

И Ф В Э 80-12

ОТФ

С.М.Трошин, Н.Е.Тюрин

ОБ ИЗМЕРЕНИИ ПОЛЯРИЗАЦИИ
В РЕАКЦИИ ПЕРЕЗАРЯДКИ $\pi^- p \rightarrow \pi^0 n$

Серпухов 1980

С.М.Трошин, Н.Е.Тюрин

**ОБ ИЗМЕРЕНИИ ПОЛЯРИЗАЦИИ
В РЕАКЦИИ ПЕРЕЗАРЯДКИ $\pi^- p \rightarrow \pi^0 n$**

Аннотация

Трошин С.М., Тюрин Н.Е.

Об измерении поляризации в реакции перезарядки $\pi^- p \rightarrow \pi^0 n$. Серпухов, 1980.
8 стр. с рис. (ИФВЭ ОТФ 80-12).
Библиогр. 12.

Обсуждаются предсказания различных моделей для параметра поляризации P_0 в реакции перезарядки $\pi^- p \rightarrow \pi^0 n$. Наибольший интерес с этой точки зрения представляет исследование поляризации в области больших значений переданного импульса. Обнаружение большой величины P_0 будет свидетельствовать о важности учета соотношения унитарности при построении амплитуд для процессов с обменом квантовыми числами.

Abstract

Troshin S.M., Tyurin N.E.

On Polarization Measurements in Charge Exchange Reaction $\pi^- p \rightarrow \pi^0 n$.
Serpukhov, 1980.
p. 8. (IHEP 80-12).
Refs. 12.

Predictions of various models are being discussed for the polarization parameter P_0 in the charge exchange reaction $\pi^- p \rightarrow \pi^0 n$. From this point of view the study of polarization in the range of large momentum transfer is of great interest. If a large value for P_0 be observed it would indicate the importance of taking into account the unitarity relation when constructing the amplitudes for the processes with quantum number exchange.

В настоящее время в ИФВЭ проводятся эксперименты по измерению параметра поляризации в реакции перезарядки $\pi^- p \rightarrow \pi^0 p$ при энергии 40 ГэВ. Экспериментальное изучение реакции перезарядки всегда имело большое значение для проверки различных моделей в теории сильных взаимодействий. Особенно тонким в этом смысле является изучение поляризации. Модель, которая дает качественно правильные сечения, может приводить к значению поляризации, не согласующемуся с экспериментальными данными.

Хорошие экспериментальные данные по измерению угловых распределений в реакции $\pi^- p \rightarrow \pi^0 p$ имеются при энергиях ИФВЭ^{/1/} и при энергиях FNAL^{/2/}. Однако данные по параметру поляризации существуют только при энергиях до 11,2 ГэВ в области передач $|t| < 1,4 \text{ ГэВ}^2$ ^{/3/} (см. рис. 1). Эти данные позволяют сделать, пожалуй, единственный вывод: параметр поляризации P_0 не равен нулю и при малых значениях $|t|$ имеет положительное значение.

В настоящей работе проводится анализ различных модельных предсказаний относительно величины и поведения поляризации в реакции перезарядки $\pi^- p \rightarrow \pi^0 p$.

В начальной модели полюсов Редже амплитуда без изменения спиральности $F_{++}(s, t)$ и амплитуда с изменением спиральности $F_{+-}(s, t)$ определяются вкладом ρ -мезонного полюса и имеют поэтому одинаковую фазу, что приводит к нулевому значению поляризации. Предпринимались различные попытки объяснить возникновение отличной от нуля поляризации. В ряде моделей для

