

определ. набором сохраняющихся квантовых чисел, таких, как *барионное число*, *странность*, *изотопический спин*, *чётность* и т. д. Поскольку в релятивистской теории аналитич. продолжение амплитуд $f_j(t)$ осуществляется отдельно для чётных и нечётных значений момента j , то полюсы Редже характеризуются также сохраняющимся квантовым числом — «сигнатурой» $\sigma = \pm 1$, k -рая определяет чётность момента при целых значениях j : $\sigma = (-1)^j$. Вклад полюса Редже в амплитуду бинарного процесса $1 + 2 \rightarrow 3 + 4$ при высоких энергиях, $s = (p_1 + p_2)^2 \approx 2m_2^2 \mathcal{E}_1$, и небольших значениях квадрата переданного импульса $t = (p_1 - p_3)^2$ (здесь p_i и m_i — 4-импульс и масса i -й частицы, \mathcal{E}_1 — энергия частицы 1 в л.б. системе, s — квадрат полной энергии в системе центра инерции; используется система единиц, в к-рой $c = 1$) записывается в виде

$$T(s, t) = \gamma(t) \eta(\alpha(t)) (s/s_0)^{\alpha(t)}, \quad (2)$$

где $s_0 = 1 \text{ ГэВ}^2$, $\eta(\alpha(t)) = -[1 + \sigma \exp(-i\pi\alpha(t))]/\sin(\pi\alpha(t))$ — сигнатурный множитель, а вычет $\gamma(t)$ представляется в виде произведения вершин: $\gamma(t) = g_{13}(t)g_{24}(t)$ (что

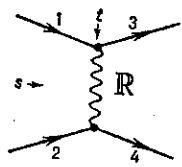


Рис. 1.

наз. свойством факторизации). Такой амплитуде можно поставить в соответствие график (рис. 1), отвечающий обмену полюсом Редже в t -канале — реджеоном (R). В области рассеяния ($t \leq 0$) вычет и траектория полюса Редже являются вещественными t , а при положит. значениях t , превышающих порог образования реальных адронов, траектория $\alpha(t)$ становится комплексной.

Важное свойство полюсов Редже — их связь со спектром частиц и резонансов. Если вещественная часть $\alpha(t)$ в области положит. t проходит через целое значение n (для фермионов — полуцелое), чётное для $\sigma = +1$ и нечётное для $\sigma = -1$, то амплитуда (2) соответствует обмену в t -канале частицей или резонансом (при условии, что мнимая часть $\alpha(t)$, $\text{Im}\alpha(t)$, связанная с шириной резонанса, невелика) со спином $j = n$. Обмен полюсом Редже учитывает вклад всех частиц и резонансов, расположенных на траектории с данными квантовыми числами, и позволяет установить тесную

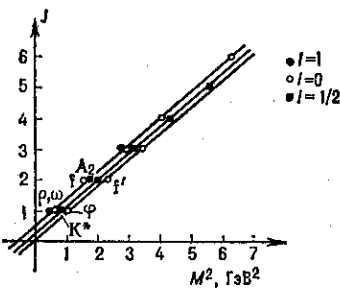


Рис. 2.

связь между спектром частиц и асимптотикой амплитуды рассеяния при высоких энергиях. При описании бинарных реакций обычно учитываются те траектории Редже, на к-рых расположены известные частицы и резонансы: ρ , ω , f , A_2 , π , N и др. На рис. 2 приведены нек-рые известные бозонные траектории Редже. Эти траектории с хорошей степенью точности являются линейными, т. е. $\alpha(t) = \alpha(0) + \alpha'(t)$, с универсальным наклоном $\alpha' \approx 0,9 \text{ ГэВ}^{-2}$. Кроме того, имеет место вырождение траекторий по сигнатуре ($\alpha_p = \alpha_{A_2}$, $\alpha_p = \alpha'_f$) и изоспину ($\alpha_p = \alpha_\omega$, $\alpha_{A_2} = \alpha_f$). Удивительная линейность траекторий Редже, обнаруженная на опыте, привела к созданию дуальных и струнных моделей адронов (см. *Дуальность*, *Струнные модели адронов*). Понятие дуальности, утверждающее, что суммарный вклад всех резонансов в прямом (s) канале равен сумме вкладов всех полюсов Редже в перекрёстном (t или u) канале, оказалось весьма полезным для понимания свойств взаимодействия адронов при высоких энергиях. В струнных моделях адроны рассматриваются как протяжённые объекты — струны (см. *Струна релятивист-*

ская), квантование к-рых приводит к возникновению последовательности частиц, расположенных на линейно растущих траекториях Редже. В рамках квантовой хромодинамики (КХД) линейность траекторий Редже по-видимому, тесно связана с невылетанием цветных объектов — кварков и глюонов.

