УДК

В. С. ЗАМИРАЛОВ

ЛИНЕЙНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ СПЕКТРА МАСС ОТ ИЗОСПИНА

Недавно появился новый обзор о свойствах частиц [1]; в связи с этим представляется интересным еще раз обратиться к проблеме массовых формул. В недавних статьях [2, 3] была написана феноменологическая массовая формула, которая хорошо согласовалась с экспериментальными данными:

$$M_N^2 + M_\Xi^2 = M_\Lambda^2 + M_\Sigma^2. \tag{1}$$

Эта формула позволяет распределить по октетам частицы со спинчетностью $^1/_2{}^-$, $^1/_3{}^+$, $^3/_2{}^-$, $^5/_2{}^-$, $^5/_2{}^+$ [2, 3] и приписать определенные квантовые числа каскадным гиперонам [3]. Так, для Ξ (2030) и Ξ (1930) предположены значения $^5/_2{}^+$ и $^5/_2{}^-$ соответственно. Более того, Ξ (1820) расщеплен на Ξ (1820) и Ξ (1870) [1], для них предположим значения $^3/_2{}^-$ и $^1/_2{}^-$. Результаты выписаны в табл. 1. Отметим, что Σ (1750) нами помещен в октет $^1/_2{}^-$, тогда как в [2] он находится в декуплете $^1/_2{}^-$.

Таблица 1

$\underline{8}\,(I^P)$		$M_N^2 + M_\Xi^2 = M_\Lambda^2 + M_\Sigma^2$ $(Гэв)^2$
$\underline{8}\left(\frac{1^+}{2}\right)$	N Λ Ξ Σ	2,618=2,668
$\underline{8}\left(\frac{3^-}{2}\right)$	N' (1520) Λ'' (1690) Ξ (1820) Σ (1670)	5,62=5,65
$\underline{8}\left(\frac{5^-}{2}\right)$	N (1670) Λ (1830) Ξ (1930) Σ (1765)	6,51=6,49
$\underline{8}\left(\frac{5^+}{2}\right)$	N (1688) Λ (1815) Ξ (2030) Σ (1910)	6,97=6,95
$\underline{8}\left(\frac{1^-}{2}\right)$	N' (1535) Λ' (1670) Ξ (1870) Σ (1750)	5,86=5,85

Попытаемся доказать справедливость уравнения (1). Действительно, следуя буквально идее об аналогии спинового и изоспинового пространств и линейности траекторий Редже, по крайней мере скажем, до 2 *Гэв*, можно написать квадратичную массовую формулу Гелл-Мана—Окубо линейно по изоспину:

$$M_B^2 = a - bY + c\sqrt{I(I+1) - Y^2/_4}. \tag{2}$$

Отсюда следует (1). Более того, между I и Y существует внутри октета соотношение

$$\sqrt{2}\,I = \sqrt{I(I+1) - Y\frac{2}{4}}, \tag{3}$$

откуда

$$I = \frac{1}{2}\left(1 \pm \sqrt{1 - Y^2}\right), \tag{4}$$

так что (2) можно переписать явным образом линейно по изоспину, по крайней мере для октетов. (Работа Сааведры [4] помогла найти это соотношение.) Эту же массовую формулу можно использовать для мезонов, положив коэффициент b равным нулю. Массовая формула примет вид

$$2\mu_k^2 = \mu_s^2 + \mu_v^2, \tag{5}$$

где k, s и v — странные, изоскалярные и изовекторные мезоны. Псевдоскалярные мезоны описываются этой формулой с ηX^0 смешиванием. Однако векторные и тензорные мезоны удовлетворяют ей без всякого смешивания с более тяжелым изоскалярным мезоном

$$2\mu_{k^*}^2 = \mu_{\Phi}^2 + \mu_{\rho}^2, \qquad 2\mu_{k^{**}}^2 = \mu_{f'}^2 + \mu_{A_2}^2. \tag{6}$$

Если приписать мезону E (1420) спинчетность 1^+, то $\underline{8}$ (1^+) тоже хорошо описывается. Результаты помещены в табл. 2.

Таблица 2

$\underline{8}\ I^P)$		$2\mu_K^2 = \mu_S^2 + \mu_V^2$ $(Гэв)^2$
$\underline{8}\,(1^-)$	K^*, Φ, ρ	1,592=1,624
$\underline{8}\,(2^+)$	K^{**}, f', A_{2L} K^{**}, f', A_{2H}	3,970=3,930 3,970=4,030
$\underline{8}\,(1^+)$	K_A, E (1420), A_1	3,08=3,16

Переход к декуплету не является столь непосредственным, потому что значение оператора Казимира меняет знак для $|Y|=2$, $1=0$. Естественно считать, что коэффициент c в (2) есть чисто мнимсе число. Тогда ясно, что все члены декуплета являются резонансами, кроме Ω^-, а (2) пишется не для M_{10}^2, а для $M_{10}^2 + iM_0\Gamma_{10}$ (Ω^- стабилен!.)

Массовая формула ведет к эквидистантности для Δ (1236) Y_1^* (1385) и Ξ (1530). Что необычно; можно сразу же найти отношение $M_\Delta \Gamma_\Delta : M_{Y_1^*} \Gamma_{Y_1^*} : M_\Xi^* \Gamma_\Xi^*$, которое равно $\sqrt{7} : 2 : 1$, что не согласуется, однако, с экспериментом $(15:5:1)$. Взяв для декуплета $3/2^+$ степень значения оператора Казимира не $1/2$, а $3/2$, получим отношение $7\sqrt{7} : 8 : 1$, что не противоречит эксперименту. Отметим, что эквидистантность в (2) предсказана не для M_{10}, а для $M_{10}^2 : M_{\Xi^*}^2 - M_{Y_1^*}^2 = M_{Y^*}^2 - M_\Delta^2$ (0,39 = 0,42 $(Гэв)^2$, а разность $M_{\Omega^-}^2 - M_{\Xi^*}^2 = 0{,}46$ должна быть поправлена на член, связанный с шириной резонансов декуплета; эта поправка изменяет разность до 0,43 $(Гэв)^2$ в согласии с эквидистантностью.

Таким образом, попытка следовать спин-изоспиновой аналогии и предположению о линейности траекторий Редже приводит к простой массовой формуле, которая хорошо описывает спектр барионных октетов, дает необычные соотношения для мезонных масс и в отличие от всех других массовых формул получает стабильный гиперон в декуплете резонансов $3/2^+$.

Автор благодарен В. М. Дубовику и Л. М. Сладю за интересное обсуждение.

ЛИТЕРАТУРА

1. Particle Data Group. Rev. Mod. Phys., **43**, No. 2, p. 2, 1971.
2. Feymann R. P., Pakvasa S., Tuan S. Phys. Rev., **2D**, 1267 1971.
3. Замиралов В. С. «Вестн. Моск. ун-та», физ., астрон., **12**, № 1, 109, 1971.
4. Saavedra I. Preprint IC(68) 22, Trieste, 1968.

Поступила в редакцию
14.12 1971 г.

НИИЯФ