

ОБ ИНТЕРПРЕТАЦИИ $G(1590)$ -МЕЗОНА

Й.Ланик

Показано, что данные о распаде $G(1590)$ -мезона можно удовлетворительно объяснить и в случае, если этот мезон не глюоний, а $SU(3)_f$ -синглетный скалярный кварконий.

Немедленно после сообщения ¹ об обнаружении нового скалярного мезона $G(1590)$ с массой 1592 ± 25 МэВ, шириной 210 ± 40 МэВ и квантовыми числами $I^G(J^{PC}) = 0^+(0^{++})$ была сделана попытка ² интерпретировать этот мезон как глюоний, т.е. связанное состояние глюонов $|gg\rangle$. Гипотеза о глюонной природе состояния $G(1590)$ основана на экспериментально обнаруженном подавлении распада $G(1590)$ -мезона в $\pi\pi$ и $K\bar{K}$ каналы по сравнению с распадом $G(1590) \rightarrow \eta\eta$ ¹:

$$BR(G \rightarrow \pi^0\pi^0)/BR(G \rightarrow \eta\eta) < 1/3, \quad (1)$$

$$BR(G \rightarrow K\bar{K})/BR(G \rightarrow \eta\eta) < 0,6.$$

Авторы этой гипотезы ² предположили, что механизм распада скалярного глюония на обычные адроны основан на двух возможных типах диаграмм (см.рис. 1а и б) и показали, что, если диаграмма на рис. 1,б доминирует над диаграммой на рис. 1,а, то можно не только разумно объяснить экспериментальные данные (1), но и предсказать отношение:

$$R \equiv BR(G \rightarrow \eta\eta')/BR(G \rightarrow \eta\eta) = 2 \div 4. \quad (2)$$

Полученные впоследствии экспериментальные данные ³ ($R_{\text{exp}} = 2,7 \pm 0,8$) согласуются с этим предсказанием.

Тем не менее, мы покажем, что все существующие экспериментальные данные о распаде $G(1590)$ ^{1,3} можно удовлетворительно объяснить и в том случае, если этот мезон не глюоний, а $SU(3)_f$ -синглетный скалярный кварконий, т.е. если его кварковое содержание $(1/\sqrt{3}) \cdot (u\bar{u} + d\bar{d} + s\bar{s})$. Такое состояние может, например, принадлежать скалярному 3P_0 – нонету или его радиальному возбуждению.

Для этой цели мы будем исходить из общей $SU(3)_f$ -симметричной связи между скалярным синглетом S_0 (кварконием) и псевдоскалярным нонетом φ_i ($i=0,1,\dots,8$), характеризуемой следующим феноменологическим лагранжианом

$$\mathcal{L} = g_8 S_0 \sum_{i=1}^8 \varphi_i^2 + g_0 S_0 \varphi_0^2, \quad (3)$$

где g_8 и g_0 – соответствующие константы связи. Первый член этого лагранжиана отвечает $SU(3)_f$ -симметричной диаграмме на рис. 2, а, а второй – эффективно выражает связь типа рис. 2, б. Диаграммы рис. 2 – это аналоги диаграмм рис. 1 для случая, когда начальное скаляр-

ное состояние S_0 является $SU(3)_f$ -синглетным кварконием. Так как в скалярном и псевдоскалярном каналах нет никаких подавлений переходов между кварковыми и глюонными степенями свободы (из-за существенного влияния непертурбативных эффектов⁴), то можно ожидать, что переходы рис. 2, а подавлены по отношению к переходам рис. 2, б точно так же, как в модели распада глюония² (рис. 1). Таким образом, в лагранжиане (3) получим $g_8 \ll \ll g_0$ ¹). Используя эффективный лагранжиан (3) и простое синглет-октетное смешивание псевдоскалярных состояний с углом смешивания θ , легко найти ширины распадов S_0 -мезона в пару псевдоскалярных частиц. Например,

$$\frac{BR(S_0 \rightarrow \eta \eta')}{BR(S_0 \rightarrow \eta \eta)} = \frac{1}{2} \left[\frac{(1-x) \sin 2\theta}{\cos^2 \theta + x \sin^2 \theta} \right]^2 \left(\frac{P_{\eta \eta'}}{P_{\eta \eta}} \right), \quad (4)$$

