

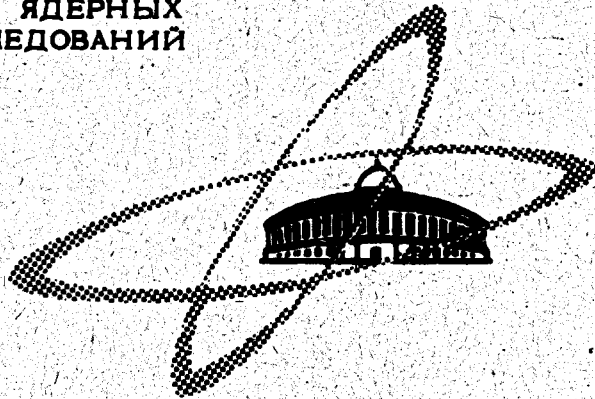
К-895

9/xii - 69

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

P2 - 4777



Н.М. Куин

ДИСПЕРСИОННЫЕ ПРАВИЛА СУММ
ДЛЯ π d- РАССЕЯНИЯ

ЛАБОРАТОРИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

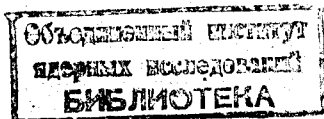
1969

P2 - 4777

Н.М. Куин* (N.M. Queen)

ДИСПЕРСИОННЫЕ ПРАВИЛА СУММ
ДЛЯ π d- РАССЕЯНИЯ

Направлено в ЖТМФ



*Бирмингемский Университет, Англия

8104/2 up.

1. Введение

Благодаря большому количеству точных экспериментальных данных правила сумм при конечных энергиях недавно были использованы для получения сильных ограничений на параметры полюсов Редже, описывающие πN -рассеяние при высоких энергиях, из анализа низкоэнергетических данных. Данные о πN -рассеянии при высоких энергиях хорошо описываются обменом полюсов Редже, имеющих квантовые числа вакуума и ρ -мезона. При рассеянии вперед анализ высокоэнергетических данных и правил сумм требует учета только одного ρ -полюса Редже, параметры которого были точно определены. Однако в настоящее время остается неясным, достаточно ли учета только двух вакуумных полюсов и необходимо ли учитывать вклады Редже-разрезов в амплитуде вакуумного обмена. Так, например, в ^{/1,2/} из анализа правил сумм при непрерывных моментах, было показано, что необходимо учитывать, кроме P и P' полюсов Редже, также третий вакуумный полюс или разрез. Однако этот вывод не является окончательным, так как анализ таких правил сумм при непрерывных моментах требует знания реальных частей амплитуд, которые экспериментально неизвестны и должны быть определены из дисперсионных соотношений. В ^{/3/} было показано, что результаты такого

анализа могут сильно зависеть от предположений об асимптотическом поведении мнимых частей амплитуд.

Анализ πd -рассеяния дает возможность провести независимую проверку моделей для вакуумных полюсов Редже. Рассмотрение этого процесса является особенно удобным, так как амплитуды $\pi^{\pm} d$ -рассеяния равны, а процесс в t -канале может иметь только вакуумные квантовые числа. В ^{/4/} уже отмечалось, что экспериментальные данные о полном сечении πd -взаимодействия при высоких энергиях хорошо описываются известной моделью Р и Р' полюсов Редже. Однако дисперсионные правила сумм для πd -рассеяния раньше не рассматривались. Цель настоящей работы - проведение проверки модели Р и Р' полюсов Редже с помощью таких правил сумм.

2. Дисперсионные правила сумм

и их анализ

Из-за того, что спин дейтрона равен единице, упругое πd -рассеяние вперед описывается двумя независимыми амплитудами ^{/5/}. Пусть $f(\nu)$ есть та линейная комбинация этих амплитуд в лабораторной системе, которая связана с полным сечением $\sigma(\nu)$ для рассеяния неполяризованными дейтронами согласно оптической теореме:

$$\sigma(\nu) = \frac{4\pi}{k} \text{Im } f(\nu), \quad (1)$$

где $\nu^2 = k^2 + m^2$, и m и k - масса и лабораторный импульс π -мезона.

