

УФР, 1972, т. 16, в. 4, с. 755-759 22/1-7

2-491

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна.

1710/2-72

P1 - 6358



Х.М. Чернев

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

О ПАРАМЕТРЕ НАКЛОНА
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО СЕЧЕНИЯ
УПРУГОГО Р-Р РАССЕЯНИЯ

1972

P1 - 6358

Х.М. Чернев

**О ПАРАМЕТРЕ НАКЛОНА
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО СЕЧЕНИЯ
УПРУГОГО Р-Р РАССЕЯНИЯ**

Направлено в ЯФ

**Объединенная библиотека
ядерных исследований
БИБЛИОТЕКА**

Исследование упругого рассеяния в области дифракционного пика является источником информации о пространственной структуре частиц, а определение энергетической зависимости параметра наклона дифференциального сечения дает возможность проверить некоторые выводы современной теории. Не случайно одними из первых экспериментов на ускорителях высоких энергий, вводимых в последние годы в действие, являются эксперименты /1-4/ по изучению упругого $p-p$ рассеяния в области малой передачи импульса. В эксперименте /1/ было показано, что в энергетическом интервале 13-70 Гэв параметр наклона возрастает. Полученные недавно результаты определения этой величины на встречных пучках в ЦЕРНе /2,3/ имеют, однако, несколько противоречивый характер.

В настоящей работе обсуждаются результаты экспериментов на встречных пучках с точки зрения экспериментов при более низких энергиях.

Параметр наклона является касательной к логарифмической функции дифференциального сечения упругого рассеяния:
$$b = \frac{d}{dt} \ln \frac{d\sigma}{d|t|} .$$

В экспериментах на встречных пучках значения параметра наклона были определены в следующих интервалах переданного четырехмерного импульса:

$$\begin{array}{ll}
 0,015 \leq |t| \leq 0,055 \text{ (Гэв/с)}^2 & \text{в работе} \quad /2/ \\
 0,03 \leq |t| \leq 0,12 & - " - \\
 0,04 \leq |t| \leq 0,16 & - " - \\
 0,06 \leq |t| \leq 0,18 & - " - \text{ в работе} \quad /3/ \\
 0,11 \leq |t| \leq 0,34 & - " - \\
 0,16 \leq |t| \leq 0,45 & - " - .
 \end{array}$$

В настоящей работе в тех же интервалах определены значения параметра наклона для экспериментов в области более низких энергий. На основе данных о дифференциальных сечениях было вычислено значение параметра наклона в тех интервалах t , в которых этот параметр был определен при экспериментах на встречных пучках в ЦЕРНе. Поскольку некоторые из исследуемых интервалов по t находятся в области, в которой необходимо учитывать интерференцию ядерного и кулоновского рассеяния, обработка экспериментальных данных проводилась по известной формуле Бете ^{/5/} для бесспиновых частиц:

$$\frac{d\sigma}{d|t|} = \xi \left[A_c^2 + A_r^2 + A_i^2 - 2A_c (A_r + 2nA_i \ln \frac{1.06}{kR\theta}) \right],$$

где $A_c(t) = \frac{2\hbar^2 nk}{|t|} F(t)$ - амплитуда кулоновского рассеяния,
 $F(t) = \exp(1/2 bt)$ - ядерный формфактор для нуклона, A_r , A_i - действительная и мнимая части амплитуды упругого рассеяния,
 $t = -2p^2(1 - \cos \theta)$ - квадрат переданного четырехмерного импульса,
 p , k , θ - импульс, волновое число и угол рассеяния протона в с.ц.и., $n = \frac{1}{137 \beta_{л.с.к.}}$ - кулоновский параметр.

Для зависимости амплитуды упругого рассеяния от t принималось следующее параметрическое представление:

$$A = (a + i) \sqrt{\left(\frac{d\sigma}{d|t|}\right)_{opt.}} \exp(1/2 b t),$$

где $a = A_r(0) / A_i(0)$ является отношением действительной части амплитуды упругого рассеяния к мнимой для $t = 0$. Оптические точки $\left(\frac{d\sigma}{d|t|}\right)_{opt.} = \sigma_{tot.}^2 / 16 \pi k^2$ были определены на основе экспериментальных данных /6,7/ по полным сечениям, а величина a задавалась по гладкой кривой, полученной в работе /8/. Искомые параметры b и ξ (коэффициент мониторингования) определялись по методу наименьших квадратов.

