

**ИЗУЧЕНИЕ РЕАКЦИИ $\pi^- + d \rightarrow p + \pi^- + n$
С БОЛЬШИМИ ПЕРЕДАННЫМИ ИМПУЛЬСАМИ ПРОТОНУ
В ИНТЕРВАЛЕ ПЕРВИЧНЫХ ИМПУЛЬСОВ от 1,25 ДО 2,64 Гэв/с**

*Б.М.Абрамов, И.А.Духовской, В.В.Кишкурно,
Л.А.Кондратьев, А.Н.Крутенкова, В.В.Куликов,
И.А.Радкевич, В.С.Федорец*

Измерено дифференциальное сечение реакции $\pi^- + d \rightarrow p + \pi^- + n$ (угол вылета протона в СЦИ близок к 0°) в интервале импульсов от 1,25 до 2,64 Гэв/с. Измеренные величины сечений оказались равными в пределах статистической точности сечению $\pi^- p$ упругого рассеяния назад при исследуемых энергиях. Полученный результат подтверждает существенную роль взаимодействия в конечном состоянии в данном процессе.

Рассеяние адронов на ядрах и их подструктурах (нуклонах, кластерах) на большие углы представляет слабо исследованную область физи-

ки высоких энергий. Бедность экспериментального материала, особенно при больших переданных импульсах, ограничивает возможности выяснения механизмов подобных процессов. К примеру, почти полностью отсутствуют данные о квазиупругом процессе при больших переданных импульсах для энергий свыше 1 Гэв . Имеется значительное количество исследований этого процесса только в области малых углов рассеяния.

На 3-метровом спектрометре ИТЭФ [1] мы изучали реакцию



с большой передачей импульса протону при начальных импульсах 1,25; 1,48; 1,68 и 2,64 Гэв/с . Для регистрации быстрых протонов, вылетающих вперед, в мастерную систему при импульсах 1,68 и 2,64 Гэв/с был включен черенковский счетчик [2]. При меньших импульсах использовалась система с разделением p , d и π по времени пролета [3].

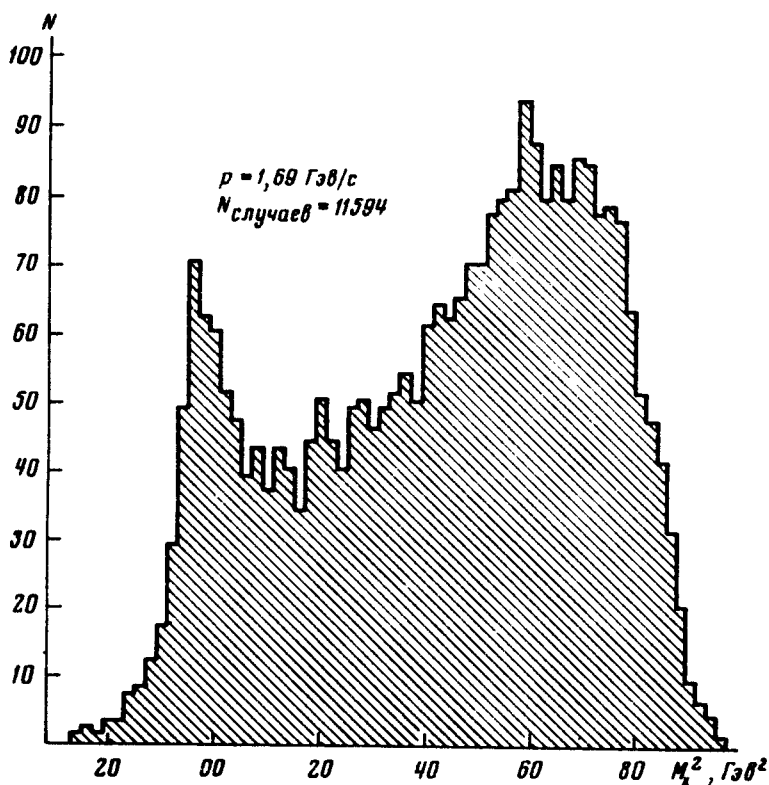


Рис. 1. Распределение по M_{XN}^2 в реакции $\pi^- + d \rightarrow p + X^-$ при импульсе π^- -мезона 1,68 Гэв/с

Для изучения реакции (1) нами использовался метод недостающих масс. Измерялись импульсы и углы вылетающих вперед быстрых протонов. На рис. 1 приводится распределение случаев по квадрату недостающей к протону массы (M_{XN}^2), вычисленной в предположении, что мишенью

является нуклон ($P_{\pi^-} = 1,68 \text{ Гэв/с}$). В области $M_{\chi N}^2 \approx 0$ наблюдается пик от реакции



При других энергиях получены аналогичные распределения.

