



сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
дубна

1-84-776

Б.В.Батюня, И.М.Граменицкий, К.С.Медведь

ОЦЕНКА РАЗНОСТИ
СРЕДНИХ МНОЖЕСТВЕННОСТЕЙ
ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ
В $\bar{p}p$ - и $\bar{p}n$ -ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ
ПРИ ПЕРВИЧНОМ ИМПУЛЬСЕ ~ 7 ГэВ/с

1984

В настоящее время в Дубне проводятся исследования взаимодействий антидейтронов с дейтронами при 12 ГэВ/с на экспериментальном материале, полученном на 2-метровой водородной камере "Людмила" с внутренней трекочувствительной дейтериевой мишенью. Ранее изучение такого типа взаимодействий проводилось только на уровне измерения полного сечения ^{1/}, и какая-либо более подробная экспериментальная информация отсутствует. Поскольку антидейтроны и дейтроны являются простейшими ядрами, то, согласно существующим представлениям, их взаимодействия обусловлены, главным образом, однократными и многократными рассеяниями входящих в них нуклонов. Расчеты, проделанные в рамках модели Глуабера, показывают ^{2/}, что /80-85% $\bar{d}d$ -взаимодействий относятся к классу однократных, в которых участвуют два нуклона из четырех, а другие два нуклона /спектаторы/ остаются квазисвободными. В этом классе взаимодействий определенный интерес вызывают взаимодействия антинейтронов с нейтронами, поскольку это - единственный тип двухнуклонных соударений, практически не изученный экспериментально. Нужно отметить, что, так как хорошо исследован изотопически симметричный процесс $\bar{p}p$ -рассеяния, то целый ряд характеристик $\bar{p}n$ -взаимодействий можно считать известным. Однако уже величины средних множественностей заряженных частиц ($\langle n \rangle_{ch}$) для $\bar{p}p$ - и $\bar{p}n$ -соударений видимо, должны различаться из-за вклада значительного числа изотопсимметричных каналов /с одинаковым сечением/ в процессы с разным числом вторичных заряженных частиц.

В настоящей работе методом сравнения изоспинсимметричных каналов $\bar{p}n$ - и $\bar{p}p$ -взаимодействий дается оценка разности величины $\langle n \rangle_{ch}$ для $\bar{p}p$ - и $\bar{p}n$ -взаимодействий при первичном импульсе ≈ 7 ГэВ/с. Далее указывается на возможность определения сечения рождения заряженных K^+ -мезонов в $\bar{p}p$ -взаимодействиях по результатам изучения нейтральных каонов в процессах $\bar{p}n$ -рассеяния при близких энергиях.

Для определения разности средних множественностей использовалась изотопическая симметрия $\bar{p}n$ - и $\bar{p}p$ -взаимодействий, которая приводит к тому, что все каналы этих двух типов взаимодействий попарно изотопически-симметричны. В таблице выписаны такие каналы, дающие основной вклад в величину средней множественности заряженных частиц /предполагается, что рассматриваемые конечные состояния учитывают также образование резонансов/. В таблице приводится также разность множественностей заряженных частиц изотопсимметричных каналов. Тогда разность средних множественностей заряженных частиц для $\bar{p}p$ - и $\bar{p}n$ -взаимодействий можно разделить как



$$\Delta n_{ch} = \langle n \rangle_{ch}^{\bar{p}p} - \langle n \rangle_{ch}^{\bar{p}n} = \sum_i a_i (n_{ch_i}^{\bar{p}p} - n_{ch_i}^{\bar{p}n}),$$

где a_i определяет долю i -канала в неупругом сечении. В таблице все каналы разделены на несколько подгрупп, две из которых не дают вклада в величину Δn_{ch} . Рассмотрим отдельно оставшиеся подгруппы.

Первая группа каналов включает неаннигиляционные процессы без образования гиперонов. Данные по таким каналам в $\bar{p}p$ -взаимодействиях при энергии 7-9 ГэВ приведены в^{3,4/}. При этом доли каждого из каналов с образованием K -мезонов оказываются /0,1-0,2%/ от полного неупругого сечения $\sigma_{in} = 44,6$ мб^{4/} и определены со 100% ошибкой, поэтому вкладом этих каналов можно пренебречь. Доли каналов 1 и 4 составляют, соответственно, /23+1,2%/ и /16,6+1,2%. Тогда разность средних множественностей для этих каналов в $\bar{p}p$ - и $\bar{p}n$ -взаимодействиях равняется:

$$\Delta n_{ch}^I = a_1 (n_{ch_1}^{\bar{p}p} - n_{ch_1}^{\bar{p}n}) + a_2 (n_{ch_2}^{\bar{p}p} - n_{ch_2}^{\bar{p}n}) = 2 \cdot (a_1 - a_2) =$$

$$= 2 \cdot [(0,230 \pm 0,012) - (0,166 \pm 0,012)] \approx 0,13 \pm 0,03$$

/индексы 1 и 2 относятся к каналам 1 и 4/.