Выделенное положение в Р. п. м. занимает полюс Померанчука (померон, P), к-рый является самым правым полюсом в j -плоскости (по крайней мере в области $t \lesssim 1 \text{ ГэВ}^2$) и определяет поведение амплитуд дифракц. процессов (дифракционного рассеяния, дифракционной диссоциации). Этот полюс имеет положительную сигнатуру, чётность и G -чётность, изоспин $I = 0$. Пока неясно, какие резонансы расположены на траектории Померанчука $\alpha_P(t)$. Первоначально предполагалось, что $\alpha_P(0) = 1$ и полные сечения взаимодействия адронов при $s \rightarrow \infty$ не зависят от энергии. Однако в связи с наблюдаемым на опыте ростом полных сечений с увеличением энергии более предпочтительным считается вариант теории с $\alpha_P(0) > 1$ — т. н. надкритич. теория померона (описывающая т. н. особенность Померанчука).

Дифференц. сечение бинарной реакции, отвечающее обмену полюсом Редже в t -канале, имеет при больших энергиях простой вид:

$$\frac{d\sigma}{dt} = f(t) (s/s_0)^{2\alpha(t)-2}. \quad (3)$$

Ф-ция $f(t) \sim \gamma^2(t) |\eta(\alpha(t))|^2$ не фиксируется теорией. Зависимость от энергии полностью определяется траекторией $\alpha(t)$ полюса Редже, к-рый даёт вклад в данную реакцию. Найденные из анализа эксперим. данных о бинарных процессах траектории полюсов Редже прекрасно согласуются с траекториями, полученными из спектра частиц и резонансов. Наиб. удобными для проведения такого анализа являются реакции перезарядок типа $\pi^- p \rightarrow \pi^0 n$, $\pi^- p \rightarrow \eta^0 p$, $K^- p \rightarrow \bar{K}^0 n$, в к-рые могут давать вклад только ρ или A_2 полюсы Редже. Дифференц. сечения бинарных процессов (в частности, реакций упругого рассеяния адронов), согласно ф-ле (3), сосредоточены в узкой области переданных импульсов $|t|$, ширина к-рой логарифмически убывает с ростом энергии. Это явление в упругих процессах обычно называют сокращением дифракционного конуса. Сокращение конуса угл. распределения наблюдалось экспериментально во всех бинарных реакциях. Дифференц. сечения бинарных реакций в области малых t часто записывают в виде

$$\frac{d\sigma}{dt} = F(s) \exp\{B(s) \cdot t\}, \quad (4)$$

а величину $B(s)$ наз. в наклоном дифракционного конуса. В модели полюсов Редже наклон дифракц. конуса логарифмически растёт с увеличением энергии: $B(s) = B_0 + 2\alpha'(0) \ln(s/s_0)$. Величина $\alpha'(0)$, характеризующая рост наклона в процессах упругого рассеяния, определяется наклоном траектории Померанчука $\alpha'_P(0)$, и оказалось, что $\alpha'_P(0) \approx 0,2 \text{ ГэВ}^{-2}$, что заметно меньше, чем α' для др. траекторий Редже. Увеличение наклона $B(s)$ с ростом энергии означает, что квадрат радиуса взаимодействия адронов в модели полюсов Редже растёт по закону $R^2 \sim \alpha' \ln(s/s_0)$.

Полюсы Редже в бинарных реакциях тесно связаны с т. н. мультипериферическими взаимодействиями в процессах множеств. рождения адронов (см. *Множественные процессы*) [4], к-рые в силу условия унитарности определяют мнимые части амплитуд двухчастичных процессов. Взаимодействие адронов является наиб. сильным при низких энергиях, где оно имеет резонансный характер (рис. 3, а). При увеличении нач. энергии возможно образование неск. частиц или резонансов в результате обмена виртуальной частицей в t -канале (рис. 3, б). Такая мультипериферич. карти-