II

Полученные значения для параметров наклона в исследуемых интервалах переданного четырехмерного импульса представлены в таблицах 1-6. Расчет проводился для всех экспериментов, в которых имелось в исследуемых областях по t не менее четырех значений дифференциальных сечений. В таблицы включены все полученные результаты, за исключением случаев, в которых или значение параметра наклона уклоняется больше, чем на 2.5σ от среднего значения, или сам параметр определяется с ошибкой, превышающей 25%, или же выполняется условие $\chi^2 / (N - M) > 5$. В столбцах таблицы соответственно даны: импульс налетающего протона в л.с.к., квадрат полной энергии в с.п.и., параметр наклона и его ошибка, число экспериментальных точек, $\chi^2 / (N - M)$ и ссылка на литературу.

Зависимость параметра наклона от $\ln s$ в области $s \geq 18$ (Гэв/с)² принималась за прямую линию:

$$b = b' + 2b_1 \ln(s / s_0),$$

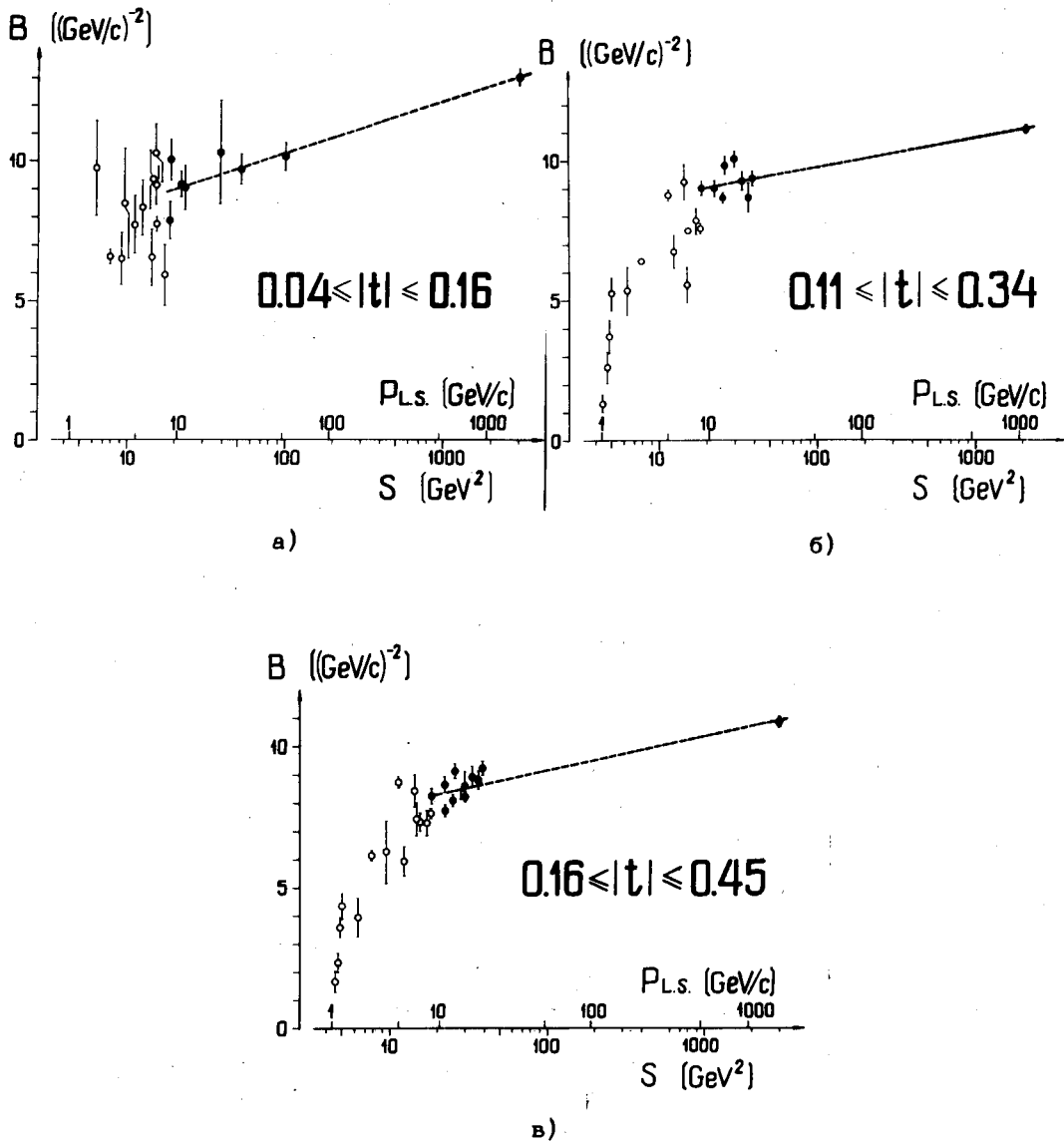


Рис. 1. а-в. Зависимость параметра наклона от $\ln s$ в области $s \geq 18 (\text{GeV})^2$ для некоторых интервалов квадрата переданного импульса.

где $s_0 = 1$ Гэв. Обоснованность этой трактовки и согласованность ее с экспериментальными данными отражены на рисунках 1а - в для некоторых интервалов переданного импульса. Черными кружками отмечены экспериментальные данные, которые были использованы для определения коэффициентов b' и b_1 , по методу наименьших квадратов.

