

ПРОВЕРКА  $C$ -ИНВАРИАНТНОСТИ В ПРОЦЕССАХ ФОТООБРАЗОВАНИЯ  
СИЛНОВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩИХ ЧАСТИЦ

М.П.Рекало

В данной заметке обсуждается возможность проверки гипотезы относительно  $C$  - инвариантности электромагнитных и сильных взаимодействий [1] в экспериментах с  $\gamma$ -квантами и электронами больших энергий. Ряд трудностей, возникающих при проверке  $C$ -инвариантности в различных распадах адронов, можно обойти в этих экспериментах.

1. Распад  $\pi^0 \rightarrow 3\gamma$  обусловлен  $C$ -неинвариантными взаимодействиями. Однако большие центробежные барьеры и малые радиусы взаимодействия в сочетании с малым энерговыделением в значительной степени подавляют этот распад по сравнению с  $\pi^0 \rightarrow 2\gamma$ , помимо малости, связанной с испусканием дополнительного  $\gamma$ -кванта. Эту трудность в принципе можно обойти при исследовании процесса, обратного распаду  $\pi^0 \rightarrow 3\gamma$ : фотообразования в кулоновском поле ядра  $\pi^0$ -мезона и  $\gamma$ -кванта (аналог эффекта Примакова [2]). Процесс  $\gamma + Z \rightarrow Z + \pi^0 + \gamma$  будет выглядеть как превращение высокоэнергетического фотона в три  $\gamma$ -кванта в поле ядра. Конкурирующий процесс чисто электродинамического образования  $3\gamma$  - более высокого порядка по  $\alpha = 1/137$ . При энергиях  $\gamma$ -кванта  $h\nu = hc/R$  ( $R$  - радиус взаимодействия в распаде  $\pi^0 \rightarrow 3\gamma$ ) центробежное отталкивание становится несущественным. Аналогичные соображения имеют место и для фотообразования  $\eta$ -мезона и  $\gamma$ -кванта в кулоновском поле ядра.

2. Изучение электророждения  $\pi^0(\eta)$ -мезонов при больших энергиях также позволяет исследовать нарушение  $C$ -инвариантности в электромагнитных взаимодействиях.

Как известно [3], при больших энергиях ( $h\nu \approx 1$  Гэв) фотообразование  $\pi^+$ -мезонов под малыми углами существенно определяется периферическим механизмом, соответствующим обмену  $\pi^+$ -мезоном.

В  $\pi^0$ -фотообразовании подобный механизм отсутствует.

Однако в электророждении  $\mathcal{K}^0$ -мезонов возможен периферический механизм обмена  $\eta$ -мезоном. Дифференциальное сечение для этого механизма имеет вид (в системе центра инерции всей реакции):

$$d\sigma = \alpha \frac{f_2^2}{4\kappa} f_1(h^2 v^2) \frac{(-\Delta^2)((h\nu)^2 m_\pi^2 - 4qz_1 qz_2) |\vec{P}| d\Omega_{\vec{P}} d^3 z_2}{(h\nu)^4 (\Delta^2 - m_\eta^2)^2 8\pi^3 W \mathcal{E}_2 \left[ \omega + E_2 \frac{z_1 \vec{P}_2}{\rho^2} \right]}, \quad (1)$$

где  $f_2$  - константа ( $\gamma NN$ ) - взаимодействия,  $f_1(h^2 v^2)$  - форм-фактор вершины ( $\gamma \eta \mathcal{K}$ );  $z_1, z_2$  - 4-мерный импульс начального (конечного) электрона,  $h\nu = z_2 - z_1$ ,  $q$  - 4-мерный импульс  $\mathcal{K}^0$ -мезона;  $E_2, E_2', \omega$  - энергии конечного электрона, нуклона и  $\mathcal{K}^0$ -мезона,  $W = E_2' + E_2 + \omega$ ,  $\Delta^2$  - квадрат переданного нуклону 4-мерного импульса.

Поэтому, если отвлечься от вкладов векторных мезонов, поведение сечений электророждения  $\mathcal{K}^0$ - и  $\mathcal{K}^+$ -мезонов на протонах под малыми углами относительно импульса виртуального  $\gamma$ -кванта будет отличаться от поведения сечений фоторождения  $\mathcal{K}^0$  и  $\mathcal{K}^+$  при условии, что  $C$  - инвариантность нарушается.

