

С323.2

Д-82

29/1-69

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

P2 - 4621



О.В. Думбрайс

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

ИЗОТОПИЧЕСКИЕ АМПЛИТУДЫ И СДВИГИ ФАЗ
В ПРОЦЕССАХ , В КОТОРЫХ РОЖДАЕТСЯ
НЕСКОЛЬКО ЧАСТИЦ, ПРИНАДЛЕЖАЩИХ К ОДНОМУ
ИЗОТОПИЧЕСКОМУ МУЛЬТИПЛЕТУ

1969

P2 - 4621

О.В. Думбрайс

ИЗОТОПИЧЕСКИЕ АМПЛИТУДЫ И СДВИГИ ФАЗ
В ПРОЦЕССАХ , В КОТОРЫХ РОЖДАЕТСЯ
НЕСКОЛЬКО ЧАСТИЦ, ПРИНАДЛЕЖАЩИХ К ОДНОМУ
ИЗОТОПИЧЕСКОМУ МУЛЬТИПЛЕТУ

Объединенный институт
ядерных исследований
БИБЛИОТЕКА

8043/2 up

Сечения реакций (вероятности распадов) с участием сильно взаимодействующих частиц можно выразить через изотопические амплитуды

$$\sigma = \left| \sum a_T f_T \right|^2, \quad (1)$$

где f_T - амплитуда перехода в конечное состояние системы с изотопическим спином T , a_T - величины, выражающиеся через коэффициенты Клебша-Гордана, соответствующие амплитуде f_T .

В случае наличия n изотопических амплитуд сечение реакции (вероятность распада) будет зависеть от $\frac{1}{2}n(n+1)$ неизвестных величин, в том числе от $\frac{1}{2}n(n-1)$ интерференционных членов, следовательно, и от сдвигов фаз между различными амплитудами. Определение этих величин составляет задачу фазового анализа со всеми его трудностями [1].

Однако когда среди конечных продуктов реакции (распада) имеются частицы, относящиеся к одному изотопическому мультиплету, положение упрощается. В этом случае дифференциальные сечения для углов Θ и $\pi-\Theta$ будут содержать одинаковые интерференционные члены, которые выпадают при вычитании или суммировании [2,3,4]. Это в некоторых случаях позволяет выразить изотопические амплитуды и сдвиги фаз прямо через сечения (вероятности).

1. Рассмотрим распад $K \rightarrow 3\pi$, пренебрегая нарушением CP-инвариантности

$$K^+ \rightarrow \pi^+ + \pi^0 + \pi^0, \quad (2)$$

$$K^+ \rightarrow \pi^0 + \pi^0 + \pi^+, \quad (3)$$

$$K_2^0 \rightarrow \pi^0 + \pi^0 + \pi^0, \quad (4)$$

$$K_2^0 \rightarrow \pi^0 + \pi^+ + \pi^-. \quad (5)$$

Если фиксировать импульс какого-нибудь из π -мезонов, например, импульс π^0 -мезона в распаде (5), то импульсы π^+ и π^- -мезонов однозначно определяются углом вылета Θ одного из них в системе их общего центра инерции. Вероятность такого процесса удобно обозначать символом $W_5^{\pi^0}(\Theta)$, вероятности остальных процессов - аналогичными символами.

Тогда в случае справедливости правила $|\Delta T| = \frac{1}{2}$ имеем ^{/3/}:

$$W_2^{\pi^+}(\Theta) = \left| \frac{1}{3} f_0 + \sqrt{\frac{1}{12}} f_1 + \frac{1}{2} \sqrt{\frac{1}{45}} f_2 \right|^2, \quad (6)$$

$$W_2^{\pi^+}(\pi-\Theta) = \left| \frac{1}{3} f_0 - \sqrt{\frac{1}{12}} f_1 + \frac{1}{2} \sqrt{\frac{1}{45}} f_2 \right|^2, \quad (7)$$

$$W_2^{\pi^-}(\Theta) = \frac{1}{5} |f_2|^2, \quad (8)$$

$$W_3^{\pi^0}(\Theta) = \left| \sqrt{\frac{1}{12}} f_1 + \sqrt{\frac{1}{20}} f_2 \right|^2, \quad (9)$$

$$W_3^{\pi^0}(\pi-\Theta) = \left| -\sqrt{\frac{1}{12}} f_1 + \sqrt{\frac{1}{20}} f_2 \right|^2, \quad (10)$$

$$W_3^{\pi^+}(\Theta) = \left| -\frac{1}{3} f_0 + \sqrt{\frac{1}{45}} f_2 \right|^2, \quad (11)$$

$$W_4^{\pi^0}(\Theta) = \left| \frac{1}{3} f_0 + 2\sqrt{\frac{1}{45}} f_2 \right|^2, \quad (12)$$

$$W_5^{\pi^0}(\pi-\Theta) = \left| -\frac{1}{3} f_0 + \sqrt{\frac{1}{45}} f_2 \right|^2, \quad (13)$$

$$W_5^{\pi^0}(\Theta) = \left| -\frac{1}{3} f_0 + \sqrt{\frac{1}{45}} f_2 \right|^2, \quad (14)$$

