

О ДВУХФОТОННОЙ ШИРИНЕ δ -МЕЗОНА

Е.П.Шабалин

Показано, что естественное значение радиационной ширины δ -мезона есть $\Gamma_{\delta\gamma\gamma} \approx 1$ кэВ. Указана причина, по которой опубликованный экспериментальный результат для $\Gamma_{\delta\gamma\gamma}$ представляется сильно заниженным.

Предварительный результат определения двухфотонной ширины распада скалярного резонанса δ (980) из данных о реакции $e^+e^- \rightarrow e^+e^-\eta\pi^0$ есть ¹:

$$\Gamma_{\delta\gamma\gamma} BR(\delta \rightarrow \eta\pi^0) = 0,100 \pm 0,025 \pm 0,100 \text{ кэВ.} \quad (1)$$

Поскольку в литературе фигурируют оценки, согласно которым $\Gamma_{\delta\gamma\gamma} \approx 5$ кэВ ^{2,3}, если δ -мезон является связанной системой $\bar{q}q$ и $\Gamma_{\delta\gamma\gamma} \approx 0,27$ кэВ ³, если δ -мезону отвечает конфигурация \bar{q}^2q^2 , результат (1) дал повод трактовать δ -резонанс как 4-кварковую систему ⁴. Такой вывод представляется не вполне обоснованным по причинам, излагаемым ниже. Прежде всего заметим, что количественный расчет для схемы $\bar{q}q$ с использованием эффективного кирального лагранжиана в действительности дает ⁵

$$\Gamma_{\delta\gamma\gamma}(m_\delta) = \frac{m_\delta}{\pi} \left(\frac{\alpha m_\delta}{12\pi F_\pi} \right)^2 \approx 1,3 \text{ кэВ.} \quad (2)$$

Что касается оценки $\Gamma_{\delta\gamma\gamma} \approx 0,27$ кэВ в \bar{q}^2q^2 -схеме, то она получена без вычисления каких-либо конкретных диаграмм и может быть легко увеличена до значения 1 - 2 кэВ. В этом можно убедиться, оценивая $\Gamma_{\delta\gamma\gamma}$, например, с помощью диаграмм, изображенных на рис. 1. Тогда в приближении $m_\delta = 2m_K$

$$\Gamma_{\delta\gamma\gamma}^{(K\bar{K})} = \frac{\alpha^2 (\pi^2/4 - 1)^2}{16\pi^2 m_\delta} \frac{g_{\delta K\bar{K}}^2}{4\pi} \quad (3)$$

и принимая используемые в \bar{q}^2q^2 -схеме значения $g_{\delta K\bar{K}}^2/4\pi = 2,3 \text{ ГэВ}^2$ или 3 ГэВ^2 ⁶, получаем $\Gamma_{\delta\gamma\gamma}^{(K\bar{K})} = 1,7$ кэВ или $2,2$ кэВ соответственно.

В схеме $\bar{q}q$ диаграммы рис. 1 приводят к $\Gamma_{\delta\gamma\gamma}^{(K\bar{K})} = 0,61$ кэВ, поскольку киральная теория предсказывает $g_{\delta K\bar{K}}^2/(4\pi) = 0,82 \text{ ГэВ}^2$ ^{6,7}.

Разумеется, вычисление петлевой диаграммы с каким-то одним промежуточным физическим состоянием не позволяет точно установить величину амплитуды, а лишь указывает масштаб ее естественных значений. Для схемы $\bar{q}^2 q^2$ этот масштаб совпадает с масштабом схемы $\bar{q}q$, так что результат (1) представляется слишком малым.

Заметим, однако, что при извлечении этого результата из данных о реакции $e^+e^- \rightarrow e^+e^-\eta\pi^0$ использовалось предположение об узости δ -резонанса: $\Gamma_\delta = 54$ МэВ⁹. Между тем, и в схеме $\bar{q}q$, и в схеме $\bar{q}^2 q^2$ естественное значение Γ_δ примерно в шесть раз больше⁶⁻⁸, что, как оказывается (см. ^{6-8, 10}), не противоречит наблюдению узкого пика в реакции $K^-p \rightarrow \Sigma^+(1385)\eta\pi^-$.

При обработке данных эксперимента¹ по формулам, отвечающим широкому δ -резонансу в виде (см. ^{7, 8, 10}):

$$\sigma_{\gamma\gamma \rightarrow \eta\pi}(W) = 8\pi \Gamma_{\delta\gamma\gamma}(W) \Gamma_{\delta\eta\pi}(W) |W^2 - m_\delta^2 + i m_\delta \Gamma_\delta(W)|^{-2}, \quad (3)$$

