

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



28/x-74

A-45

1 - 8146

4253/2-74

Б.С.Аладашвили, Б.Бадэлэк, В.В.Глаголев,
П.Зелински, Р.М.Лебедев, Я.Нассальски,
М.С.Ниорадзе, И.С.Саитов, А.Сандач, Т.Семярчук,
И.Стэпаняк, В.Н.Стрельцов

ОТДЕЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ИЗУЧЕНИЯ
ДЕЙТРОН-ПРОТОННЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ
В ВОДОРОДНОЙ ПУЗЫРЬКОВОЙ КАМЕРЕ

1974

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

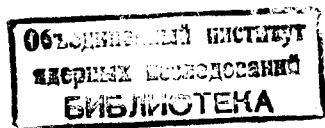
1 - 8146

Б.С.Аладшвили, Б.Бадэлэк, В.В.Глаголев,
П.Зелински, Р.М.Лебедев, Я.Нассальски,
М.С.Ниорадзе, И.С.Саитов, А.Сандач, Т.Семярчук,
И.Стэпаняк, В.Н.Стрельцов

ОТДЕЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ИЗУЧЕНИЯ
ДЕЙТРОН-ПРОТОННЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ
В ВОДОРОДНОЙ ПУЗЫРЬКОВОЙ КАМЕРЕ

Сотрудничество Дубна-Варшава

Направлено на IV Международный симпозиум по физике
высоких энергий и элементарных частиц (Варна, 1974 г.)



Аладшвили Б.С., Бадэлэк Б., Глаголев В.В.,
Зелински П., Лебедев Р.М., Нассальски Я.,
Ниорадзе М.С., Сайтов И.С., Сандач А.,
Семярчук Т., Стэпаняк И., Стрельцов В.Н.

1 - 8146

Отдельные вопросы изучения дейтрон-протонных взаимодействий
в водородной пузырьковой камере

В работе приводятся данные, основанные на исследовании реакции
 $d p \rightarrow p p n$ в водородной пузырьковой камере при импульсе дейтрона
3,3 ГэВ/с.

Показано поведение коэффициента асимметрии в угле Треймана-Янга
в зависимости от импульса нуклона-спектатора.

Сделана оценка независимой от спина части амплитуды элементарно-
го рассеяния с перезарядкой $p p \rightarrow p n$ под углом 0° .

Препринт Объединенного института ядерных исследований.
Дубна, 1974

1. ВВЕДЕНИЕ

100-сантиметровая водородная пузырьковая камера
ЛВЭ ОИЯИ была экспонирована в пучке сепарированных
дейтронов с импульсом $/3,33 \pm 0,08/$ ГэВ/с.

Особенности методики работы по выделению дейтрон-
ных реакций, определению сечений отдельных каналов
описаны в работе /1/. Примененная методика, а именно,
наличие ускоренного ядра, дала новые качественные
возможности по выделению и изучению реакций, сопро-
вождающихся развалом дейтрона, таких как $\phi \rightarrow p p n$,
 $d p \rightarrow p p p n^-$, $d p \rightarrow p p^+ n n$ и ряда других.

Изучение взаимодействий простейшего ядра, обладаю-
щего к тому же малой энергией связи, с протонами может
способствовать нашему пониманию механизма нуклон-
ядерных реакций, а также дать некоторые сведения отно-
сительно элементарного $p p$ -взаимодействия. Целью на-
стоящей работы является рассмотрение двух отдельных
вопросов, связанных с указанными сторонами проблемы,
на примере реакции $d p \rightarrow p p n$.

§1. КРИТЕРИЙ ТРЕЙМАНА-ЯНГА ДЛЯ ПРЯМОГО КАНАЛА

Реакция $D(p, p n)p$ является простейшей реакцией
выбивания. Механизму реакций выбивания посвящен ряд
работ. Известны, в частности, эксперименты по прямым
реакциям π^- -мезонов при импульсе около 1 ГэВ/с на
легких ядрах ${}^6\text{Li}(\pi^-, \pi^- p)$, ${}^5\text{He}(\pi^-, \pi^- p)$, ${}^{12}\text{C}(\pi^-, \pi^- p)$, ${}^{11}\text{B}(\pi^-, \pi^- p)$,
 ${}^{27}\text{Al}(\pi^-, \pi^- p)$, ${}^{26}\text{Mg}^*(\pi^-, \pi^- p)$.

Теоретическое рассмотрение механизма в рамках диаграммного подхода и обзор экспериментальных данных можно найти в работе /5/.

В указанных работах подчеркивается важность критерия Треймана-Янга для описания реакций выбивания с помощью полюсной диаграммы.

