

объединенный
институт
ядерных
исследований
дубна

+

P2-81-840

М.Динейхан, Г.В.Ефимов

К ВОПРОСУ О КВАРКОВОМ СОДЕРЖАНИИ
 $\delta(980)$ -МЕЗОНА

Направлено в "Письма в ЖЭТФ"

1981

Нонет скалярных мезонов $S(J^P = 0^+)$ является одной из горячих точек адронной спектроскопии. В последнее время на основе модели кварковых мешков скалярные мезоны $S(J^P = 0^+)$ с массами в области 1 МэВ рассматривались как четырехкварковые системы^{/1/}. Авторы работы^{/2/} утверждают, что сильная связь $\delta/980/$ -мезона с $KK, \pi\eta$ каналами свидетельствует в пользу четырехкварковой структуры этой частицы, поскольку полная ширина распада δ -мезона, как считают авторы^{/2/}, не $\Gamma_\delta = 52 + 8/$ МэВ^{/3/}, а $\Gamma_\delta = 280$ МэВ. Однако до сих пор окончательный вывод еще не сделан.

Одной из проверок - какая структура δ -мезона: двух- или четырехкварковая - более предпочтительна, является рассмотрение распада

$$\eta' \rightarrow \eta\pi\pi, \quad /1/$$

поскольку η' -мезон может распадаться через канал с δ -резонансом, т.е. $\eta' \rightarrow \pi\delta \rightarrow \eta\pi\pi$. Ширина распада /1/ экспериментально^{/3/} установлена более или менее точно:

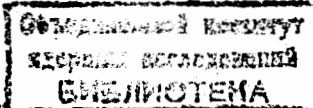
$$\Gamma_{\text{экс.}}(\eta' \rightarrow \eta\pi\pi) = 184 \pm 65/ \text{кэВ}. \quad /2/$$

Поэтому рассмотрение распада /1/ с точки зрения двух- и четырехкваркового содержания δ -мезона представляет большой интерес.

В данной работе мы рассматриваем распад $\eta' \rightarrow \eta\pi\pi$ в рамках нелокальной модели кварков /НМК/^{/4/}, представляющей собой самосогласованную релятивистскую схему квантовополевого мешка. В этой модели при наличии всего лишь двух параметров, характеризующих кварковое поле, удалось описать^{/4/} широкий круг распадов адронов.

1. Рассмотрим предположение, когда $\delta/980/$ -мезон является двухкварковой системой. Данный распад должен быть рассмотрен с учетом киральной инвариантности, поскольку в процессе участвуют четыре адрона. В НМК киральная инвариантность была введена при помощи гипотетических σ -частиц^{/5/}, и в ее рамках описаны длины волн $\pi\pi$ - и $K\pi$ -рассеяния и параметры наклона в распаде $K \rightarrow 3\pi$. Диаграммы распада $\eta' \rightarrow \eta\pi\pi$ в этом случае изображены на рис. 1.

В силу киральной инвариантности^{/5/} диаграммы /а/ и /б/ на рис.1 взаимно сокращаются и инвариантная амплитуда определяется только диаграммой /в/ на рис.1. Она имеет вид:



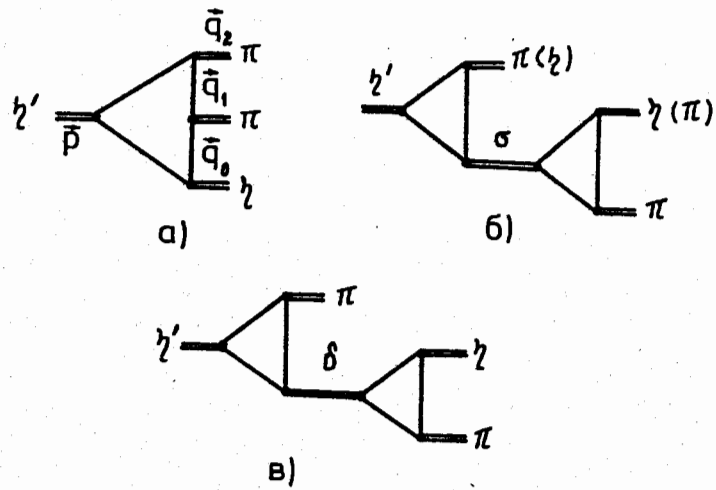


Рис. 1.

$$M_{inv}(\eta' \rightarrow \eta\pi\pi) = g_{\eta'\pi\delta} \frac{1}{m_\delta^2 - (q_0 + q_2)^2} g_{\eta\delta\pi} + (q_2 \rightarrow q_1). \quad /3/$$

Здесь $g_{\eta'\pi\delta}$, $g_{\eta\pi\delta}$ - структурные факторы соответствующих кварковых блоков, вычисляются в НМК стандартным образом и записываются в следующем виде:

$$g_{\eta'\pi\delta} = g_0 \cos(\theta_I - \theta_\eta),$$

$$g_{\eta\pi\delta} = g_0 \sin(\theta_I - \theta_\eta),$$

где

$$g_0 = \frac{\sqrt{2}}{3} h_p \sqrt{h_\delta} \cdot 256 \cdot \frac{\pi}{L} \cdot V_5(\xi),$$

$\sin \theta_I = \frac{1}{\sqrt{3}}$, θ_I - угол идеального смешивания, $\theta_\eta = -18^\circ$ - угол смешивания η , η' - мезонов. $h_p = 0,13$, $h_\delta = 0,12$ - эффективные константы псевдоскалярных и скалярных мезонов соответственно.

