ТРАНСФОРМАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ЛАГРАНЖИАНА СЛАБОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ И S-АМПЛИТУДЫ АДРОННЫХ РАСПАДОВ ГИПЕРОНОВ В $SU(6)$-СИММЕТРИИ

С.Г.Матинян

Недавно рядом авторов [1-3] на базе $SU(6)$ - симметрии были получены соотношения между амплитудами S-волн адронных распадов гиперонов. Эти соотношения удовлетворительно согласуются с опытом. Особенно важным представляется вывод об отсутствии S-волны в распаде $\Sigma^+ \to n\pi^+$, который в [2] связывается с отсутствием распада странного кварка с испусканием π^+-мезона [1)].

К амплитудам S-волн адронных распадов с достаточным основанием можно применять $SU(6)$ - симметрию, нарушенную только слабым взаимодействием. Тем более существенно, что соотношения, полученные в [I-3] для S-волн с привлечением CP-инвариантности, являются, по-видимому, "устойчивыми" к нарушению $SU(6)$-симметрии умеренно сильным взаимодействием, являющимся линейной комбинацией представлений 35,I89, 405 (см. [4]).

Последнее обстоятельство - отсутствие определенных трансформационных свойств у взаимодействия, расщепляющего сверхмультиплеты $SU(6)$ [5], - отличает $SU(6)$ от $SU(3)$, где соответствующее взаимодействие преобразуется как октет. По аналогичным представлениям в $SU(3)$ преобразуются электромагнитный и слабый токи и, по-видимому, лагранжиан слабого взаимодействия адронов [6].

В этой связи предположение о том, что лагранжиан слабого взаимодействия адронов преобразуется по представлению 35 симметрии $SU(6)$, является в определенной мере произвольным, хотя и естественным.

В данном письме мы рассмотрим, в какой мере соотношения между S-амплитудами адронных распадов гиперонов, найденные в [I-3], устойчивы относительно трансформационных свойств лагранжиана (или соответствующего шпуриона) слабого взаимодействия адронов.

Мы будем придерживаться обозначений работы [2].

Пусть слабый шпурион H является произвольной линейной комбинацией представлений 35 (H^{α}_{β}), 189 ($H^{\alpha,\beta}_{\gamma,\delta}$), $280+\overline{280}$ ($H^{\alpha\beta}_{\gamma,\delta}+H^{\alpha,\beta}_{\gamma\delta}$) и 405 ($H^{\alpha\beta}_{\gamma\delta}$) группы $SU(6)$ (между рядом стоящими индексами имеет место симметрия, по индексам, отделенным запятой, - антисимметрия; греческие индексы пробегают значения I, ... , 6).

В произведение $\overline{56}\otimes 56$ ($=\overline{B}B$), кроме единичного представления, входят (однократно) представлений 35, 405 и 2695.

С другой стороны, $35\otimes 35$ ($=MH$) представление 35 содержит двукратно, а представление 405 - однократно.

В произведении $35\otimes 189$ общим с представлениями, входящими в $\overline{56}$ x 56, является только 35.

Произведение 35 x 280 представления 35 и 405 содержит однократно. Наконец, произведение $35\otimes 405$ представление 35 содержит однократно, 405 - двукратно и 2695 - однократно.

Сказанное позволяет для матричного элемента распада $B\to B+M$ написать:

$$\mathcal{M}=\sum_{i=1}^{10} a_i I_i, \qquad (\mathrm{I})$$

где

$$I_{1(2)}=B^{+}_{\delta\beta\gamma}B^{\alpha\beta\gamma}(M^{\sigma}_{\alpha}H^{\delta}_{\sigma}\mp M^{\delta}_{\sigma}H^{\sigma}_{\alpha}),$$

$$I_3=B^{+}_{\delta\varepsilon\gamma}B^{\alpha\beta\gamma}(M^{\delta}_{\alpha}H^{\varepsilon}_{\beta}+M^{\varepsilon}_{\alpha}H^{\delta}_{\beta}+M^{\delta}_{\beta}H^{\varepsilon}_{\alpha}+M^{\varepsilon}_{\beta}H^{\delta}_{\alpha}),$$

$$I_4=B^{+}_{\delta\beta\gamma}B^{\alpha\beta\gamma}M^{\varepsilon}_{\sigma}H^{\sigma,\delta}_{\varepsilon,\alpha},$$

$$I_5=B^{+}_{\delta\beta\gamma}B^{\alpha\beta\gamma}M^{\varepsilon}_{\sigma}(H^{\sigma\delta}_{\varepsilon,\alpha}+H^{\sigma,\delta}_{\varepsilon\alpha}),$$

