

## РАСПАД $\eta$ -МЕЗОНА НА $\gamma\mu^+\mu^-$ В МОДЕЛИ ВЕКТОРНОЙ ДОМИНАНТНОСТИ

В.М.Буднев, В.А.Карнаков

Получено значение  $B(\eta \rightarrow \gamma\mu^+\mu^-)$  равное  $3,08 \cdot 10^{-4} + 3,13 \cdot 10^{-4}$  в зависимости от относительного вклада векторных мезонов.

Недавно было сообщено о наблюдении распада  $\eta \rightarrow \gamma\mu^+\mu^-$  [1]. Ниже мы оценим вероятность этого распада и распределение по эффективной массе  $\mu^+\mu^-$ -пары в модели векторной доминантности (МВД). Дальнейшие измерения позволят проверить эту модель и уточнить кварковый состав  $\eta$ -мезона. Если эксперимент и предсказания МВД не обнаружат согласия, то это будет свидетельствовать о новых физических эффектах.

Вероятность распада  $\eta \rightarrow \gamma\mu^+\mu^-$  равна [2]

$$\frac{d\Gamma}{ds} = \frac{2\alpha}{3\pi} \Gamma_{\gamma\gamma} \frac{1}{s} \left(1 - \frac{s}{m_\eta^2}\right)^3 \left(1 + \frac{2\mu^2}{s}\right) \sqrt{1 - \frac{4\mu^2}{s}} |F(s)|^2. \quad (1)$$

Здесь  $\Gamma_{\gamma\gamma}$  - ширина распада  $\eta \rightarrow \gamma\gamma$ .  $\mu$  - масса  $\mu$ -мезона. Формфактор  $F(s)$  описывает сильное взаимодействие при сходе фотона с массовой поверхности, который удовлетворяет условию нормировки  $F(0) = 1$ . В стандартной модели векторной доминантности (см. например [3]):

$$F(s) = \frac{1}{g_{\eta\gamma\gamma}} \left( \frac{g_{\rho\eta\gamma}}{g_{\rho\gamma}} \frac{m_\rho^2}{m_\rho^2 - s - i\Gamma_\rho m_\rho} + \frac{g_{\omega\eta\gamma}}{g_{\omega\gamma}} \frac{m_\omega^2}{m_\omega^2 - s - i\Gamma_\omega m_\omega} + \frac{g_{\phi\eta\gamma}}{g_{\phi\gamma}} \frac{m_\phi^2}{m_\phi^2 - s - i\Gamma_\phi m_\phi} \right), \quad (2)$$

где

$$g_{\eta\gamma\gamma} = \frac{g_{\rho\eta\gamma}}{g_{\rho\gamma}} + \frac{g_{\omega\eta\gamma}}{g_{\omega\gamma}} + \frac{g_{\phi\eta\gamma}}{g_{\phi\gamma}}. \quad (3)$$

Константы  $g_{\nu\eta\gamma}$  и  $g_{\nu\gamma}$  можно определить из экспериментальных результатов по ширинам распадов  $\Gamma(\nu \rightarrow p + \gamma) = \frac{1}{3} \alpha g_{\nu p\gamma}^2 |\mathbf{k}|^3$  и  $\Gamma(\nu \rightarrow e^+ + e^-) = \frac{1}{3} \alpha^2 (g_{\nu\gamma}^2 / 4\pi)^{-1} m_\nu$  соответственно.

Так как эти ширины [4] известны с большими ошибками, разумнее, используя условие нормировки, записать  $F(s)$  в виде

$$F(s) = \frac{1-x}{1+y} \left( \frac{m_p^2}{m_p^2 - s - i\Gamma_p m_p} + y \frac{m_\omega^2}{m_\omega^2 - s - i\Gamma_\omega m_\omega} \right) + x \frac{m_\phi^2}{m_\phi^2 - s - i\Gamma_\phi m_\phi} \quad (4)$$

и определить значения параметров "x" и "y", следуемые из эксперимента либо из теоретических оценок. Для нас наиболее важным является тот факт, что параметр "x" — отрицателен. Знак "x" следует как из кварковых моделей [5], в которых <sup>1)</sup>

$$\begin{aligned} g_{\rho\eta\gamma} &= \frac{1}{3} g_{\omega\eta\gamma} = \frac{2\mu_p}{\sqrt{3}} (\cos\theta_p - \sqrt{2}\sin\theta_p), \\ g_{\phi\eta\gamma} &= \frac{4\mu_p}{3\sqrt{3}} (\sqrt{2}\cos\theta_p + \sin\theta_p), \end{aligned} \quad (5)$$

$$1/g_{\rho\gamma} : 1/g_{\omega\gamma} : 1/g_{\phi\gamma} = 1 : \frac{1}{3} : -\frac{\sqrt{2}}{3}$$

так и из соотношения (3), в котором он диктуется требованием лучшего согласия с экспериментально измеренной константой  $g_{\eta\gamma\gamma}$ . Если же в (3) для  $g_{\phi\eta\gamma}/g_{\phi\gamma}$  выбрать знак плюс, то невозможно добиться удовлетворительного согласия с шириной  $\Gamma_{\gamma\gamma}$  [4] даже с учетом ошибок эксперимента.