Вторая группа каналов включает неаннигиляционные процессы с образованием одного гиперона. Как видно из таблицы, здесь нужно рассматривать только каналы 5, 7, 9, 11, 14, 16, 17, 19. Сечение каналов с Λ -гиперонами можно оценить из приведенных в^{4/} инклюзивных сечений образования пар (ΛK^+) и (ΛK_S^0). При этом можно предположить, что при рассматриваемых энергиях образуется не более двух барионов, и, кроме того, инклюзивное сечение пар ΛK^0 определяется как $\sigma(\Lambda K^0 x) = \sigma(\Lambda K_S^0 x) + \sigma(\Lambda K_L^0 x) = 2\sigma(\Lambda K_S^0 x)$. Данные работы^{3/} показывают, что инклюзивное сечение рождения пар ($\bar{p}p$) приблизительно в два раза больше, чем для пар ($\bar{p}n$), т.е. перезарядка одного нуклона вдвое уменьшает сечение канала. Тогда сечения каналов 5 и 7 равны:

$$\sigma(\bar{p}\Lambda K^+ x) \approx 2/3 \sigma(\Lambda K^+ x) = (0,18 \pm 0,01) \text{ мб.}$$

$$\sigma(\bar{p}\Lambda K^0 x) \approx 2/3 \sigma(\Lambda K_S^0 x) = (0,060 \pm 0,006) \text{ мб.}$$

Доли каналов 5 и 7 вместе с их зарядово-сопряженными составят, соответственно, /0,80+0,04%/ и /0,27+0,03%/.

Среди каналов 9-20 можно рассматривать только процессы с образованием Σ^+ -гиперонов, поскольку, например, в $\bar{p}p$ -взаимодействиях, даже при энергиях ~ 20 ГэВ, выход Σ^- -гиперонов подавлен $\sim 2,5$ раза по сравнению с выходом Σ^+ . В работе^{4/} показано, что замена Λ -гиперона на Σ приводит к уменьшению сечения канала приблизительно в два раза. В таком случае разность средних

Таблица

Изотопсимметричные каналы в $\bar{p}p$ -и $\bar{p}n$ -взаимодействиях / x - система пионов/. Даны разности числа заряженных частиц в этих каналах.

Под-группы	№	Каналы в $\bar{p}p$	Каналы в $\bar{p}n$	$n_{ch}^{\bar{p}p} - n_{ch}^{\bar{p}n}$
$\bar{N}N_x$	1	$\bar{p}p x$	$\bar{p}n x$	2
	2	$\bar{p}n x$	$\bar{p}p x$	0
	3	$\bar{p}p x$	$\bar{p}n x$	0
	4	$\bar{p}n x$	$\bar{p}p x$	-2
$\bar{N}K_x + \text{с.с.}$	5	$\bar{p}\Lambda K^+ x$	$\bar{p}\Lambda K^0 x$	2
	6	$\bar{p}\Lambda K^0 x$	$\bar{p}\Lambda K^+ x$	0
	7	$\bar{p}\Lambda K^0 x$	$\bar{p}\Lambda K^+ x$	-2
	8	$\bar{p}\Lambda K^+ x$	$\bar{p}\Lambda K^0 x$	0
	9	$\bar{p}\Sigma^+ K^+ x$	$\bar{p}\Sigma^- K^0 x$	2
	10	$\bar{p}\Sigma^+ K^0 x$	$\bar{p}\Sigma^- K^+ x$	0
	11	$\bar{p}\Sigma^- K^+ x$	$\bar{p}\Sigma^+ K^0 x$	2
	12	$\bar{p}\Sigma^- K^0 x$	$\bar{p}\Sigma^+ K^+ x$	0
	13	$\bar{p}\Sigma^+ K^+ x$	$\bar{p}\Sigma^- K^0 x$	0
	14	$\bar{p}\Sigma^+ K^0 x$	$\bar{p}\Sigma^- K^+ x$	-2
	15	$\bar{p}\Sigma^- K^+ x$	$\bar{p}\Sigma^+ K^0 x$	0
	16	$\bar{p}\Sigma^- K^0 x$	$\bar{p}\Sigma^+ K^+ x$	-2
	17	$\bar{p}\Sigma^0 K^+ x$	$\bar{p}\Sigma^0 K^0 x$	2
	18	$\bar{p}\Sigma^0 K^0 x$	$\bar{p}\Sigma^0 K^+ x$	0
	19	$\bar{p}\Sigma^0 K^0 x$	$\bar{p}\Sigma^0 K^+ x$	-2
	20	$\bar{p}\Sigma^0 K^+ x$	$\bar{p}\Sigma^0 K^0 x$	0
$\bar{Y}Y_x$	21	$\bar{\Lambda}\Lambda x$	$\bar{\Lambda}\Lambda x$	0
	22	$\bar{\Lambda}\Sigma^{+0} x + \text{с.с.}$	$\bar{\Lambda}\Sigma^{+0} x + \text{с.с.}$	0
	23	$\bar{\Sigma}^{+0}\bar{\Sigma}^{+0} x$	$\bar{\Sigma}^{+0}\bar{\Sigma}^{+0} x$	0
x	24	пионы	пионы	0
$\bar{\Sigma}K_x$	25	$K^+ K^- x$	$K^0 \bar{K}^0 x$	2
	26	$K^+ \bar{K}^0 x$	$K^0 K^- x$	0
	27	$K^0 K^- x$	$\bar{K}^0 K^+ x$	0
	28	$K^0 \bar{K}^0 x$	$K^+ K^- x$	-2

