

8051

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

ДУБНА



8051

ЭКЗ. ЧИТ. ЗАЛА

P2-8051

В.Г.Гришин, Б.С.Юлдашев

**ПРИМЕНЕНИЕ РЕДЖЕВСКОЙ ФЕНОМЕНОЛОГИИ
ДЛЯ ОПИСАНИЯ ИНКЛЮЗИВНЫХ РЕАКЦИЙ**

$\pi^- p \rightarrow \pi^\pm X$ ПРИ 40 ГЭВ/С

1974

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

P2-8051

В.Г.Гришин, Б.С.Юлдашев

**ПРИМЕНЕНИЕ РЕДЖЕВСКОЙ ФЕНОМЕНОЛОГИИ
ДЛЯ ОПИСАНИЯ ИНКЛЮЗИВНЫХ РЕАКЦИЙ**

$\pi^- p \rightarrow \pi^\pm X$ ПРИ 40 ГЭВ/С

Направлено в ЯФ

1. Введение

В настоящей работе проводится сравнение предсказаний реджевской феноменологии инклюзивных процессов с данными по реакциям



и



при импульсе налетающих π^- -мезонов $p = 40 \text{ ГэВ/с}$. Инклюзивные спектры анализируются в области фрагментации протона-мишени /лабораторная система координат/.

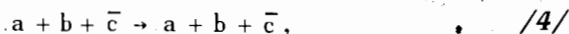
Экспериментальные результаты получены с двухметровой пропановой пузырьковой камеры ЛВЭ ОИЯИ, облученной π^- -мезонами с импульсом 40 ГэВ/с на серпуховском синхрофазотроне. В анализ включено около 2100 $\pi^- p$ -взаимодействий. Процедура обработки событий изложена нами в работах /1/.

2. Фрагментация $p \pi^-, \pi^-$.

В соответствии с обобщенной оптической теоремой /2/ инвариантное инклюзивное сечение $E d^3\sigma / d^3p^3$ реакции



может быть выражено через скачок амплитуды упругого рассеяния вперед



то есть

$$f(s, \vec{p}) \equiv E \frac{d^3 \sigma}{d\vec{p}^3} = \text{Disc. Im } A(ab \bar{c} \rightarrow ab \bar{c}), \quad /5/$$

где $\vec{p}(E)$ - трехмерный импульс /энергия/ частицы; $A(ab \bar{c} \rightarrow ab \bar{c})$ - амплитуда упругого рассеяния вперед /4/; s - квадрат полной энергии в с.ц.м., $f(s, \vec{p})$ - так называемая структурная функция.

Рассмотрим реакцию /3/ в области фрагментации мишени /т.е. в кинематической области, в которой частица c имеет малый импульс в системе покоя частицы b /. Этому процессу соответствует диаграмма, приведенная на рис. 1.

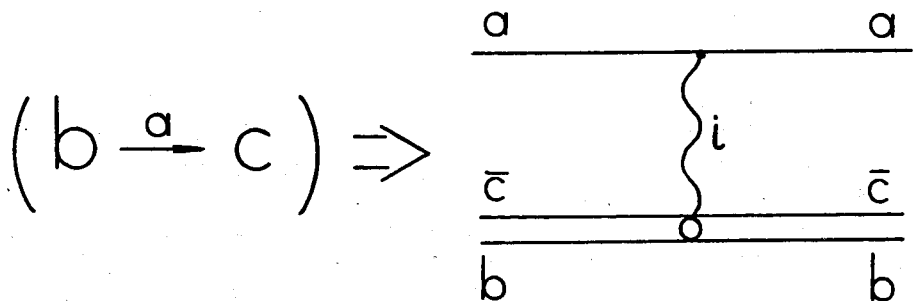


Рис. 1.

Данная диаграмма подразумевает, что амплитуду упругого рассеяния вперед /4/ можно представить в виде реджевского ряда /2,3/

$$f(s, \vec{p}) = \sum_i \beta_i(\vec{p}) s^{\alpha_i(0)-1}, \quad /6/$$

где $\beta_i(\vec{p})$ определяются функциями вычетов; $\alpha_i(t)$ - i -ая траектория Редже.

Предполагая, по аналогии с двухчастичным рассеянием, что в соотношение /6/ дают вклады только траектория Померанчука с $\alpha_P(0) \approx 1$ и мезонные траектории $f - \rho - \omega - A_2$ с $\alpha_f(0) \approx \alpha_\rho(0) \approx \alpha_\omega(0) \approx \alpha_{A_2}(0) \approx 0,5$, а также

вводя гипотезу о факторизации реджевских вычетов, выражение /6/ можно переписать в виде /3-6/:

$$f(s, \vec{p}) = \gamma_P^a \cdot \gamma_P(b \rightarrow c) + s^{-1/2} \sum_i \gamma_i^a \cdot \gamma_i(b \rightarrow c),$$

где γ_P^a , $\gamma_P(b \rightarrow c)$ и γ_i^a , $\gamma_i(b \rightarrow c)$ - функции вычета померонного и мезонного полюсов.

