

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



C323.5

Г-859
7180

2405/2-73

2/11-73

Д2 - 7180

В.Г.Гришин, С.П.Кулешов, В.А.Матвеев,
А.Н.Сисакян, Г.Янчо

СОВМЕСТНОЕ ОПИСАНИЕ
ЗАРЯДОВЫХ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ И КОРРЕЛЯЦИЙ
МЕЖДУ НЕЙТРАЛЬНЫМИ
И ЗАРЯЖЕННЫМИ ЧАСТИЦАМИ
В Π^-_p - и Π^-_n -ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ
ПРИ $pc = 40$ ГЭВ

1973

**ЛАБОРАТОРИЯ
ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ**

Д2 - 7180

В.Г.Гришин, С.П.Кулешов, В.А.Матвеев,
А.Н.Сисакян, Г.Янчо

СОВМЕСТНОЕ ОПИСАНИЕ
ЗАРЯДОВЫХ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ И КОРРЕЛЯЦИЙ
МЕЖДУ НЕЙТРАЛЬНЫМИ
И ЗАРЯЖЕННЫМИ ЧАСТИЦАМИ
В \bar{p} - и \bar{p} -ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ
ПРИ $\rho_s = 40$ ГЭВ

Доклад, подготовленный для школы физиков
ЦЕРН-ОИЯИ (Эбельтофт, Дания, 17-30 июня
1973 г.)

Объединенный институт
ядерных исследований
БИБЛИОТЕКА

Гришин В.Г., Янчо Г., Кулешов С.П.,
Матвеев В.А., Сисакян А.Н.,

D2 - 7180

Совместное описание зарядовых распределений и корреляций между нейтральными и заряженными частицами в π^-p - и π^-n -взаимодействиях при $p = 40$ Гэв

Результаты, которые получены с помощью модели, предложенной авторами ранее, сравниваются с данными экспериментов по π^-p - и π^-n -взаимодействиям, выполненных в Серпухове на 2-метровой пропановой камере при импульсах отрицательных π^- -мезонов 40 Гэв/с.

Препринт Объединенного института ядерных исследований.
Дубна, 1973

Grishin V.G., Jancsó G., Kuleshov S.P.,
Matveev V.A., Sissakian A.N.

D2 - 7180

Joint Description of Charge Distributions and Correlations between Neutral and Charged Particles in the π^-p - and π^-n -Interactions at $p = 40$ GeV/c.

The data obtained with the help of the model proposed earlier by the authors, are being compared with the data on π^-p - and π^-n -interaction experiments carried out at Serpukhov on two-meter propan chamber at the negative pion momentum $p = 40$ GeV/c.

Preprint. Joint Institute for Nuclear Research.
Dubna, 1973

В недавних опытах на 2-метровой пропановой камере в Серпухове в π^-p - и π^-n -соударениях при импульсе отрицательных пионов $p = 40$ Гэв/с было получено явное экспериментальное указание на линейную зависимость среднего числа нейтральных пионов от числа заряженных треков /1/. Эксперименты, выполненные на ISR в ЦЕРНе, а также в NAL в Батавии, на примере pp -столкновений при энергиях ≈ 1500 и ≈ 200 Гэв подтверждают эту закономерность /2,3/. Заметим, что при более низких энергиях эффект корреляции между нейтральными и заряженными пионами выражен значительно слабее.

Здесь мы дадим совместно количественное описание зарядовых распределений и корреляции нейтральных пионов и заряженных треков в π^-p - и π^-n -взаимодействиях при $p = 40$ Гэв. При этом мы используем феноменологическую модель /4,5/, которая опирается на представления о множественном рождении частиц при высоких энергиях, полученные при изучении модели когерентных состояний /6/ и теоретико-полевых моделей в приближении прямолинейных путей /7/.

Отметим, что впервые теоретическое указание на линейную зависимость среднего числа нейтральных пионов от числа заряженных частиц в рамках рассматриваемой модели было дано в работе /5/. В ряде недавних работ /см., например, /8// линейная корреляция обсуждается на основе различных предположений об изотопических свойствах кластеров и о законах их распада. Не имея возможности останавливаться на многочисленных подходах к затрагиваемой здесь проблеме, укажем в связи с этим на обзоры /9/.