множественностей в $\bar{p}p$ - и $\bar{p}n$ -взаимодействиях для каналов 5-20 равняется:

$$\Delta n_{ch}^{II} = 2(a_1 - a_2) + 2 \cdot [2 \cdot (0,5a_1 - 0,5a_2)] =$$

$$= 4 \cdot [(0,0080 \pm 0,0004) - (0,0027 \pm 0,0003)] = 0,020 \pm 0,002$$

/индексы 1 и 2 относятся к 5 и 7 каналам/.

Третья группа каналов включает процессы аннигиляции с образованием K -мезонов, среди которых необходимо рассмотреть каналы 25 и 28. Сечение канала 28 приведено в работе^{/4/} и равняется $\sigma(K^0\bar{K}^0x) = 0,64 \pm 0,11$ мб, что составляет $1,40 \pm 0,24\%$ от неупругого сечения. Инклюзивные сечения образования K^+K^- -пар экспериментально измерены не были. Однако некоторые оценки^{/8/} показывают, что это сечение приблизительно в два раза превышает сечение рождения пар нейтральных каонов. В таком случае величина Δn_{ch} для каналов 25-28 равняется

$$\Delta n_{ch}^{III} = 2 / 0,014 \pm 0,002 / = 0,028 \pm 0,004.$$

Суммарная величина Δn_{ch} определяется как

$$\Delta n_{ch} = \Delta n_{ch}^I + \Delta n_{ch}^{II} + \Delta n_{ch}^{III} \approx 0,18 \pm 0,03.$$

Экспериментальное значение средней множественности заряженных частиц в $\bar{p}n$ -взаимодействиях при 6,1 ГэВ/с, полученное при предварительной обработке ~40000 фотографий с установки "Людмила", равняется $\langle n \rangle_{ch}^{\bar{p}n} = 3,31 \pm 0,08$ ^{/7/}. Сравнение этого значения с $\langle n \rangle_{ch}^{\bar{p}p} = 3,50 \pm 0,01$ /получено экстраполяцией из работы^{/8/} /приводит к $\Delta n_{ch} = 0,19 \pm 0,08$, что согласуется с полученной выше оценкой.

Нужно отметить, что по причине, рассмотренной выше, величины дисперсии распределений по множественности заряженных частиц и KNO -зависимости для $\bar{p}n$ - и $\bar{p}p$ -взаимодействий также должны несколько различаться. Однако для применения рассмотренного метода в этом случае не имеется достаточной экспериментальной информации обо всех необходимых каналах в $\bar{p}p$ -взаимодействиях.

