Письма в ЖЭТФ, том 15, вып. 2, стр. 99 – 102 20 января 1972 г.

КОМПЛЕКСНЫЕ ПОЛЮСА РЕДЖЕ И НОВЫЙ ПОДХОД К ПРОБЛЕМЕ УЧЕТА ВКЛАДА РАЗРЕЗОВ

Н.П.Зотов[1], *В.А.Царев*

Недавно рядом авторов [1, 2] было показано, что существующие модели Редже-разрезов не удовлетворяют ограничениям, вытекающим из широкого круга экспериментальных данных и некоторых общих представлений о механизме рассеяния при высоких энергиях. В связи с этим особую актуальность приобретают попытки усовершенствования этих моделей и поиски новых подходов.

В настоящей статье мы покажем, что новый подход к проблеме учета вклада разрезов может быть сформулирован на основе комплексных полюсов Редже (КПР) [3 – 6] и дуальности. При этом существенны два обстоятельства: во-первых, в отличие от обычных моделей учет разрезов в форме КПР позволяет фиксировать вклад разрезов с помощью правил сумм; во-вторых, в модели КПР легко удовлетворить упомянутым выше ограничениям, сформулированным Харари [7] в дуально-абсорптивной картине рассеяния. Напомним, что комплексные полюса возникают, как результат влияния на полюса Редже "сопровождающих' их разрезов. В свою очередь, столкновение с полюсом модифицирует разрез и амплитуда, учитывающая вклады как полюса, так и разреза, эффективно описывается комплексно-сопряженной парой полюсов:

$$T(\nu, t) \sim (\beta_{\text{пол}}(t) + \beta_{\text{разр}}(t))\nu^{\alpha(t)} + \text{к.с.} \qquad (1)$$

Без специальной модели мы не можем явно разделить вклады полюса и разреза, но для наших целей это и не обязательно. Одинаковая зависимость обоих вкладов от ν позволяет для нахождения параметров модели КПР использовать условие дуальности, записанное в форме правил сумм [8]. Подобно случаю реальных полюсов Редже, функции $\alpha(t)$ и $\beta_{\text{эфф}}(t) = \beta_{\text{пол}} + \beta_{\text{разр}}$ могут быть определены непосредственно из эксперимента [6] и, таким образом, полностью построена амплитуда при высоких энергиях. В то же время, применение правил сумм к обычным моделям, учитывающим полюса и разрезы, встречает принципиальные трудности [1]. Правая часть правил сумм в этом случае содержит свертки с $\alpha(t)$ и $\beta(t)$ под знаком интеграла. Таким образом, не удается определить эти функции от t "прямо по точкам" как в случае реальных и (комплексных) полюсов Редже. Вместо простой связи мы получаем систему уравнений, включающих

---

[1] НИИЯФ МГУ.

различные каналы. И наконец, что особенно существенно для обычных моделей учета разрезов, не ясно – какая часть резонансов дуальна полюсам, а какая – разрезам[1].

Заранее не очевидно, можно ли надеяться, что предлагаемый выше подход, основанный на КПР и дуальности позволяет получить правильное описание широкого круга экспериментальных данных. Первые расчеты, проведенные на основе КПР и правил сумм [6, 10], являются в этом смысле обнадеживающими. Можно привести и более общие аргументы.

В настоящее время накоплен большой объем экспериментальной информации, который налагает на существующие модели ряд ограничений. Недавно Харари [7] систематизировал важнейшие экспериментальные факты и сформулировал на основе дуальности и абсорптивной картины рассеяния следующие ограничения на амплитуды[2]:

$$\mathrm{Im}\, T_{\Delta\lambda} \sim \nu^{a} J_{\Delta\lambda}(r\sqrt{-t}) \,, \tag{2a}$$

$$\mathrm{Re}\, T_1^{\pm} \sim \begin{pmatrix} -\mathrm{ctg}\,\frac{\pi a}{2} \\ \\ \mathrm{tg}\,\frac{\pi a}{2} \end{pmatrix} \mathrm{Im}\, T_1 \,, \tag{2б}$$

где $\Delta\lambda = 0,1$ – изменение спиральности в s-канале, $J_{\Delta\lambda}$ – функции Бесселя и радиус $r \sim 1\ \phi$. Как показывает анализ [1, 2] популярные модели разрезов не удовлетворяют этим требованиям. Наоборот, модель КПР может им удовлетворить. Действительно, пусть в случае реальных полюсов амплитуда имеет вид:

$$T_{\Delta\lambda}^{\pm} = \begin{pmatrix} 1 \\ i \end{pmatrix} (\sqrt{-t})^{\Delta\lambda} \beta(t)\, \nu^{a} e^{-i\pi a/2}, \quad \beta(t) = G e^{Dt}. \tag{3}$$