Основным пунктом рассматриваемой модели является предположение о существовании двух механизмов появления вторичных частиц:

1/ существуют лидирующие частицы, которые могут диссоциировать с локальным сохранением изоспина;

2/ в процессе взаимодействия статистически независимым образом появляются также адронные ассоциации, которые распадаются на пионы.

Естественно предполагать, что средние числа этих адронных ассоциаций при высоких энергиях не зависят от типа сталкивающихся частиц.

Сравнение результатов, полученных при использовании модели, с экспериментальными данными показывает, что для описания зарядовых распределений и корреляции между нейтральными пионами и заряженными частицами в π^-p -и π^-n -взаимодействиях при $pc = 40$ Гэв достаточно рассматривать лишь простейшие каналы диссоциации сталкивающихся частиц и адронные ассоциации с изоспином $I = 0$. Таким образом, мы рассматриваем диссоциацию лидирующего нуклона N по следующей схеме*:

- 1/ $N \rightarrow N$ с вероятностью канала a_1 ,
- 2/ $N \rightarrow N\pi^0$ - " - a_2 ,
- 3/ $N \rightarrow N\pi^\pm$ - " - a_3 .

Причем $\sum_{i=1}^3 a_i = 1$, а из предположения о локальном

сохранении изоспина $a_3 = 2a_2$.

В качестве другого источника образования вторичных частиц введем σ -и ω -ассоциации, которые рождаются по пуассоновскому закону с изоспином $I = 0$ и G -четностью $G = \pm 1$. Ограничимся основными схемами распада σ -и ω -адронных ассоциаций:

- 1/ $\sigma \rightarrow \pi^+\pi^-, \pi^0\pi^0$;
- 2/ $\omega \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0$.

В соответствии с предположениями модели нетрудно видеть, что вероятность рождения n_\pm, n_0 - чисел пар

* Для простоты рождение странных частиц не рассматривается.

и n_3 - числа троек пионов - при заданном канале i диссоциации лидирующего нуклона определяется выражением

$$W_{n_\pm, n_0, n_3}^i = a_i P_{n_\pm} (a_\pm) P_{n_0} (a_0) P_{n_3} (b), \quad /1/$$

где $P(\bar{n})$ - пуассоновский фактор, и a_\pm, a_0, b - соответственно средние числа пионных пар $\pi^+\pi^-, \pi^0\pi^0$ и троек $\pi^+\pi^-\pi^0$. Из условия, что пары $\pi^+\pi^-$ и $\pi^0\pi^0$ рождаются с изоспином $I = 0$, следует, что $a_\pm = 2a_0 \equiv a$.

Очевидно, что числа заряженных частиц n_c и нейтральных пионов n_{π^0} могут быть представлены следующим образом:

$$n_c^i = 2n_\pm + 2n_3 + l_c^i, \quad /2/$$

$$n_{\pi^0}^i = 2n_0 + n_3 + l_{\pi^0}^i, \quad /3/$$

где $l_c^i, l_{\pi^0}^i$ - соответственно числа заряженных частиц и π^0 -мезонов среди продуктов диссоциации лидирующей частицы в i -том канале диссоциации /см. табл. 1/.

Из формулы /1/ для распределений по числу заряженных частиц следует:

- для π^-p -взаимодействий

$$W_{n_c}(\pi^-p) = P_{\frac{n_c-2}{2}}(a'), \quad ? \quad /4/$$

- для π^-n -взаимодействий

$$W_{n_c}(\pi^-n) = (1 - 2a_2) P_{\frac{n_c-1}{2}}(a') + 2a_2 P_{\frac{n_c-3}{2}}(a'), \quad /5/$$

где $a' \equiv a + b$ - имеет смысл среднего числа пар $\pi^+\pi^-$, включая вклад от подобных комбинаций среди пионных троек $\pi^+\pi^-\pi^0$.

Сравнение формул /4/ и /5/ с экспериментальными данными при $pc = 40$ Гэв дает хорошее согласие /см.

рис. 1 и табл. 2/. Определены значение среднего числа мезонных комбинаций $\pi^+\pi^-$ / $\sigma' = 1,81 \pm 0,02$ / и коэффициент перезарядки нуклона / $2a_2 = 0,36 \pm 0,04$ /. В отличие от модели Wang-I /10/ использование распределения типа суперпозиции пуассоновских факторов при том же числе параметров позволяет дать хорошее совместное описание для π^-p - и π^-n -соударений с одинаковым средним значением $\pi^+\pi^-$ -комбинаций (σ')*.