$$W_5^{\pi^+}(\Theta) = \left| \sqrt{\frac{1}{12}} f_1 + \sqrt{\frac{1}{20}} f_2 \right|^2, \quad (15)$$

$$W_5^{\pi^+}(\pi-\Theta) = \left| -\sqrt{\frac{1}{12}} f_1 + \sqrt{\frac{1}{20}} f_2 \right|^2, \quad (16)$$

$$W_5^{\pi^-}(\Theta) = \left| -\sqrt{\frac{1}{12}} f_1 + \sqrt{\frac{1}{20}} f_2 \right|^2, \quad (17)$$

$$W_5^{\pi^-}(\pi-\Theta) = \left| \sqrt{\frac{1}{12}} f_1 + \sqrt{\frac{1}{20}} f_2 \right|^2, \quad (18)$$

где f_0 , f_1 и f_2 — изотопические амплитуды, соответствующие величине общего изотопического спина ($T_{2\pi} = 0, 1, 2$) тех двух π -мезонов, которые вылетают в направлениях Θ и $\pi-\Theta$.

Из (6)–(18) следуют, например, равенства:

$$|f_1| = \sqrt{6W_3^{\pi^0}(\Theta) + 6W_3^{\pi^0}(\pi-\Theta) - 3W_2^{\pi^-}(\Theta)}, \quad (19)$$

$$|f_0| = \sqrt{6W_3^{\pi^+}(\Theta) + 3W_4^{\pi^0}(\Theta) - 2W_2^{\pi^-}(\Theta)}, \quad (20)$$

$$\cos(\delta_0 - \delta_1) = \frac{\sqrt{3} [3W_2^{\pi^+}(\Theta) - 3W_2^{\pi^+}(\pi-\Theta) - W_3^{\pi^0}(\Theta) + W_3^{\pi^0}(\pi-\Theta)]}{2|f_0||f_1|}, \quad (21)$$

$$\cos(\delta_0 - \delta_2) = \frac{\sqrt{5} [3W_4^{\pi^0}(\Theta) - 3W_3^{\pi^+}(\Theta) - W_2^{\pi^-}(\Theta)]}{2|f_0||f_2|}, \quad (22)$$

$$\cos(\delta_1 - \delta_2) = \frac{\sqrt{15} [W_3^{\pi^0}(\Theta) - W_3^{\pi^0}(\pi-\Theta)]}{|f_1||f_2|}, \quad (23)$$

где δ_0 , δ_1 и δ_2 — фазы амплитуд f_0 , f_1 и f_2 — соответственно.

2. Из правила $\Delta T=0,1$ для реакций



следует

$$\sigma_{24}(\Theta) = \left| \sqrt{\frac{1}{3}} f_0 + \sqrt{\frac{1}{6}} f_1 \right|^2 , \quad (26)$$

$$\sigma_{24}(\pi-\Theta) = \left| \sqrt{\frac{1}{3}} f_0 - \sqrt{\frac{1}{6}} f_1 \right|^2 , \quad (27)$$

$$\sigma_{25}(\Theta) = \frac{1}{3} |f_0|^2 . \quad (28)$$

Имеем:

$$|f_1| = \sqrt{3 [\sigma_{24}(\Theta) + \sigma_{24}(\pi-\Theta) - 2\sigma_{25}(\Theta)]} , \quad (29)$$

$$\cos(\delta_0 - \delta_1) = \frac{3\sqrt{2} [\sigma_{24}(\Theta) - \sigma_{24}(\pi-\Theta)]}{4|f_0| |f_1|} . \quad (30)$$

3. Если изотопический спин сохраняется в реакциях



то сечения выражаются следующим образом:

$$\sigma_{31}(\Theta) = \left| -\sqrt{\frac{1}{6}} f_0 + \sqrt{\frac{1}{12}} f_1 \right|^2 , \quad (33)$$

$$\sigma_{31}(\pi-\Theta) = \left| \sqrt{\frac{1}{6}} f_0 + \sqrt{\frac{1}{12}} f_1 \right|^2 , \quad (34)$$

$$\sigma_{32}(\Theta) = \frac{1}{6} |f_1|^2 \quad (35)$$

Из (33)-(35) следует:

$$|f_0| = \sqrt{3[\sigma_{31}(\Theta) + \sigma_{31}(\pi - \Theta) - \sigma_{32}(\Theta)]}, \quad (36)$$

$$\cos(\delta_0 - \delta_1) = \frac{3[\sigma_{31}(\pi - \Theta) - \sigma_{31}(\Theta)]}{\sqrt{2} |f_0| |f_1|}. \quad (37)$$

Выражаю благодарность М.И. Подгорецкому за полезные замечания.

Л и т е р а т у р а

1. Г. Бете, Ф. Гофман. Мезоны и поля. т.2, М., 1957, стр. 85.
2. Я.А. Смородинский. ПСФ, 7, 7, 1954.
3. О.В. Думбрайс, М.И. Подгорецкий. Сообщения ОИЯИ Р2-4382, Дубна 1969.
4. О.В. Думбрайс, М.И. Подгорецкий. Сообщения ОИЯИ Р2-4473, Дубна 1969 г.

Рукопись поступила в издательский отдел
25 июля 1969 года.