Примененная в настоящей работе методика позволила охватить весь диапазон изменения импульсов спектрометрических частиц и пройти до достаточно малых переданных импульсов. А полученная статистика /около 10000 событий реакции $D(p, pn) p$ / позволила перейти от представления данных по углу Треймана-Янга к демонстрации

хода асимметрии $A = \frac{n_{\uparrow\uparrow} - n_{\downarrow\downarrow}}{n_{\uparrow\uparrow} + n_{\downarrow\downarrow}}$ в зависимости от импуль-

са нуклона-спектатора /ядра-остатка/, где $n_{\uparrow\uparrow}$ означает число событий, с нормальными к плоскостям развала и квазиупругого рассеяния, направленным в одну сторону, а $n_{\downarrow\downarrow}$ - число остальных событий.

Чтобы показать отсутствие систематических ошибок, на рис. 1 приводятся распределения по азимутальному углу спектрометра и углу Треймана-Янга в интервале четырехмерного переданного импульса /от мишени-протона к медленному протону/ $|t| < 0,2 \text{ ГэВ}/c^2$. Видно, что при почти изотропном распределении по азимутальному углу спектрометра распределение по углу Треймана-Янга показывает сильную асимметрию.

Данные по зависимости асимметрии от импульса спектрометра из настоящей работы, а также извлеченные из распределений по углу Треймана-Янга, приведенных в работах /2,3,4,6/, показаны на рис. 2. Видно увеличение асимметрии с ростом импульса спектрометра, не зависящее от типа ядра и сорта сталкивающейся с ним частицы / π -мезон, протон/.

Зависимость асимметрии от импульса спектрометра для событий с квадратом переданного четырехмерного импульса $|t| < 0,1 \text{ ГэВ}/c^2$ приведена на рис. 3. Подтверждается ранее сделанный вывод /7/ о том, что асимметрия, в основном, связана с событиями, в которых

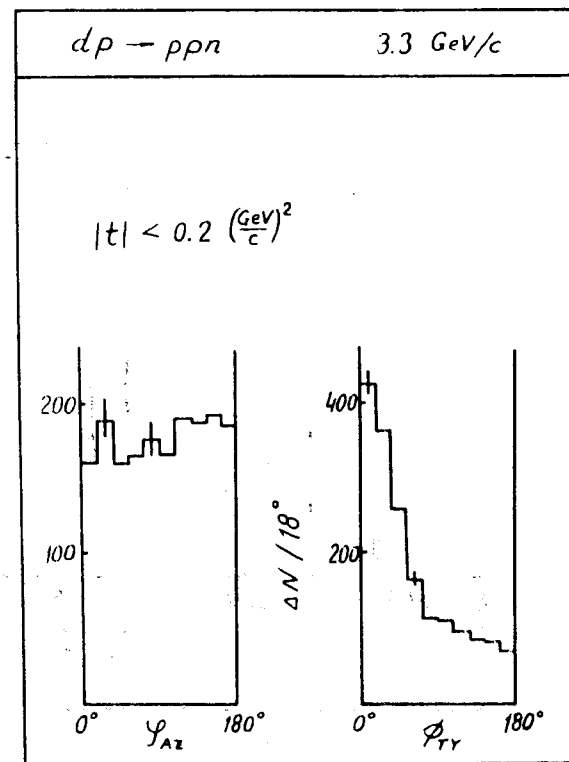


Рис. 1. Распределения по азимутальному углу спектрометра и углу Треймана-Янга в области $|t| < 0,2 \text{ ГэВ}/c^2$.