Как второй шаг использования распределения /1/ нетрудно получить формулу, описывающую среднее число нейтральных пионов при фиксированном значении числа заряженных треков n_c . Из /3/ следует:

$$\langle n_{\pi^0} \rangle_{n_c} = \frac{2\langle n_0 \rangle_{n_c} + \langle n_3 \rangle_{n_c} + \langle \ell_{\pi^0} \rangle_{n_c}}{W_{n_c}} \quad /6/$$

После ряда выкладок из формулы /6/ найдем для π^-p -взаимодействия

$$\langle n_{\pi^0} \rangle_{n_c} = k_1 + k_2 (n_c - \bar{n}_c), \quad /7/$$

где $k_1 = \sigma' + a_2$, $k_2 = \frac{b}{2}$, а $n_c = 2\sigma' + 2$ есть среднее число заряженных частиц в π^-p -столкновениях.

В случае π^-n -взаимодействия получаемая зависимость несколько сложнее /4/, однако при условии малости параметра a_2 / $a_2 \approx 0,18$ / из формул /1/ и /6/ также следует линейная зависимость среднего числа нейтральных пионов $\langle n_{\pi^0} \rangle_{n_c}$ от числа заряженных треков n_c . Корреляция в этом случае определяется выражением /7/ со средним числом заряженных частиц в π^-n -столкновениях: $\bar{n}_c = 2\sigma' + 2a_2 + 1$.

* Отметим, что большинство других моделей /Wang-II Poisson, etc./ не дают удовлетворительного описания данных при $pc = 40$ Гэв.

Для сравнения формулы /7/ с экспериментом в нее был введен дополнительный аддитивный параметр Δ , который имеет смысл поправки, связанной с возможными зарядообменными процессами в π^-p -взаимодействиях ($\pi^-p \rightarrow \pi^0n + \dots$), а также с другими возможными каналами диссоциации лидирующих частиц /4/: $k_1 \rightarrow k_1 + \Delta_{\pi^-n}$.

В настоящее время на большой статистике /6000 гамма-квантов/ получены результаты по зависимости среднего числа π^0 -мезонов от числа заряженных частиц для π^-p - и π^-n -взаимодействий при $pc = 40$ Гэв /1/. Результаты сравнения предлагаемой модели с этими данными показаны на рис. 2. Значения параметров следующие: $b = 0,56 \pm 0,06$; $\Delta_{\pi^0p} = 0,42 \pm 0,05$, параметры σ' и a_2 - те же, что и в случае подгонки по зарядовым распределениям. Хорошее согласие с экспериментом / $\chi^2 \approx 0,5$ на одну степень свободы/ подтверждает предсказание модели о линейном виде корреляции:

$$\langle n_{\pi^0} \rangle_{n_c} = A + B n_c \quad /8/$$

Интересно отметить, что наклон B в пределах ошибок совпадает в случае π^-p - и π^-n -взаимодействий / $B_{\pi^-p} = 0,16 \pm 0,02$; $B_{\pi^-n} = 0,15 \pm 0,02$ /, что является одним из выводов модели. В самом деле, наклон связан с отношением средних чисел адронных ассоциаций

$$B = \frac{1}{2} \frac{\bar{N}(\omega \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0)}{\bar{N}(\sigma \rightarrow \pi^+\pi^-) + \bar{N}(\omega \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0)}, \quad /9/$$

которые предполагались не зависящими от типа сталкивающихся частиц.

По данным, полученным на ISR в pp -столкновениях, как известно, также имеется зависимость типа /8/, но наклон $B \approx \frac{1}{2}$ и A - мало. В рамках предлагаемой нами простой модели отсутствие корреляций между $\langle n_{\pi^0} \rangle_{n_c}$ и n_c при $E \leq 20$ Гэв и "предельная" зависимость

$\langle n_{\pi^0} \rangle_{n_c} = \frac{1}{2} n_c$ при $E \approx 2000$ Гэв естественно объясняются, если предположить, что при низких энергиях $\bar{N}(\omega) \ll \bar{N}(\sigma)$, т.е. $B \approx 0$, а с увеличением энергий доля σ -ассоциаций падает и мы имеем $\bar{N}(\omega) \gg \bar{N}(\sigma)$, т.е. $B = \frac{1}{2}$.