$V_5(\xi)$ - инвариантный интеграл, вычисляется стандартным образом ^{/5/}, $V_5(1,4) = 0,45$.

2. В работе ^{/7/} построена диаграмма Далитца распада $\eta' \rightarrow \eta\pi\pi$ в переменных

$$x = \frac{T_+ - T_-}{Q} \cdot \left(\frac{m_{\eta'} + 2m_\pi}{m_\eta} \right)^{1/2}, \quad y = \frac{T_\eta}{Q} \cdot \frac{m_{\eta'} + 2m_\pi}{m_\pi} - 1,$$

Экспериментальные данные не указывают на существование какого-либо резонансного состояния. В нашем случае инвариантный мат-

ричный элемент определяется формулой /3/, и далитцевское распределение имеет вид

$$\frac{\partial \Gamma(\eta' \rightarrow \eta\pi\pi)}{\partial x \partial y} = \text{const} \left[\frac{1 - 0,053y}{(1 - 0,053y)^2 - 0,06x^2} \right]^2.$$

Легко видеть, что в области изменения параметров $0 \leq x \leq 1$ и $-1 \leq y \leq 1,1$ отклонение от равномерного распределения незначительно.

3. Диаграмма распада $\eta' \rightarrow \eta\pi\pi$, в случае, когда $\delta/980/$ -мезон является четырехкварковой системой, изображена на рис.2.

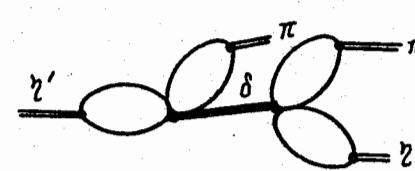


Рис. 2.

Соответствующие структурные факторы $g_{\eta'\pi\delta}$, $g_{\eta\pi\delta}$ вычислены в работе ^{/8/}. Их численные значения приведены в таблице.

Ширина распада $\eta' \rightarrow \eta\pi\pi$ вычисляется по формуле:

$$\Gamma(\eta' \rightarrow \eta\pi\pi) = g_{\delta\eta\pi}^2 g_{\eta\pi\delta}^2 \times \times /2, 1 \cdot 10^{-5} \text{ ГэВ}^{-3} / \quad /4/$$

Полученные результаты приведены в таблице.

Таблица

| | | НМК | | Ачасов ^{/2/} | Врамон ^{/8/} | эксп. ^{/9/} |
|------------------------|---------------------|----------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------|----------------------|
| | | (q \bar{q}) | (q $^2\bar{q}^2$) | | | |
| $g_{\eta'\pi\delta}^2$ | /ГэВ ² / | 2,19 | 12,9 | 11,14 | 2,14 \pm 0,33 | |
| $g_{\eta\pi\delta}^2$ | /ГэВ ² / | 3,84 | 22,6 | 22,28 | 3,9 \pm 0,6 | |
| Γ | /кэВ/ | 176 | 6,1 \cdot 10 ³ | 5,2 \cdot 10 ³ | 176 \pm 42 | 184 \pm 65 |

4. В таблице также приведены результаты работы ^{/8/}, в которой $g_{\eta'\pi\delta}$, $g_{\eta\pi\delta}$ - структурные константы определены феноменологическим образом. В работе ^{/2/}, свидетельствующей в пользу четырехкварковой структуры δ -мезона, структурные константы определены следующим образом:

$$g_{\delta\eta\pi} = g_{\delta k k} / \sqrt{3} \quad \text{и} \quad g_{\delta\pi\eta} = -\sqrt{\frac{2}{3}} \cdot g_{\delta k k}, \quad \text{где} \quad \frac{g_{\delta k k}^2}{4\pi} = 2,66 \text{ ГэВ}^2.$$

Величины ширины распада $\eta' \rightarrow \eta\pi\pi$ с этими значениями константы также приведены в таблице во втором столбце. Из таблицы видно,

что, если экспериментальные данные для ширины распада $\eta' \rightarrow \eta\pi\pi$ верны, то $\delta/980$ -мезон, несомненно, является двухкварковой системой.

Авторы выражают благодарность М.А.Иванову, С.Б.Герасимову, А.Б.Говоркову за полезные обсуждения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Jaffe R.J. Phys.Rev., 1977, D15, p. 267.
2. Ачасов Н.Н. и др. ЯФ, 1980, 32, с. 1098; Phys.Lett.,1980, 96B, p. 168.
3. Review of particle properties. CERN, 1980.
4. Ефимов Г.В., Иванов М.А. ЭЧАЯ, 1981, 12, с. 1220; Ефимов Г.В. и др. Письма в ЖЭТФ, 1981, 34, с. 230; Динейхан М. и др. Письма в ЖЭТФ, 1981, 33, с. 66.
5. Динейхан М., Ефимов Г.В., Иванов М.А. ОИЯИ, P2-81-604, Дубна, 1981.
6. Динейхан М., Ефимов Г.В., Иванов М.А. ОИЯИ, P2-81-131, Дубна, 1981.
7. London G.N. et al. Phys.Rev., 1966, 143, p. 1034.
8. Bramon A., Masse E. Phys.Lett., 1980, 93B, p. 65. Preprint VAB-FT-79, 1981, Barcelona.

Рукопись поступила в издательский отдел
28 декабря 1981 года.