

## МАССОВЫЕ СООТНОШЕНИЯ ДЛЯ ЧЛЕНОВ $U(4)$ ДВАДЦАТИПЛЕТА И ПОИСК $B$ -МЕЗОНОВ

В.В.Хрущев

Получены массовые соотношения для членов  $U(4)$  двадцатиплета с точностью до изотопического расщепления. Рассмотрена возможность включения  $Y$ -мезона в состав двадцатиплета, которая не противоречит имеющимся экспериментальным данным. Найдены значения угла смешивания в  $(20 + 1)$  мультиплета и масс членов двадцатиплета  $I^-$ -мезонов.

Имеющиеся сейчас экспериментальные данные [1] не позволяют утверждать, что найден  $B$ -мезон типа  $(b \bar{q})$ , где  $b$ -кварк обладает новым квантовым числом – "прелестью". Имеются, однако, некоторые экспериментальные указания на существование мезонов с массой  $\sim 5,2$  ГэВ [1].

В настоящей статье получены массовые соотношения для  $U(4)$  двадцатиплета и рассматривается также возможность включения  $Y$ -мезона в двадцатиплет. Такая интерпретация  $Y$ -мезона позволяет объяснить трудности, возникшие при поиске  $B$ -мезонов и не противоречит имеющимся данным.

Обращает на себя внимание факт, что наряду с трудностями, возникшими при поиске  $B$ -мезонов, отсутствуют  $(t \bar{i})$ -достояния  $(t - SU(2))_{weak}$ -партнер  $b$ -кварка до энергий  $\sim 36$  ГэВ. В работах [2, 3] разбирается ряд моделей, отличных от стандартной, и способы их экспериментальной проверки, которые могут объяснить отсутствие  $t$ -кварка.

Рассмотрим случай, когда изоспин какого-нибудь из  $Y$ ,  $Y'$ ,  $Y''$ -мезонов равен единице. В стандартной модели, как известно, изоспины всех  $Y$ -мезонов равны нулю (экспериментально значения изоспинов  $Y$ -мезонов в настоящее время не определены [4]).  $Y(9,4)$ ,  $Y'(10,0)$  и  $Y''(10,3)$  в рассматриваемом случае можно включить в члены приводимого  $U(4)$  ( $U(4) \sim SU(4) \times U(1)$ , где  $U(1)$  – группа барионного заряда) мультиплета, который является смесью синглета и двадцатиплета.

Отношение ширин распада на  $e^+e^-$  членов двадцатиплета с  $I = 1$  и  $I = 0$  было найдено в работе [5] и равно

$$\Gamma_{ee}(I = 1) : \Gamma_{ee}(I = 0) \sim 3 : 1. \quad (1)$$

Соотношение (1) справедливо в случае применимости эмпирического правила Иенни для членов двадцатиплета (в противном случае необходимо учесть в (1) фактор, зависящий от масс мезонов). В таком же приближении можно найти отношение ширин  $\Gamma_{ee}$  для синглета  $C$  и члена двадцатиплета с  $I = 1$ , оно равно:

$$\Gamma_{ee}(I = 1) : \Gamma_{ee}(C) \sim 1,5 : 1. \quad (2)$$

Экспериментально найдены следующие отношения [6]:

$$\Gamma_{ee}(Y') : \Gamma_{ee}(Y) \sim 0,44 \pm 0,06, \quad (3)$$

$$\Gamma_{ee}(Y'') : \Gamma_{ee}(Y) \sim 0,35 \pm 0,04.$$

Покажем, что (3) можно согласовать с (1) и (2) с точностью  $\sim 10\%$  (для улучшения точности, если считать, что (3) в дальнейшем не изменятся, можно учесть в (1) и (2) фактор, зависящий от масс мезонов).

Для этого необходимо, чтобы нейтральный член двадцатиплета с  $I = 1$  был отождествлен с  $Y(9,4)$  мезоном, а  $Y'(10,0)$  и  $Y''(10,3)$  — с состояниями  $H'$  и  $C'$ , где

$$H' = \cos \phi H + \sin \phi C, \quad (4)$$

$$C' = -\sin \phi H + \cos \phi C.$$

$H$  — нейтральный член двадцатиплета с  $I = 0$ ,  $C$  — синглет.

При этом допустимы два случая:

$$H' = Y'(10,0), \quad C' = Y''(10,3), \quad (5)$$

$$\operatorname{tg} \phi \sim 0,3, \quad \tilde{\phi} \approx 17^\circ.$$

$$H' = Y''(10,3), \quad C' = Y'(10,0), \quad (6)$$

$$\operatorname{tg} \phi \sim 0,04, \quad \phi \sim 2^\circ$$

Сохранение изоспина в сильных распадах приводит к тому, что, например, в реакции  $Y' \rightarrow Y \pi \pi$  два  $\pi$ -мезона должны находиться в состоянии с  $I = 1$ , тогда как в стандартной  $SU(5)_{\text{flavor}}$  — схеме изоспин ( $\pi\pi$ )-системы должен быть равен нулю.

Величину угла смешивания можно определить другим способом, с помощью массовых соотношений, которые будут получены ниже.

По отношению к  $SU(3)$  подгруппе двадцатиплет состоит из октета очарованных мезонов с обычным распределением квантовых чисел, секстета и антисекстета очарованных мезонов.