В заключение авторы считают своим приятным долгом поблагодарить А.М.Балдина, Р.М.Мурадяна, Л.А.Слепченко, М.А.Смондырева, А.Н.Тавхелидзе за полезные обсуждения работы.

Литература

1. Дубна - Будапешт - Бухарест - Варшава - Краков - Серпухов - София - Тбилиси - Улан-Батор - Ханой. Сотрудничество ОИЯИ, P1-6491, Дубна, 1972; ЯФ, 16, 989, 1972; ОИЯИ P1-6928, Дубна, 1973.
2. G.Flugge, Ch.Gottfried, C.Neuhofer, F.Niebergall, M.Regler, W.Schmidt-Pazzeffall, K.R.Schubert, P.E.Schumacher and K.Winter. CERN preprint, 1972.
3. G.Charlton, Y.Cho, M.Derrick, R.Engelmann, T.Fields, L.Hyman, K.Jaeger, U.Mehtani, B.Musgrave et al., NAL preprint, Argonne, 1972.
4. V.G.Grishin, G.Jancsó, S.P.Kuleshov, V.A.Matveev and A.N.Sissakian. JINR, E2-6596, Dubna, 1972; JINR, P2-6950, Dubna, 1973; ЯФ, 17, 1281/1973/.
5. S.P.Kuleshov, V.A.Matveev and A.N.Sissakian. IRB-TP-72-3 preprint, Zagreb, 1972; Fizika (Zagreb) No. 1, 1973.
6. V.A.Matveev, A.N.Tavkhelidze. JINR, E2-5141, Dubna, 1970; S.P.Kuleshov, V.A.Matveev, A.N.Sissakian. JINR E2-5898, Dubna, 1971.
7. B.M.Barbashov, S.P.Kuleshov, V.A.Matveev, V.N.Pervushin, A.N.Sissakian and A.N.Tavkhelidze. Phys.Lett, 33B, 484, 1970.
8. E.L.Berger, D.Horn, G.H.Thomas. NAL preprint, Argonne, 1972; D.Horn, A.Schwimer. CALT preprint, California, 1972.
9. A.Wroblewski. Rapporteurs talk at the Kiev Conference, 1970; M.Jacob. Rapporteurs talk at the Batavia Conference, 1972; Р.М.Мурадян. Автомодельность в инклюзивных реакциях. ОИЯИ, P2-6762, Дубна, 1972.
10. C.P.Wang. Nuovo Cim., 64A, 546 (1969); Phys. Rev., 180, 1463 (1969); Phys. Lett., 30B, 115 (1969).

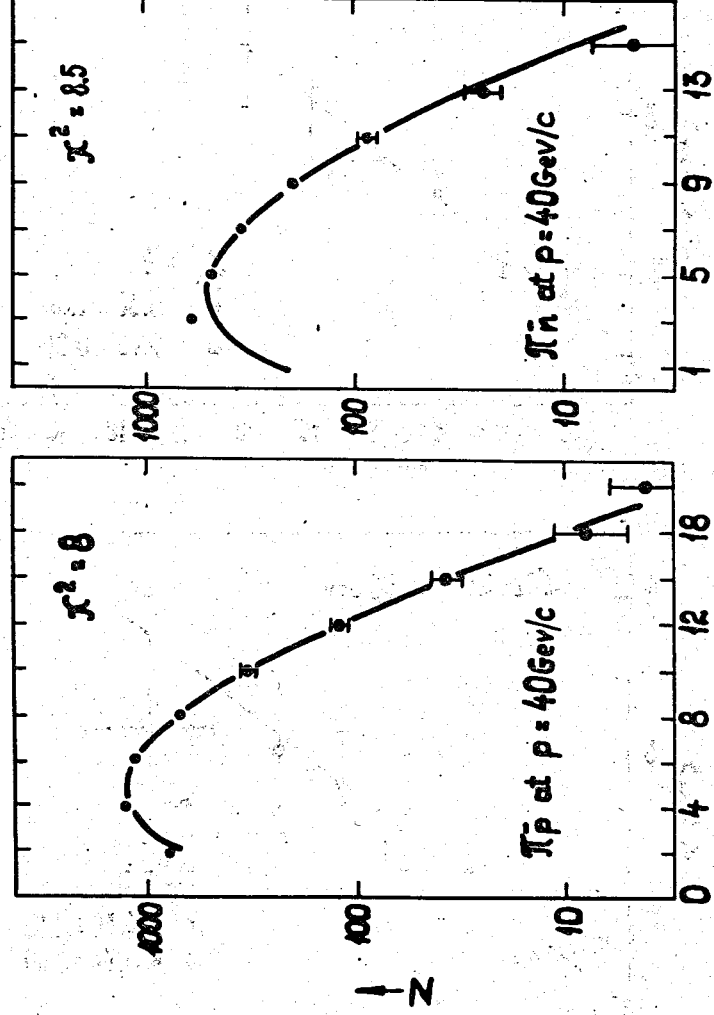
Рукопись поступила в издательский отдел
22 мая 1973 года.