В настоящее время экспериментальная ситуация, связанная с измерением инклюзивных сечений рождения заряженных K -мезонов в разных процессах, остается достаточно проблематичной. Это обусловлено методическими трудностями, существующими как в камерной, так и в электронной методиках. В результате, в отличие от накопленной информации о K^0/\bar{K}^0 -мезонах, литературные данные о выходах K^\pm -частиц в различного вида взаимодействиях малочисленны и недостаточно надежны. При теоретических оценках в ряде работ делалось, например, следующее предположение^{/4,8/}:

$$\sigma(K^+K^-x) = \sigma(K^+\bar{K}^0x) = \sigma(K^-K^0x) = \sigma(K^0\bar{K}^0x),$$

не имеющее каких-либо оснований. Более того, принимая во внимание кварковое содержание каонов и нуклонов, можно предположить, что в области фрагментации протона /антипротона/ заряженных $K^+(K^-)$ -мезонов рождается вдвое больше, чем нейтральных $K^0(\bar{K}^0)$. В центральной области ситуация менее определенная. Для $\bar{p}p$ -взаимодействий при 7,3 ГэВ/с были получены экспериментальные соотношения^{/4/}:

$$\sigma(K^+\bar{K}^0x) / \sigma(K^0\bar{K}^0x) = 1,4 \pm 0,2 \text{ /для процессов аннигиляции/},$$

$$\sigma(\Lambda K^+x) / \sigma(\Lambda K^0x) = 1,5 \pm 0,1,$$

на основании которых /как уже отмечалось выше/ в работе^{/6/} была получена оценка $\sigma(K^+K^-x) = 2,25 \cdot \sigma(K^0\bar{K}^0x)$. Однако более точные экспериментальные данные о выходе пар (K^+K^-) и о полных инклюзивных сечениях рождения K^\pm -мезонов в настоящее время отсутствуют.

Такую недостающую информацию можно получить, изучая нейтральные K_S^0 -частицы в $\bar{p}n$ -взаимодействиях камерной методикой, поскольку 4π -геометрия и хорошо отработанная процедура идентификации нейтральных странных частиц позволят в таких экспериментах измерять инклюзивные сечения образования этих частиц с хорошей точностью. В силу изотопической симметрии $\bar{p}p$ - и $\bar{p}n$ -взаимодействий интересующие нас инклюзивные сечения рождения заряженных каонов могут быть получены из соотношений /при равенстве энергий $\bar{p}p$ - и $\bar{p}n$ -соударений/:

$$\sigma^{\bar{p}p}(K^+x) = \sigma^{\bar{p}p}(K^-x) = \sigma^{\bar{p}n}(K_S^0x),$$

$$\sigma^{\bar{p}p}(K^+K^-x) = \sigma^{\bar{p}n}(K^0\bar{K}^0x) = 4\sigma^{\bar{p}n}(K_S^0K_S^0x)^*.$$

Подобное сравнение позволяет, конечно, получить и дифференциальные спектры заряженных каонов в $\bar{p}p$ -взаимодействиях, что является необходимой информацией для проверки существующих представлений о динамике сильных взаимодействий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горин Ю.П. и др. ЯФ, 1971, т. 14, с. 134.
2. Simak V. Czechoslovak Journ. of Physics, 1981, B31, p.1341.
3. Ward D.R. In: Proc. V Europ. Antiproton Symp., Bressanone, 1980, p. 459.

* В^{/4/} дается указание на соотношение $\sigma(K_S^0K_L^0x) = \sigma(K_S^0K_S^0x)$, что приводит к выражению: $\sigma(K^0\bar{K}^0x) \approx 3\sigma(K_S^0K_S^0x)$.

4. Patel G.D. et al. Z,Phys., 1982, vol. C12, p. 189.
5. Blobel V. et al. Nucl,Phys., 1974, B69, p. 454.
6. Ermolov P.F. et al. Preprint IHEP, 1983, 83-93.
7. Batyunya B.V. et al. Intern.Conf. on HEP, Brighton, 1983, contribution No 0296.
8. Patel G.D. Proc. 5-th Europ.Symp. on Nucleon-Antinucleon Int., Bressanone, 1980, p. 119.

СООБЩЕНИЯ, КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ, ПРЕПРИНТЫ И СБОРНИКИ ТРУДОВ КОНФЕРЕНЦИЙ, ИЗДАВАЕМЫЕ ОБЪЕДИНЕННЫМ ИНСТИТУТОМ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ, ЯВЛЯЮТСЯ ОФИЦИАЛЬНЫМИ ПУБЛИКАЦИЯМИ.

Ссылки на СООБЩЕНИЯ и ПРЕПРИНТЫ ОИЯИ должны содержать следующие элементы:

- фамилии и инициалы авторов,
- сокращенное название Института /ОИЯИ/ и индекс публикации,
- место издания /Дубна/,
- год издания,
- номер страницы /при необходимости/.

Пример:

1. Первушин В.Н. и др. ОИЯИ, P2-84-649, Дубна, 1984.

Ссылки на конкретную СТАТЬЮ, помещенную в сборнике, должны содержать:

- фамилии и инициалы авторов,
- заглавие сборника, перед которым приводятся сокращенные слова: "В кн."
- сокращенное название Института /ОИЯИ/ и индекс издания,
- место издания /Дубна/,
- год издания,
- номер страницы.