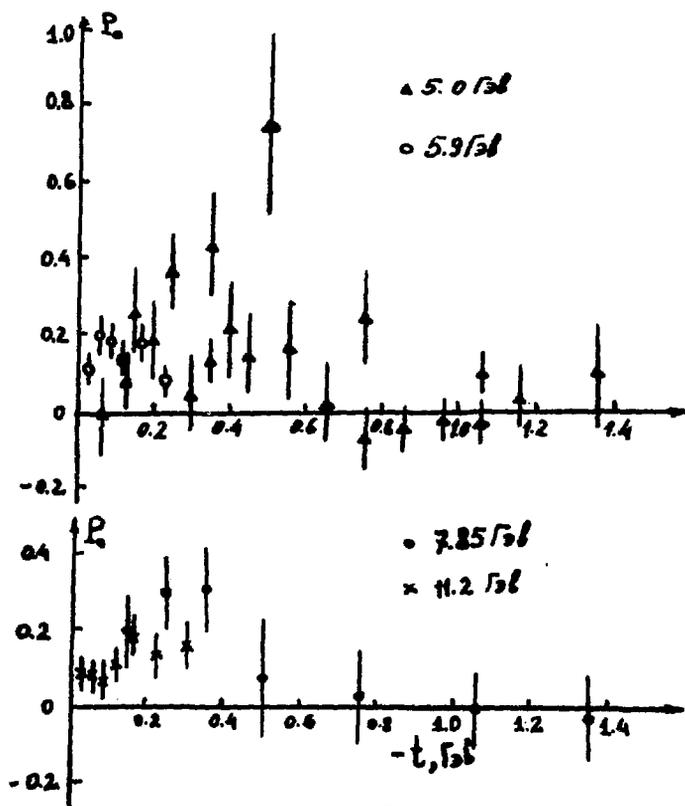


Рис. 1.

получения $P_0 \neq 0$ использовалось введение дополнительной ρ' -траектории^{/4/}, в других моделях ненулевая поляризация приписывалась разрезам в i -плоскости^{/5/} и перерассеяниям^{/6/}. Данные по параметру $P_0(s, t)$ были описаны также в рамках квазипотенциального подхода^{/7/}. При этом в перечисленных работах^{/4-7/} фитировались данные по сечениям реакции $\pi^- p \rightarrow \pi^0 n$ лишь при энергиях до 18 ГэВ. В таблице представлены характерные предсказания этих моделей относительно поведения P_0 .

После измерения угловых распределений в реакции перезарядки $\pi^- p \rightarrow \pi^0 n$ при энергиях FNAL^{/2/} эти модели столкнулись с трудностями. Оказалось, что они не в состоянии одновременно удовлетворительно описать данные по разности полных сечений $\Delta \sigma_{tot} = \sigma_{\pi^- p} - \sigma_{\pi^+ p}$ и по $\left. \frac{d\sigma}{dt} \right|_{t=0} (\pi^- p \rightarrow \pi^0 n)$

Мы рассмотрим поэтому более подробно модели, в рамках которых было проведено описание высокоэнергетических данных по сечениям.

Таблица

Модель	Знак поляризации при малых $ t $	Изменение знака P_0 в области $0 < t \leq 0,6 \text{ ГэВ}^2$	Значение в области $ t \sim 1,5 \div 20 \text{ ГэВ}^2$	Максимальная энергия (ГэВ), при которой проведено описание данных по $\frac{d\sigma}{dt}$
$\rho + \rho'$	+	нет	~ 0	18
Ветвления ^{/5/} и перерасщепления ^{/6/}	+	да	нет предсказаний	18
Квазипотенциал ^{/7/}	+	нет	~ 0	18
"Гипер-реджевские вклады" ^{/8/}	-	да	~ 0	200
Абсорбционная модель ^{/9/}	+	да	$\sim 50\%$	200
Правила сумм при конечной энергии ^{/10/}	+	да	~ 0	200
U-матрица ^{/12/}	+	да	$\sim 50\%$	200

В работе ^{/8/} дополнительно к ρ - и ρ' -вкладам в амплитуду $F_{++}(s, t)$ добавлялся член, который при $s \rightarrow \infty$ и $t = 0$ ведет себя как $s[\log^2 s - i\pi \log s]$. Другая возможность, рассмотренная там же, - это введение в $F_{++}(s, t)$ полюса типа вакуумного, но с нечетной сигнатурой. Из-за интерференции новых членов с ρ - и ρ' -вкладами возникает большая отрицательная поляризация при малых значениях переданных импульсов, что является характерным для этой модели.