Таблица I

	$i = 3$	π^+p	3	0
		π^-p	2	0
	$i = 2$	π^+n	1	1
		π^-p	2	1
	$i = 1$	π^+n	1	0
		π^-p	2	0
ρ_c				
ρ_{π^0}				

Таблица 2

ТИП ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ	Число СОБЫТИЙ	\bar{n}	\sqrt{D}	МОДЕЛЬ Wang-I	предлагается МАЯ МОДЕЛЬ	Степени свободы
$\pi^+\rho$	4400	5.62 ± 0.4	2.75	8	8	8
$\pi^+\pi$	1860	5.32 ± 0.7	2.82	13	8.5	7



NUMBER PRONG

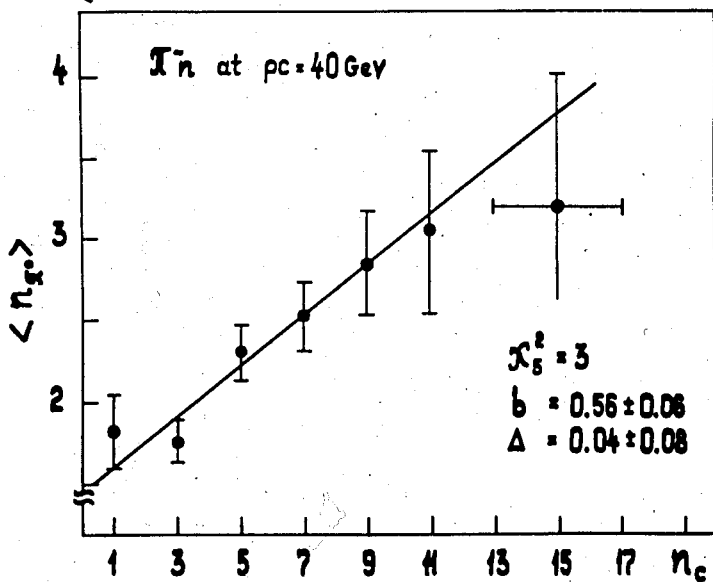
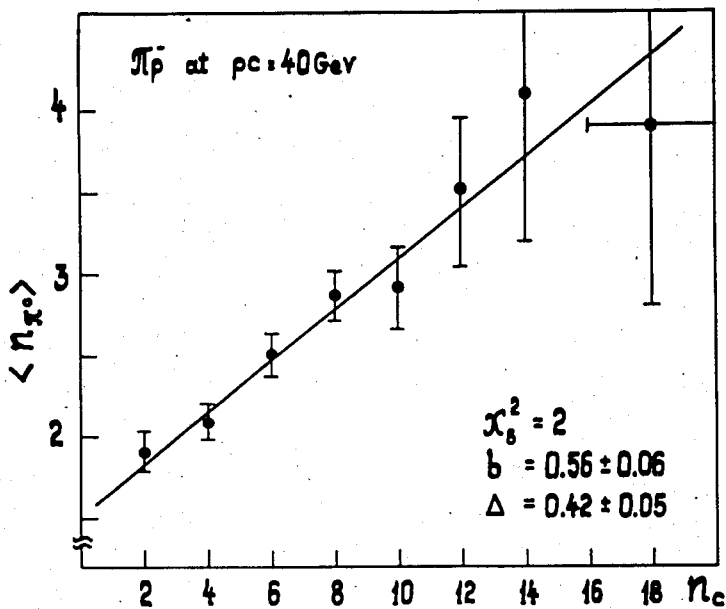


Рис. 2