ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
Лаборатория теоретической физики

Нгуен Ван Хьеу

Р-1000

О СВЯЗИ МЕЖДУ АМПЛИТУДАМИ ПРОЦЕССА $K\bar{K} \to \pi\pi$ И СПЕКТРАМИ K_{e4}-РАСПАДОВ

Дубна 1962 год

Нгуен Ван Хьеу

Р-1000

О СВЯЗИ МЕЖДУ АМПЛИТУДАМИ ПРОЦЕССА $K\bar{K} \to \pi\pi$ И СПЕКТРАМИ K_{e4}-РАСПАДОВ

Направлено в ЖЭТФ

Дубна 1962 год

Аннотация

Показано, что спектры K_{e4} -распадов $(K \to e+\nu+\pi+\pi)$ по эффективной массе системы двух π -мезонов вполне определяются эффективной константой $K_{\mu 2}$-распада и парциальными амплитудами с ℓ =0,1 процесса $K+\bar{K} \to \pi + \pi$ если аксиальный ток с изменением странности "частично" сохраняется. Таким образом данные по K_{e4} -распадам смогут дать определенные сведения о $K\pi$ и $\pi\pi$ - взаимодействии при малых энергиях.

Abstract

It is shown that the spectra of the K_{e4} – decays $(K \to e + \nu + \pi + \pi)$ with respect to the two-pion effective mass are completely defined by the $K_{\mu 2}$- decay effective constant and the $K + \overline{K} \to \pi + \pi$ partial amplitudes with $\ell = 0,1$ if the strangeness non-conserving axial current is partially conserved. Thus, the K_{e4}-decays date might give some information about low energy $K\pi$ - and $\pi\pi$ - interactions.

В настоящей работе мы покажем, что если верна одна из следующих гипотез:

1. Дивергенция аксиального тока с изменением странности пропорциональна оператору поля К-мезона $i\frac{\partial S_a^A}{\partial x_a} = f\phi_K$ или

2. Матричные элементы типа $\langle b|\, i\frac{\partial S_a^A}{\partial x_a}\,|a\rangle$ удовлетворяют дисперсионному соотношению без вычитания, причем при малых передачах импульса полюсный член дает существенный вклад,

то спектры K_{e4}-распадов[x)]

$$K^0 \to e^+ + \nu + \pi^- + \pi^0\ , \quad (a)$$

$$K^+ \to e^+ + \nu + \pi^0 + \pi^0\ , \quad (b)$$

$$K^+ \to e^+ + \nu + \pi^+ + \pi^- \quad (c)$$

по эффективной массе системы двух π -мезонов вполне определяются амплитудами парциальных волн с $\ell = 0$ и $\ell = 1$ процесса $K + \bar{K} \to \pi + \pi$ (в нефизической области $s < 4m_K^2$) и эффективной константой $K_{\mu 2}$-распада, если пренебречь высшими волнами с $\ell \geq 2$. Гипотеза (I), предложенная Намбу[/2/], аналогична гипотезе Гелл-Манна и Леви[/3/] относительно аксиального тока без изменения странности, с помощью которой ими было получено хорошо согласующееся с экспериментом значение эффективной константы распада π -мезона. Гипотеза (II) является более общей, чем (I), но в процессах распада обе они приводят к одному и тому же результату.

Матричные элементы распадов (a)-(c) имеют вид

$$M_{Ke4} = (2\pi)^4 \delta^4(p - q_1 - q_2 - k)\,\bar{u}_\nu(k_1)\gamma_a(1+\gamma_5)v_e(k_2)\cdot \quad (1)$$

$$\frac{1}{\sqrt{8p^0 q_1^0 q_2^0}} \langle \pi_1\pi_2 |\, S_a^V + S_a^A\, | K \rangle ,$$

где p, q_1, q_2, k_1, k_2 -4-импульсы K-мезона, π -мезонов и лептонов, соответственно, $k = k_1 + k_2$, S_a^V и S_a^A -умноженные на константу связи векторный и аксиальный токи с изменением странности. Матричные элементы акксиального и векторного токов не интерферируют. Более того, последний ток дает очень малый вклад, как это было показано Шабалиным[/1/]. Поэтому им можно пренебречь.