Новые результаты FNAL были включены в совокупность данных, рассмотренных в рамках абсорбционной модели ^{/9/}, суть которой состоит в приближенном учете соотношения унитарности. Предсказания этой модели приведе-

ны в таблице. В работе^{/10/} для нахождения поправок к ρ -мезонному обмену были использованы дисперсионные соотношения.

Для определения формы вычета использовались правила сумм при конечной энергии. При этом предсказывается очень малая величина поляризации. Так, при энергии 40 ГэВ максимальная величина поляризации предсказывается на уровне 4%. Вся совокупность данных по πN -рассеянию (в том числе данные FNAL по перезарядке $\pi^- p \rightarrow \pi^0 p$) была описана в рамках метода обобщенной матрицы реакций^{/11,12/}, основанного на связи прямого и перекрестного каналов с помощью новой величины - функции $U(s, t)$. Амплитуды $F_{++}(s, t)$ и $F_{+-}(s, t)$ получаются при этом путем решения системы динамических уравнений в рамках одновременного формализма в квантовой теории поля^{/11/}. Такой подход позволяет избежать многих трудностей, присущих обычным схемам. Было показано, что новые данные FNAL в рамках этого метода могут быть успешно описаны без введения ρ' -траектории и дополнительных "не реджевских" или "гипер-реджевских" членов.

Хорошее согласие с экспериментальными результатами, полученное в результате обработки всей совокупности данных, позволило сделать ряд предсказаний, в частности, для параметра поляризации в реакции $\pi^- p \rightarrow \pi^0 p$ (см. таблицу). $P_0(s, t)$ меняет знак в области $|t| \sim 0,3-0,4 \text{ ГэВ}^2$, что связано с наличием второго минимума в угловом распределении. Однако следует заметить, что корреляция между изменением знака P_0 и минимумом в дифференциальном сечении в значительной степени зависит от способа параметризации амплитуд $F_{++}(s, t)$ и $F_{+-}(s, t)$ или, соответственно, функций $U_{++}(s, t)$ и $U_{+-}(s, t)$ в методе U -матрицы.

На рис. 2 приведены предсказания для величины P_0 при энергии 40 ГэВ, полученные в некоторых моделях. Наиболее характерным для подхода, учитывающего унитарность, является предсказание большой величины параметра поляризации при больших переданных импульсах. Чтобы пояснить, за счет чего это происходит, обратимся к выражениям для амплитуд в представлении прицельного параметра^{/12/}:

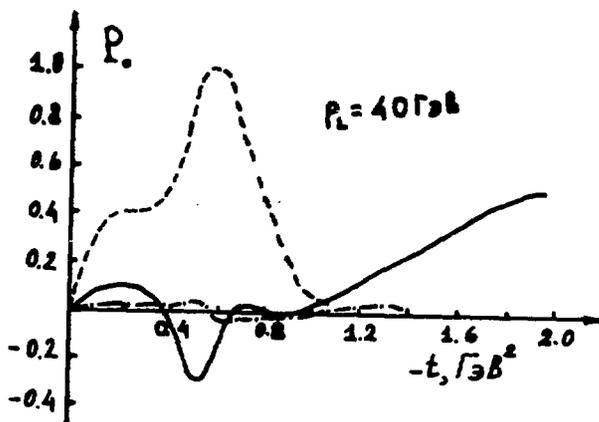


Рис. 2. Предсказания моделей о поведении параметра поляризации P_0 при энергии 40 ГэВ. Сплошная кривая - предсказания из работы [12], штриховая - из работы [7], штрихпунктирная - из работы [10].