Рассмотрим процесс /1/ $p \rightarrow \pi^-$. В соответствии с /7/ структурная функция в области фрагментации протона будет иметь вид

$$f(p \rightarrow \pi^-) = \gamma_P^\pi \cdot \gamma_P(p \rightarrow \pi^-) + s^{-1/2} \sum_i \gamma_i^\pi \cdot \gamma_i(p \rightarrow \pi^-). /8/$$

Вследствие сохранения G-четности обмениваемыми траекториями могут быть только P, ρ и f:

$$f(p \rightarrow \pi^-) = \gamma_P^\pi \cdot \gamma_P(p \rightarrow \pi^-) + s^{-1/2} [\gamma_f^\pi \cdot \gamma_f(p \rightarrow \pi^-) + \gamma_\rho^\pi \cdot \gamma_\rho(p \rightarrow \pi^-)]. /9/$$

Для процесса

$$p \rightarrow \pi^- \quad /10/$$

имеем /15/:

$$f(p \rightarrow \pi^-) = \gamma_P^\pi \cdot \gamma_P(p \rightarrow \pi^-) + s^{-1/2} [\gamma_f^\pi \cdot \gamma_f(p \rightarrow \pi^-) - \gamma_\rho^\pi \cdot \gamma_\rho(p \rightarrow \pi^-)]. /11/$$

В соответствии с концепцией дуальности, мнимые части мезонных обменов должны взаимно уничтожаться в перекрестном канале, если прямой канал имеет экзотические квантовые числа и, в этом случае, в амплитуду процесса будет давать вклад только померонная траектория. Рассматривая различные экзотические каналы в $\pi\pi^-$, πK^- и KK^- рассеянии, можно вывести следующие соотношения обменного вырождения /см., например /7/ /:

$$\gamma_f^\pi = \gamma_\rho^\pi = \gamma_M^\pi,$$

$$\gamma_f^K = \gamma_\rho^K = \gamma_\omega^K = \gamma_{A_2}^K = \gamma_M^K. \quad /12/$$

С другой стороны, канал /10/ является экзотическим и, следовательно, по аналогии с двухчастичным рассеянием получим /4,5/:

$$\gamma_f(p \rightarrow \pi^-) = \gamma_\rho(p \rightarrow \pi^-) = \gamma_M(p \rightarrow \pi^-). \quad /13/$$

Аналогичный анализ для экзотических реакций:

$$p \xrightarrow{K^+} \pi^-, \quad p \xrightarrow{K^0} \pi^- \quad /14/$$

приводит к соотношениям

$$\gamma_f(p \rightarrow \pi^-) = \gamma_\rho(p \rightarrow \pi^-) = \gamma_\omega(p \rightarrow \pi^-) = \gamma_{A_2}(p \rightarrow \pi^-) = \gamma_M(p \rightarrow \pi^-). \quad /15/$$

Другими словами, факторизация плюс критерии экзотичности подразумевают, что все вершины мезонных обменов для фрагментации $p \rightarrow \pi^-$ являются идентичными.

В этом случае выражение /9/ переписется в следующем виде:

$$f_{s_1}(p \xrightarrow{\pi^-} \pi^-) = f(p \xrightarrow{\pi^+} \pi^-) + 2s_1^{-1/2} \gamma_M^\pi \gamma_M(p \rightarrow \pi^-). /16/$$

Для процесса $p \xrightarrow{K^-} \pi^-$ аналогично получим

$$f_{s_2}(p \xrightarrow{K^-} \pi^-) = f(p \xrightarrow{K^+} \pi^-) + 4s_2^{-1/2} \gamma_M^K \gamma_M(p \rightarrow \pi^-).$$

Из выражений /16/ и /17/ приходим к окончательному соотношению*

$$f_{s_1}(p \xrightarrow{\pi^-} \pi^-) = f(p \xrightarrow{\pi^+} \pi^-) + \frac{1}{2} \left(\frac{s_1}{s_2} \right)^{-1/2} \frac{\gamma_M^\pi}{\gamma_M^K} [f_{s_2}(p \xrightarrow{K^-} \pi^-) - f(p \xrightarrow{K^+} \pi^-)]. \quad /18/$$

Таким образом, используя приведенные выше предположения, можно определить структурную функцию, соответствующую фрагментации $p \rightarrow \pi^-$, через инклюзивные сечения процессов /10/ и /14/.

3. Фрагментация $p \xrightarrow{\pi^-} \pi^+$.

