033$
Πp	$0,201 \pm 0,004$	$0,406 \pm 0,011$	$0,317 \pm 0,010$	$0,193 \pm 0,010$	$0,153 \pm 0,010$	$0,132 \pm 0,011$
Πn	$0,225 \pm 0,006$	$0,423 \pm 0,016$	$0,316 \pm 0,016$	$0,239 \pm 0,015$	$0,198 \pm 0,016$	$0,142 \pm 0,017$

Таблица 2. Значения $A(\pi^+\pi^+)$ в зависимости от $|\Delta y|$

Тип взаимодействия	все	0,0-0,4	0,4-0,8	0,8-1,2	1,2-1,6	1,6-2,0
$\Pi^{-12}C$ (все)	$0,177 \pm 0,003$	$0,373 \pm 0,009$	$0,279 \pm 0,009$	$0,195 \pm 0,009$	$0,129 \pm 0,009$	$0,083 \pm 0,010$
$Q = -1$	$0,202 \pm 0,008$	$0,397 \pm 0,022$	$0,325 \pm 0,021$	$0,186 \pm 0,020$	$0,118 \pm 0,021$	$0,105 \pm 0,023$
$Q = 0$	$0,183 \pm 0,006$	$0,378 \pm 0,016$	$0,276 \pm 0,015$	$0,209 \pm 0,015$	$0,149 \pm 0,015$	$0,092 \pm 0,016$
$Q = 1$	$0,163 \pm 0,007$	$0,382 \pm 0,019$	$0,238 \pm 0,018$	$0,181 \pm 0,018$	$0,113 \pm 0,018$	$0,071 \pm 0,019$
$Q \geq 2$	$0,162 \pm 0,007$	$0,332 \pm 0,020$	$0,300 \pm 0,019$	$0,220 \pm 0,019$	$0,111 \pm 0,020$	$0,065 \pm 0,022$
Πp	$0,204 \pm 0,004$	$0,422 \pm 0,011$	$0,275 \pm 0,010$	$0,197 \pm 0,010$	$0,173 \pm 0,011$	$0,107 \pm 0,012$
Πn	$0,211 \pm 0,009$	$0,394 \pm 0,023$	$0,339 \pm 0,022$	$0,184 \pm 0,022$	$0,140 \pm 0,023$	$0,072 \pm 0,011$

Таблица 3. Значения $A(\pi^+\pi^-)$ в зависимости от $|\Delta y|$

Тип взаимодействия	все	0,0-0,4	0,4-0,8	0,8-1,2	1,2-1,6	1,6-2,0
$\Pi^{-}I_2^+$ (все)	0,214 \pm 0,002	0,449 \pm 0,006	0,327 \pm 0,006	0,229 \pm 0,005	0,163 \pm 0,006	0,105 \pm 0,006
$Q = -1$	0,242 \pm 0,004	0,467 \pm 0,011	0,370 \pm 0,010	0,262 \pm 0,010	0,176 \pm 0,011	0,113 \pm 0,012
$Q = 0$	0,224 \pm 0,004	0,461 \pm 0,010	0,339 \pm 0,009	0,225 \pm 0,009	0,173 \pm 0,009	0,107 \pm 0,010
$Q = 1$	0,185 \pm 0,005	0,422 \pm 0,013	0,278 \pm 0,013	0,205 \pm 0,012	0,157 \pm 0,013	0,087 \pm 0,014
$Q \geq 2$	0,162 \pm 0,006	0,399 \pm 0,017	0,265 \pm 0,016	0,191 \pm 0,016	0,099 \pm 0,016	0,091 \pm 0,018
Π^+p	0,249 \pm 0,002	0,464 \pm 0,006	0,350 \pm 0,006	0,251 \pm 0,006	0,186 \pm 0,006	0,137 \pm 0,007
Π^+n	0,256 \pm 0,004	0,481 \pm 0,011	0,357 \pm 0,011	0,269 \pm 0,011	0,168 \pm 0,011	0,142 \pm 0,017

Таблица 4. Значения $A(\pi^- \pi^-)$

Тип взаимодействия	$y_1, y_2 \leq 1,2$	$y_1, y_2 \geq 3,2$	$1,2 < y_1, y_2 < 3,2$
$\Pi^- \Pi^-$	$0,205 \pm 0,028$	$0,349 \pm 0,017$	$0,290 \pm 0,006$
$Q = -1$	$0,246 \pm 0,057$	$0,388 \pm 0,025$	$0,309 \pm 0,011$
$Q = 0$	$0,318 \pm 0,053$	$0,313 \pm 0,029$	$0,272 \pm 0,011$
$Q = 1$	$0,206 \pm 0,065$	$0,350 \pm 0,059$	$0,259 \pm 0,015$
$Q \geq 2$	$0,008 \pm 0,062$	$0,350 \pm 0,118$	$0,292 \pm 0,013$
$\Pi^- p$	$0,291 \pm 0,047$	$0,337 \pm 0,017$	$0,283 \pm 0,007$
$\Pi^- n$	$0,297 \pm 0,083$	$0,397 \pm 0,023$	$0,299 \pm 0,011$