Чтобы избавиться от вклада векторных мезонов, можно работать в той области энергий, где обмен векторными мезонами несуществен вследствие их значительной массы, в то время как обмен псевдоскалярными мезонами играет важную роль (это соответствует энергии виртуальных фотонов в интервале 400-800 Мэв). Иная возможность возникает при использовании линейнополяризованных  $\gamma$ -квантов. Тогда в случае обмена псевдоскалярными мезонами  $\mathcal{K}^0$ -мезоны образуются преимущественно в плоскости поляризации, в случае обмена векторными мезонами имеет место преимущественное образование  $\mathcal{K}^0$  перпендикулярно плоскости поляризации. Подобное исследование облегчается тем, что виртуальные  $\gamma$ -кванты обладают значительной линейной поляризацией.

Все сказанное выше справедливо и для процесса  $e^- + p \rightarrow e^- + p + \eta$  с тем только преимуществом, что  $C$  - неинвариантный периферический обмен  $\mathcal{K}^0$ -мезоном при энергиях  $\gamma$ -квантов до 1 Гэв должен превышать в области малых углов вклад векторных мезонов. Справедливость этого можно проверить в процессе  $e^- + d \rightarrow e^- + d + \eta$ :  $\eta$ -мезоны должны отсутствовать под малыми углами.

3. Распады  $\omega \rightarrow \rho^0 + \gamma$ ,  $\psi \rightarrow \rho(\omega) + \gamma$  интересны при выяснении изотопической структуры нарушающего С - инвариантность электромагнитного тока. Трудность, связанную с подавленностью этих распадов из-за малого энерговыделения, можно обойти при исследовании процессов:

$$\gamma + \rho \rightarrow \rho + \rho^0, \quad \gamma + \rho \rightarrow \rho + \omega, \quad \gamma + \rho \rightarrow \rho + \psi$$

в той области углов и энергий, где имеют место периферические механизмы, соответствующие обмену векторными мезонами. Обмен псевдоскалярными мезонами, не нарушающий С - инвариантности, является конкурирующим. С помощью линейнополяризованных  $\gamma$ -квантов можно выделить интересующий нас механизм.

4. В заключение рассмотрим процесс  $\gamma + \rho \rightarrow \rho + f^0$  при малых углах образования  $f^0$ . Если С-четность не сохраняется, то имеют место периферические механизмы с обменом  $\mathcal{K}^0(\eta)$ -мезоном. Сечение в этом случае имеет вид (удерживается вклад только  $\mathcal{K}^0$ -мезона).

$$\frac{d\sigma}{d\Omega} = \frac{g^2}{4\pi} \frac{5}{2} \frac{m \Gamma(f \rightarrow \mathcal{K}^0 \gamma) (-\Delta^2)}{W^2 (1 - m_{\mathcal{K}}^2/m^2) (\Delta^2 - m_{\mathcal{K}}^2)^2} \left( \frac{\Delta^2/m^2 - 1}{m_{\mathcal{K}}^2/m^2 - 1} \right)^4, \quad (2)$$

где  $g$  - константа ( $\mathcal{KN}$ ) - взаимодействия,  $\Gamma(f \rightarrow \mathcal{K}^0 \gamma)$  - ширина распада  $f \rightarrow \mathcal{K}^0 + \gamma$ ,  $m$  - масса  $f$ -мезона,  $W$  - полная энергия,  $\Delta^2$  - квадрат переданного импульса.

Отметим, что непосредственное исследование распада  $f \rightarrow \mathcal{K}^0 + \gamma$  затруднено из-за большой ширины  $f$ -мезона, распадающегося за счет сильных взаимодействий.

Физико-технический институт  
Академии наук Украинской ССР

Поступило в редакцию  
27 декабря 1965 г.

#### Литература

- [1] J. Prentki. A lecture given at the Oxford International Conference on elementary particles, CERN-preprint 65/1358/5-TH 604.

[2] A.Primakoff. Phys. Rev., 81, 899, 1951.

[3] M.Beneventano, R.Finzi, L.Mezzetti, L.Paoluzi, S.Tazzari.  
Nuovo Cim., 28, 1464, 1963.