

# О ВОЗМОЖНОЙ ПРОВЕРКЕ НЕСОХРАНЕНИЯ ВРЕМЕННОЙ ЧЕТНОСТИ

## В ОПЫТАХ НА ВСТРЕЧНЫХ ПУЧКАХ

В.Н.Байер

Для объяснения обнаруженного недавно  $K_S^0 \rightarrow 2\pi$  - распада [1], в котором имеет место явное нарушение CP-инвариантности, был предложен ряд гипотез. В частности, Окунем [2], Прентки и Вельтманом [3] было указано, что наблюдаемый распад можно объяснить, если предположить, что существует новое, P-четное, но C- и CP (T)-нечетное, взаимодействие, безразмерная константа связи которого  $\sim 10^{-2}$ . С другой стороны, Бернстайн, Фейнберг и Ли [4] обратили внимание на то, что в настоящее время не существует никаких экспериментальных доказательств того, что электромагнитные взаимодействия сильно взаимодействующих частиц являются C- и T (CP) - инвариантными. Поскольку константа связи указанного выше гипотетического взаимодействия порядка постоянной тонкой структуры  $\alpha$ , они отождествили его с электромагнитным. В той же работе [4] авторы обсуждают большое число экспериментов, с помощью которых может быть проверена их гипотеза.

В этом письме указывается на то, что гипотеза Бернстайна, Фейнберга и Ли может быть проверена также в ряде опытов на встречных позитрон-электронных пучках. Установки со встречными позитрон-электронными пучками запускаются или подготавливаются к запуску в настоящее время в ряде лабораторий (Новосибирск, Фраскати, Орсе) (см. [5]).

При аннигиляции позитрон-электронной пары в пару сильно взаимодействующих частиц в однофотонном приближении ряд процессов запрещен требованием C-инвариантности. Эти процессы:

$$\begin{aligned}
 \text{а) } e^+ + e^- &\rightarrow \gamma \rightarrow \pi^0 + \eta^0, & \text{б) } e^+ + e^- &\rightarrow \gamma \rightarrow \phi^0 + \rho^0, \\
 \text{в) } e^+ + e^- &\rightarrow \gamma \rightarrow \omega^0 + \rho^0, & \text{г) } e^+ + e^- &\rightarrow \gamma \rightarrow \phi^0 + \omega^0,
 \end{aligned}
 \tag{I}$$

могут, однако, идти, если в токе перехода сильно взаимодействующих частиц имеется C-нечетный член (эти процессы в C-инвариантной

теории идут через обмен двумя фотонами  $e^+ + e^- \rightarrow 2\gamma \rightarrow \pi^0 \eta^0$ ; тогда в сечении имеется дополнительный множитель  $\alpha^2$  и поэтому оно, вообще говоря, сильно подавлено). Рассмотрим для определенности процесс а). С учетом закона сохранения, ток перехода имеет вид:

$$\langle \eta^0 \pi^0 | J_\mu | 0 \rangle = \langle \eta^0 \pi^0 | K_\mu^v | 0 \rangle = f_1 \left[ \mathcal{P}_\mu - \frac{m_\eta^2 - m_\pi^2}{\Delta^2} \Delta_\mu \right], \quad (2)$$

где  $\Delta = p_\eta + p_\pi$ ,  $\mathcal{P} = p_\eta - p_\pi$ ,  $K_\mu^v$  - изовекторная часть С-нечетного тока,  $f_1$  - формфактор "смешанного" зарядового распределения между  $\eta^0$  и  $\pi^0$ - мезонами. Пренебрегая массой электрона, сечение процесса в системе центра инерции представим в виде:

$$\frac{d\sigma}{d\Omega_\eta} = \frac{\alpha^2}{32 E^2} \left( \frac{\rho}{E} \right)^3 |f_1|^2 \sin^2 \psi. \quad (3)$$

Здесь  $E$  - энергия начального электрона,  $\psi$  - угол между направлением движения начальных частиц и импульсом  $\eta^0$ - мезона,  $\rho$  - импульс конечных частиц:

$$\rho^2 = \frac{1}{4\Delta^2} \left[ \Delta^4 - 2\Delta^2 (m_\eta^2 + m_\pi^2) + (m_\eta^2 - m_\pi^2)^2 \right]. \quad (4)$$

