

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕАКЦИИ $\pi^- p \rightarrow \pi^0 n$ ПРИ БОЛЬШИХ ПЕРЕДАННЫХ ИМПУЛЬСАХ

В.Д.Апель¹⁾, К.Х.Аугенштайн¹⁾, Е.Бертолуччи²⁾,
 М.Л.Винчелли¹⁾, С.В.Донсков³⁾, А.В.Инякин³⁾
 В.А.Качанов³⁾, М.Квалья²⁾, Р.Н.Краснокутский³⁾,
 М.Крюгер¹⁾, Г.Ледер⁴⁾, И.Маннелли²⁾,
 Ю.В.Михайлов³⁾, Х.Мюллер¹⁾, Ю.Д.Прокошкин³⁾.
 Г.М.Пьераццини²⁾, Ф.Серджиампьетри²⁾, Г.Сигурдсон^{1,5)}
 А.Скрибано²⁾, А.Н.Торопин³⁾, Х.Шнайдер¹⁾
 Р.С.Шувалов³⁾

Представлены данные о зарядовообменном $\pi^- p$ -рассеянии при импульсе 40 Гэв/с в области больших передач импульса. Эксперимент выполнен на 70 Гэв ускорителе ИФВЭ с использованием 648-канального годоскопического гамма-спектрометра. Полная статистика составила более миллиона π^0 -мезонов, что позволило продвинуться в область передач импульса до $-t = 1,8 (\text{Гэв/с})^2$.

Экспериментальные данные сопоставляются с оптической моделью прицельного параметра. Определена мнимая часть траектории полюса $b_0(s)$ по наклону касательной к максимумам функции $\sqrt{-t} \, d\sigma/dt$. Наблюдается линейный рост $\text{Im } b_0(s)$ с $\lg s$.

В настоящей работе представлены предварительные результаты исследования реакции



в области больших переданных импульсов⁶⁾. Эксперимент был выполнен на 70-Гэв ускорителе ИФВЭ как часть широкой программы исследования нейтральных конечных состояний в $\pi^- p$ -соударениях. Реакция (1) принадлежит к числу простейших с точки зрения теоретической интерпретации. При высоких энергиях доминирующий вклад в ее амплитуду дает обмен в t -канале только частицы с квантовыми числами ρ -мезона.

¹⁾ Институт экспериментальной ядерной физики, Университет и центр ядерных исследований. Карлсруэ, ФРГ.

²⁾ Институт физики, Университет и ИНФН, Пиза, Италия.

³⁾ ИФВЭ, Серпухов, СССР.

⁴⁾ Институт физики высоких энергий и ААН, Вена, Австрия.

⁵⁾ ЦЕРН, Женева, Швейцария.

⁶⁾ Представлено на Европейской конференции по физике частиц, Будапешт, 1977 г.

Эксперименты были выполнены на установке НИЦЕ, описанной в предыдущих работах [1, 2]. Энергии и координаты γ -квантов от распада π^0 -мезонов измерялись при помощи 648-канального годоскопического спектрометра [3] в линию с ЭВМ. Триггерная электроника выделяла взаимодействия в жидководородной мишени с нейтральными конечными состояниями. Точка взаимодействия локализовалась в мишени путем измерения интенсивности черенковского излучения в жидком водороде [4]. Охранная система счетчиков-сандвичей исключала все события с вылетом заряженных частиц и гамма-квантов вбок, за исключением гамма-квантов, летящих в переднем конусе в направлении γ -спектрометра. Это позволяло эффективно подавить регистрацию фоновых процессов с образованием и распадом N^* . За время измерений через мишень было пропущено 10^{11} π^- -мезонов, что соответствует чувствительности эксперимента 10^{-35} $см^2/событие$.