Квантовые числа секстета приводятся в таблице

	$S_0$	$\Delta_0$	$\Delta_1$	$T_0$	$T_1$	$T_2$
$S$	-1	0	0	1	1	1
$I$	0	1/2	1/2	1	1	1
$Q$	0	0	1	0	1	2

Двадцатиплет мезонов удобно записать в виде матрицы  $6 \times 6$

$$M_{20} = \begin{pmatrix} \frac{1}{2} \Pi_0 + \frac{1}{\sqrt{12}} H & \frac{1}{\sqrt{2}} \Pi_+ & \frac{1}{\sqrt{2}} G_+ & T_2 & \frac{1}{\sqrt{2}} T_1 & \frac{1}{\sqrt{2}} \Delta_1 \\ \frac{1}{\sqrt{2}} \Pi_- & -\frac{1}{2} \Pi_0 + \frac{1}{\sqrt{12}} H & \frac{1}{\sqrt{2}} G_0 & \frac{1}{\sqrt{2}} T_1 & T_0 & \frac{1}{\sqrt{2}} \Delta_0 \\ \frac{1}{\sqrt{2}} G_- & \frac{1}{\sqrt{2}} \bar{G}_0 & \frac{2}{\sqrt{12}} H & \frac{1}{\sqrt{2}} \Delta_1 & \frac{1}{\sqrt{2}} \Delta_0 & S_0 \\ \bar{T}_2 & \frac{1}{\sqrt{2}} \bar{T}_1 & \frac{1}{\sqrt{2}} \bar{\Delta}_1 & \frac{1}{2} \Pi_0 + \frac{1}{\sqrt{12}} H & \frac{1}{\sqrt{2}} \Pi_- & \frac{1}{\sqrt{2}} G_- \\ \frac{1}{\sqrt{2}} \bar{T}_1 & \bar{T}_0 & \frac{1}{\sqrt{2}} \bar{\Delta}_2 & \frac{1}{\sqrt{2}} \Pi_+ & -\frac{1}{\sqrt{2}} \Pi_0 + \frac{1}{\sqrt{12}} H & \frac{1}{\sqrt{2}} \bar{G}_0 \\ \frac{1}{\sqrt{2}} \bar{\Delta}_1 & \frac{1}{\sqrt{2}} \bar{\Delta}_0 & S_0 & \frac{1}{\sqrt{2}} G_+ & \frac{1}{\sqrt{2}} G_0 & -\frac{2}{\sqrt{12}} H \end{pmatrix}$$

где  $\Pi_0 = Y(9,4)$ .

Нетрудно показать, что простейшая возможность расщепить массы  $M_{20}$ , с точностью до разности масс внутри изомультиплетов, заключается в выборе массового оператора в виде:

$$\hat{M} = aI + bK, \quad (7)$$

где  $I$  — единичная  $6 \times 6$  матрица, а  $K = \text{diag}(1, 1, -2, 1, 1, -2)$ . В этом случае получаются следующие массовые соотношения (линейные или квадратичные) для членов  $M_{20}$ :

$$\begin{aligned} M_{\Pi} &\equiv M_{\Pi_+} = M_{\Pi_-} = M_{\Pi_0} = M_{T_0} = M_{T_1} = M_{T_2}, \\ M_G &\equiv M_{G_+} = M_{G_0} = M_{\Delta_0} = M_{\Delta_1}, \\ 4M_G &= 3M_H + M_{\Pi} \quad 3M_H = 2M_{S_0} + M_{\Pi}. \end{aligned} \quad (8)$$

Если  $\phi \neq 0$ , последние два соотношения (8) необходимо изменить с учетом (4).

Исключая  $M_H$  из (8), получим соотношение (9), которое не зависит от величины угла смешивания

$$2M_G = M_{S_0} + M_{\Pi}. \quad (9)$$

Абсолютная величина расщепления по массам внутри  $M_{20}$ , как и было отмечено в [5], не превышает 1 ГэВ. Более точно, используя линей-

ные соотношения (8). получим в случае (5)

$$M_G \sim 9,0 \text{ ГэВ}, \quad M_{S_0} \sim 8,6 \text{ ГэВ}, \quad (10)$$

в случае (6)

$$M_G \sim 9,2 \text{ ГэВ}, \quad M_{S_0} \sim 9,1 \text{ ГэВ}. \quad (11)$$

Значения масс (10) и (11) были получены при условии  $\Pi_0 = Y(9,4)$ . Однако, массовые соотношения (8) могут быть использованы также в многокварковых моделях, например, для двенадцатиплета мезонов типа  $(qq\bar{q}\bar{q})$ .

Институт физики высоких энергий

Поступила в редакцию  
8 декабря 1980 г.

### Литература

- [1] K. Berkelman. Rapport. Talk at the 1980 Madison Conference.
  - [2] H. Georgi, S. L. Glashow. Nucl. Phys., B167, 173, 1980.
  - [3] С. С. Герштейн, С. С. Григорян. ЯФ, 32, 498, 1980.
  - [4] Particle Data Group. Rev. Mod. Phys., 52, №2, Part II, 1980.
  - [5] В. В. Хрущев. Письма в ЖЭТФ, 27, 537, 1978.
  - [6] D. Andrews et al. Phys. Rev. Lett., 44, 1108, 1980; T. Böhringer et al. Ibid., 44, 1111, 1980.
-