

1983-83

сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
дубна

6411/83

P2-83-601

М. Динейхан, Г.В.Ефимов, В.А.Охлопкова

О ПОЛЯРИЗУЕМОСТИ К -МЕЗОНОВ

1983

Данная работа посвящена вычислению коэффициентов электрической α_K и магнитной β_K поляризуемости К-мезонов в рамках нелокальной кварковой модели ^{/1/}.

Коэффициенты α и β служат для феноменологического описания влияния структуры адронов на их двухфотонные взаимодействия и являются параметрами в эффективном потенциале взаимодействия частицы с внешним электромагнитным полем:

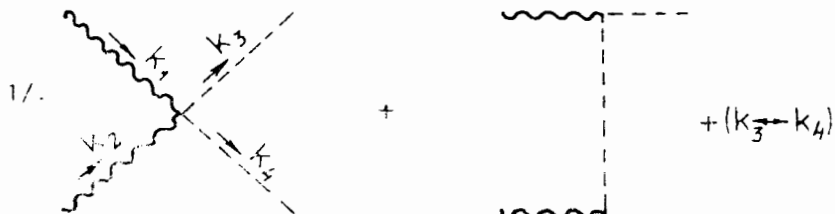
$$V_{\text{int}} = -\frac{\alpha}{2} E^2 - \frac{\beta}{2} H^2 . \quad /1/$$

Теоретические расчеты коэффициентов поляризуемости для К-мезонов были выполнены в нескольких моделях: в модели ^{/2/}, содержащей векторную доминантность и условие РСАС, получено $\alpha_{K^0} = 0$, $\alpha_{K^\pm} \approx 1.2 \cdot 10^{-3} \text{ Фм}^3$; в модели с кирально-симметричным лагранжианом ^{/3,4/} $\alpha_{K^\pm} = 1.6 \cdot 10^{-3} \text{ Фм}^3$; $\alpha_{K^0} = 0$; в нерелятивистской кварковой модели с осцилляторными силами ^{/5/} коэффициенты поляризуемости являются функциями параметра осцилляторных сил y^2 , и при $y^2 = 0,1$ $\alpha_{K^\pm} = 3.5 \cdot 10^{-3} \text{ Фм}^3$, $\alpha_{K^0} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ Фм}^3$. Здесь и далее используется система единиц Хевисайда $\alpha = e^2/4\pi = 1/137$.

Экспериментальное измерение коэффициентов поляризуемости α и β представляет собой достаточно трудную задачу. Для поляризуемости К-мезонов в работе ^{/6/} найдено следующее ограничение:

$$-15 \cdot 10^{-3} \text{ Фм}^3 \leq \alpha_{K^-} \leq 7 \cdot 10^{-3} \text{ Фм}^3 .$$

В данной работе при расчете коэффициентов электрической α_K и магнитной β_K поляризуемости К-мезонов в нелокальной модели кварков рассматривался вклад в процесс $\gamma\gamma \rightarrow K\bar{K}$ от диаграмм, изображенных на рис.1. Техника расчета описана в ^{/7/}.