Предполагая реджевское асимптотическое поведение

$$f(\nu) \approx -\sum_i \beta_i \frac{1 + \exp(-i\pi a_i)}{2 \sin \pi a_i} \left(\frac{\nu}{m}\right)^{a_i} \quad (2)$$

при энергиях $\nu > N$, где $i=P, P'$, и используя свойства кроссинг-симметрии $f(\nu) = f(-\nu)$, получим правила сумм ^{/6/}

$$\int_0^N \left(\frac{\nu}{m}\right)^n \operatorname{Im} f(\nu) d\nu = \sum_i \frac{\beta_i m}{2(a_i + n + 1)} \left(\frac{N}{m}\right)^{a_i + n + 1}, \quad (3)$$

где n — нечетное целое число. Мы рассмотрим правила сумм (3) только при $n=1, 3$. Правило сумм остается справедливым при высших нечетных значениях n . Однако для $n=5$ вклад в интеграл от области энергий $\nu \approx N$, в которой реджевская модель уже хорошо описывает полное сечение, настолько велик, что анализ такого правила сумм почти эквивалентен анализу экспериментальных данных только при высоких энергиях.

Полное сечение $\sigma(\nu)$ хорошо известно экспериментально до $\nu = 20$ ГэВ, а полный список ссылок на экспериментальные данные имеется в ^{/5/}. Принципиальной трудностью является наличие нефизической области ниже упругого порога до аномального порога при $\nu = -17,1$ МэВ ^{/5/}. Однако благодаря энергетическим факторам ν и ν^3 соответственно в двух правилах сумм вклады в интегралы от нефизической области пренебрежимо малы. Например, в случае правила сумм для $n=1$ интеграл по нефизической области в (3), согласно модели (а) (продолжения в нефизическую область) работы ^{/5/}, равен 0,04. Соответствующий интеграл в (3) от порога до 3 ГэВ имеет значение 328, а до 6 ГэВ — 2270.

Для того чтобы провести проверку правил сумм (3) определим их левые части из экспериментальных данных, а затем решим совмест-

но два уравнения для вычетов β_p и $\beta_{p'}$, предполагая определенные значения для траекторий a_p и $a_{p'}$ при $t=0$. Пользуясь полученными параметрами, проведем затем теоретическое вычисление полного сечения в высокоэнергетической области $\nu > N$ и сравним результаты с экспериментальными данными.

Предположим, как обычно, что $a_p(0)=1$. Недавно из анализа дисперсионных правил сумм для πN -рассеяния^{/7/} было получено значение $a_{p'} = 0,61 \pm 0,02$, которое совпадает с результатами многих работ. Однако значение параметра $a_p(0)$ не известно с уверенностью, так как некоторые другие методы анализа данных о πN -рассеянии дают разные результаты^{/1/}. Поэтому был проведен анализ для нескольких значений $a_p(0)$. Вычеты (в мбн. Гэв), полученные из правил сумм при $N = 6$ Гэв, для трех значений $a_p(0)$, приведены в табл. 1. Кроме того, была рассмотрена зависимость результатов от варьирования верхнего предела интегрирования N при фиксированном значении $a_p(0)$. Теоретическое определение $\sigma(\nu)$ при $\nu \geq 6$ Гэв и его сравнение с экспериментальными данными приведены в табл. 2 (в мбн). Экспериментальные значения в этой таблице есть средние арифметические значения измеренных $\pi^{\pm} d$ сечений, каждое из которых имеет абсолютную ошибку $\pm 0,5$ мбн при каждой энергии. Модуль абсолютной ошибки для каждого теоретического значения $\sigma(\nu)$ меньше 1 мбн.

