

О ВОЗМОЖНОСТИ НАБЛЮДЕНИЯ ЭФФЕКТОВ ПОРЯДКА G^2 В РАСПАДАХ $K^+ \rightarrow \pi^+ l^+ l^-$

Е. П. Шабалин

Показано, что отношение спектров $K^+ \rightarrow \pi^+ \mu^+ \mu^-$ и $K^+ \rightarrow \pi^+ e^+ e^-$ -распадов весьма чувствительно к вкладу слабого взаимодействия второго порядка по G .

Вопрос о величине эффектов второго порядка по слабому взаимодействию является решающим для выяснения структуры слабого взаимодействия. Наиболее важные результаты в этом направлении были получены при анализе эффекта разности масс K_L - и K_S -мезонов и распада $K_L \rightarrow \bar{\mu} \mu$ [1, 2]. Однако, возможное влияние сильных взаимодействий в первом случае (отмеченное в работе [1]) и возможность компенсации вкладов порядка G^2 и $G\alpha^2$ в реальной части амплитуды распада $K^0 \rightarrow \bar{\mu} \mu$ вносит неопределенность в выводы, полученные при анализе этих эффектов. Цель данной статьи — обратить внимание экспериментаторов на простую возможность выявления роли эффектов второго порядка по G путем исследования спектров $K^+ \rightarrow \pi^+ e^+ e^-$ и $K^+ \rightarrow \pi^+ \mu^+ \mu^-$ -распадов.

Обычно предполагается, что эти распады обусловлены действием слабого и электромагнитного взаимодействия и по оценкам [3, 4] должны иметь вероятность порядка $10^{-6} - 10^{-7}$ от полной вероятности распада K^+ -мезона. Инвариантная амплитуда распада $K \rightarrow \pi l^+ l^-$ при этом имеет вид

$$\mathcal{M}^{(\gamma)} = a(p_K + p_\pi)_\alpha \bar{u}_l - \gamma_\alpha v_l + \quad . \quad (1)$$

При наличии слабого взаимодействия второго порядка возникает дополнительная часть

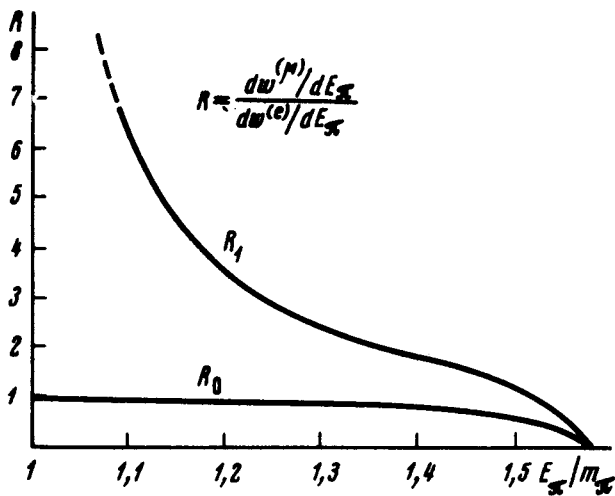
$$\mathcal{M}^{(W)} = [b(p_K + p_\pi)_\alpha + c(p_K - p_\pi)_\alpha] \bar{u}_l - \gamma_\alpha (1 + \gamma_5) v_l + \quad (2)$$

В формулах (1) и (2) величины a , b и c являются функциями от энергии π -мезона. Ввиду малости амплитуды (1) вклад слабого взаимодействия второго порядка по G , как отмечалось в работе [5], мог бы составлять заметную величину. В той же работе указывалось на возможность выделения вклада G^2 по поляризационным измерениям в распаде $K^+ \rightarrow \pi^+ l^+ l^-$. В данной статье предлагается более простой способ выделения эффектов G^2 путем сравнительного анализа спектров $K \rightarrow \bar{\mu}\mu\pi$ - и $K \rightarrow \bar{e}e\pi$ -распадов.