где

$$\Gamma_\delta \cong \Gamma_{\delta\eta\pi^0} + \Gamma_{\delta K\bar{K}}$$

и

$$\Gamma_{\delta\eta\pi^0}(W) = \frac{g_{\delta\eta\pi^0}^2}{16\pi W} \left[1 - \frac{2(m_\eta^2 + m_\pi^2)}{W^2} + \frac{(m_\eta^2 - m_\pi^2)^2}{W^4} \right]^{1/2},$$

$$\Gamma_{\delta\gamma\gamma}(W) = (W/m_\delta)^3 \Gamma_{\delta\gamma\gamma}(W),$$

$$\Gamma_{\delta K\bar{K}}(W) = \frac{g_{\delta K\bar{K}}^2}{16\pi W} \begin{cases} \sqrt{1 - 4m_K^2/W^2}, & W \geq 2m_K \\ i\sqrt{4m_K^2/W^2 - 1} \left(1 - \frac{2}{\pi} \arctg \sqrt{4m_K^2/W^2 - 1}\right), & W \leq 2m_K. \end{cases} \quad (4)$$

получается существенно большее значение $\Gamma_{\delta\gamma\gamma}$. Это видно из рассмотрения графика рис. 2, где приведены данные работы¹ и теоретическая кривая, отвечающая вкладу δ - и A_2 -резонансов. Вклад δ -резонанса рассчитывался по формулам (3) – (4) с константами $g_{\delta\eta\pi^0} = -4,8$ ГэВ и $-g_{\delta K^0 \bar{K}^0} = g_{\delta K^+ K^-} = -3,2$ ГэВ⁷ и $\Gamma_{\delta\gamma\gamma} = 0,5$ кэВ. Вклад A_2 -резонанса описывался формулой для узкого резонанса с параметрами из работы⁹ и $\Gamma_{A_2\gamma\gamma} = 0,6$ кэВ. Использование для $\Gamma_{A_2\gamma\gamma}$ несколько меньшего значения, чем мировое среднее, объясняется необходимостью отнесения части событий из области A_2 -резонанса к событиям, относящимся к правому крылу широкого δ -резонанса.

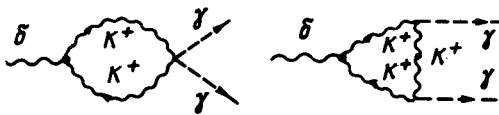


Рис. 1

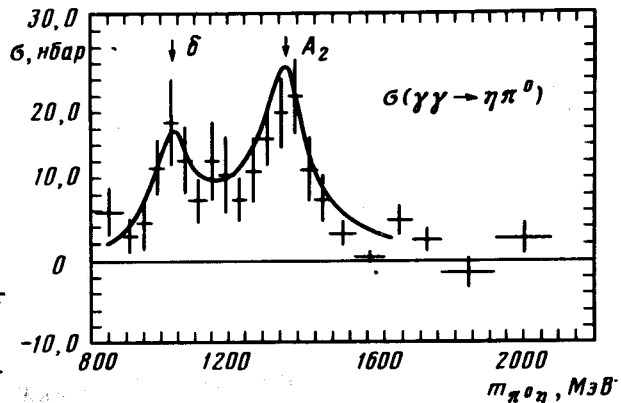


Рис. 2

Рис. 2 показывает, что значение $\Gamma_{\delta\gamma\gamma}(m_\delta)$ может быть приблизительно в пять раз больше значения, полученного в работе¹, а с учетом того, что в области δ -резонанса систематическая ошибка в определении ширины оценивается в 100%, не исключена возможность еще большей фотонной ширины, вплоть до значения $\Gamma_{\delta\gamma\gamma} \approx 1$ кэВ, предсказываемого $\bar{q}q$ -схемой. Уточне-

ние данных и обработка их с использованием формул (3) – (4), позволит сделать более определенные выводы об истинной двухфотонной ширине δ -мезона.

Автор благодарит Л.Б.Окуня, А.Э.Асратяна и М.А.Кубанцева за полезные обсуждения.

Литература

1. *Wacker K.* Report on XXII International Conference on High Energy Physics, Leipzig, 1984.
2. *Budnev V.M., Kaloshin A.E.* Phys. Lett., 1979, 86B, 351.
3. *Achasov N.N., Devyanin S.A., Shestakov G.N.* Z. Phys., 1982, с. C16, p. 55.
4. *Zaitsev A.M.* Report on XXII International Conference on High Energy Physics, Leipzig, 1984.
5. *Волков М.К., Креопалов Д.В.* ЯФ, 1983, 37, 1297.
6. *Шабалин Е.П.* ЯФ, 1984, 40, 262.
7. *Shabalin E.P.* Preprint ИГЕР-128, 1984.
8. *Ачасов Н.Н., Девянин С.А., Шестаков Г.Н.* УФН, 1984, 142, 361; препринт института математики (Новосибирск) ТФ-121, 1981.
9. Particle Data Group. Rev. Mod. Phys., 1984, v. 56, № 2, Part II.
10. *Flatte S.M.* Phys. Lett., 1976, B63, 224.

Институт теоретической и
экспериментальной физики

Поступила в редакцию
23 мая 1985 г.