Таблица 5. Значения $A(\pi^+ \pi^+)$

Тип взаимодействия	$y_1, y_2 \leq 1,2$	$y_1, y_2 \geq 3,2$	$1,2 < y_1, y_2 < 3,2$
$\Pi^+ \Pi^+$	$0,235 \pm 0,016$	$0,369 \pm 0,028$	$0,264 \pm 0,006$
$Q = -1$	$0,147 \pm 0,064$	$0,390 \pm 0,049$	$0,278 \pm 0,014$
$Q = 0$	$0,234 \pm 0,036$	$0,320 \pm 0,044$	$0,257 \pm 0,010$
$Q = 1$	$0,226 \pm 0,028$	$0,481 \pm 0,082$	$0,265 \pm 0,013$
$Q \geq 2$	$0,261 \pm 0,027$	$0,446 \pm 0,095$	$0,259 \pm 0,014$
$\Pi^+ p$	$0,325 \pm 0,034$	$0,378 \pm 0,027$	$0,270 \pm 0,007$
$\Pi^+ n$	$0,159 \pm 0,092$	$0,363 \pm 0,047$	$0,279 \pm 0,014$

Как видно из приведенных данных, корреляции разных пионов, как правило, несколько больше, чем корреляции тождественных пионов. Это различие может быть связано с интенсивным образованием легких резонансов (ρ^0, ω^0, f^0), распадающихся на $(\pi^+ \pi^-)$ -пары, особенно в центральной области и в области фрагментации пиона.

В области фрагментации мишени значения A уменьшаются при переходе от πN^- к многонуклонным взаимодействиям, что можно связать с увеличением числа неупругих соударений $1/1-3/$. В области фрагментации первичного пиона корреляции не зависят от типа мишени, что естественно ожидать, если они в основном определяются характеристиками падающей частицы.

Таблица 6. Значения $A(\pi^+ \pi^-)$

Тип взаимодействия	$y_1, y_2 \leq 1, 2.$	$y_1, y_2 \geq 3, 2.$	$1, 2 < y_1, y_2 < 3, 2.$
$\Pi^{-12}C$	$0,225 \pm 0,013$	$0,452 \pm 0,011$	$0,307 \pm 0,004$
$Q = -1$	$0,280 \pm 0,032$	$0,476 \pm 0,017$	$0,325 \pm 0,007$
$Q = 0$	$0,218 \pm 0,024$	$0,430 \pm 0,018$	$0,326 \pm 0,006$
$Q = 1$	$0,203 \pm 0,024$	$0,455 \pm 0,034$	$0,275 \pm 0,009$
$Q \geq 2$	$0,186 \pm 0,026$	$0,496 \pm 0,054$	$0,251 \pm 0,011$
Πp	$0,372 \pm 0,021$	$0,422 \pm 0,010$	$0,334 \pm 0,004$
Πn	$0,272 \pm 0,046$	$0,489 \pm 0,016$	$0,324 \pm 0,008$

В центральной области значения $A(\pi^+ \pi^-)$ уменьшаются с увеличением Q , в то время как $A(\pi^+ \pi^\pm)$ одинаковы в пределах ошибок для всех типов рассматриваемых соударений. Для интерпретации этого различия в поведении $A(\pi\pi)$ для тождественных и разных пионов необходим дальнейший анализ импульсных характеристик вторичных пионов.

Таким образом, анализ азимутальных корреляций тождественных пионов в пион-нуклонных и в пион-углеродных взаимодействиях показывает, что после исключения области интерференции пионов поведение $A(\pi\pi)$ слабо зависит от зарядового состояния $(\pi\pi)$ -системы, за исключением центральной области. По абсолютной величине значения $A(\pi^+ \pi^-)$, как правило, больше $A(\pi^\pm \pi^\pm)$, что может быть связано с образованием ρ, ω -мезонов. Представляет интерес проведение аналогичного анализа с исключением только самого интерференционного эффекта, а не всей области интерференции.

Мы признательны Е.М.Левину и М.Г.Рыскину за полезные обсуждения и участникам Сотрудничества по исследованию множественных процессов за помощь в обработке экспериментального материала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Levin E.M. et al. TH-2780-CERN, 1979.
2. Золлер В.Р. и др. В кн.: Элементарные частицы. Шестая школа физики ИТЭФ, выпуск 3. Атомиздат, М., 1979, с.3.
3. Бацкович С. и др. ЯФ, 1980, т.31, с.1234.
4. Дремин И.М., Файнберг Е.Л. ЭЧАЯ, 1979, т.10, с.996.
5. Ангелов Н.С. и др. ЯФ, 1977, т.26, с.796.

6. Ангелов Н.С. и др. ЯФ, 1978, т.27, с.675.
7. Абдурахимов А.У. и др. ЯФ, 1972, т.16, с.989.
8. Абдурахимов А.У. и др. ЯФ, 1973, т.17, с.1235.

Рукопись поступила в издательский отдел
16 июля 1980 года.