ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

ЛАБОРАТОРИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

Р.М. Мурадян, Чэнь Цун-мо

Р-1380

ПЕРЕХОД ИЗ КАНАЛА В КАНАЛ ДЛЯ ИЗОТОПИЧЕСКИХ АМПЛИТУД

Дубна 1963

Р.М. Мурадян, Чэнь Цун-мо

Р-1380

ПЕРЕХОД ИЗ КАНАЛА В КАНАЛ ДЛЯ ИЗОТОПИЧЕСКИХ АМПЛИТУД

Дубна 1963

В современной теории сильных взаимодействий часто возникает необходимость выразить изотопические амплитуды одного канала диаграммы через амплитуды другого канала той же диаграммы. Знание такой связи необходимо, например, при использовании гипотезы о полюсах Редже. Поэтому представляется интересным решить вопрос в общем случае взаимодействия частиц с произвольным изотопическим спином. Применимость полученных при этом соотношений зависит лишь от справедливости гипотезы изотопической инвариантности и не зависит от дополнительных кроссинговых предположений, связанных с аналитическим продолжением через нефизическую область.

I. Рассмотрим амплитуду рассеяния - "4-хвостку"

$$1+2 \to 3+4 \tag{I}$$

где две частицы с изотопическими спинами I_1 , I_2 и их третьими проекциями m_1 , m_2 , превращаются в две частицы с соответствующими изотопическими характеристиками I_3 , I_4 и m_3 , m_4 . Амплитуду такого процесса в изотопическом пространстве можно разложить по амплитудам с определенным полным изоспином согласно:

$$M^{I_1 I_2\ m_3 m_4}_{m_1 m_2\ I_3 I_4} = \sum_I (I_1 I_2 m_1 m_2 | IM)(I_3 I_4 m_3 m_4 | IM) M^I_{12\to 34} \tag{2}$$

Как известно[1], при $2 \rightleftarrows 3$ имеем перекрестное соотношение:

$$M^{I_1 I_2\ m_3 m_4}_{m_1 m_2\ I_3 I_4} = (-)^{I_2+I_3+m_2-m_3} M^{I_1\ -m_2\ I_3\ m_4}_{m_1\ I_2\ -m_3\ I_4} \tag{3}$$

Разлагая обе стороны этого равенства по амплитудам полного изоспина $M^I_{12\to 34}$ и $M^{I'}_{13\to 24}$, используя основную формулу Рака и свойства симметрии коэффициентов Клебша-Жордана (см., например[2], или[3]), можно показать, что

$$M^I_{12\to 34} = \sum_{I'} (-)^{I+I'-I_1-I_4} (2I'+1)\, W(I_1 I_2 I_3 I_4 ; I I') M^{I'}_{13\to 24} \tag{4}$$

При помощи этой формулы и таблицы коэффициентов Рака[2] легко выписать для каждой конкретной реакции связь между амплитудами с определенным изоспином при переходе из одного канала "4-хвостки" в другой канал. Коэффициенты Рака были использованы с этой целью в работах[4],[5],[6].

2. Перейдем к рассмотрению амплитуды рождения - "5-хвостки"

$$1+2 \to 3+4+5 \tag{5}$$

Для того, чтобы охарактеризовать изотопическое состояние системы из трех частиц, необходимо кроме полного изоспина и его третьей проекции задать промежуточный изоспин каких-либо двух из трех частиц. Поэтому амплитуда реакции (5) может быть представлена в виде следующих разложений:

$$M^{I_1 I_2\, m_3 m_4 m_5}_{m_1 m_2\, I_3 I_4 I_5} = \sum_{IT} (I_1 I_2 m_1 m_2 | IM)(I_3 T\, m_3 m | IM)(I_4 I_5 m_4 m_5 | Tm)\, {}^{T}M^{I}_{12\to 3(45)} \tag{6}$$

или

$$M^{I_1 I_2\, m_3 m_4 m_5}_{m_1 m_2\, I_3 I_4 I_5} = \sum_{IT'} (I_1 I_2 m_1 m_2 | IM)(I_4 T' m_4 m' | IM)(I_3 I_5 m_3 m_5 | T'm')\, {}^{T'}M^{I}_{12\to 4(35)} \tag{7}$$