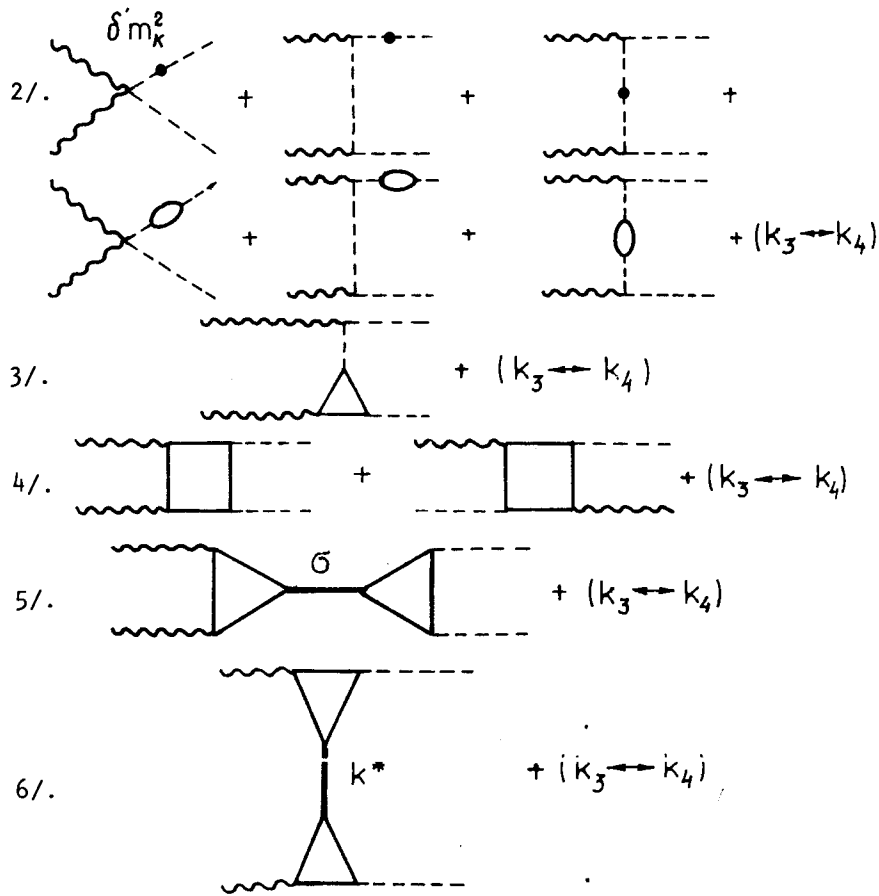


Рис. 1

Амплитуда процесса имеет вид:

$$\langle K_3^{\pm}(k_3), K_4^{\mp}(k_4) | S | \gamma_{\lambda_1}(k_1), \gamma_{\lambda_2}(k_2) \rangle = A_{\mu\nu}^{\lambda_1\lambda_2} T_{\mu\nu}^{\pm}(k_3, k_4 | k_1, k_2);$$

$$A_{\mu\nu}^{\lambda_1\lambda_2} = \frac{i\delta(k_1 + k_2 - k_3 - k_4)}{16\pi^2 \sqrt{\omega_1 \omega_2} k_{03} k_{04}} \epsilon_{\nu}^{\lambda_1} \epsilon_{\mu}^{\lambda_2};$$

$$T_{\mu\nu}^{\pm}(k_3, k_4 | k_1, k_2) = 2e^2 \left\{ g_{\mu\nu} - \frac{k_{3\mu} k_{4\nu}}{k_1 k_4} - \frac{k_{4\mu} k_{3\nu}}{k_1 k_3} + \gamma_{K^{\pm}} \cdot d_{\mu\nu} + \frac{\gamma_{K^{\pm}}^V}{m_K^2} f_{\mu\nu} \right\};$$

$$T_{\mu\nu}^{\circ}(k_3, k_4 | k_1, k_2) = 2e^2 \left\{ -\gamma_{K^{\circ}} \cdot d_{\mu\nu} + \frac{\gamma_{K^{\circ}}^V}{m_K^2} \cdot f_{\mu\nu} \right\};$$

$$d_{\mu\nu} = g_{\mu\nu} (k_1 \cdot k_2) - k_{1\mu} k_{2\nu};$$

$$f_{\mu\nu} = k_{1\mu} \cdot q_{\nu} (k_2 \cdot q) + k_{2\nu} q_{\mu} (k_1 \cdot q) - g_{\mu\nu} (q k_1)(q k_2) - q_{\mu} q_{\nu} (k_1 k_2);$$

$$q = k_3 - k_2;$$

$$\gamma_K = \gamma_K^q + \gamma_K^{\sigma} + \gamma_K^V;$$

γ_K^q соответствует вкладу диаграмм 4/:

$$\gamma_{K^{\pm}}^q = -\frac{8\pi\alpha\lambda h^2 N(\xi)}{3e^2}; \quad \gamma_{K^{\circ}}^q = \frac{8\pi\alpha\lambda h^2 \sqrt{2}}{9e^2};$$

γ_K^{σ} соответствует вкладу диаграмм 5/:

$$\gamma_{K^{\pm}}^{\sigma} = \gamma_{K^{\circ}}^{\sigma} = \frac{20\pi\alpha \cdot 4^4 \lambda^2}{27e^2 m_{\sigma}^2} V_5(\xi).$$

γ_K^V соответствует вкладу диаграмм 6/:

$$\gamma_{K^{\pm}}^V = \frac{8\pi\alpha h^2}{e^2} \frac{m_K^2}{(m_{K^*}^2 - m_K^2)} \lambda^2 K_{PV}^2(\xi);$$

$$\gamma_{K^{\circ}}^V = \gamma_{K^{\pm}}^V + \frac{72\pi\alpha h^2 m_K^2 \lambda^2}{e^2 (m_{K^*}^2 - m_K^2)} K_{PV}^2(\xi).$$

В выписанных выражениях k_1, k_2 - импульсы фотонов; $\epsilon_{\nu}^{\lambda_1}, \epsilon_{\mu}^{\lambda_2}$ - поляризации фотонов, k_3, k_4 - импульсы K-мезонов. Учитываются равенства: $k_1^2 = k_2^2 = 0, k_3^2 = k_4^2 = m_K^2, k_1 \epsilon_1 = k_2 \epsilon_2 = 0$. Параметрами нелокальной кварковой модели являются $\xi = 1.4$; $L^{-1} = 320$ МэВ, а функции $N(\xi), V_5(\xi)$ и $K_{PV}(\xi)$, возникающие в расчетах, приведены в /7,8/.