Для фрагментации $p \xrightarrow{\pi^-} \pi^+$ /неэкзотический канал/, используя приведенные выше аргументы, получим:

$$f_{s_1}(p \xrightarrow{\pi^-} \pi^+) = \frac{\gamma_P^\pi}{\gamma_P^K} f(p \xrightarrow{K^+} \pi^+) + \frac{1}{2} \left(\frac{s_1}{s_2} \right)^{-1/2} \frac{\gamma_M^\pi}{\gamma_M^K} \times [f_{s_2}(p \xrightarrow{K^-} \pi^+) - f(p \xrightarrow{K^+} \pi^+)]. \quad /19/$$

4. Сравнение с экспериментом.

Для сравнения соотношений /18/ и /19/ с экспериментальными данными по реакциям /1/ и /2/ при $p = 40 \text{ ГэВ/с}$ были рассмотрены распределения структурных функций по продольным импульсам $p_{||}^{L,ab}$ в лабораторной системе координат. Константы связи Померона и мезонных траекторий брались из работы /8/, согласно которой

$$\gamma_P^\pi : \gamma_P^K = 1,00 : 0,80$$

и

$$\gamma_M^\pi : \gamma_M^K = 1,00 : 0,50.$$

* Процессы /10/ и /14/ являются экзотическими и, следовательно, для них структурные функции не зависят от энергии.

Структурные функции $E^{Lab} \frac{d\sigma}{dp_{\parallel}^{Lab}}$ для процессов $p \xrightarrow{\pi^+} \pi^-$, $p \xrightarrow{K^+} \pi^{\pm}$ и $p \xrightarrow{K^-} \pi^{\pm}$ были взяты из работ /9 - 11/ при энергиях налетающих частиц, соответственно, 18, 11,8 и 9 ГэВ и аппроксимировались многочленом

$$E^{Lab} \frac{d\sigma}{dp_{\parallel}^{Lab}} = \sum_n a_n \cdot (p_{\parallel}^{Lab})^n. \quad /20/$$

Рассматриваемые значения продольных импульсов в л.с. находились в интервале $-250 \leq p_{\parallel}^{Lab} \leq +600 \text{ МэВ/с}$. Такая выборка связана со следующими причинами. Во-первых, при максимально больших отрицательных p_{\parallel}^{Lab} могут давать вклады трехреджонные диаграммы, что приведет к изменению соотношений /18/ и /19/. Во-вторых, необходимо наложить ограничение на p_{\parallel}^{Lab} сверху, чтобы исключить центральную область. Третья причина - исключение возможных кинематических ограничений,

так как, например, для реакций $p \xrightarrow{\pi^-} \pi^-$ и $p \xrightarrow{\pi^+} \pi^-$ кинематические области отличаются - наибольшее отрицательное

значение p_{\parallel}^{Lab} в процессе $p \xrightarrow{\pi^-} \pi^-$ может быть получено в канале $\pi^- p \rightarrow \pi^- (\pi^0 p)$ или $\pi^- p \rightarrow \pi^- (\pi^+ n)$, тогда

как для реакции $p \xrightarrow{\pi^+} \pi^-$ - в канале $\pi^- p \rightarrow \pi^- (\pi^+ \pi^+ p)$.

На рис. 2 /а,б/ показаны распределения структурных функций $E^{Lab} \frac{d\sigma}{dp_{\parallel}^{Lab}}$ в л.с., нормированных на полное неупругое сечение $\pi^- p$ -взаимодействий при 40 ГэВ/с. Сплошные кривые - расчеты по формулам /18/ и /19/. Как видно из рис. 2, экспериментальные данные удовлетворительно согласуются с теорией, хотя для реакции /1/ экспериментальные точки при $p_{\parallel}^{Lab} \leq 100 \text{ МэВ/с}$ находятся выше расчетной кривой. Пунктирная кривая на рис. 2а соответствует вкладу поперечного обмена / <75% /.

На рис. 3 приводится отношение $f(p \xrightarrow{\pi^-} \pi^-) / f(p \xrightarrow{\pi^-} \pi^+)$ в зависимости от p_{\parallel}^{Lab} . Кривая -