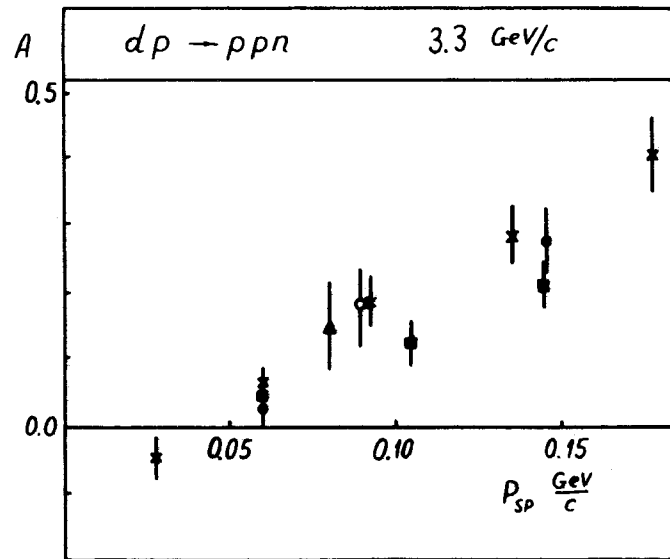


Рис. 2. Зависимость асимметрии в угле Треймана-Янга от импульса спектрометра в d -системе. \blacksquare - реакция ${}^6\text{Li}(\pi^-, \pi^- p) {}^5\text{He}$; \circ - реакция ${}^{12}\text{C}(\pi^-, \pi^- p) {}^{11}\text{B}$; \bullet - реакция ${}^{27}\text{Al}(\pi^-, \pi^- p) {}^{26}\text{Mg}$; \blacktriangle - π^+ 117 МэВ/с на легких ядрах; \times - $D(p, p n) p$ / настоящая работа /.

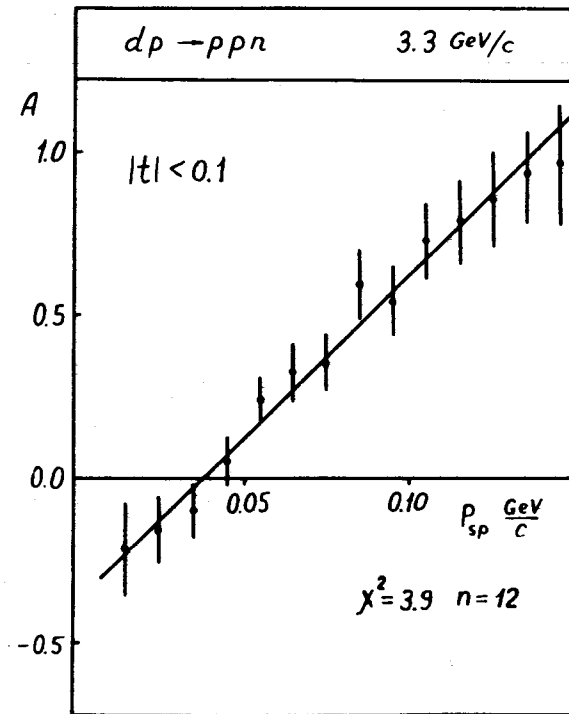


Рис. 3. Реакция $D(p, p n) p$. Ход асимметрии в угле Треймана-Янга в зависимости от импульса спектрометра в системе покоящегося дейтрона для $|t| < 0.1 \text{ ГэВ}/c^2$.

переданный импульс имеет малую величину. Проведенное фитирование хода асимметрии прямой линией

$$P_{sp} = KA + P_0 \quad (\chi^2 = 3,93; \quad n=12)$$

дало значение $P_0 = 0,038 \pm 0,007 / \text{ГэВ/с}$, указывающее на изменение знака асимметрии при значении импульса спектатора, близком по величине к полосному значению $q^* = \sqrt{2ME} = 0,045 \text{ ГэВ/с}$ для дейтрона/. Поскольку полюсная диаграмма требует изотропии по углу Треймана-Янга при $q < \sqrt{2ME}$, полученные данные, показывающие систематическое изменение асимметрии, свидетельствуют о необходимости привлечения более сложных диаграмм, чем полюсная, для объяснения реакций выбивания.

§2. ПЕРЕЗАРЯДКА НА ДЕЙТРОНЕ

Надежное выделение реакции с перезарядкой в реакции с развалом дейтрона /вследствие наличия двух быстрых вторичных прогонов/ позволило применить предлагавшуюся рядом теоретиков /8-12/ схему анализа для получения сведений о спиннезависимой части амплитуды рассеяния с перезарядкой в элементарном $np \rightarrow pp$ процессе под углом 0° .

При изучении дифференциального сечения реакции развала дейтрона с перезарядкой $D(p, pp)_n$ и используя данные по перезарядке в элементарном акте $np \rightarrow pp$, можно получить оценку вклада независимой от спина амплитуды в амплитуду процесса $np \rightarrow pp$ при $|t| = 0$.

Такая возможность связана с использованием квантовых чисел дейтрона ($S=1, T=0$). Так как начальным состоянием дейтрона является S -состояние, то в случае малых передач импульса нуклоны, с которым происходит столкновение, двум протонам не разрешается оставаться в их состоянии, если не происходит взаимодействия, зависящего от спина. Вклад зависящий от спина амплитуды элементарного процесса требует пространственной симметрии волновой функции двух протонов в конечном состоянии.