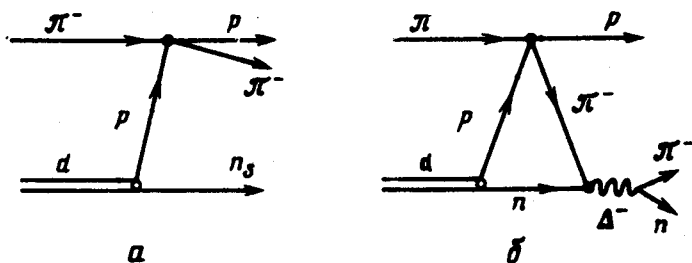
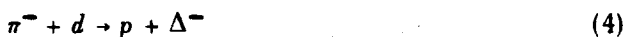


Рис. 2. Диаграммы для описания реакции $\pi^- + d \rightarrow p + \pi^- + n$

Спектры протонов описывались некогерентной суммой члена гауссовской формы для пика при $M_{\chi N}^2 \approx 0$ и статистического фона рождения двух пионов. Здесь следует отметить, что процесс (2) при больших передаваемых протону импульсах, очевидно, включает в себя квазиупругое рассеяние назад¹⁾ (диаграмма "а" на рис. 2),



реакцию рождения изобары $\Delta(1236)$, изучавшуюся нами ранее [4] (диаграмма "б" на рис. 2)



и, возможно, некоторый вклад перерассеяний высшего порядка. Спектры протонов от реакций (3) и (4) концентрируются в форме пиков при $M_{\chi N}^2 \sim 0$ [4]. Вклад от реакций (3) и (4) в область $M_{\chi N}^2 \gtrsim 0,1 \text{ Гэв}^2$ мал. Мы приходим, таким образом, к выводу, что выбранный нами способ описания спектров дает правильное сечение процесса (2) с точностью до перерассеяний высшего порядка.

Полученные дифференциальные сечения вылета протона под заданным углом в реакции (2) нанесены на рис. 3. Здесь же приведены значения дифференциального сечения π^-p упругого рассеяния назад [5, 6] с учетом углового захвата спектрометра. При импульсах 1,68 и 2,64 Гэв/с угловой захват установки для протона в СЦИ находился в пределах $1,0 \geq \cos \theta^* \geq 0,985$, а при 1,24 и 1,48 Гэв/с $1,0 \geq \cos \theta^* \geq 0,93$.

¹⁾ Реакция (3) исследовалась при импульсе π^- -мезона 3,63 Гэв/с в работе [7].

Сравнение приведенных результатов показывает при каждой энергии равенство в пределах статистической точности дифференциального сечения вылета протона в процессе (2) и упругого π^-p -рассеяния назад (на свободном нуклоне).

Полученный результат на первый взгляд может показаться парадоксальным. Действительно, для исследованного нами интервала первичных энергий импульс π^- -мезона в конечном состоянии в реакции (3) близок к резонансному и вероятность π^-n -перерассеяния велика. Это было подтверждено нами ранее [6] при измерении сечения реакции (4), которое составляет $0,3 + 0,4$ от величины упругого π^-p -рассеяния назад. Каким образом при таком большом перерассеянии в конечном состоянии сечения реакции (2) и упругого π^-p -рассеяния назад могут быть близки с точностью около 10%? Выход из этого кажущегося противоречия указан в работе [8] в теореме о взаимодействии в конечном состоянии при развале дейтрона.