Пример:

Колпаков И.Ф. В кн. XI Международный симпозиум по ядерной электронике, ОИЯИ, D13-84-53, Дубна, 1984, с.26.

Савин И.А., Смирнов Г.И. В сб. "Краткие сообщения ОИЯИ", № 2-84, Дубна, 1984, с.3.

Рукопись поступила в издательский отдел
6 декабря 1984 года.

Внимание организаций и лиц, заинтересованных в получении публикаций Объединенного института ядерных исследований

Принимается подписка на препринты и сообщения Объединенного института ядерных исследований.

Установлена следующая стоимость подписки на 12 месяцев на издания: ОИЯИ, включая пересылку, по отдельным тематическим категориям:

ИНДЕКС	ТЕМАТИКА	Цена подписки на год
1.	Экспериментальная физика высоких энергий	10 р. 80 коп.
2.	Теоретическая физика высоких энергий	17 р. 80 коп.
3.	Экспериментальная нейтронная физика	4 р. 80 коп.
4.	Теоретическая физика низких энергий	8 р. 80 коп.
5.	Математика	4 р. 80 коп.
6.	Ядерная спектроскопия и радиохимия	4 р. 80 коп.
7.	Физика тяжелых ионов	2 р. 85 коп.
8.	Криогеника	2 р. 85 коп.
9.	Ускорители	7 р. 80 коп.
10.	Автоматизация обработки экспериментальных данных	7 р. 80 коп.
11.	Вычислительная математика и техника	6 р. 80 коп.
12.	Химия	1 р. 70 коп.
13.	Техника физического эксперимента	8 р. 80 коп.
14.	Исследования твердых тел и жидкостей ядерными методами	1 р. 70 коп.
15.	Экспериментальная физика ядерных реакций при низких энергиях	1 р. 50 коп.
16.	Дозиметрия и физика защиты	1 р. 90 коп.
17.	Теория конденсированного состояния	6 р. 80 коп.
18.	Использование результатов и методов фундаментальных физических исследований в смежных областях науки и техники	2 р. 35 коп.
19.	Биофизика	1 р. 20 коп.

Подписка может быть оформлена с любого месяца текущего года.

По всем вопросам оформления подписки следует обращаться в издательский отдел ОИЯИ по адресу: 101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79.

Батюня Б.В., Граменицкий И.М., Медведь К.С. 1-84-776
Оценка разности средних множественностей заряженных частиц в $\bar{p}p$ - и $\bar{p}n$ -взаимодействиях при первичном импульсе ≈ 7 ГэВ/с

Оценка разности средних множественностей Δn_{ch} дается на основании сравнения изоспинсимметричных каналов в $\bar{p}p$ - и $\bar{p}n$ -взаимодействиях и опубликованных экспериментальных данных для различных каналов в $\bar{p}p$ -взаимодействиях в интервале импульсов $/7-9/$ ГэВ/с. Величины Δn_{ch} отдельно считались для каналов неаннигиляции без образования странных частиц, с образованием странных частиц и для аннигиляционных каналов с образованием K -мезонов. Суммарное оценочное значение получено равным $\Delta n_{ch} = 0,18 \pm 0,03$. Указывается на возможность получения информации об инклюзивном сечении рождения заряженных K -мезонов в $\bar{p}p$ -взаимодействиях при определении инклюзивного сечения нейтральных каонов в $\bar{p}n$ -взаимодействиях при близких энергиях.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1984

Перевод О.С.Виноградовой

Batyunya B.V., Gramenitskij I.M., Medved K.S. 1-84-776
Difference Estimation of Charged Particle Mean Multiplicities in $\bar{p}p$ - and $\bar{p}n$ -Interactions at 7 GeV/c Primary Momentum

The difference of charged particle mean multiplicities is estimated from the comparison of the isospin symmetrical channels of the interactions and from the experimental data on different channels in $\bar{p}p$ -interactions at 7-9 GeV/c. The Δn_{ch} values are calculated separately for nonannihilation channels with and without strange particles and for annihilation channels with K -meson production. The summary estimation value is equal to $\Delta n_{ch} = 0.18 \pm 0.03$. Besides, it is pointed to a possibility to obtain the information as to the inclusive cross section of charged K -meson production in $\bar{p}p$ -interactions when determining inclusive cross section of neutral kaons in $\bar{p}n$ -interactions at similar energies.

The investigation has been performed at the Laboratory of High Energies, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1984