

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

P2-86-222

И.И.Бажанский, Л.П.Каптарь, А.И.Титов

ОБ ОТНОШЕНИИ ВЫХОДА π^+ И K^+ МЕЗОНОВ
В pD-СТОЛКНОВЕНИЯХ

Направлено в журнал "Ядерная физика"

1986

1. Известно, что отношение инвариантных сечений реакций $pA \rightarrow \pi^+ + \dots$, $pA \rightarrow K^+ \dots$ для случая A - протон много больше единицы:

$$R = \frac{d\sigma_{pp \rightarrow \pi^+}(\alpha, p_1)}{d\sigma_{pp \rightarrow K^+}(\alpha, p_1)} = 10 \div 5$$

при $\alpha = 0,1 - 0,8$ [1-3]. Однако эксперименты, выполненные с тяжелыми ядрами мишени в кумулятивной области $\alpha > 1$ [4], привели к неожиданному результату: $R \approx 1$, то есть относительно высокому выходу

K^+ -мезонов. Этот эффект пока еще до конца не понятен, однако ясно, что здесь наряду с многокварковыми компонентами, ответственными за выход в кумулятивную область, необходимо корректно учесть "ядерные" механизмы взаимодействия частиц в конечном состоянии - перерасcеяние, поглощение и т.д. Решение этой проблемы в полном объеме представляет громоздкую и трудоемкую задачу, которая будет решена в будущем. В настоящее время представляет интерес исследование реакции $pD \rightarrow K^+(\pi^+) + \dots$, в которой с одной стороны эффекты взаимодействия в конечном состоянии пренебрежимо малы, а с другой - имеется возможность выхода в кумулятивную область. Соответствующих экспериментальных данных пока еще нет, поэтому наш расчет носит предсказательный характер.

2. Кварк-партонный механизм фрагментации K^+ - и π^+ -мезонов одинаков, поэтому для расчета сечения $pD \rightarrow K^+(180^\circ) + \dots$ - реакции используем теоретический подход, развитый для описания фрагментации $D \rightarrow \pi^+$ [5]. Соответствующее инвариантное сечение имеет вид:

$$\frac{1}{2} E_K \frac{d\sigma}{d\vec{p}_K} \approx \int_{D \rightarrow K^+} = (1 - P_D) \int a_N \int \rho^{p \rightarrow K^+}(\frac{\alpha}{2y}, \frac{\vec{k}_1 \alpha}{2y}) \cdot W_D^N(y, \vec{k}_1) dy \cdot d\vec{k}_1 + P_D \cdot 2,78 \cdot (1 - 1/2)^{3,48} \cdot a_N \cdot \rho^{p \rightarrow K^+}(\alpha/2),$$

где $\rho^{p \rightarrow K^+} \approx E_K \frac{d\sigma}{d\vec{p}_K} (pp \rightarrow K^+ \dots)$;

$W_D^N(y, \vec{k}_1)$ - импульсное распределение нуклонов в дейтроне, рассчитанное в динамике на световом фронте с реалистической волновой функцией дейтрона, P_D - вероятность шестикварковой компоненты в дейтроне, коэффициент a_N связывает $\rho^{N \rightarrow K^+}$ (N - "изоскалярный" нуклон) и $\rho^{p \rightarrow K^+}$: $a_N \approx 0,61$.

В качестве масштабной переменной x будем использовать световую переменную, соответствующую ультрарелятивистскому пределу $E_0 \gg M$:

$$x = x_1 = \frac{E_k + p_k}{M_N}$$

и переменную, учитывающую массовые поправки, для описания данных при $E \approx 10$ ГэВ:

$$x = x_3 = \frac{E_0 \cdot E_k + p_0 \cdot p_k + M_N \Delta + (\Delta^2 - m_k^2)/2}{M_N (E_0 - M_N - E_k - \Delta)}$$

где $\Delta = M_A - M_N \approx 0,177$ ГэВ/с².