где через T и T' обозначен суммарный изоспин двух частиц, заключенных в скобки. Между амплитудами ${}^{T}M^{I}_{12\to 3(45)}$ и ${}^{T'}M^{I}_{12\to 4(35)}$ (в одном и том же канале) существует связь:

$${}^{T}M^{I}_{12\to 3(45)} = \sum_{T'} (-)^{I+I_5-T-T'} \sqrt{2T+1}\sqrt{2T'+1}\, W(I I_3 I_4 I_5; TT')\, {}^{T'}M^{I}_{12\to 4(35)} \tag{8}$$

Связь между амплитудами в перекрестных каналах дается следующими соотношениями:

$${}^{T}M^{I}_{12\to 3(45)} = \sum_{I'} (-)^{I+I'-I_1-T} (2I'+1)\, W(I_1 I_2 I_3 T; I I')\, {}^{T}M^{I'}_{13\to 2(45)} = \tag{9}$$

$$= \sum_{I'T'} (-)^{I+T'-I_1-I_5} (2I'+1)\sqrt{2T+1}\sqrt{2T'+1}\, W(I I_2 I_4 I_5; TT')\, W(I_1 I_2 I_3 T; I I')\, {}^{T'}M^{I'}_{13\to 4(25)} = \tag{10}$$

$$= \sum_{I'T'} (-)^{I_1+I_5-I'-T} (2I'+1)\sqrt{2T+1}\sqrt{2T'+1}\, W(I I_3 I_4 I_5; TT')\, W(I_1 I_2 I_4 T'; I I')\, {}^{T'}M^{I'}_{14\to 2(35)} = \tag{11}$$

$$= \sum_{I'T'} (-)^{I-I'-T+T'} (2I'+1)\sqrt{2T+1}\sqrt{2T'+1}\, X\begin{pmatrix} I_3 & T' & I' \\ T & I_5 & I_4 \\ I & I_2 & I_1 \end{pmatrix} {}^{T'}M^{I'}_{14\to 3(25)} = \tag{12}$$

$$= \sum_{I'} (-)^{2I} (2I'+1)\sqrt{\frac{2T+1}{2I+1}}\, W(I_4 I_5 I_3 I; T I')\, {}^{I}M^{I'}_{34\to 5(12)} = \tag{13}$$

$$= \sum_{I'T'} (-)^{I+I'-I_5} (2I'+1)\sqrt{2T+1}\sqrt{2T'+1}\, W(I_4 I_5 I_3 I; T I')\, W(I' I_5 I_1 I_2; I T')\, {}^{T'}M^{I'}_{34\to 1(25)} = \tag{14}$$

$$= (-)^{I+T+I_3} \sqrt{\frac{2T+1}{2I+1}}\, {}^{I}M^{T}_{45\to 3(12)} = \tag{15}$$

$$= \sum_{T'} (-)^{2T} (2T+1)\sqrt{\frac{2T'+1}{2I+1}}\, W(T I_4 I_1 I_2; I T')\, {}^{T'}M^{T}_{45\to 1(23)} \tag{16}$$

В формуле (I2) X означает коэффициент Вигнера-Фано, зависящий от 9 моментов. Таблицы X - коэффициентов частично приведены в /7/. При отсутствии таблиц для практических вычислений можно воспользоваться выражением X через сумму трех коэффициентов Рака. Формулы (9)-(I6) полностью решают вопрос о переходе из канала в канал для изотопических амплитуд в случае "5-хвостки".

Литература:

1. A.O.Barut, B.C.Ünal. Nuovo Cim. 28, 112 (1963).
2. L.C.Biedenharn, J.M.Blatt, M.E.Rose. Rev.of Mod.Phys. 24, 249 (1952).
3. D.M.Brink, G.R.Satchler. Angular Momentum. Clarendon Press.Oxford (1962).
4. F.I.Dyson. Phys.Rev.100, 344 (1955).
5. C.N.Yang, J. Math.Phys. 4, 52 (1963).
6. L.L.Foldy, R.R.Peierls. Phys.Rev. 130, 1585 (1963).
7. H.Matsunobu, H.Takebe. Prog.Theor.Phys. II, 143 (1954).

Рукопись поступила в издательский отдел
I августа 1963 г.