

## ОБ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ В МОДЕЛИ КВАРКОВ

А.М.Балдин

В основе применений  $SU(6)$ -симметрии к электромагнитным взаимодействиям, как известно, лежит естественное предположение, что электромагнитный ток преобразуется по представлению 35. Однако если воспользоваться модельными представлениями о кварковой структуре частиц, то оператору тока можно придать более конкретный вид. В настоящей работе получены и обсуждаются несколько соотношений, не вытекающих из  $SU(6)$ -симметрии, но имеющих достаточно общий характер.

Уже в первых работах по  $SU(6)$ -симметрии [1] был написан лагранжиан взаимодействия мезонов с кварками. В дальнейшем нас будет интересовать только его часть, обусловленная псевдоскалярными мезонами

$$\frac{g}{\mu} i (\sigma \nabla)_B^A \left[ F_A^B - \frac{1}{3} \delta_A^B F_C^C \right] P_B^A \quad \begin{array}{l} (a, b = 1, 2) \\ (AB = 1, 2, 3) \end{array} \quad (I)$$

Здесь  $g$  - константа связи,  $F_\lambda$  - генераторы  $SU(3)$ - группы,  $\sigma$ -матрицы Паули,  $P_\lambda$  - волновые функции мезонного поля,  $\mu$  - масса мезонов (о величине  $\mu$  - см. ниже).

В таком подходе мезоны рассматриваются как внешние поля. Формула (I) является статическим пределом, что соответствует

большой массе кварков. Константу связи  $g$  можно найти, усредняя (I) по волновым функциям барионов.

Если принять  $\mu$  равной массе  $\pi$ - мезона, то для  $g$  получается величина:

$$\frac{g^2}{4\pi} = \frac{g}{25} \frac{f^2}{4\pi} \approx 0,03^{\prime\prime},$$

где  $f$  - константа  $NN\pi$ - взаимодействия.

Примерно та же величина константы связи получается из рассмотрения ширины распада  $\rho \rightarrow \pi + \pi$ . Введем электромагнитное взаимодействие, исходя из требования градиентной инвариантности:  $\nabla \rightarrow \nabla - i\hat{e}A$ , где  $\hat{e}$  - оператор электрического заряда мезона. Из (I) получается прямое или катастрофическое взаимодействие:

$$\frac{g}{\mu} (\sigma A) [F_A^B - \frac{1}{3} \delta_A^B F_C^C] \hat{e} P_B^A = \hat{\mathcal{D}}. \quad (2)$$

Как и в случае теоремы Кролля-Рудермана, это взаимодействие должно играть основную роль в процессах с медленными мезонами, т.е. в процессах фоторождения мезонов в околопороговой области, процессах радиационных распадов резонансов и т.п. Причем из (2) вытекают не только соотношения между вероятностями процессов, но и абсолютные величины этих вероятностей.

Сечение фоторождения мезонов в системе центра масс (в нашей модели) имеет вид:

$$\frac{d\sigma}{d\Omega} = \frac{g}{k} \frac{E_1 E_2}{W^2} |\langle \mathcal{D} \rangle|^2 = \alpha \frac{\gamma}{k} \quad (\alpha \approx const) \quad (3)$$

Здесь  $g$  и  $k$  - трехмерные импульсы соответственно мезона и фотона,  $E_1$  и  $E_2$  - полные энергии бариона до и после столкновения,  $W = k + E_1$  - полная энергия;  $\langle \mathcal{D} \rangle$  находятся с помощью известных, полностью симметричных функций (56)-плета барионов.

Результаты расчетов  $\alpha$  сведены в таблицу вместе с экспериментальными данными [2-4].

