

D-82

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



842/2-73

5/ш-7

P2 - 6891

О.В.Думбрайс , Х.М.Чернев

АНАЛИТИЧНОСТЬ И ПАРАМЕТР НАКЛОНА
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО СЕЧЕНИЯ
УПРУГОГО pp -РАССЕЯНИЯ

1973

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

P2 - 6891

О.В.Думбрайс*, Х.М.Чернев

АНАЛИТИЧНОСТЬ И ПАРАМЕТР НАКЛОНА
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО СЕЧЕНИЯ
УПРУГОГО pp-РАССЕЯНИЯ

Направлено в Physics Letters

* НИИЯФ МГУ

Объединенный институт
ядерных исследований
БИБЛИОТЕКА

Аналитичность и параметр наклона дифференциального сечения упругого pp -рассеяния

При помощи модельно-независимого метода анализа экспериментальных данных изучается параметр наклона дифференциального сечения упругого pp -рассеяния. Метод основан на использовании известных аналитических свойств амплитуды рассеяния и экспериментальных данных в ограниченном интервале углов. Анализ показывает, что параметр наклона не может быть постоянной величиной, а в области малых $|t|$ должен непрерывно убывать с ростом $|t|$.

Препринт Объединенного института ядерных исследований.
Дубна, 1973

Analyticity and the Diffraction Slope of the pp -Elastic Scattering

A model-independent method of analysing experimental data on the pp -scattering is used to investigate the slope parameter of the diffraction peak in elastic scattering. The method exploits the known analyticity properties of the scattering amplitude and experimental data in a limited angular range. The analysis suggests that the diffraction slope continuously increases with decreasing $|t|$ in the very forward direction.

Preprint. Joint Institute for Nuclear Research.
Dubna, 1973

Хорошо известно, что обычная параметризация высокоэнергетического дифференциального сечения задается формулой

$$\frac{d\sigma}{dt} = A e^{bt}, \quad /1/$$

которая, по существу, в пределе малых углов является следствием дифракционного характера рассеяния. Исследованию зависимости параметра наклона b от величин s и t в последние годы посвящен ряд работ /см., например, ^{1-6/} как экспериментальных, так и теоретических. Заключение, которое обычно делается относительно зависимости от t , состоит в том, что имеется несколько интервалов t , где параметр наклона меняется. Это означает, что дифракционный пик нельзя описать одной экспонентой /1/. С теоретической точки зрения формула /1/ основывается на модели, на предположении о том, что рассеяние носит ярко выраженный дифракционный характер. При этом, однако, игнорируется более глубокое предположение о том, что дифференциальное сечение является аналитической функцией от t . Поскольку аналитические свойства связаны с характером сил, ответственных за рассеяние адронов, то формула, удовлетворяющая требованиям аналитичности, должна лучше описать экспериментальные данные ^{7,8/}. Недавно были предприняты попытки учесть влияние структуры близлежащих /см. подпись под рис. 1/ разрезов на рассеяние протонов при малых углах. В этих работах структура разрезов учитывалась либо путем введения переменной "продольная масса" ^{9/}, либо при помощи предположения о специальном "полосообразном" поведении амплитуды вблизи точки ветвления 2π -порога ^{10/}.

В настоящей работе сделана попытка, с одной стороны, полностью использовать аналитические свойства амплитуды рассеяния и, с другой стороны, избежать модельно-зависимые построения работ /9,10/.

Аналитическая структура дифференциального сечения pp -рассеяния в $x = \cos \theta$ - плоскости представлена на рис. 1.

При помощи выражения

$$z = \frac{1}{n^2} \left[\ln \frac{\sqrt{1+u} + \sqrt{u}}{\sqrt{1+u} - \sqrt{u}} \right]^2, \quad /2/$$

где $u = (1-x^2)/(x_\pi^2 - 1)$, $x = 1+t/2k^2$, $x_\pi = 1+m_\pi^2/2k^2$, k - импульс протона в с.ц.м., x - плоскость отображается на параболу в z -плоскости. В частности, полюса при $x = x_\pi$ отображаются в точку $z = -1$, а разрезы - на параболу. Физическая область $0 \leq x \leq 1$ переходит в интервал $0 \leq z \leq z_\infty$, z_∞ стремится к бесконечности с возрастанием энергии. Структура z -плоскости показана на рис. 2. Этот вид конформного отображения, во-первых, эффективно увеличивает область аналитичности, где доступны экспериментальные данные, и, во-вторых, отодвигает разрезы и полюса максимально далеко от физической области.