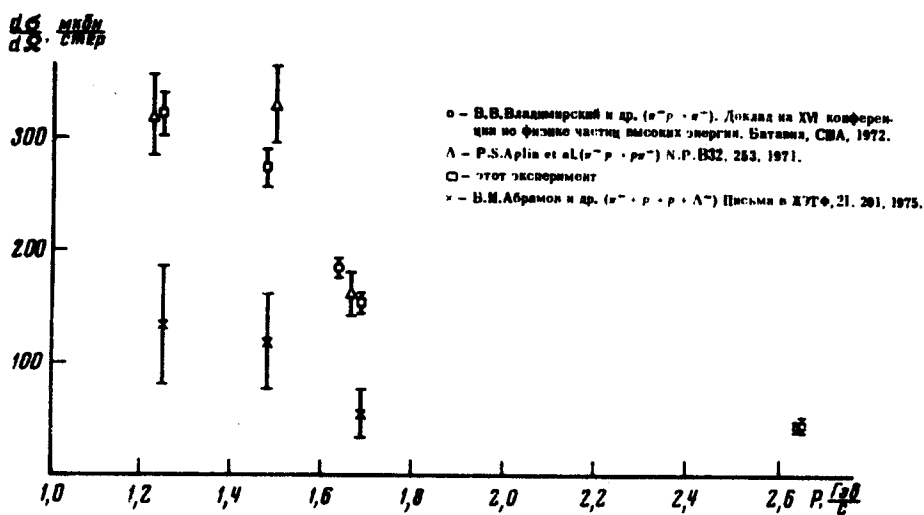


Рис. 3. Зависимость дифференциального сечения π^-p упругого рассеяния назад, реакции $\pi^- + d \rightarrow p + \pi^- + n$ с большой передачей импульса протону, и сечения рождения изобары $\Delta(1236)$ назад в реакции $\pi^- + d \rightarrow p + \Delta^-$ от первичного импульса

Суть утверждения этой работы заключается в следующем: если частицы, которые могут испытывать только упругое перерассеяние не детектируются (т. е. происходит интегрирование по всем возможным состояниям этих частиц), то такое перерассеяние не может изменить величины сечения. Применительно к реакции (2) это утверждение формули-

руется следующим образом (в лабораторной системе)

$$\int \frac{d^2 \sigma_d}{dp d\Omega} dp = \frac{d\sigma_p}{d\Omega} , \quad (5)$$

где интегрирование по p берется в пределах квазиупругого пика, $d\sigma_p/d\Omega$ — дифференциальное сечение упругого π^-p -рассеяния назад на свободном протоне. Формула (5) является следствием условия унитарности для амплитуды π^-n -рассеяния и, вообще говоря, применима в той области масс π^-n -системы, где неупругое сечение π^-n -рассеяния мало по сравнению с упругим. Разумеется в правой части выражения (5) следует учесть глауберовские теневые поправки, учитывающие поглощение начального пиона и конечного протона. Однако вклад этих поправок не превышает $5 + 10\%$, что находится в пределах точности настоящего эксперимента.

Таким образом, результат данной работы подтверждает формулу (5). Важность полученного результата состоит в том, что в дальнейшем он может быть использован при определении сечений взаимодействия элементарных частиц с нейтроном в ряде других процессов.

Институт теоретической
и экспериментальной физики

Поступила в редакцию
25 мая 1975 г.

Литература

- [1] И. А. Духовской и др. ПТЭ, №3, 255, 1974.
- [2] Ю. А. Бородин и др. Препринт ИТЭФ, №53, 1973.
- [3] Ю. А. Бородин и др. Препринт ИТЭФ, №77, 1973.
- [4] Б. М. Абрамов, И. А. Духовской, В. В. Кишкурно и др. Письма в ЖЭТФ, 21, 201, 1975.
- [5] В. В. Владимирский и др. Доклад на XVI междунар. конф. по физике высоких энергий. Батавия, США, 1972.
- [6] P. S. Arlin et al. N.P., B32, 253, 1971.
- [7] А. В. Арефьев, Ю. Д. Баюков, В. И. Ефременко и др. Письма в ЖЭТФ, 21, 246, 1975.
- [8] L. A. Kondratyuk. Preprint LNF-74/63 (L), 1974.