$$I_6 = B^+_{\gamma\varepsilon\gamma} B^{\alpha\beta\gamma}(M^\sigma_\alpha H^{\varepsilon\sigma}_{\sigma,\beta} + M^\sigma_\beta H^{\varepsilon\gamma}_{\sigma,\alpha} + M^\gamma_\sigma H^{\sigma\varepsilon}_{\alpha\beta} + M^\varepsilon_\sigma H^{\sigma,\delta}_{\alpha\beta}),$$
$$I_7 = B^+_{\gamma\beta\gamma} B^{\alpha\beta\gamma} M^\varepsilon_\sigma H^{\sigma\gamma}_{\varepsilon\alpha},$$
$$I_8 = B^+_{\delta\varepsilon\gamma} B^{\alpha\beta\gamma}(M^\delta_\sigma H^{\sigma\varepsilon}_{\alpha\beta} + M^\varepsilon_\sigma H^{\sigma\delta}_{\alpha\beta}),$$
$$I_9 = B^+_{\delta\varepsilon\gamma} B^{\alpha\beta\gamma}(M^\sigma_\alpha H^{\delta\varepsilon}_{\sigma\beta} + M^\sigma_\beta H^{\delta\varepsilon}_{\sigma\alpha}),$$
$$I_{10} = B^+_{\delta\varepsilon\sigma} B^{\alpha\beta\gamma}\{M^\delta_\alpha H^{\varepsilon\sigma}_{\beta\gamma}\}.$$

$\{\ \}$ означает симметризацию по соответствующим верхним и нижним индексам.

Анализ свойств I_i относительно зарядового сопряжения и требование CP-инвариантности матричного элемента приводит к тому, что в S-амплитуды будут давать вклад лишь инварианты I_1, I_8 и I_9, причем $a_8 = -a_9$. Иными словами, в S-волну дадут вклад лишь шпурионы 35 (H^α_β) и 405 ($H^{\alpha\beta}_{\gamma\delta}$).

Вид H^α_β приведен в [2]. Условие, чтобы $H^{\alpha\beta}_{\gamma\delta}$ был скаляром $SU(2)$ и шестой компонентой вектора $SU(3)$, дает:

$$H^{\alpha\beta}_{\gamma\delta} \sim (T^A_C \delta^B_D + T^B_D \delta^A_C)\delta^i_l \delta^j_k + (T^A_D \delta^B_C + T^B_C \delta^A_D)\delta^i_k \delta^j_l, \qquad (2)$$

где $T \equiv F_6$ $(A, B, \ldots = 1,2,3;\ i, j, \ldots = 1,2)$.

Исключая из (1) a_1 и a_8, получаем следующие соотношения между S-амплитудами адронных распадов гиперонов:

$$(\Sigma^+ \to n\pi^+)_S = 0,$$
$$(\Lambda^0 \to p\pi^-)_S + 2(\Xi^- \to \Lambda\pi^-)_S = \sqrt{3}(\Sigma^+ \to p\pi^0)_S, \qquad (3)$$
$$(\Omega^- \to \Xi^{0*}\pi^-)_S = 2\sqrt{2}(\Lambda \to p\pi^-)_S - \sqrt{5}(\Sigma^- \to n\pi^-)_S.$$

Как и следовало ожидать, вывод об отсутствии в распаде $\Sigma^+ \to n\pi^+$ S-волны не изменился. Ограничения же на амплитуды стали более слабыми. Вместо трех равенств (3) из [2], связывающих амплитуды S-волн распада $\Lambda^-, \Xi^-, \Sigma^-$ и Ω^-, имеем соотношение треугольника, полученное в схеме $SU(3)$ - симметрии [6]. Последнее соотношение, которое при выполнении равенства $(\Lambda \to p\pi^-)_S = \sqrt{3}/2\,(\Sigma^- \to n\pi^-)_S$ переходит в равенство $(\Lambda \to p\pi^-)_S = \frac{1}{\sqrt{2}}\,(\Omega^- \to \Xi^{0*}\pi^-)_S$, найденное в [2].

Автор благодарит О.В.Канчели за обсуждения.

Институт физики
Академии наук Грузинской ССР

Поступило в редакцию
4 марта 1965 г.

Литература

[1] G.Altarelli, F.Buccella, R.Gatto. Препринт, 1964.
[2] С.Г.Матинян, ЖЭТФ, 48, 1204, 1965.
[3] K.Kawarabayashi. Препринт, Trieste, 1964.
[4] K. Kawarabayashi, R.White. Препринт, Trieste, 1965.
[5] M.A.Beg, V.Singh. Phys. Rev. Lett., 13, 418, 1964.
[6] M.Gell-Mann, Phys. Rev. Lett., 12, 155, 1964.

---

1) Такая наглядная картина, конечно, подразумевает, что кварки, находясь в связанном состоянии в очень глубокой потенциальной яме, эффективно слабо влияют друг на друга.