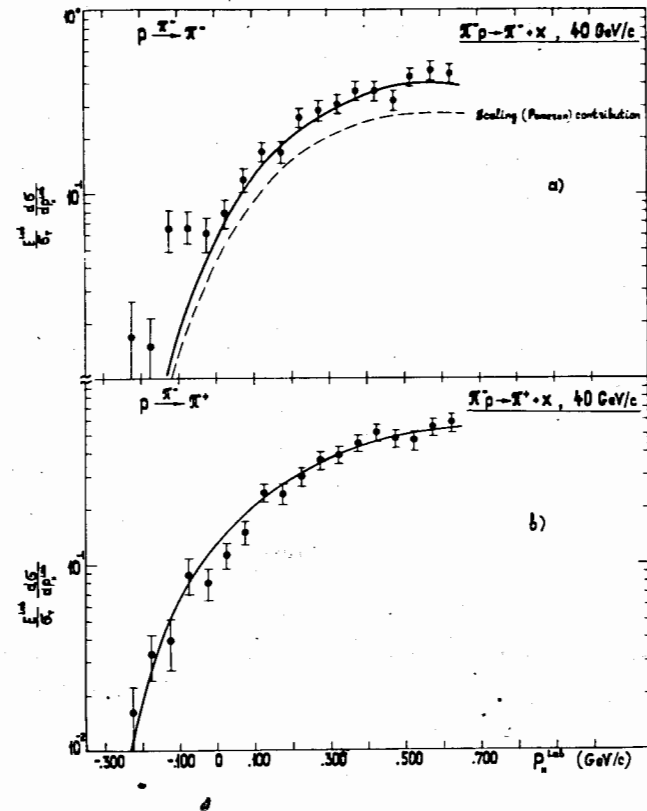


Рис. 2. Распределения структурных функций $E^{Lab} \frac{d\sigma}{dp_{\parallel}^{Lab}}$ для реакций $\pi^- p \rightarrow \pi^- X$ /а/ и $\pi^- p \rightarrow \pi^+ X$ /б/ при 40 ГэВ/с. Кривые - расчеты по формулам /18/ и /19/. Пунктирная кривая соответствует вкладу поперечного обмена.

расчет по формулам /18/ и /19/. Видно, что это отношение составляет приблизительно $\approx 0,75$. Это означает, в силу нормировки структурных функций, что средние множественности π^{\pm} -мезонов от фрагментации протона соотносятся приблизительно как $\bar{n}_{\pi^-} / \bar{n}_{\pi^+} \approx 0,75$.

Авторы признательны Г.Г.Арушанову и Г.Янчо за полезные обсуждения и ценные замечания.

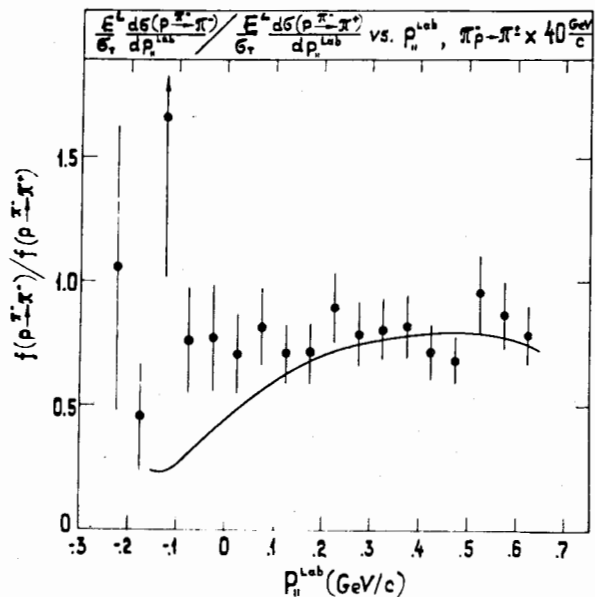


Рис. 3. Отношение структурных функций $f(p^+ \pi^-) / f(p^+ \pi^+)$ при 40 ГэВ/с. Кривая получена из соотношений /18/ и /19/.

Литература

1. Алма-Ата - Будапешт - Бухарест - Варшава - Дубна - Краков - Москва - София - Ташкент - Тбилиси - Улан-Батор - Ханой /сотрудничество/. Препринт ОИЯИ, Р1-7268, Дубна /1973/; ЯФ, 18, 545 /1973/.
2. A.N.Mueller. *Phys. Rev.*, D2, 2963 (1970).
3. Chan Hong Mo et al. *Phys. Rev. Lett.*, 26, 672 (1971).
4. Chang Hong Mo. *Proc. of the 1972 CERN School of Physics, Grado, Italy (1972), CERN 72-17 (1972).*
5. H.I.Miettinen. *Regge Phenomenology of Inclusive Reactions (Thesis), Univ. of Helsinki (1973), Phys.Lett.*, 38B, 431 (1972).
6. Chan Hong Mo et al. *Phys. Lett.*, 40B, 112 (1972).

7. M.Kugler *Developments in High Energy Physics*, ed. Urban (Springer-Verlag, 1970).
8. V.Barger, R.J.N.Phillips. *Nucl. Phys.*, B32, 93 (1971).
9. W.D.Shepard et al. *Phys.Rev.Lett.*, 27, 1164 (1971).
10. M.C.Foster et al. *Report No. 4, Stony Brook, SUN4, April 1972.*
11. R.L.Lander. *Recent Exp. Results on Multiparticle Production, Proc. of Rochester Meeting of APS/DPF, p.71 (New York, 1971).*