В пространственноподобной области передач импульса авторы работы [4] разлагали формфактор и считали радиус "распределения заряда" порядка электрического радиуса протона, тогда в существенной области формфактор оказывается довольно большим ( $\sim 10^{-1}$ ). Если он также велик во времениподобной области передач импульса, то сечение (4) достаточно велико. Однако наблюдение этого процесса весьма затруднено, так как надо регистрировать продукты распада  $\eta^0$ - и  $\pi^0$ - мезонов ( $2\gamma + 2\gamma$ ,  $\pi^+ + \pi^- + 2\gamma + 2\gamma$  и т.д.).

Аналогично могут быть рассмотрены процессы (б, в, г).

В опытах на встречных пучках наиболее реалистичским, по-видимому, является исследование асимметрий для продуктов реакций типа д)  $e^+ + e^- \rightarrow \pi^+ + \pi^- + \gamma$ ; е)  $e^+ + e^- \rightarrow K^+ + K^- + \gamma$ . (5)

В дальнейшем мы рассмотрим для определенности реакцию д). Если нет С-, Т- инвариантности, то имеется два вида асимметрий:

1 - разное распределение  $\mathcal{K}^+$ ,  $\mathcal{K}^-$  по энергиям; 2- разное распределение направлений вылета фотона относительно импульсов  $\mathcal{K}^+$  и  $\mathcal{K}^-$  мезонов. Особый интерес представляет последняя асимметрия, поскольку она может непосредственно наблюдаться при "симметричной" постановке опыта (симметричные детекторы измеряют  $\mathcal{K}^+$ ,  $\mathcal{K}^-$  мезоны и фотоны; сравнивается число фотонов, которое летит в сторону  $\mathcal{K}^+$  - и  $\mathcal{K}^-$ -мезона).

Процесс излучения фотона при двухпионной аннигиляции позитрон-электронной пары детально рассмотрен в работе [6]. Фотоны в этом процессе могут излучаться как пионами, так и электронами. Фотоны, излучаемые электронами, нас не интересуют, так как в этом случае  $C$ -нечетный ток не дает вклада. Заметим, однако, что эти фотоны излучаются в основном вдоль направления движения электронов и поэтому не регистрируются детекторами, которые ставятся под большим углом. При симметричной постановке опыта интерференционный член между вкладами излучения электронами и пионами обращается в нуль [6]. Что же касается фотонов, излучаемых пионами, то из них нас интересуют только жесткие фотоны, поскольку излучение мягких фотонов может быть описано приближением классических токов [6], которое естественно является  $T$ -инвариантным, так как предполагается, что сильные взаимодействия  $T$ -инвариантны. Для указанных жестких фотонов можно ожидать асимметрию порядка единицы.

Особый интерес представляет область энергий вблизи  $\rho$ -мезонного пика ( $E = 380$  Мэв), поскольку в этой области сечение процесса имеет пик. Это сечение достаточно велико, чтобы его можно было измерить на современном уровне экспериментальной техники, причем основная трудность, видимо, будет состоять в отождествлении событий.

Автор глубоко благодарен В.М.Галицкому, В.А.Сидорову, А.Н.Скринскому за обсуждение, а также Б.М.Понтекорво за ознакомление с работами Ли и сотрудников.

Новосибирский  
государственный университет

382

Поступило в редакцию  
2 августа 1965 г.

## Литература

- [1] J.Christenson, J.Cronin, V.Fitch, H.Turlay. Phys.Rev.Lett., 13, 138, 1964.
- [2] Л.Б.Окунь. Ядерная физика, 1, 938, 1965.
- [3] J.Prentky, M.Veltman. Phys.Lett., 15, 88, 1965.
- [4] J.Bernstein, G.Feinberg, T.D. Lee. Preprint, 1965.
- [5] В.Л.Ауслендер, В.Н.Байер, Г.А.Блинов и др. Тр. междунар. конф. по ускорителям, Дубна, 1963. Атомиздат, М., 1964, стр. 280.
- [6] В.Н.Байер, В.А.Хозе. ЖЭТФ, 48, 1708, 1965.