РАСПАДЫ $K \to 2\pi$ В МОДЕЛИ С ИКОСУПЛЕТНЫМ ГАМИЛЬТОНИАНОМ СЛАБОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

Раби Маджумдар, Джай Дев Ананд

Возможность существования так называемого бозонного "икосуплета" обсуждалась Ли, Окубо и Шекткером [1]. Позднее эта идея была использована в работе Бисваса, Бозе и Матхура [2], которые показали, что в рамках $SU(3)$ - симметричной теории, можно ввести нарушение CP в распаде $K \to 2\pi$, если приписать гамильтониану слабого взаимодействия трансформационные свойства икосуплета. Однако в настоящей заметке мы рассматриваем специальный случай распадов K - мезона, и при рассмотрении будем пренебрегать эффектам нарушения CP. Таким образом, мы приписываем гамильтониану слабого взаимодействия H_w следующие трансформационные свойства:

$$H_w \sim \{10\} + \{10^*\} \quad . \tag{I}$$

Можно надеяться, что при таком выборе модельного гамильтониана распад $K^+ \to \pi^+ \pi^0$, который идет через шпурион $\Delta T = 3/2$, не потребует дополнительного рассмотрения по сравнению с распадами $K_1^0 \to 2\pi$.

В данной заметке мы хотим показать, что в этом случае можно получить соотношение, связывающее вероятности этих распадов, которое является обобщением соответствующего правила для $\Delta T = 1/2$. Соответствующие шпурионы, ответственные за распад $K \to 2\pi$, преобразуются как состояния с $Y = -1$, $T = 1/2$ из $\{10\}$ и как состояния с $Y = -1$, $T = 3/2$ из $\{10^*\}$. Исходя из выписанного выше гамильтонтана (I) и из требования CPT-инвариантности, можно сразу же выписать нужные нам матричные элементы распада [2]:

$$\langle K^+ | H_w | \pi^+ \pi^0 \rangle = -\frac{3}{4\sqrt{2}} \, a_{27} \, e^{i\delta_2} , \tag{2}$$

$$\begin{aligned} \langle K^0 | H_w | \pi^0 \pi^0 \rangle &= \langle \bar{K}^0 | H_w | \pi^0 \pi^0 \rangle = \\ &= \left(\frac{1}{20} a_{27} + \frac{1}{5} a_8\right) e^{i\delta_0} - \frac{1}{2} a_{27} e^{i\delta_2} , \end{aligned} \tag{3}$$

$$\begin{aligned} &\langle K^0 | H_w | \pi^+ \pi^- \rangle = \langle \bar{K}^0 | H_w | \pi^+ \pi^- \rangle \\ &= -\sqrt{2}\left[\left(\frac{1}{20} a_{27} + \frac{1}{5} a_8\right) e^{i\delta_0} + \frac{1}{4} a_{27} e^{i\delta_2}\right] . \end{aligned} \tag{4}$$

Здесь a_8 и a_{27} обозначают абсолютные величины приведенных матричных элементов, связывающих начальное состояние $\{8\}$ с конечным состоянием $\{8\}$ и начальное состояние $\{27\}$ с конечным состоянием $\{27\}$, соответственно. δ_2 и δ_0 - фазы $\pi\pi$ - рассеяния в T=2 и T=0 состояниях [3], вычисленные при энергии, равной массе K - мезона.

Пренебрегая эффектами нарушения CP, мы имеем:

$$|K_1^0\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}} \left(|K^0\rangle + |\bar{K}^0\rangle\right) ; \quad (CP)\, H_w\, (CP)^{-1} = H_w$$

и, используя соотношения (3) и (4), получим:

$$\langle K_1^0 | H_w | \pi^0 \pi^0 \rangle = \sqrt{2}\left[\left(\frac{1}{20} a_{27} + \frac{1}{5} a_8\right) e^{i\delta_0} - \frac{1}{2} a_{27} e^{i\delta_2}\right] \tag{5}$$

$$\langle K_1^0 | H_w | \pi^+ \pi^- \rangle = -2\left[\left(\frac{1}{20} a_{27} + \frac{1}{5} a_8\right) e^{i\delta_0} + \frac{1}{4} a_{27} e^{i\delta_2}\right] \tag{6}$$

Исключая a_8 и a_{27} из уравнений (2), (5) и (6), мы получаем следующее правило сумм, связывающее матричные элементы распадов $K \to 2\pi$:

$$M(K_1^0 \to \pi^+\pi^-) + \sqrt{2}\, M(K_1^0 \to \pi^0\pi^0) = 2\sqrt{2}\, M(K^+ \to \pi^+\pi^0). \qquad (7)$$

Интересно отметить, что равенство (7) представляет собой обобщение правила $\Delta T = 1/2$. Из эксперимента [4] известно, что вероятность распада $K^+ \to \pi^+\pi^0$ чрезвычайно мала, именно $R(K^+ \to \pi^+\pi^0)/R(K_1^0 \to 2\pi) \approx 1/500$, так что, если мы пренебрежем правой частью уравнения (7), мы, очевидно, вернемся к правилу $\Delta T = 1/2$. Подобное обобщенное правило было получено также другими авторами, именно, Дасом и Махантаппой [5], Сударшаном [6] и несколько позже Бозе и Бисвасом [7] на основе алгебры токов. Полученное нами правило сумм отличается незначительно от их результатов, но оно согласуется с экспериментом и с правилом $\Delta T = 1/2$.

Авторы выражают благодарность Ю.М.Широкову и С.Н.Бисвасу за интерес к работе и ЮНЕСКО за стажировку в Московском Государственном Университете.

Научно-исследовательский
институт ядерной физики МГУ

Поступило в редакцию
21 сентября 1966 г.

Литература

[1] B.W.Lee, S.Okubo, J.Schecter. Phys. Rev., 135, B219, 1964.
[2] S.N.Biswas, S.K.Bose, V.S.Mathur. Phys. Rev., 139, B132, 1965.
[3] T.N.Truong. Phys. Rev.Lett., 13, 358, 1964.
[4] J.J.Sakurai. Invariance Principles and Elementary Particles. Princeton University Press, 1964, p. 279.
[5] T.Das, K.T.Mahantappa. Nuovo Cim., 41A, 618, 1966.
[6] E.C.G.Sudershan. Nuovo Cim., 41A, 283, 1966.
[7] S.K.Bose, S.N.Biswas. Phys. Rev. Lett., 16, 330, 1966.