Переход к КПР можно осуществить формально заменяя действительные параметры, входящие в (3), комплексными и учитывая вклад a^*. Тогда:

$$\mathrm{Im}\, T_{\Delta\lambda} \sim (\sqrt{-t})^{\Delta\lambda}\, \mathrm{Re}\,(\beta \nu^{a}) \sim (\sqrt{-t})^{\Delta\lambda}\, |G|\, \nu^{\mathrm{Re}\, a} e^{t\, \mathrm{Re} D} \times$$

$$\times \cos(\arg G + a_I \ln \nu + t\, \mathrm{Im}\, D) \,, \tag{3a}$$

[1] Возможность такого разделения с помощью K-матрицы обсуждалась в работе [9]. Однако, существуют серьезные возражения против такого подхода, поскольку аналитические свойства K- и T-матриц существенно различны.

[2] Речь идет об отражении основных качественных черт функций Бесселя, в особенности первых нулей минимумов и максимумов.

$$\mathrm{Re}\, T_1^{\pm} \sim \sqrt{-t}\, \mathrm{Re}\left\{\begin{pmatrix} -\operatorname{ctg}\dfrac{\pi a}{2} \\ \operatorname{tg}\dfrac{\pi a}{2} \end{pmatrix} \beta \nu^{a}\right\} . \qquad (3б)$$

Учитывая, что первые нули J_0: $t_0 = -0{,}23$ и $t_0' = -1{,}22$, а J_1: $t_1 = -0{,}59$, $t_1' = -1{,}97$, легко найти, что условие (2 а) выполняется, например, при $\mathrm{Im}\, D_0 \sim \pi$, $\arg G_0 \sim -\frac{\pi}{2}$; $\mathrm{Im}\, D_1 \sim 0{,}7\,\pi$,

$\arg G_1 \sim -0{,}3\,\pi$ (мы выбирали $\nu = \bar{\nu} = 10$ *Гэв*. С изменением ν положение нулей будет медленно изменяться). Нетрудно убедиться, что условие (2 б) также выполняется [1].

Связь КПР с моделью Харари была рассмотрена недавно также Десаем [1, 2], который показал, что если для $\mathrm{Im}\, T_{\Delta\lambda}$ принять форму (2 а), то полная амплитуда $T_{\Delta\lambda}$ может быть представлена в виде вкладов пары комплексно-сопряженных полюсов.

В заключение отметим, что в рамках двухкомпонентной дуальности предлагаемая выше процедура использования правил сумм может быть применена и к вкладам, связанным с померанчоном в том случае, если эффективный вклад P и "сопровождающего" его разреза может быть представлен в виде КПР.

Физический институт
им. П.Н.Лебедева
Академии наук СССР

Поступила в редакцию
23 ноября 1971 г.

Литература

[1] B.Schrempp-Otto, F.Schrempp. Препринт DESY 71/46, 1971.

[2] R.J.N.Phillips. Доклад на Амстердамской международной конференции по элементарным частицам, 1971 г.

[3] G.F.Chew , D.R.Snider. Phys. Lett., 31B, 75, 1970; J.S.Ball, G.Marchesini, F.Zachariasen. Phys. Rev. Lett., 25, 1389, 1970.

[4] В.А.Царев. Доклад на международном семинаре по бинарным реакциям адронов. Дубна, 1971.

[5] B.R.Desai et al. Phys. Rev. Lett., 25, 1389, 1970.

[6] Н.П.Зотов, В.А.Царев. Ядерная физика, 14, 806, 1971.

[7] H.Harari . Phys. Rev. Lett., 26, 1400, 1971 ; SLAC-PUB-914, 1971.

[1] Отметим, что амплитуды, найденные нами с помощью правил сумм [6] для реакции $\pi^- p \to \pi^0 n$, удовлетворяют условиям (2) и правильно предсказали поляризацию [11].

[8] A.Logunov, L.Soloviev, A.Tavkhelidze. Phys. Lett., 24B, 181, 1967.

[9] F.Schrempp . Phys. Lett., 29B, 598, 1969.

[10] Н.П.Зотов, С.В.Тарасевич ,В.А. Царев. Письма в ЖЭТФ, 14, 120, 1971, Н.П.Зотов, О.Сугихаси, С.В.Тарасевич, В.А.Царев. Краткие сообщения по физике ФИАН №9, 1971.

[11] P.Sonderegger. Доклад на международном семинаре по бинарным реакциям адронов. Дубна, 1971.

[12] B.R.Desai. Препринт RLO 1388-614, 1971.