

[4] S. Gida. Phys. Lett., 6, 165, 1963.

[5] К.П.Белов, В.И.Соколов. ЖЭФ, 48, 979, 1965.

ПРОВЕРКА Т-ИНВАРИАНТНОСТИ В РАСПАДЕ $\pi^+ \rightarrow e^+ + \nu + \gamma$

А.И.Вайнштейн, Б.Л.Иоффе

В работе [1] была предложена гипотеза нарушения инвариантности относительно отражения времени в электромагнитных взаимодействиях адронов. В настоящем письме рассматривается возможность проверки этой гипотезы в радиационном распаде π^- - мезона

$$\pi^+ \rightarrow e^+ + \nu + \gamma$$

путем наблюдения поляризации γ - квантов.

Экспериментальные данные по этому распаду приводятся в [2,3]. В работах [4-6] проводится теоретическое рассмотрение. Матричный элемент представляется в виде суммы трех частей, соответствующих сопровождающему излучению, векторному и аксиально-векторному переходам.

$$M = M_{IV} + M_V + M_A, \quad (1)$$

$$M_{IV} = -i\sqrt{4\pi\alpha} \frac{fmG}{\sqrt{2}} \psi \bar{u}_e \left[\frac{(AP)}{(kP)} - \frac{(AP)}{(kP)} + \frac{F_{\mu\nu} \sigma_{\mu\nu}}{4(kP)} \right] (1 + \gamma_5) u_\nu, \quad (2)$$

$$M_V = i\alpha \sqrt{4\pi\alpha} \frac{G_V}{\sqrt{2}} \psi \tilde{F}_{\mu\nu} \tilde{J}_\mu P_\nu, \quad (3)$$

$$M_A = i\beta \sqrt{4\pi\alpha} \frac{G_A}{\sqrt{2}} \psi F_{\mu\nu} \tilde{J}_\mu P_\nu, \quad (4)$$

где

$$F_{\mu\nu} = A_\mu k_\nu - A_\nu k_\mu, \quad \tilde{F}_{\mu\nu} = \frac{i}{2} \epsilon_{\mu\nu\lambda\sigma} F_{\lambda\sigma},$$

$$\tilde{J}_\mu = \bar{u}_e \gamma_\mu (1 + \gamma_5) u_\nu.$$

P - импульс π^- мезона, p - электрона, k - γ - кванта, а величины $|f|^2$ и $|a|^2$ выражаются [4] соответственно через вероятности процессов $\pi^+ \rightarrow e^+ + \nu$ и $\pi^0 \rightarrow 2\gamma$

$$W_{e+\nu} = \frac{G^2 |f|^2 m^2 \mu}{8\pi}, \quad W_{\pi^0} = \frac{\pi}{4} \alpha^2 |a|^2 \mu^3. \quad (5)$$

Известно [4], что в случае T-инвариантности f , a , b - действительные величины. При нарушении T-инвариантности величина $\lambda = \frac{bG}{aG_V}$ должна быть, вообще говоря, комплексной

$$\lambda = \lambda' + i\lambda''.$$

При этом, если, как это предполагается в работе [1], в электродинамике адронов имеет место стопроцентное нарушение T-инвариантности, то λ' и λ'' должны быть одного порядка.

Дифференциальная вероятность $\pi^+ \rightarrow e^+ + \nu + \gamma$ распада с испусканием плоско-поляризованного кванта имеет вид (сопровождающее излучение не интерферирует с остальными частями, если пренебречь лептонной массой)

$$dW = dW_{I\beta} + dW_{V+A}, \quad (6)$$

$$dW_{I\beta} = W_{e+\nu} \frac{\alpha}{2\pi^2} \frac{1+\cos\theta}{1-\cos\theta} \frac{dx}{x} d\theta \frac{1}{[2-x(1-\cos\theta)]^2} \times \\ \times \left[\frac{1}{2}(1-x)^2 + \frac{1}{2} + (2(\vec{e}\vec{n}_1) - 1)(1-x) \right], \quad (7)$$

$$dW_{V+A} = \frac{1}{32\pi^4} W_{\pi^0} \frac{G_V^2 \mu^4}{\alpha} \frac{(1-x)^2 x^3 dx d\theta}{[2-x(1-\cos\theta)]^3} \times \\ \times \left\{ \frac{(1+|\lambda|^2)}{2} \left[2-x(1-\cos\theta) + \frac{2(1-x)\sin^2\theta}{2-x(1-\cos\theta)} \right] - \right. \\ \left. - \lambda' \left[x(1-\cos\theta) + 2\cos\theta \right] + \frac{(1-x)\sin^2\theta}{2-x(1-\cos\theta)} \times \right. \\ \left. \times \left[(1-|\lambda|^2)(2(\vec{e}\vec{n}_1) - 1) + 4\lambda''(\vec{e}\vec{n}_1)(\vec{e}\vec{n}_2) \right] \right\}. \quad (8)$$