Аналогично ситуации, возникающей при расчете поляризуемостей π -мезонов, диаграммы 6/, соответствующие обмену векторными K^* -мезонами, содержат две градиентно-инвариантные структуры $g_{\mu\nu}$ и $f_{\mu\nu}$, в отличие от диаграмм 4/ и 5/, содержащих только $g_{\mu\nu}$. Члены γ_K^V дают вклад только в магнитную поляризуемость β_K K-мезонов.

Величины γ_K связаны с коэффициентами α_K и β_K следующим образом:

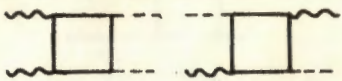
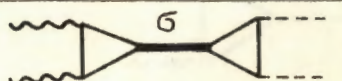
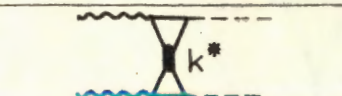
$$\alpha_{K^{\pm}} = -\beta_{K^{\pm}}^{(0)} = \frac{e^2}{m_K} (\gamma_{K^{\pm}}^q + \gamma_{K^{\pm}}^{\sigma});$$

$$a_{K^0} = -\beta_{K^0}^{(0)} = \frac{e^2}{m_K} (\gamma_{K^0}^q + \gamma_{K^0}^\sigma);$$

$$\beta_{K^\pm} = \beta_{K^\pm}^{(0)} + \frac{e^2}{m_K} \gamma_{K^\pm}^v; \quad \beta_{K^0} = \beta_{K^0}^{(0)} + \frac{e^2}{m_K} \gamma_{K^0}^v.$$

Результаты вычислений коэффициентов a_K и β_K приведены в таблице.

Таблица

Тип диаграмм	$a_{K^\pm}(10^{-8} \text{ Фм}^3)$	$\beta_{K^\pm}(10^{-8} \text{ Фм}^3)$	$a_{K^0}(10^{-8} \text{ Фм}^3)$	$\beta_{K^0}(10^{-8} \text{ Фм}^3)$
	-0,284	0,284	-0,564	0,564
	2,54	-2,54	2,54	-2,54
	0	1,18	0	2,56
Суммарные значения	2,26	-1,08	1,98	0,58

ЛИТЕРАТУРА

1. Ефимов Г.В., Иванов М.А. ЭЧАЯ, 1981, 12, с. 1220.
2. Терентьев М.В. ЯФ, 1974, т. 19, вып.6, с. 1298.
3. Volkov M.K., Pervishin V.N. Phys.Lett., 1975, v. 58, p. 177.
4. Волков М.К., Первушин В.Н. Существенно нелинейные квантовые теории... Атомиздат, М., 1978.
5. Петрунькин В.А. ЭЧАЯ, 1981, 12, вып.3, с. 692.
6. Backenstoss G. et al. Phys.Lett., B, 1973, v. 43, p. 431.
7. Efimov G.V., Okhlopko V.A. JINR, E2-11568, Dubna, 1978.
8. Динейхан М., Ефимов Г.В., Иванов М.А. ОИЯИ, P2-80-604, Дубна, 1981.

Рукопись поступила в издательский отдел
22 августа 1983 года.

Динейхан М., Ефимов Г.В., Охлопкова В.А.
О поляризуемости К-мезонов

P2-83-601

В рамках нелокальной модели кварков исследуется поляризуемость К-мезонов. Вычисляется амплитуда процесса $\gamma\gamma \rightarrow K\bar{K}$ и из анализа находятся численные значения коэффициентов электрической a_K и магнитной β_K поляризуемости К-мезонов

$$a_{K^\pm} = 2,26 \cdot 10^{-8} \text{ Фм}^3, \quad \beta_{K^\pm} = -1,08 \cdot 10^{-8} \text{ Фм}^3,$$

$$a_{K^0} = 1,98 \cdot 10^{-8} \text{ Фм}^3, \quad \beta_{K^0} = 0,58 \cdot 10^{-8} \text{ Фм}^3.$$

Работа выполнена в Лаборатории теоретической физики ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1983

Dinejkhon M., Efimov G.V., Okhlopko V.A.
On Kaon Polarizability

P2-83-601

The amplitude for the process $\gamma\gamma \rightarrow K\bar{K}$ is calculated in the nonlocal quark model. Numerical values for coefficients of electrical a_K and magnetic β_K kaon polarizabilities are found to be

$$a_{K^\pm} = 2.26 \cdot 10^{-8} \text{ Fm}^3, \quad \beta_{K^\pm} = -1.08 \cdot 10^{-8} \text{ Fm}^3,$$

$$a_{K^0} = 1.98 \cdot 10^{-8} \text{ Fm}^3, \quad \beta_{K^0} = 0.58 \cdot 10^{-8} \text{ Fm}^3.$$

The investigation has been performed at the Laboratory of Theoretical Physics, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1983

Перевод О.С.Виноградовой.