Теперь дифференциальное сечение может рассматриваться как аналитическая функция в z -плоскости и как не имеющая особенностей внутри параболы может быть там разложена в ряд по полиномам Лагерра $L_n(z)$ /11/

$$\frac{d\sigma}{dt} = \sum_{n=0}^N a_n L_n(z). \quad /3/$$

Тогда, приравнивая выражение /1/ и /3/, можно записать

$$b = \frac{1}{t} \ln \frac{\sum_{n=0}^N a_n L_n(z)}{\sum_{n=0}^N a_n}. \quad /4/$$

Мы подгоняли формулу /3/ к экспериментальным данным при различных энергиях*: 5,52 Гэв/с /12/, 6,92 Гэв/с /13/, 8,10 Гэв/с /14/, 12,40 Гэв/с /15/, 18,40 Гэв/с /15/, ограничивая интервал значений переданного импульса так, чтобы остаться вне области кулоновской интерференции, но не выходить за пределы дифракционного пика: $0,05/\text{Гэв}/\text{с}^2 \leq |t| \leq 0,6/\text{Гэв}/\text{с}^2$. При всех энергиях оказалось достаточным взять три члена

* Выбор этих экспериментальных данных среди всех имеющихся ничем не обусловлен.

в разложении /3/ для того, чтобы получить хорошую подгонку.

Дальше коэффициенты a_0, \dots, a_N , найденные из подгонки, подставлялись в /4/ и находилась функциональная зависимость $b(t)$. Во всех случаях оказалось, что в области малых $|t|$ параметр наклона непрерывно убывает с ростом $|t|$, что находится в согласии с заключением работы /10/. На рис. 3 приведен пример зависимости b от t для pp -рассеяния при 6,92 Гэв/с. Видно, что эта зависимость слаба для больших $|t|$, но становится значительной при малых $|t|$. При этом b достигает значения $\approx 18/\text{Гэв}/\text{с}^{-2}$ при $t=0$ / $A = 107$ мбн//Гэв/с² / вместо постоянного значения $b = 8/\text{Гэв}/\text{с}^{-2}$ / $A = 83$ мбн//Гэв/с² / в случае подгонки согласно формуле /1/. Похожие значения b и A получаются при других энергиях, значение A увеличивается в среднем на 20% по сравнению с подгонками согласно /1/.

В заключение можно сказать, что аналитические свойства амплитуды рассеяния и экспериментальные данные сами по себе, без привлечения каких-либо моделей, указывают на то, что параметр наклона не может быть постоянной величиной, а в области малых $|t|$ должен непрерывно убывать с ростом $|t|$. Поэтому мы рекомендуем во всех процедурах экстраполяции пользоваться формулой типа /3/ вместо обычно принятой формулы /1/, которая может привести к неверным результатам.

Было бы интересно исследовать похожим способом область кулоновской интерференции, а также другие упругие процессы.

Один из авторов /О.В.Д./ выражает глубокую благодарность А.В.Ефремову, Н.Зовко, Л.И.Лапидусу, В.И.Огиевскому и М.Г.Шафрановой за обсуждения и критические замечания.

Мы благодарны также Ф.Никитну за помощь в работе.

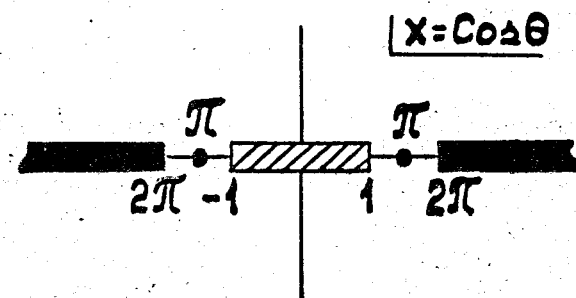


Рис. 1. Аналитическая структура дифференциального сечения pp -рассеяния в $x = \cos \theta$ - плоскости. На рисунке масштаб не соблюден. Например, при $p = 10$ Гэв/с $x_\pi \approx 1,002$, $x_{2\pi} \approx 1,009$.