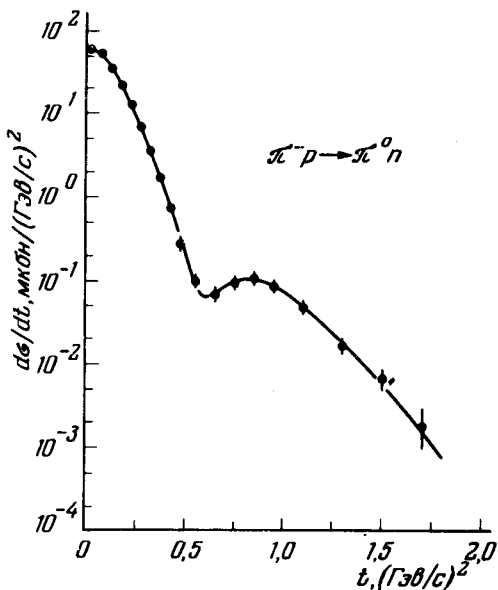


Рис. 1. Дифференциальное сечение реакции (1) при импульсе 40 Гэв/с. В области малых $-t$ из-за большого шага по t не видна структура — уменьшение сечения к $t = 0$. Кривая проведена через точки от руки

В описываемых экспериментах γ -спектрометр располагался близко от мишени, на расстоянии 3 м. При этом минимальное расстояние, разделяющее γ -кванты от распада π^0 -мезонов в реакции (1), составляло 2,2 см и γ -кванты обычно лишь частично разделялись в спектрометре. Для определения координаты π^0 -мезона мы использовали центр тяжести двух ливней. Суммарная амплитуда импульсов давала величину энергии π^0 -мезона. Другие процессы исключались во-первых, условием отсутствия дополнительных γ -квантов вне угла раствора пары от π^0 -мезона и, во-вторых, ограничением на инвариантную массу системы, распадающейся на γ -кванты. Величина массы определялась путем измерения первого и второго моментов амплитуд импульсов спектрометра [5].

Фон от событий, в которых при распаде γ -кванты образуются с малой энергией и поэтому не регистрируются (например, очень асимметричные распады η -мезонов), был определен путем варьирования энергетического порога программы распознавания γ -квантов. Вклад его оказался пренебрежимо малым. При очень больших $-t$, где сечение па-

дает более, чем в 10^4 раз по сравнению с малыми углами, становится существенной примесь "неупругих" процессов $\pi^-p \rightarrow \pi^0 + X$ с образованием системы X , отличной от нейтрона. Этот фон, а не статистика, ограничивает, в конце концов, область достижимых значений t . Увеличение указанного фона проявляется в росте числа событий с энергией π^0 -мезона, меньшей, чем в пике, соответствующем реакции (1). Вклад этого фона контролировался путем экстраполяции спектра π^0 -мезонов в "неупругих" процессах в область пика реакции (1). В последних измеренных t -интервалах, $1,6 \div 1,8$ (Гэв/с)², фон составлял от 20 до 50%.

Измеренные дифференциальные сечения реакции (1) $d\sigma/dt$, определенные с учетом разрешения установки (методом Монте-Карло), приведены на рис. 1. Наши данные согласуются с предыдущими результатами [6, 7] при 40 Гэв/с, перекрывающими область $-t$ до $1,4$ (Гэв/с)², превосходя их по статистике на 1 – 2 порядка величины – в реакции (1) мы зарегистрировали более 10^6 π^0 -мезонов.