Реакции  $\gamma + \rho$

	1	2	3	4	5	6	7
Конечное состояние	$\mathcal{K}n$	$\Delta^{++}\mathcal{K}^-$	$\Delta^0\mathcal{K}^+$ $\mathcal{K}^- + \rho$	$\Delta^+\mathcal{K}^0$	$\Lambda K^+$	$\Sigma^0 K^+$	$\Sigma^{*+} K^+$
$\alpha_{\text{теор}} \cdot 10^{30}, \text{см}^2$	17	14	$\frac{1}{9}$ 14	0	0,5	$\frac{1}{27}$ 0,5	0
$\alpha_{\text{эксп}} \cdot 10^{30}, \text{см}^2$	$15,0 \pm 0,5$	$16 \pm 1$	$\leq 2$	-	$0,5 \pm 0,05$	$\leq 0,1$	-

Реакции  $\gamma + n$

	8	9	10
Конечное состояние	$\mathcal{K}^- + \rho$	$\Sigma^- K^+$	$\Sigma^{*-} K^+$
$\alpha_{\text{теор}} \cdot 10^{-30}, \text{см}^2$	17	0,03	0,26
$\alpha_{\text{эксп}} \cdot 10^{-30}, \text{см}^2$	$20 \pm 1$	-	-

Для  $K$ - мезонов в формуле (2)  $\mu$  было положено равным массе  $K$ - мезона, а для  $\mathcal{K}$ - мезонов  $\mu$  равно массе  $\mathcal{K}$ - мезона.

Пороговые сечения фоторождения  $\mathcal{K}^0$  и  $K^0$  в такой модели равны нулю. Единственное, измеренное из этих сечений,  $\gamma + \rho \rightarrow \rho + \mathcal{K}^0$  примерно в 50 раз меньше  $\gamma + \rho \rightarrow \mathcal{K}^+ + n$ .

Как видно из таблицы, согласие с экспериментом значительно лучше, чем можно было бы ожидать. В частности, модель объясняет наблюдавшееся в эксперименте [4] резкое различие угловых распределений в реакциях  $\gamma + \rho \rightarrow \Sigma^0 + K^+$  и  $\gamma + \rho \rightarrow \Lambda + K^+$  и большую величину отношения сечений  $\gamma + \rho \rightarrow \Delta^{++} + \mathcal{K}^-$  и  $\gamma + \rho \rightarrow \Delta^0 + \mathcal{K}^+$ . Значительный интерес представляет подробная экспериментальная проверка соотношения между квадратами матричных элементов реакций фоторождения  $K$ - мезонов:

$$|\mathcal{D}_5|^2 : |\mathcal{D}_6|^2 : |\mathcal{D}_9|^2 : |\mathcal{D}_{10}|^2 = \frac{3}{2} : \frac{1}{18} : \frac{1}{9} : \frac{8}{9} \quad (4)$$

Это соотношение не зависит ни от  $f$ , ни от  $\mu$ .

Мы провели аналогичные расчеты для отношения вероятностей распадов векторных частиц  $\frac{[W(V \rightarrow \rho + \rho + \gamma)]}{[W(V \rightarrow \rho + \rho)]}$ , эти отношения не зависят от  $g/\mu$ , однако экспериментальных данных по распадам  $V \rightarrow \rho + \rho + \gamma$  пока нет. Приведенные соотношения таким образом служат проверкой

модели и пока хорошо согласуются с экспериментом. Интересно отметить, что предсказания модели противоречат предсказаниям наивной дипольной модели фоторождения мезонов (см. таблицу и формулу (4)).

Автор благодарен С.Б.Герасимову, А.Б.Говоркову и А.А.Комару за полезные дискуссии.

Объединенный институт  
ядерных исследований

Поступило в редакцию  
16 февраля 1966 г.

#### Литература

- [1] В. Sakito. Phys.Rev., 136B, 1756, 1964; F.Gursey, A.Pais, L.A. Radicati. Phys.Rev.Lett., 13, 107, 1964.
- [2] М.И.Адамович, В.Г.Ларионова, А.И.Лебедев, С.П.Харламов, Ф.Р.Ягудина. Ядерная физика, 2, 135, 1965.
- [3] J.V.Allaby, H.L.Lynch, D.M.Ritson. Preprint Stanford University NEPL-408, 1965.
- [4] R.L.Anderson, E.Gabathuler, D.Jones, B.D.Mc Daniel, A.J.Sadoff. Phys.Rev.Lett., 2, 131, 1962.
- [5] С.Б.Герасимов. Препринт ОИЯИ, P-2439.

---

1) Таким образом константа связи  $g$  достаточно мала, чтобы в модели кварков это взаимодействие можно было рассматривать по теории возмущений.