Проведенный расчет показал, что во всех интервалах переданного импульса результаты экспериментов находятся в удовлетворительном согласии с принятым допущением. Таким образом, данные как работы /2/, так и работы /3/ подтверждают линейное возрастание параметра наклона с $\ln s$. В однополюсной модели при методе комплексных моментов параметр b_1 является наклоном траектории полюса. Полученные для этой величины значения (рис. 2) зависят от t , т.е. в исследуемом интервале переданного импульса траекторию полюса нельзя считать линейной.

В результате проведенного расчета нами получены значения величины b в зависимости от энергии для указанных шести интервалов t . Следовательно, можно определить зависимость параметра наклона дифференциального сечения от t при любой заданной энергии. На рис. 3 эта зависимость дана для энергии 50 Гэв. На оси абсцисс нанесены значения $|t|$, являющиеся средними значениями исследуемых интервалов переданного четырехмерного импульса. Прямая линия соответствует определенной по методу наименьших квадратов линейной зависимости: $b = b_0 - 2ct$.

Аналогичные вычисления были выполнены для протонов с энергией 8-1000 Гэв. В результате проведенных расчетов получена энергетическая зависимость коэффициента c , которая представлена сплошной линией на рис. 4. Пунктирные линии задают соответствующий коридор ошибок. На рисунке приведены и результаты определения коэффициента c в экспериментах, упругое p - p рассеяние в которых было исследовано в более широком угловом интервале /28/.

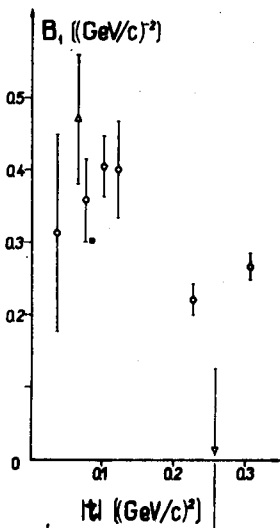


Рис. 2. Наклон траектории полюса в однополюсной модели. \circ - настоящая работа, \triangle - /1/, \square - /2/ (ошибка не указана), \diamond - /3/.

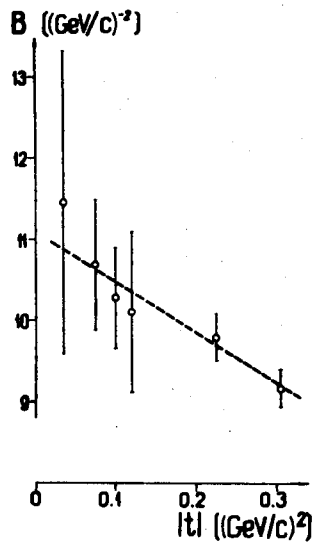


Рис. 3. Зависимость параметра наклона дифференциального сечения от t для энергии 50 GeV.

