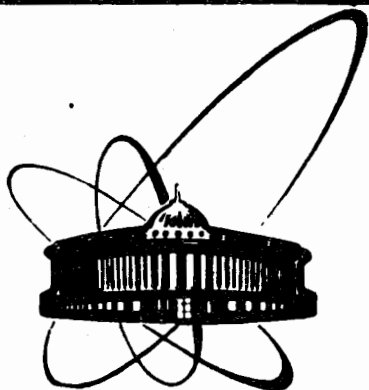


89-53



ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

P1-89-53

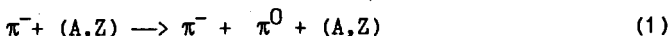
Ю.А.Горнушкин

ОБ ЭКСТРАПОЛЯЦИИ КОНСТАНТЫ СВЯЗИ
ВЕРШИНЫ $\gamma \rightarrow 3\pi$
В НИЗКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПРЕДЕЛ

Направлено в журнал "Письма в ЯФ"

1989

При исследовании вершины $\gamma \rightarrow 3\pi$ в реакции рождения пионных пар пионами в кулоновском поле ядер [1]:



было измерено сечение этого процесса и среднее значение константы связи $F^{3\pi}$ вершины $\gamma \rightarrow 3\pi$ в области малых значений переменных (инвариантная масса пары пионов $s = (p_{\pi^-} + p_{\pi^0})^2 < 10m_{\pi}^2$, передача импульса ядру $q^2 < 2 \cdot 10^{-3} \text{ (ГэВ/с)}^2$):

$$\sigma/Z^2 = 1.63 \pm 0.23_{\text{стат}} \pm 0.13_{\text{сист}} \text{ (нб)}, \quad (2)$$

$$F^{3\pi} = 12.9 \pm 0.9_{\text{стат}} \pm 0.5_{\text{сист}} \text{ (ГэВ}^{-3}\text{)}. \quad (3)$$

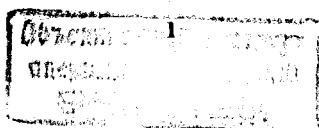
Эффективный киральный лагранжиан Весса-Зумино-Виттена [2] и низкоэнергетическая теорема [3] дают значение константы связи $F^{3\pi}$ в киральном пределе при нулевых значениях переменных:

$$F^{3\pi}(0) = e N_C / 12\pi^2 / f_{\pi}^3 \approx 10.5 \text{ ГэВ}^{-3} \quad (4)$$

(N_C - число цветов кварков, f_{π} - константа распада заряженного пиона $f_{\pi} \approx 90 \text{ МэВ}$. (В выборе значения f_{π} существует некоторая неопределенность (см., например, [4]), которая приводит к $\approx 15\%$ погрешности теоретического значения (4), что соответствует обычной точности низкоэнергетических расчетов).

Поскольку процесс (1) изучался в физической области, для определения из экспериментальных данных $F^{3\pi}(0)$ необходимо использовать экстраполяционную формулу, определяющую поведение $F^{3\pi}$ при этом переходе. В рамках некоторых моделей, описывающих вершину $\gamma \rightarrow 3\pi$, такие экстраполяции имеются.

В данной работе рассмотрены результаты использования различных экстраполяций для определения $F^{3\pi}(0)$ из экспериментальных данных работы [1].



Первыми указали на необходимость экстраполяции при сравнении теоретического значения $F^{3\pi}(0)$ с результатами эксперимента и предложили соответствующее выражение Терентьев [3-4] и Зее [5]. Их формула учитывает вклад резонансных графиков с векторными мезонами при переходе в физическую область:

$$F^{3\pi}(s, t; q^2) = F^{3\pi}(0) \left[1 + C_\rho \left(\frac{s}{m_\rho^2 - s} + \frac{u}{m_\rho^2 - u} + \frac{t}{m_\rho^2 - t} \right) + C_\omega \frac{q^2}{m_\omega^2 - q^2} \right], \quad (5)$$

где $C_\rho = 2 \varepsilon_{\rho\pi\pi} \varepsilon_{\rho\pi\gamma} e^{i\delta} / m_\rho^3 / F^{3\pi}(0)$, $\varepsilon_{\rho\pi\pi}$ и $\varepsilon_{\rho\pi\gamma}$ - константы связи, определяемые через парциальные ширины ρ -мезона, (численно ([1]) $|\varepsilon_{\rho\pi\pi}| \approx 6.1$ и $|\varepsilon_{\rho\pi\gamma}| \approx 0.17$). Последний член в квадратных скобках в (5) пренебрежимо мал при наших значениях q^2 ($|C_\omega| \approx 3$).