где $x = g_0/g_8$ и $P_{\eta \eta'}/P_{\eta \eta}$ — отношение фазовых объемов. Полагая $\theta = -18^\circ$ (см.⁵, где можно найти подробное изложение и ссылки), $x = 20$ и $m_{S_0} = m_G = 1590$ МэВ (при отождествлении S_0 -состояния с G (1590)-мезоном), находим из (4):

$$BR(S_0 \rightarrow \eta \eta')/BR(S_0 \rightarrow \eta \eta) = 3, 37. \quad (5)$$

Аналогично получаются следующие отношения:

$$\begin{aligned} BR(S_0 \rightarrow \pi^0 \pi^0)/BR(S_0 \rightarrow \eta \eta) &= 0, 17, \\ BR(S_0 \rightarrow K\bar{K})/BR(S_0 \rightarrow \eta \eta) &= 0, 55. \end{aligned} \quad (6)$$

Эти предсказания удовлетворительно согласуются с экспериментальными данными о распадах G (1590)-мезона^{1,3}.

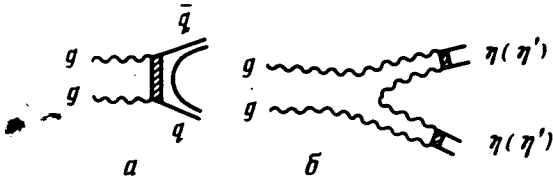


Рис. 1

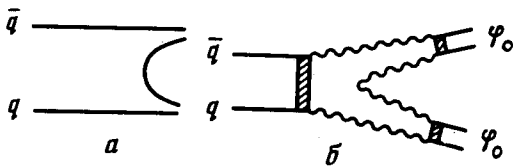


Рис. 2

Рис. 1 и рис. 2. Отсутствия $O(\alpha_s)$ -подавлений переходов $\bar{q}q \leftrightarrow gg$ в 0^+ и 0^- каналах изображены заштрихованными участками (см.⁴, где приведены аргументы в пользу существования этой сильной связи между кварками и глюонами)

Необходимо добавить несколько замечаний, вытекающих из сравнения аналогических диаграмм рис. 1 и рис. 2. Прежде всего, предыдущие расчеты ширин, основанные на эффективном лагранжиане (3) остаются верными и в случае глюонной интерпретации начального состояния S_0 . И обратно, вычисления Герштейна, Лиходеда и Прокошкина, первоначально использованные ими для глюония (рис. 1)², можно применить и для скалярного $SU(3)_f$ -синглетного кваркония (рис. 2).

Таким образом, можно заключить, что данные по распаду G (1590)-мезона можно разумно объяснить и в том случае, если этот мезон не глюоний, а $SU(3)_f$ -синглетный кварконий, сильно связанный с глюонами в канале 0^+ (или, вообще говоря, смесь такого кваркония и глюония). Что касается глюония, мы привели аргументы⁶ в пользу того, что такую частицу, может быть, трудно наблюдать, так как она является широким и плохо определенным резонансом.

Автор выражает благодарность С.С.Герштейну, А.Т.Филиппову, В.А.Мещерякову, С.Б.Герасимову и Р.Ледницкому за обсуждения результатов и полезные замечания. А.Т.Филиппову автор благодарен и за прочтение и исправление русского текста рукописи.

1) На необходимость рассмотрения диаграммы рис. 2, б указал С.С.Герштейн.

Литература

1. Бион Ф. и др. ЯФ, 1983, 38, 934; Nuovo Cim., 1983, 78A, 313.
2. Герштейн С.С., Лиходед А.К., Прокошкин Ю.Д. ЯФ, 1984, 39, 251; Z. Phys. C. — Particles and Fields, 1984, 24, 305.
3. Бион Ф. и др. ЯФ, 1984, 39, 831; Nuovo Cim., 1984, 80A, 365.
4. Вайнштейн А.И. и др. ЭЧАЯ, 1982, 13, 542; Novikov V.A. et al. Nucl. Phys., 1981, B191, 301.
5. Филиппов А.Т. УФН, 1982, 137, 201
6. Ellis J., Lánik J. Phys. Lett., 1985, 150B, 289; Lánik J. Dubna preprint E2-85-260.

Объединенный
институт ядерных исследований

Поступила в редакцию
4 июня 1985 г.