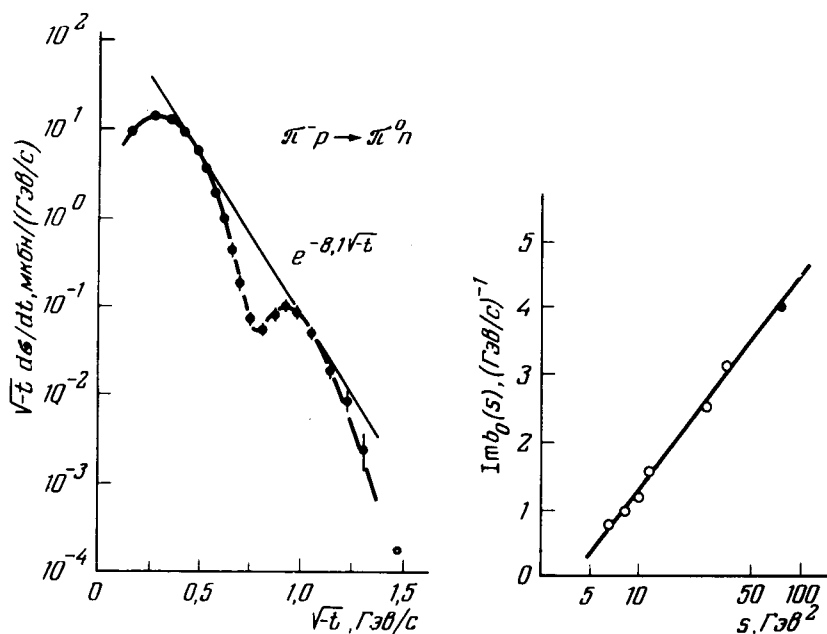


Рис. 2. а – Зависимость величины $\sqrt{-t} d\sigma/dt$ от $\sqrt{-t}$ при импульсе 40 Гэв/с в реакции (1). Касательная к максимумам (см. (2)) определяет мнимую часть траектории полюса $b_0(s)$ в модели прицельного параметра [8]. Кривая – та же, что на рис. 1. б – Величины мнимой части комплексного полюса, $\text{Im} b_0(s)$ в зависимости от $\lg s$. Точки: ● – наши данные при 40 Гэв/с, ○ – данные при 3 – 18 Гэв/с

Достигнутые в настоящей работе большие значения переданных импульсов позволяют провести сравнение экспериментальных данных с предсказаниями модели геометрического S -канального приближения [8]. Согласно этой модели дифференциальное сечение определяется

вкладом комплексного полюса $b_0(s)$, движущегося в плоскости прицельного параметра. Широкий класс бинарных реакций может быть описан этой моделью при средних и больших переданных импульсах, $-t > 0,25 (Гэв/c)^2$ с использованием универсального полюса $b_0(s)$. Для реакции перезарядки модель предсказывает, что величина $\sqrt{-t} d\sigma/dt$ должна осциллировать с увеличением $\sqrt{-t}$ и ограничена сверху величиной

$$\sqrt{-t} d\sigma/dt_{max} \sim e^{-2\text{Im}b_0(s)} \sqrt{-t} \quad (2)$$

Величина $2\text{Im}b_0(s)$ определяется касательной к максимумам сечения; в полулогарифмической шкале (см. рис. 2,а). Найденное по нашим данным значение $\text{Im}b_0(s)$ при импульсе $40 Гэв/c$ приведено на рис. 2,б вместе с величинами, полученными по данным при меньших энергиях, от 3 до $18 Гэв/c$ [9]. Наша точка располагается на прямой, продолженной из области малых энергий и показывает, что $\text{Im}b_0(s) \sim 1 g s$ вплоть до $s \approx 100 Гэв^2$.

На основании аналитичности можно найти из этой логарифмической зависимости также и значение $\text{Re}b_0(s)$. Оно получено равным $\approx 5 (Гэв/c)$ — что соответствует радиусу области взаимодействия $\approx 1 ф$.

Мы благодарны дирекции ИФВЭ и ЦЕРН за поддержку совместного эксперимента. Сотрудники ИЭЯФ, Карлсруэ, выражают также благодарность министерству исследований и технологии за финансовую поддержку.

Поступила в редакцию
26 сентября 1977 г.

Литература

- [1] W.D.Apel et al. XVII Intern. Conf. on High Energy Physics, 536, Proc, 1-35, London, 1974; Препринт ИФВЭ 74-117, Серпухов, 1974; ЯФ, 25, 362, 1977.
- [2] W.D.Apel et al Phys. Lett., 57B, 398, 1975.
- [3] Yu. V. Bushnin et al. Nucl. Instr. Meth., 120, 391, 1974; Препринт ИФВЭ 74-21, Серпухов, 1974.
- [4] E.Bertolucci et al. Nucl. Instr. Meth., 69, 21, 1969; F.Sergiampietri. Use of Cerenkov Light in Liquid Hydrogen Targets. 1973 Int. Conf. on Instrumentation for High Energy Physics, Frascati.
- [5] W.D.Apel et al. Phys. Lett., 56B, 190, 1975; ЯФ, 22, 1031, 1975.
- [6] В.Н.Болотов и др. ЯФ, 18, 1046; 1973; Nucl. Phys. 37B, 365, 1974

- [7] A.V.Barnes et al. Phys. Rev. Lett., 37, 76, 1976.
- [8] B.Schrempp, F.Schrempp. Nucl. Phys., B54, 525, 1973; B60, 110, 1973; CERN preprints TH 2258, 1976, TH 2319, 1977.
- [9] A.Stirling et al. Phys. Rev. Lett., 14, 763, 1965; P.Sonderegger et al. Phys. Lett., 20, 75, 1966; G.Giacomelli et al. πN -data compilation CERN-HERA 69-1, 1969.
-