Рудаэ [6] на основе модели векторной доминантности предлагает для константы $F^{3\pi}$ выражение, из которого после нормировки следует:

$$F^{3\pi}(s, t; q^2) = F^{3\pi}(0) \left[1 + \frac{1}{3} \left(\frac{s}{m_\rho^2 - s} + \frac{u}{m_\rho^2 - u} + \frac{t}{m_\rho^2 - t} \right) \right] \frac{m_\omega^2}{m_\omega^2 - q^2}. \quad (6)$$

Быковский [7] рассматривал вершину $\gamma \rightarrow 3\pi$ в рамках модели составных мезонов. Из [7] следует

$$F^{3\pi}(s, t; q^2) = F^{3\pi}(0) + \frac{3e}{\pi m_\rho^2 f_\pi} \left(\frac{s}{m_\rho^2 - s} + \frac{u}{m_\rho^2 - u} + \frac{t}{m_\rho^2 - t} \right). \quad (7)$$

После публикации результатов эксперимента по исследованию вершины $\gamma \rightarrow 3\pi$ [1] Крамер и др. [8] предложили проанализировать наши данные с помощью выражения

$$F^{3\pi}(s, t; q^2) = F^{3\pi}(0) \left[1 + \alpha \left(\frac{s}{m_\rho^2 - s} + \frac{u}{m_\rho^2 - u} + \frac{t}{m_\rho^2 - t} \right) \right] \frac{m_\omega^2}{m_\omega^2 - q^2}, \quad (8)$$

где $\alpha = (\varepsilon_{\rho\pi\pi} f_\pi / m_\rho)^2 = 0.55 e^{i\delta}$.

Заметим, что в выражениях (5) и (8) содержится неизвестная фаза δ .

Формула (5) использовалась в [1] для оценки возможного отличия полученного экспериментального значения $F^{3\pi}$ от $F^{3\pi}(0)$. Было найдено, что оно составляет $\approx 1 \text{ ГэВ}^{-3}$.

Для сечения реакции (1) имеем

$$\sigma / Z^2 = \int_{4m_\pi^2}^{10m_\pi^2} ds \int_{q_{\min}^2}^{q_{\max}^2} dq^2 \int_{t_{\min}}^{t_{\max}} dt \frac{d\sigma(F^{3\pi}(s, t; q^2))}{ds dt dq^2}. \quad (9)$$

Используя выражение для дифференциального сечения и пределы интегрирования из работы [1], а вместо $F^{3\pi}(s, t)$ подставляя в (9) выражения (5)-(8), интегрируя правую часть и сравнивая результат с экспериментальным значением (2), получаем для каждой модели уравнение относительно $F^{3\pi}(0)$. (В работе [1] $F^{3\pi}$ полагалась постоянной в области малых значений переменных. В таком предположении было получено значение (3).) Формулы (6)-(7) позволяют при этом получить значения $F^{3\pi}(0)$, а пользуясь выражениями (5) и (8), из-за наличия в них неизвестной фазы δ , можно получить интервал значений $F^{3\pi}(0)$, соответствующий всему диапазону возможных значений фазы δ (см. табл.).

Таблица

Экспериментальное значение $F^{3\pi} / I$, ГэВ^{-3}	$F^{3\pi}(0)$, полученное с помощью различных экстраполяций, ГэВ^{-3}	Теоретическое значение $F^{3\pi}(0)$ (точность $\sim 15\%$), ГэВ^{-3}
$12.9 \pm 0.9 \pm 0.5$	11.9 ($\delta=0$)	10.5
	13.9 ($\delta=\pi$) /4/	
	11.8 /6/	
	12.0 /7/	
	11.2 ($\delta=0$)	
	14.1 ($\delta=\pi$) /8/	

Полученные из экспериментальных данных значения параметра $F^{3\pi}(0)$ имеют те же погрешности измерения, что и $F^{3\pi}$ в первом столбце таблицы

Из табл. видно, что: 1) значения $F^{3\pi}(0)$, полученные в результате использования различных экстраполяционных формул, хорошо согласуются между собой;

2) Утверждение, сделанное в [1] на основе экстраполяционной формулы (5) и состоящее в том, что возможное отличие среднего значения константы связи $F^{3\pi}$ от $F^{3\pi}(0)$ небольшое и составляет $\approx 1 \text{ ГэВ}^{-3}$, справедливо и при использовании экстраполяций других моделей.

Автор выражает благодарность Г.В.Мицельмахеру за полезные обсуждения.

Литература

1. Antipov Yu.M. et al. Phys.Rev.,1987,D36,p.21.
2. Wess J.,Zumino B. Phys.Lett. 1971,37B,p.95.
Witten E. Nucl.Phys.1983,B223,p.422.
3. Terent'ev M.V.Phys.Lett.,1972,38B,p.419.
4. Терентьев М.В.УФН,1974,112,с.41.
5. Zee A.Phys.Rev.,1972,D6,p.900.
6. Rudaz S.Phys.Rev.1974,D10,p.3857.
7. Быковский Б.В. препринт ОИЯИ,Р2-84-5,Дубна,1984.
8. Kramer G.,Palmer W.F.,Phys.Rev.,1987,D36,p.154.

Рукопись поступила в издательский отдел
27 января 1989 года.