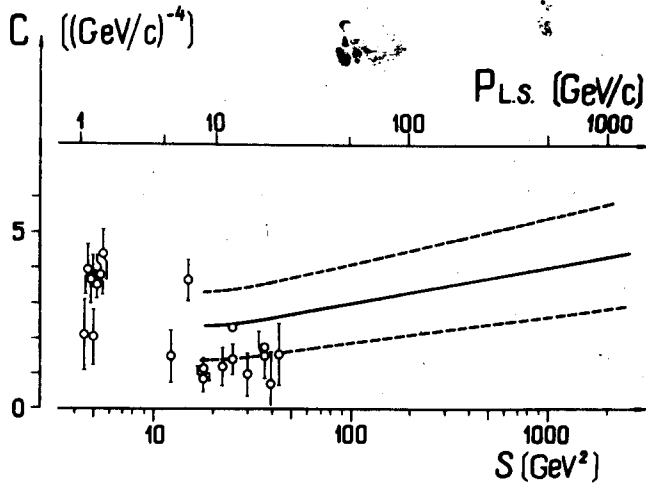


Рис. 4. Энергетическая зависимость коэффициента c в параметрическом представлении $\frac{d\sigma}{dt} = \exp(a + bt + ct^2)$.

Линейный спад параметра наклона с возрастанием $|t|$ в интервале $0,015 \leq |t| \text{ (Гэв/с)}^2 \leq 0,45$ показывают, что в этом интервале для зависимости дифференциального сечения от t следует предпочесть выражение:

$$\frac{d\sigma}{dt} = \exp(a + b_0 t + ct^2).$$

Использование определенного таким образом коэффициента c в этом параметрическом представлении позволяет снять кажущуюся противоречивость результатов работ ^{/2/} и ^{/3/}.

Выражаю глубокую благодарность Л.Н. Струнову и К.Д. Толстову за полезные обсуждения.

Литература

1. G.G.Beznogikh et al. Phys.Lett., 30B, 274 (1969).
2. U.Amaldi et al. Phys.Lett., 36B, 504 (1971).
3. M.Holder et al.Phys.Lett., 36B, 400 (1971).
4. J.Lach, Amsterdam Int.Conf. on Elemen.Part., (1971).
5. H.Bethe. Ann.of Phys., 3, 190 (1958).
6. G.Giacomelli. Progress in Nucl.Phys., vol.12, 77 (1970).
7. S.P.Denisov et al. Phys.Lett., 36B, 415 (1971).
8. О.В. Думбрайс. ЯФ, 13, 1096 (1971).
9. В.А.Ryan et al. Princ.-Penn.Accelerator PPAR-II (1969).
10. В.М. Гужавин и др. ЖЭТФ, 47, 1228 (1964).
11. А.М.Eisner et al. Phys.Rev., B138, 670 (1965).
12. Н. Далхажав и др. ЯФ, 8, 342 (1968).
13. A.R.Clyde. Preprint UCRL 16275 (1966).

14. P.Grossman et al. Czechsl. J. Phys., B17, 830 (1967).
15. S.Coletti et al. Nucl.Phys., 49A, 479 (1967).
16. G.Alexander et al. Phys.Rev., 154, 1284 (1967).
17. E.Colton. Preprint UCLA 1025 (1968).
18. K.J.Foley et al. Phys.Rev.Lett., 11, 425 (1963).
19. G.Alexander et al. Phys.Rev., 173, 1322 (1968).
20. K.J.Foley et al. Phys.Rev.Lett., 15, 45 (1965).
21. J.Ginestet et al. Nucl.Phys., B13, 283 (1969).
22. D.Harting et al. Nuovo Cim., 38, 60 (1965).
23. G.Bellettini et al. Phys.Lett., 14, 164 (1965).
24. G.Bellettini et al. Phys.Lett., 19, 705 (1966).
25. A.N.Diddens. Private communication.
26. П.А. Девенски и др. ЯФ, 14, 387 (1971).
27. G.C.Fox, C.Quigg. Preprint UCRL-20001 (1970).
28. O.Benary et al. Preprint UCRL-20000 NN (1970).

Рукопись поступила в издательский отдел
31 марта 1972 года.