$$f_{++}(s, b) = \frac{U_{++}(s, b)}{1 + U_{++}(s, b)}, \quad f_{+-}(s, b) = \frac{U_{+-}(s, b)}{[1 + U_{++}(s, b)]^2}.$$

Функции $[1 + U_{++}(s, b)]^{-1}$ и $[1 + U_{++}(s, b)]^{-2}$, где $U_{++}(s, b) \sim \exp(-cb^2)$, имеют минимум при $b = 0$ и с ростом прицельного параметра стремятся к 1. Таким образом, наиболее сильное влияние эти факторы оказывают при малых значениях b . С другой стороны, при малых значениях b : $U_{+-}(s, b) \sim b$, поэтому знаменатель в формуле для $f_{+-}(s, b)$ не является существенным при $b \sim 0$. Напротив, $U_{++}(s, b)$ имеет центральный профиль и присутствие знаменателя в формуле для $f_{++}(s, b)$ важно именно при малых значениях b . Поэтому при больших переданных импульсах амплитуды $F_{++}(s, t)$ и $F_{+-}(s, t)$ заметно отличаются друг от друга, следствием чего является большая величина поляризации. Таким образом, большая величина параметра поляризации при больших переданных импульсах является, в конечном итоге, следствием учета соотношения унитарности при построении выражений для F_{++} и F_{+-} .

Из всего сказанного выше следует, что наибольший интерес представляет измерение поляризации в реакции перезарядки $\pi^- p \rightarrow \pi^0 n$ в области больших значений импульса ($|t| \sim 1,5 \pm 2 \text{ ГэВ}^2$).

Обнаружение достаточно большой величины параметра P_0 в этой области [†] будет свидетельствовать о важности учета условия унитарности при построении моделей для описания бинарных процессов, происходящих с обменом квантовыми числами, подобно тому, как обнаружение роста полных сечений потребовало приведения моделей упругого рассеяния в соответствие с соотношением унитарности.

ЛИТЕРАТУРА

1. V.N.Bolotov et al. Nucl. Phys., B73, 371 (1974).
В.Д.Апель и др. Препринт ИФВЭ 79-33, Серпухов, 1979.
2. R.A.Johnson et al. Report LBL-4610, Berkeley, 1975.
3. P.Bonamy et al. Nucl. Phys., B16, 335 (1970); B52, 392 (1973).
D.Hill et al. Phys. Rev. Lett., 30, 239 (1973).
D.D.Drobnis et al. Phys. Rev. Lett., 20, 274 (1968).
4. H.Høgaasen, A.Frisk. Phys. Lett., 22, 90 (1966).
V.Barger, R.J.N.Phyllips. Phys. Rev., 187, 2210 (1969).
E.Leader, B.Niculescu. Phys. Rev., D7, 836 (1973).
5. К.Г.Боресков и др. ЯФ, 14, 814 (1971).
6. R.Arnold, M.Blackmon. Phys. Rev., 176, 2082 (1968).
7. М.И.Дзггаркава et al. Nucl. Phys., B67, 232 (1973).
8. D.Joynson et al. Nuovo Cim., 30A, 345 (1975).
9. G.L.Kane, A.Seidl. Preprint UM HE 75-18 (1975).
10. Н.Р.Якоб. Preprint CERN TH-2022, Geneva (1975).
11. Н.Е.Тюрин, О.А.Хрусталеv. ТМФ, 24, 291 (1975);
В.И.Саврин, Н.Е.Тюрин, О.А.Хрусталеv. ЭЧАЯ, 7, в. 1, 21 (1976).
12. В.Ф.Еднерал, С.М.Трошин, Н.Е.Тюрин. ЯФ, 25, 1071 (1977).

Рукопись поступила в издательскую группу
21 января 1980 года.

Цена 5 коп.

© - Институт физики высоких энергий, 1980.
Издательская группа И Ф В Э
Заказ 249. Тираж 240. 0,4 уч.-изд.л. Т-03767.
Март 1980. Редактор В.В. Герштейн.