На рис. 1 (кривая 1) приведен расчет реакции $pD \rightarrow K^*(180^\circ) + \dots$ с учетом лишь фермиевского движения ($P_D = 0, x = x_3$). Сечение $pp \rightarrow K^+$ -реакции взято из сравнения с экспериментом^[3].

$$\sigma^{p \rightarrow K^+} = 3,8 (1 - 0,82x / (1 + 0,06x/2))^{\frac{1}{2}} (1-x)^{0,2} \cdot f(p_1)$$

$$f(p_1) = \exp(-3,33 \cdot p_1^m); \quad \gamma = 2,9, \quad m = 4,66.$$

В работе^[6], при обсуждении кумулятивных процессов, сделано предположение о необходимости учета изменения поведения $\sigma^{p \rightarrow c} (c = \pi^+, K^+)$ при $x > x_0$ за счет выхода на режим "трехреджеонного" предела. Экспериментально такой смены режима не наблюдается до $x_0 = 0,88$ ^[2]. Тем не менее, в методических целях мы проводим соответствующий расчет с

$$\sigma^{p \rightarrow K^+} (x > x_0 = 0,88) = 1,83 \cdot (1-x)^{\alpha(0) - 2L_1(0) - 2L_1'(0)/p_1^2}$$

где $\alpha(0); L_1(0), L_1'(0)$ - соответственно параметры вакуумной и Δ -реджеонной траекторий^[2]:

$$\alpha(0) = 1, \quad L_1(0) = -0,7, \quad L_1'(0) = 0,97 \text{ [7]} - \text{кривая 2.}$$

Видно, что учет трехреджеонной асимптотики практически не влияет на поведение сечения (напомним, что в $D \rightarrow \pi^+$ -реакции, соответствующий относительный вклад был больше, хотя и в том случае такое изменение σ не объяснило экспериментальные данные^[5]).

Кривые 3 и 4 - предсказательные расчеты $pD \rightarrow K^+$ -реакции с учетом шестикварковой примеси с вероятностью $B_3(9^\circ) = 5\%$. Кривая

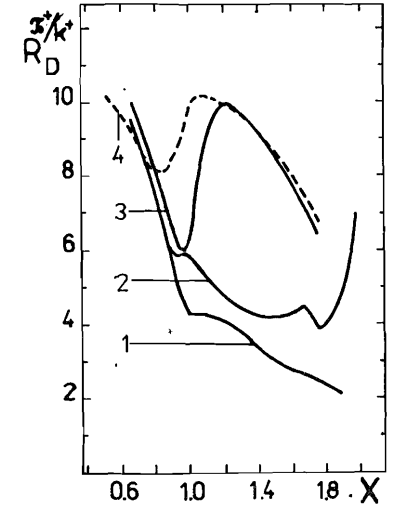
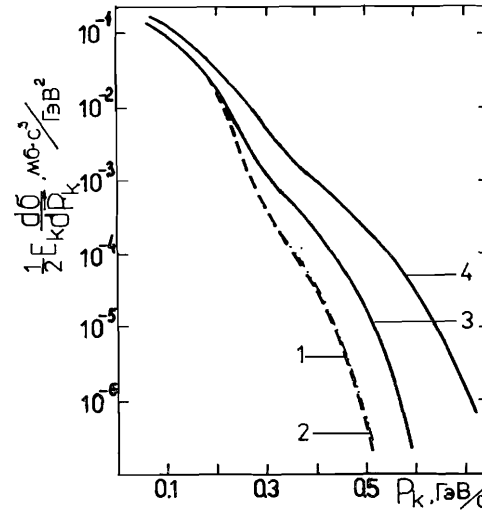


Рис. 1. Инвариантное сечение реакции $pD \rightarrow K^*(180^\circ) + \dots$. Кривые: 1, 2 - учет только релятивистского фермиевского движения. $E_0 = 10$ ГэВ, $x = x_3$: 1. $x_0 = 1$; 2. $x_0 = 0,88$; 3, 4 - учет фермиевского движения и шестикварковых компонент: 3. $E_0 = 10$ ГэВ, $x = x_3$, 4. $E_0 = 100$ ГэВ, $x = x_1$.

Рис. 2. Отношение $R_D^{\pi^+/K^+}$. Кривые: 1 - вклад фермиевского движения; 2 - учет "трехреджеонного" предела; 3, 4 - учет шестикварковых компонент. Кривые 1-3 для $E_0 = 10$ ГэВ, $x = x_3$; кривая 4 - $E_0 = 100$ ГэВ, $x = x_1$.

3 - $E_0 = 10$ ГэВ ($x = x_3$), кривая 4 - $E_0 = 100$ ГэВ ($x = x_1$), для которой $\sigma^{p \rightarrow K^+} = 4,27 (1-x)^{3,05} \cdot f(p_1)^{1,2}$.