Параметр  $y = g_{\omega\eta\gamma}g_{\rho\gamma}/g_{\rho\eta\gamma}g_{\omega\gamma}$  экспериментально известен с плохой точностью, но поскольку величина  $B(\eta \rightarrow \gamma\mu^+\mu^-) = \Gamma(\eta \rightarrow \gamma\mu^+\mu^-)/\Gamma_{tot}$  практически не зависит от этого параметра, мы используем для него теоретическое значение  $y = 1/9$ . В таблице приведены результаты расчетов  $R(\eta \rightarrow \gamma\mu^+\mu^-) = \Gamma(\eta \rightarrow \gamma\mu^+\mu^-)/\Gamma_{\gamma\gamma}$  и  $B(\eta \rightarrow \gamma\mu^+\mu^-)$ . В первых двух колонках значения "x" взяты из (5), в третьей колонке экспериментальное значение, с учетом знака "x".

x	-0,29 ( $\theta_p = -10^\circ$ )	-0,202 ( $\theta_p = -23^\circ$ )	-0,258
$R(\eta \rightarrow \gamma\mu^+\mu^-)$	$8,24 \cdot 10^{-4}$	$8,1 \cdot 10^{-4}$	$8,18 \cdot 10^{-4}$
$B(\eta \rightarrow \gamma\mu^+\mu^-)$	$3,13 \cdot 10^{-4}$	$3,08 \cdot 10^{-4}$	$3,11 \cdot 10^{-4}$

Для улучшения точности результата мы учитывали поправку конечной ширины для вклада  $\rho$ -мезона [6]. Оказалось что разница в  $R(\eta \rightarrow \gamma\mu^+\mu^-)$  с учетом и без учета поправки конечной ширины состав-

<sup>1)</sup> Мы выбираем  $\phi = s\bar{s}$ , При выборе  $\phi = -s\bar{s}$  знак "x" не меняется.

ляет 1,2% от величины  $R$ . Относительная точность расчета  $R(\eta \rightarrow \gamma \mu^+ \mu^-)$  не хуже 1,5%, что связано с неточностью в определении как  $\Gamma_\rho$ ,  $m_\rho$  так и формы возбуждения  $\rho$ -мезона.

Точность  $B(\eta \rightarrow \gamma \mu^+ \mu^-)$  ухудшается из-за ошибок в величине  $B(\eta \rightarrow \gamma \gamma) = (0,38 \pm 0,01) \cdot 10^{-2}$ , так как  $B(\eta \rightarrow \gamma \mu^+ \mu^-) = R(\eta \rightarrow \gamma \mu^+ \mu^-) B(\eta \rightarrow \gamma \gamma)$ .

В первоначальном эксперименте было получено  $B(\eta \rightarrow \gamma \mu^+ \mu^-) = 1,5 \cdot 10^{-4}$  с 50% систематической ошибкой. Вторая серия измерений [7] привела к большему значению  $B(\eta \rightarrow \gamma \mu^+ \mu^-) = 2,42 \cdot 10^{-4}$  с 25%-й систематической ошибкой. Из-за больших ошибок сейчас еще рано делать вывод о согласии МВД с экспериментом. Вероятно, что более удобно сравнивать не величину  $B(\eta \rightarrow \gamma \mu^+ \mu^-)$ , а дифференциальное распределение  $d\Gamma/ds$ , график которого приведен на рисунке.

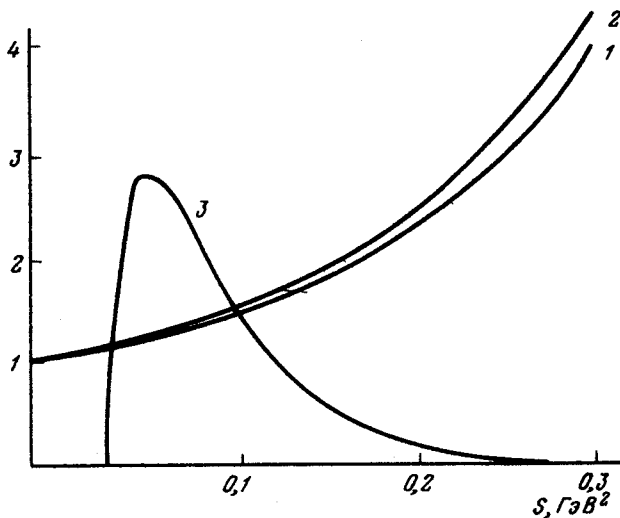


График зависимости формфактора  $F(s)$  (4) и дифференциальной вероятности  $\frac{d\Gamma}{ds}$  (1) от инвариантной массы образующейся  $\mu^+ \mu^-$ -пары: кривая 1 —  $F(s)$  при  $x = -0,2$ , кривая 2 —  $F(s)$  при  $x = -0,3$ , кривая 3 —  $\frac{d\Gamma}{ds} \cdot 10^9 \left( \frac{1}{\Gamma_{\text{эВ}}} \right)$  при  $x = -0,3$

В заключение мы выражаем благодарность М.В.Грицуку, А.М.Зайцеву, Л.Г.Ландсбергу за обсуждение.

Институт математики  
Академии наук СССР  
Сибирское отделение

Поступила в редакцию  
20 февраля 1979 г.

### Литература

- [1] Ю.Б. Бушнин и др. ЯФ, 28, 1507, 1978.
- [2] N.M. Kroll, W.Wada. Phys. Rev., 98, 1355, 1955.
- [3] Р.Фейнман. Взаимодействие фотонов с адронами. М., изд. Мир, 1975.

- [4] Particle Data Group Phys Lett., B75, 1978.
- [5] Нгуен Ван Хьеу. Лекции по теории унитарной симметрии элементарных частиц. М., Атомиздат, 1967.
- [6] G.Gounaris, J.Sakurai. Phys. Rev. Lett., 8, 79, 1962.
- [7] Л.Г.Ландсберг. Доклад на научной сессии ОЯФ АН СССР, 16 – 20 января 1979 г.
-