В рамках импульсного приближения с использованием

приближения полноты дифференциальное сечение перезарядки на дейтроне выразится как

$$\left(\frac{d\sigma}{dt}\right)_d = (1-S(t))\left(\frac{d\sigma}{dt}\right)_1^{\text{эл}} + \left(1 - \frac{1}{3}S(t)\right)\left(\frac{d\sigma}{dt}\right)_2^{\text{эл}}$$

где индекс "1" относится к не зависящей от спина части амплитуды элементарного $np \rightarrow pp$ - процесса; индекс "2" - к части, зависящей от спина; $S(t)$ - формфактор дейтрона.

Эта формула фитировалась к экспериментальному распределению /13/ с использованием двух наборов данных для элементарного процесса перезарядки /14,15/, которые значительно различаются между собой. Результаты фитирования с нормировкой при значениях $|t| > 0,15 / \text{ГэВ/с}^2$ приведены на рис. 4.

Оценка вклада не зависящей от спина амплитуды сделана по формуле:

$$R = \frac{\left(\frac{d\sigma}{dt}\right)_1^{\text{эл}}}{\left(\frac{d\sigma}{dt}\right)_1^{\text{эл}} + \left(\frac{d\sigma}{dt}\right)_2^{\text{эл}}} \Bigg|_{t=0}$$

Получены значения

$$R = 0,86 \pm 0,09 \text{ и}$$

$$R = 0,57 \pm 0,22$$

для двух наборов данных /13,14/, соответственно.

Результат мог бы быть более однозначным при наличии точных измерений дифференциального сечения реакции $np \rightarrow pp$.

В заключение авторы благодарят персонал синхрофазотрона и метровой водородной камеры ЛВЭ за проведенные экспозиции, а также сотрудников отдела обработки फिल्मовой информации ЛВТА за просмотр и измерения.

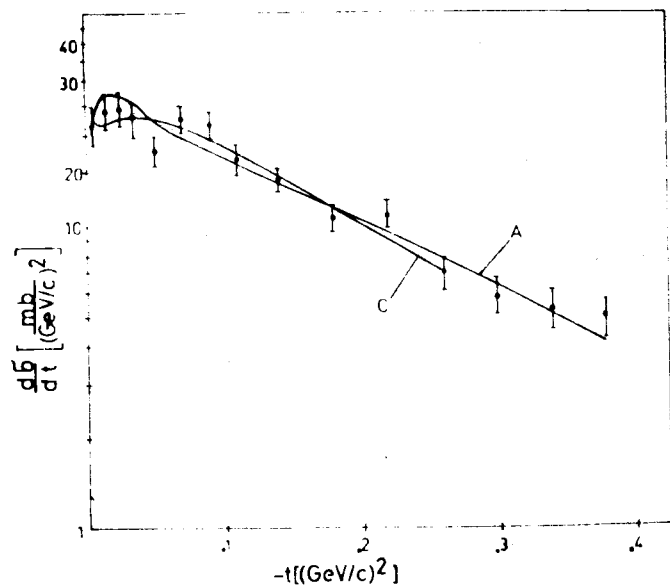


Рис. 4. Распределение $\frac{d\sigma}{dt}$ для событий с перезарядкой. Кривые А и С рассчитаны с учетом части амплитуд, зависящей от спина и нормированы к экспериментальному распределению в области $|t| > 0,15 / \text{ГэВ}/c^2$.

Литература

1. Б.С.Аладашвили и др. ОИЯИ, 1-7645, Дубна, 1973.
2. Yu.D.Bayukov et al. Phys.Lett., 33B, 416 (1970).
3. A.O.Agayants et al. Nucl.Phys., 11B, 79 (1969).
4. Ю.Д.Баяков и др. Письма в ЖЭТФ, 17, 359 /1973/.
5. В.М.Колыбасов, Г.А.Лексин, И.С.Шапиро. УФН, 113, 239 /1974/.
6. Ю.Р.Гистматтулин и др. ЯФ, 11, 285 /1970/.
7. B.S.Aladashvili et al. JINR, E1-7304, Dubna, 1973.
- И.Я.Померанчук. ДАН СССР, 78, 246 /1951/.
9. Л.И.Липидус. ЖЭТФ, 32, 1437 /1957/.
10. В.М.Schwartzschild, UCRL Report - 17572 (1967).
11. Г.И.Лыкасов, А.В.Тарасов. ОИЯИ, P2-7324, Дубна, 1973.
12. N.W.Dean. Phys.Rev., 5D, 1662, 2832 (1972).
13. B.S.Aladashvili et al. JINR, E1-8092, Dubna, 1974.
14. P.F.Shepard et al. Princeton-Pennsylvania Acceleration Report PPAR - 10 (1969).
15. G.Bizard et al. Submitted paper, 11th Intern. Conf. on Elem. Part., Aix-en-Provence (1973).

Рукопись поступила в издательский отдел
25 июля 1974 года.