На рис. 2 приведен расчет отношения инвариантных сечений

$$R_D^{\pi^+/K^+} = \frac{\sigma^{pD \rightarrow \pi^+(180^\circ) + \dots}}{\sigma^{pD \rightarrow K^+(180^\circ) + \dots}}$$

Кривая 1 - расчет с учетом лишь фермиевского движения. Кривая 2 - расчет с учетом "трехреджеонного" предела. Подъем в области $x > 2x_0$ объясняется разным пороговым поведением $\sigma^{p \rightarrow \pi^+}$ и $\sigma^{p \rightarrow K^+}$ соответственно: $(1-x)^{1,8}$ и $(1-x)^{2,4}$, $x > x_0$ из-за разности параметров соответствующих лидирующих реджеонских траекторий^[7]. Небольшие изломы

при $x \sim x_0$, $x \sim 2x_0$ объясняются относительно разной сменой режима в $x \sim x_0$ для $p \rightarrow \pi^+$ и $p \rightarrow K^+$ -реакций. Кривые 3 и 4 - расчет отношения с учетом нестиковарковых компонент в дейтроне, соответственно для $E_0 = 10$ и 100 ГэВ. Структура в области $x \sim 1$ объясняется примесью $6q$ -компоненты. Действительно, при $x < 1$ определяющую роль играет нуклонная компонента, для которой из-за разности f_{K^+}, f_{π^+} ($f_{\pi^+} = 3,4$) отношение R сильно уменьшается. При $x \sim 1$ доминирующим становится $6q$ -компонента с $x_{6q} \sim \frac{2}{3} \approx 0,5$, а в этой области R_{π^+/K^+} несколько больше, чем при $x \sim 1$. Затем R_{π^+/K^+} вновь учитывает из-за разности f_{K^+}, f_{π^+} . Таким образом, видно, что отношение R_{π^+/K^+} качественно зависит как от механизма процесса, так и предположений о структуре дейтрона. Причем во всех рассмотренных случаях отношение R_{π^+/K^+} по порядку величины равно 4-10 (при $x \sim 1-1,4$), т.е. существенно превосходит соответствующее отношение для фрагментации тяжелых ядер мишени $(\frac{1}{4})$.

Авторы благодарят В.К. Лукьянова, Б.Л. Резника и Ю.А. Панебратцева за плодотворные дискуссии и обсуждения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Johnson J.R. et al. Phys.Rev. 1978, D17, p. 1292.
2. Brenner A.E. et al. Phys.Rev., 1982, D26, p. 1497.
3. Allaby J.V. et al. CERN 70-12, 1970;
Akerlof A.W. et al. Phys.Rev., 1971, D3, p. 645.
4. Балдин А.М. и др. В кн.: Труды УИ международного семинара по проблемам физики высоких энергий. ОИЯИ, 1,2-84-599, Дубна, 1984, с.233.
5. Каптарь Л.П., Резник Б.Л., Титов А.И.
ЯФ, 1985, 42, 777.
6. Frankfurt L.L., Strikman M.I. Phys.Rep., 1981, 76, p. 215.
7. Ширков Д.В. УФН, т. 102, в. I, с. 87.

Рукопись поступила в издательский отдел
10 апреля 1986 года.

Бажанский И.И., Каптарь Л.П., Титов А.И. P2-86-222
Об отношении выхода π^+ - и K^+ -мезонов
в pD-столкновениях

На основе кварк-партонной модели взаимодействия элементарных частиц сделаны предсказательные расчеты сечения кумулятивной реакции $p + D \rightarrow K^+(180^\circ) + \dots$ и отношения выхода π^+ - и K^+ -мезонов в pD-столкновениях. Показано, что поведение отношения качественно зависит как от механизма процесса, так и от предположений о структуре дейтрона. Величина отношения в области $x \sim 1-1,4$ по порядку величины равна 4-10.

Работа выполнена в Лаборатории теоретической физики ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1986

Перевод авторов

Bazhanskij I.I., Kaptari L.P., Titov A.I. P2-86-222
On the π^+ to K^+ Output Ratio in pD Collisions

In the framework of the quark-parton picture of elementary particle interaction the prediction calculations of cross section of cumulative $p + D \rightarrow K^+(180^\circ) + \dots$ reaction and π^+ to K^+ mesons output ratio in pD-collisions have been performed. It is shown that the behaviour of the ratio qualitatively depends on the mechanism of the process as well as on propositions of deuteron structure. In region $x \sim 1-1,4$ the value of the ratio is 4-10.

The investigation has been performed at the Laboratory of Theoretical Physics, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1986