Здесь \vec{e} - единичный вектор плоской поляризации фотона, x - его энергия в долях от максимально возможной $k = x\mu/2$, θ - угол между импульсами электрона и γ -кванта, \vec{n}_1 и \vec{n}_2 - единичные векторы, ортогональные импульсу γ -кванта, \vec{n}_1 расположен в плоскости распада, \vec{n}_2 - нормаль к этой области.

$$\vec{n}_1 = \frac{[\vec{k}, [\vec{p}, \vec{k}]]}{|[\vec{k}, [\vec{p}, \vec{k}]]|}, \quad \vec{n}_2 = \frac{[\vec{k}, \vec{p}]}{|[\vec{k}, \vec{p}]|}. \quad (9)$$

То обстоятельство, что в (8) пропорциональный λ'' член является Т-нечетным, можно непосредственно увидеть из (8), заметив, что при обращении времени $\vec{n}_1 \rightarrow -\vec{n}_1$, $\vec{n}_2 \rightarrow -\vec{n}_2$ и $\vec{e} \rightarrow -\vec{e}$.

Для наблюдения нарушающего Т-инвариантность члена наиболее целесообразно измерять плоскую поляризацию фотонов в направлении, составляющем угол в 45° с векторами \vec{n}_1 и \vec{n}_2 , когда этот член максимален. При отсутствии такого члена вероятность w того, что фотон окажется поляризованным в этом направлении, равна $\frac{1}{2}$. Для оценки ожидаемого эффекта в случае нарушения Т-инвариантности запишем вероятность w , проинтегрированную по энергии γ -кванта от x_{min} до 1 в виде

$$w = \frac{1}{2} (1 + \lambda'' f(\theta)). \quad (10)$$

Из экспериментальных данных [3] можно определить лишь связь $|\lambda|^2$ и λ' . (Мы считаем [6] $\tau_{x_0} = 0,74 \cdot 10^{-16}$ сек.)

$$|\lambda|^2 + 1,72\lambda' - 0,7 = 0. \quad (11)$$

$1 - \cos \theta$	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
$f(\theta)$	0,21	0,29	0,43	0,58	0,44	0,00

Значения $f(\theta)$ при $|\lambda|^2 = 2$ и $x_{min} = 0,3$ собраны в таблице. $f(\theta)$ достигает максимального значения 0,58 при $\theta \approx 127^\circ$. Если считать, что в случае полного нарушения Т-инвариантности $\lambda'' \sim 1$, то эффект оказывается довольно большим.

Поступило в редакцию

2 марта 1966 г.

Литература

- [1] J. Bernstein, G. Feinberg, T. D. Lee. Phys. Rev., 139B, 1650, 1965.
- [2] А.Ф. Дунайцев, К.Д. Прокошкин и др. ЖЭТФ, 42, 1422, 1962.
- [3] P. Depommier et al. Phys. Lett., 7, 285, 1963.
- [4] В.Г. Вакс, Б.Л. Иоффе. ЖЭТФ, 35, 221, 1958.
- [5] S. Bludman, J. Young. Phys. Rev., 118, 602, 1960.
- [6] D. Neville, Phys. Rev., 124, 2037, 1961.
- [7] G. Bellettini et al. Phys. Lett., 18, 333, 1965.

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЕ СЕЧЕНИЕ ПЕРЕЗАРЯДКИ π^- -МЕЗОНОВ С ИМПУЛЬСОМ 4,8 Гэв/с НА ПРОТОНАХ

М.А. Азимов, Е.Н. Басова^х, У.Г. Гулямов^х, К.Р. Игамбердиев^х,
В.Г. Колесник^х, В.С. Пантуев, Л.В. Сильвестров, М.Н. Хачатурян

В работе Азимова и др. [1] был описан метод детектирования π^0 - мезонов больших энергий с помощью искровой камеры и черенковского счетчика полного поглощения. В отличие от описанного в литературе метода детектирования π^0 - мезонов с помощью ливневых искровых камер [3,4] данный метод позволяет с хорошей точностью измерять как угловые, так и энергетические характеристики γ -квантов от распадов π^0 - мезонов. Ниже приводятся предварительные результаты измерения дифференциального сечения реакции



с помощью этой методики.

Установка облучалась в пучке π^- - мезонов с импульсом 4,8 Гэв/с синхрофазотрона ОИЯИ. Измерения производились разностным методом на мишенях из полиэтилена и углерода. Было получено около 1500 фотографий искровой камеры с γ -квантами. В каждом случае регистрировалась энергия, выделившаяся в черенковском счетчике.

^х Институт ядерной физики АН УзССР, Ташкент.