Литература

1. R.A.Carrigan. *Phys.Rev.Lett.*, 24, 168 (1970).
2. X.M.Чернев. *ЯФ*.
3. M. Holder et al. *Phys.Lett.*, 36B, 400 (1971).
4. U.Amaldi et al. *Phys.Lett.*, 36B, 504 (1971).
5. В.И.Саверин, С.В.Семенов, Н.Е.Тюрин, О.А.Хрусталеv. *ЯФ*, 16, 384 /1972/.
6. В.Р.Гарсеванишвили, В.А.Матвеев, Л.А.Слепченко. *ЭЧАЯ* 1, 91 /1970/.
7. R.E.Cutkosky, B.V.Deo. *Phys.Rev.*, 174, 1859 (1968).
8. B.V.Deo, M.K.Parida. *Phys.Rev.Lett.*, 26, 1609 (1971).
9. S.Barshay, Y.A.Chao. *Phys.Lett.*, 38B, 225 (1972).
10. S.Barshay, Y.A.Chao. *Phys.Rev.Lett.*, 29, 753 (1972).
11. Г.Бейлмен, А.Эрдейн. *Высшие трансцендентные функции*. Том II, "Наука", 1966.
12. G.Alexander et al. *Phys.Rev.*, 154, 1284 (1967).
13. G.Alexander et al. *Phys.Rev.*, 173, 1322 (1968).
14. I.Ginestet et al. *Nucl.Phys.*, B13, 283 (1969).
15. D.Harting et al. *Nuovo Cim.*, 38, 60 (1965).

Рукопись поступила в издательский отдел
15 января 1973 года.

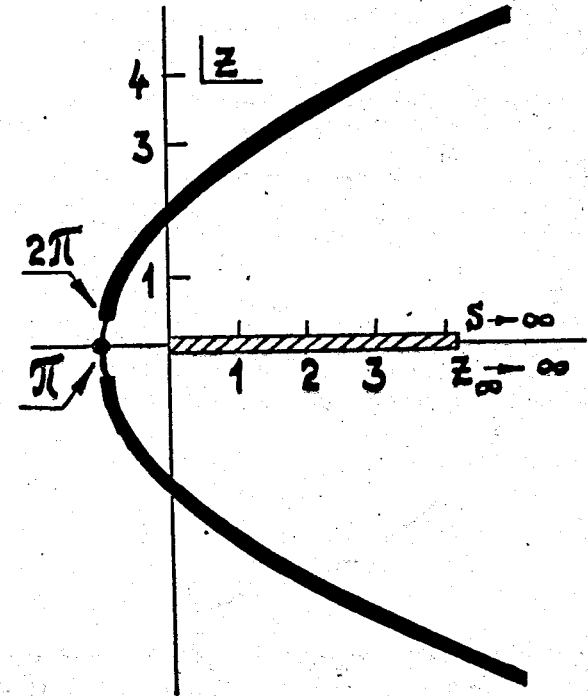


Рис. 2. Аналитическая структура дифференциального сечения σ -рассеяния в z -плоскости.

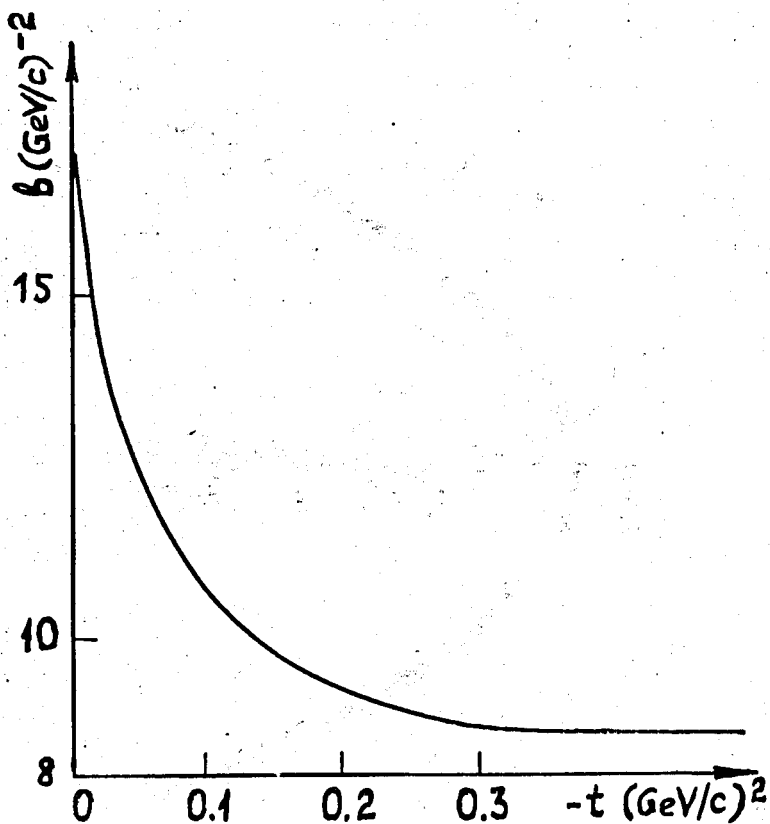


Рис. 3: Зависимость параметра наклона от переданного импульса при $p = 6,92$ Гэв/с.