3. Заключение

Для $N = 6$ Гэв теоретические высокоэнергетические сечения, полученные из анализа правил сумм, хорошо согласуются с экспериментальными данными при значениях параметра $a_p(0)$ в интервале $(0,5 \pm 0,61)$, которые являются совместными со значениями, определенными с помощью аналогичных правил сумм для πN -рассеяния.

Однако теоретически определенные полные сечения, в частности при $\nu \approx 20$ Гэв, сильно зависят от $a_p(0)$, так что наши правила сумм дают определенные ограничения на значения $a_p(0)$. Например, правила сумм являются несовместными со значением $a_p = 0,75$, которое было получено в ^{/4/} из совместного анализа данных по рассеянию π -мезонов, K -мезонов и нуклонов на дейтроне при высоких энергиях.

Из табл. 2 видно, что правила сумм уже заметно не выполняются при $N = 4,6$ Гэв и значительно при $N < 3$ Гэв. В этом случае изменение параметра $a_p(0)$ не дает улучшения. Эта ситуация отличается от случая πN -рассеяния, для которого правила сумм для вакуумных полюсов (а не для ρ -полюса) справедливы уже при $N = 3$ Гэв ^{/8/}. Следующий отсюда вывод о том, что реджевский режим для вакуумной амплитуды πd -рассеяния наступает при больших энергиях, чем для πN -рассеяния, может быть следствием того, что дейтрон является составной системой.

В заключение автор выражает глубокую благодарность дирекции Объединенного института ядерных исследований за гостеприимство, ЦЕРНу - за стипендию, В.А.Мещерякову и К.В.Рериху - за полезные дискуссии и советы.

Л и т е р а т у р а

1. M.G.Olsson. Nuovo Cim., 57A, 420 (1968).
2. A.Della Selva, L.Masperì, R.Odorico, Nuovo Cim., 55A, 602 (1968)
3. E.Ferrari, G.Violini. Phys.Lett., 28B, 684 (1969).
4. P.B.James, R.K.Logan, H.D.Watson. Phys.Rev., 160, 1539 (1967).
5. G.Fäldt. Nucl. Phys., B10, 597 (1969).

6. A.A.Logunov, L.D.Soloviev, A.N.Tavkhelidze. Phys.Lett., 24B, 181 (1967); K.Igi, S.Matsuda. Phys.Rev.Lett., 18, 625 (1967); R.Dolen, D.Horn, C.Schmid. Phys.Rev., 166, 1768 (1968).
7. P.H.Ng, N.M.Queen. Lettere al Nuovo Cim., 2, 360 (1969).
8. В.И. Журавлев, К.В. Рерих. ЯФ, 6, 165 (1967).

Рукопись поступила в издательский отдел
5 ноября 1969 года.

Таблица 1.

$\alpha_{p,(0)}$	0,5	0,61	0,7	0,61	0,61
N (ГэВ)	6	6	6	4,6	2,665
β_p	0,85	0,74	0,58	0,81	1,03
$\beta_{p'}$	2,04	1,85	1,81	1,66	1,17

Таблица 2.

k (ГэВ/с)	Значения $\alpha_{p,(0)}$ и N (ГэВ)					Эксперимент
	0,5 6	0,61 6	0,7 6	0,61 4,6	0,61 2,665	
6	52,5	52,4	52,2	53,5	58,3	52,75
8	50,6	50,4	50,1	51,7	57,0	50,75
10	49,3	48,9	48,5	50,4	56,2	49,3
12	48,4	47,8	47,2	49,4	55,5	48,05
14	47,6	47,0	46,3	48,7	54,9	47,0
16	47,0	46,3	45,5	48,0	54,5	46,5
18	46,5	45,8	44,9	47,5	54,1	46,35
20	46,1	45,2	44,2	47,0	53,8	45,85