Дело в том, что отношение дифференциальных по энергии π -мезона вероятностей $K^+ \rightarrow \pi^+ \mu^+ \mu^-$ - и $K^+ \rightarrow \pi^+ e^+ e^-$ -распадов определяется формулой

$$R = \frac{dw^{(\mu)}/dE_\pi}{dw^{(e)}/dE_\pi} = \left(\frac{Q^2 - 4m_\mu^2}{Q^2} \right)^{1/2} \left\{ 1 + \frac{2m_\mu^2}{Q^2} + \frac{3m_\mu^2}{2|\mathbf{p}_\pi|^2(|a+b|^2 + |b|^2)} \times \right. \\ \left. \times \left[b b^* \left(1 + \frac{2E_\pi}{M} + \frac{m_\pi^2}{M^2} \right) + (b c^* + c b^*) \left(1 - \frac{m_\pi^2}{M^2} \right) + c c^* \frac{Q^2}{M^2} \right] \right\} \quad (3)$$

где $Q^2 = (p_K - p_\pi)^2 = M^2 + m_\pi^2 - 2ME_\pi$, а M — масса K -мезона. Поэтому экспериментальное измерение отношения R позволяет непосредственно выделить вклад взаимодействия второго порядка по G в амплитуду распада. На рисунке представлена зависимость R от E_π . Кривая R_0 отвечает $\mathcal{M}^{(W)} = 0$; кривая R_1 отвечает случаю $a = -b$, $\xi = c/b = 0$. Из рисунка видно, что в области, соответствующей максимуму расчетного спектра распада $K^+ \rightarrow \pi^+ \mu^+ \mu^-$ (т. е. при $E_\pi/m_\pi \approx 1,5$, см. работу [4]), величина R могла бы вдвое превышать величину R_1 , полученную без учета слабого взаимодействия второго порядка. При $E_\pi/m_\pi \rightarrow 1$ величина R_1 резко возрастает, в то время как $R_0 \rightarrow 0,945$. Такое поведение R_1 , в принципе, позволяет находить очень малые (порядка m_e^2/m_μ^2) вклады взаимодействия второго порядка, но уменьшение статистики при $E_\pi/m_\pi \rightarrow 1$ будет накладывать определенные ограничения.



В настоящее время уже наблюден 41 случай распада $K^+ \rightarrow \pi^+ e^+ e^-$ [6]. Поскольку вероятность распада $K^+ \rightarrow \pi^+ \mu^+ \mu^-$ по оценкам [4] составляет $\approx 1/5$ от вероятности $K^+ \rightarrow \pi^+ e^+ e^-$ -распада, а статистика имеет тенденцию к быстрому росту, есть основания надеяться, что предлагаемый анализ сможет быть проведен в скором времени.

Институт теоретической
и экспериментальной физики

Поступила в редакцию
7 июня 1975 г.

Литература

- [1] Б.Л.Иоффе, Е.П.Шабалин. ЯФ, 6; 828, 1967.
- [2] А.И.Вайнштейн, И.Б.Хриплович. Письма в ЖЭТФ, 18, 141, 1973; М.К.Gaillard, В.В.Lee. Phys. Rev., D10, 897, 1974.
- [3] R.Dalitz. Phys. Rev., 99, 915, 1955; N.Cabibbo, E.Ferrari. Nuovo Cim., 18, 928, 1960; M.Baker, S.Glashow. Nuovo Cim., 25, 857, 1962; К.Танака. Phys. Rev., 151, 1203, 1966; V.Ignatovich, B.Struminsky. Phys. Lett., 24B, 69, 1967; S.Pakvasa, W.Simmons. Phys. Rev., 183, 1215, 1969; В.Гейдт, И.Хриплович. ЯФ, 8, 960, 1968.
- [4] Л.Б.Окунь, А.П.Рудик. ЖЭТФ, 39, 600, 1960.
- [5] Е.П.Шабалин. ЯФ, 16, 367, 1972.
- [6] P.Bloch, S.Brehin, G.Bunce et al. Phys. Lett., 56B, 201, 1975.