

ОБ ОЖИДАЕМЫХ СВОЙСТВАХ η'_c -МЕЗОНА

Л.Б.Окунь, А.Ю.Ходжамирян

Рассмотрены свойства η'_c -мезона – псевдоскалярного аналога $\psi'(3, 7)$ -резонанса в модели чармония.

Поиски радиационных распадов $\psi(3,1)$ -резонанса привели недавно [1,2] к обнаружению распада

$$\psi \rightarrow \eta_c + \gamma$$
$$\quad \quad \quad \longmapsto 2\gamma$$

где частица η_c имеет массу $\sim 2,8 \text{ Гэв}$.

По-видимому, η_c есть псевдоскалярный аналог ψ – основное 1S_0 -состояние $c\bar{c}$ -кварков (пара-charмоний). Рассмотрим, какими свойствами должно обладать первое радиально возбужденное состояние парачармония η'_c (псевдоскалярный аналог $\psi'(3,7)$).

Ожидаемую массу η'_c -мезона мы оценим в рамках нерелятивистской модели [3] чармония:

$$\frac{m_{\psi'} - m_{\eta'_c}}{m_{\psi} - m_{\eta_c}} \approx \frac{|\Psi'(0)|^2}{|\Psi(0)|^2},$$

где $\Psi(\Psi')$ – волновые функции основного (первого возбужденного) состояния чармония. Это соотношение подразумевает, что расщепление 3S_1 и 1S_0 -уровней чармония пропорционально произведению глюонных "магнитных моментов" c и \bar{c} -кварков на плотность кварков при $r \rightarrow 0$. Учитывая, что в рамках модели

$$\frac{\Gamma(\psi' \rightarrow e^+e^-)}{\Gamma(\psi \rightarrow e^+e^-)} \approx \frac{|\Psi'(0)|^2 m_\psi^2}{|\Psi(0)|^2 m_{\psi'}^2}$$

и используя значения [4] $m_\psi = 3,1 \text{ ГэВ}$, $m_{\psi'} = 3,7 \text{ ГэВ}$, $\Gamma(\psi \rightarrow e^+e^-) = 5 \text{ кэВ}$, $\Gamma(\psi' \rightarrow e^+e^-) = 2 \text{ кэВ}$ и [1, 2] $m_{\eta_c} \approx 2,8 \text{ ГэВ}$ получим $m_{\eta_c'} \approx 3,5 \text{ ГэВ}$. При такой массе η_c' -мезон оказывается в непосредственной близости от P -уровней чармония, возникающих при радиационных распадах ψ' -мезона [1, 2, 5]. Так что не исключено, что некоторые из распадов состояний с $m \approx 3,4 + 3,5 \text{ ГэВ}$ принадлежат η_c' .

Оценим вероятность радиационного распада ψ_c' -мезона, приводящего к образованию η_c' . В приближении нерелятивистского магнитно-дипольного перехода имеем

$$M(\psi' \rightarrow \eta_c' \gamma) \approx M(\psi \rightarrow \eta_c \gamma).$$

Однако, учитывая кинематические факторы, получаем

$$\frac{\Gamma(\psi' \rightarrow \eta_c' \gamma)}{\Gamma(\psi \rightarrow \eta_c \gamma)} = \frac{(m_{\psi'}^2 - m_{\eta_c'}^2)^3 m_\psi^3}{(m_\psi^2 - m_{\eta_c}^2)^3 m_{\psi'}^3} \approx 0,3.$$

Ширина $\Gamma(\psi \rightarrow \eta_c \gamma)$ пока не измерена на опыте. Если для ориентировочной оценки принять $B(\psi \rightarrow \eta_c \gamma) \sim 10\%$, то

$$B(\psi' \rightarrow \eta_c' \gamma) \sim 0,3 \cdot 0,1 (\Gamma_{tot}(\psi) / \Gamma_{tot}(\psi')) \sim 10^{-2},$$

что находится на уровне наблюдаемых [5] фотон-адронных каскадов

$$\psi' \rightarrow \gamma X(3,5) \\ \quad \quad \quad \searrow 4\pi, 6\pi.$$

Ожидаемая полная ширина η_c' так же, как и ширина η_c , должна быть порядка нескольких $MэВ$. Основные каналы распада η_c' должны быть адронными. В частности, отметим каналы 2ρ , 2ω , 2ϕ , $k^* \bar{k}^*$, $p\bar{p}$ и, особенно, распады $\eta_c' \rightarrow \eta_c 2\pi$. Поскольку в аналогичных распадах $\psi' \rightarrow \psi 2\pi$ π -мезоны испускаются изотропно, можно думать, что спиновые степени свободы не играют роли и что, следовательно, соответствующие ампли-

туды равны:

$$M(\eta'_c \rightarrow \eta_c 2\pi) \approx M(\psi' \rightarrow \psi 2\pi).$$

Зависимость этих амплитуд от инвариантной массы двух π -мезонов q^2 определяется [6], в основном, условием самосогласованности Адлера. Полагая

$$M \sim (q^2/\mu_0^2) - 1,$$

где $\mu_0 \sim m_\pi$, что согласуется [6] с наблюдаемым [7] спектром масс дипионов в распаде $\psi' \rightarrow \psi 2\pi$ и используя значение ширины [4] $\Gamma(\psi' \rightarrow \psi \pi^+ \pi^-) = 70 \text{ кэВ}$, получим $\Gamma(\eta'_c \rightarrow \eta_c \pi^+ \pi^-) = 300 \text{ кэВ}$ (при $m_{\eta'_c} = 3,5 \text{ ГэВ}$).

Что касается радиационных распадов η'_c , то в рассмотренном нерелятивистском приближении распад $\eta'_c \rightarrow \psi \gamma$ запрещен:

$$M(\eta'_c \rightarrow \psi \gamma) \approx M(\psi' \rightarrow \eta_c \gamma) \approx 0.$$

Кроме того, грубая оценка дает

$$B(\eta'_c \rightarrow \gamma + \text{адроны}) \approx B(\eta_c \rightarrow \gamma + \text{адроны})$$

$$B(\eta'_c \rightarrow 2\gamma) \approx B(\eta_c \rightarrow 2\gamma).$$

Авторы благодарны А.Д.Долгову и В.И.Захарову за полезные обсуждения.

Институт теоретической и
экспериментальной физики

Поступила в редакцию
18 декабря 1975 г.

Литература

- [1] B.Wiik. DESY preprint 75/37, 1975.
- [2] J.Heintze. DESY preprint 75/34, 1975.

- [3] A. De Rujula, S.L.Glashow. Phys. Rev. Lett., 34, 46, 1975.
- [4] G.S.Abrams. "Properties of the New Particles", Report at Stanford Conference, 1975.
- [5] G.J.Feldman et al. Phys. Rev. Lett., 35, 821, 1975.
- [6] М.Б.Волошин. Письма в ЖЭТФ, 21, 733, 1975.
- [7] G.S.Abrams et al. "The decay of Ψ' into ψ ", LBL-3687, 1975.
-