Из гипотез (I) или (II) следует, что

$$\langle \pi_1\pi_2 |\, i\frac{\partial S_a^A}{\partial x_a}\, | K \rangle = \frac{1}{k^2 + m_K^2}\, f F(K\bar{K} \to \pi\pi)\ , \quad (2)$$

где $F(K\bar{K} \to \pi\pi)$ - амплитуда процесса $K + \bar{K} \to \pi + \pi$ в нефизической области $S = -(q_1+q_2)^2 < 4m_K^2$. Константа f связана с эффективной константой g $K_{\mu 2}$ -распада соотношением

$$f = g m_K^2\ , \quad (3)$$

x) Эти распады были рассмотрены подробно в работах Окуня и Шабалина[/1/].

причем g можно определить из вероятности $K_{\mu 2}$-распада

$$W_{K\mu 2} = \frac{g^2}{4\pi} m_K^3 \frac{m_\mu^2}{m_K^2}\left(1 - \frac{m_\mu^2}{m_K^2}\right)^2 .$$

В системе центра масс двух π -мезонов $F(K\bar{K} \to \pi\pi)$ имеет вид

$$F(K\bar{K} \to \pi\pi) = \Pi_0 \sum_\ell F_{2\ell}(s) P_{2\ell}(\cos\theta) + \Pi_1 \sum_\ell F_{2\ell+1}(s) P_{2\ell+1}(\cos\theta)\ , \quad (4)$$

где Π_i -операторы проектирования на состоянии с $I = i$, $i = 0,1$; P_ℓ -полиномы Лежандра, θ - угол между импульсами K-мезона и одного из π -мезонов. В рассматриваемых процессах распада можно пренебречь высшими волнами с $\ell \geq 2$. При этом соотношения (1)-(4) дают следующие выражения спектров распада (a), (в) по эффективной массе двух π - мезонов

$$dW_a = \frac{4g^2}{9(4\pi)^5} m_K^3 |F_1(s)|^2 \rho_a(s)\, d\frac{s}{m_K^2}\ , \quad (5)$$

$$dW_b = \frac{4g^2}{9(4\pi)^5} m_K^3 |F_0(s)|^2 \rho_b(s)\, d\frac{s}{m_K^2}\ , \quad (6)$$

причем

$$\rho_a(s) = \left[\frac{21}{2} - 20x + \frac{39}{4}x^2 - \frac{3(1-x)^2(7-4x)}{x^2}\left(\log_e\frac{1}{1-x} - x\right)\right]\sqrt{1 - \frac{4m_\pi^2}{(1-x)m_K^2}}, \quad (8)$$

$$\rho_b(s) = \left[\frac{3(1-x)^2}{x^2}\left(\log_e\frac{1}{1-x} - x\right) - \frac{3}{2} + 2x - \frac{x^2}{4}\right]\sqrt{1 - \frac{4m_\pi^2}{(1-x)m_K^2}}\ , \quad (8)$$

$$s = m_K^2(1-x)\ .$$

Предположим, что правило $\Delta I = ½$ справедливо. При этом спектр распада (c) связан со спектрами распадов (a) и (в) соотношением

$$dW_c = ½\, dW_a + 2dW_b\ . \quad (9)$$

Полученные результаты показывают, что экспериментальные данные по K_{e4} -распадам смогут дать определенные сведения о $K\pi$- и $\pi\pi$ -взаимодействии.

Автор выражает глубокую благодарность проф. М.А.Маркову за интерес к работе, Л.Б.Окуню и Б.Н.Валуеву за замечания.

Литература

1. Л.Б.Окунь, Е.П.Шабалин. ЖЭТФ, 37, 1775 (1959).
   Е.П.Шабалин. ЖЭТФ, 39, 345 (1960).
2. Y.Nambu, Phys. Rev. Lett., 4, 380 (1960).
3. M.Gell-Mann and M.Levy, Nuovo Cim., 16, 705 (1960).
4. T.Bernstein and al, Nuovo Cim., 17, 757 (1960).
   Чжоу Гуан-чжао. ЖЭТФ, 39, 703 (1960).

Рукопись поступила в издательский отдел
2 июня 1962 года.