

A - 45

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

1 - 12246

АЛАДАШВИЛИ
Бикенти Сосоевич

ФРАГМЕНТАЦИЯ ДЕЙТРОНА,
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ НУКЛОНОВ
В КОНЕЧНОМ СОСТОЯНИИ
И ИЗОБАРНЫЕ ЭФФЕКТЫ В d p- СТОЛКНОВЕНИЯХ
ПРИ ИМПУЛЬСЕ 3,3 ГэВ/с

Специальность: 01.04.01 - экспериментальная физика

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук

(Диссертация написана на русском языке)

Дубна 1979

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий Объединенного института ядерных исследований и в Проблемной лаборатории ядерной физики высоких энергий Тбилисского государственного университета.

Научные руководители:

доктор физико-математических наук
старший научный сотрудник

Виктор Викторович
Глаголев,

кандидат физико-математических наук
младший научный сотрудник

Михаил Сергеевич
Ниорадзе.

Официальные оппоненты:

доктор физико-математических наук
профессор

Владимен Сергеевич
Барашенков,

доктор физико-математических наук
младший научный сотрудник

Леонид Николаевич
Струнов.

Ведущее научно-исследовательское учреждение:

Физический институт им. П.Н.Лебедева АН СССР, г.Москва.

Автореферат разослан "___" _____ 1979 г. Защита диссертации состоится "___" _____ 1979 г. в ___ час. на заседании Специализированного совета Д-047.01.02 при Лаборатории высоких энергий Объединенного института ядерных исследований, г.Дубна, Московской области, Лаборатория высоких энергий ОИЯИ, конференц-зал.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ЛВЭ ОИЯИ.

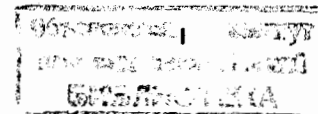
Ученый секретарь Совета
кандидат физико-математических наук

М.Ф.Лихачев М.Ф.Лихачев

Актуальность проблемы. В настоящее время одним из наиболее интенсивно развиваемых разделов физики является релятивистская ядерная физика. Начиная с 1971 г., на ряде ускорителей мира, в том числе и на синхрофазотроне ЛВЭ ОИЯИ, были созданы интенсивные пучки релятивистских ядер. При исследовании реакций столкновения адронов с ядрами можно получить сведения не только о механизме самих этих реакций и структуре ядра, но и об элементарных процессах (в частности, о спиновой структуре элементарных амплитуд). Оказывается возможным изучать и взаимодействия нестабильных частиц с нуклонами ядра. Время жизни нестабильных частиц порядка ядерных. Поэтому пучки таких частиц принципиально не могут быть созданы, и единственной возможностью их изучения является наблюдение эффектов, связанных с их рождением в промежуточном (виртуальном) состоянии и последующим взаимодействием с нуклонами ядра.

Можно также надеяться, что исследование столкновений релятивистских ядер с большими передачами импульса даст ценную информацию о кварковой структуре ядра. Особенно важно в этой связи исследование простейшего ядра-дейтрона. Этот случай легче поддается теоретической интерпретации. Первым шагом на пути к этой цели является исследование перехода между двумя предельными случаями, когда два нуклона воспринимают передаваемый импульс по отдельности и когда импульс передается двум нуклонам. От выделения случаев, в которых два нуклона дейтрона играют активную роль, до возможной интерпретации столкновений на языке кварковых моделей еще далеко. Для проверки справедливости различных моделей и выделения интересующих эффектов необходима разнообразная экспериментальная информация о больших передачах импульса двухнуклонной системе.

Цель работ состояла в изучении следующего круга вопросов в dp -столкновениях при 3,3 ГэВ/с:



1. Выделение области, где в реакции участвуют оба нуклона дейтрона, с помощью исследования инвариантных одночастичных распределений $f(\tau) = \int_{tot}^{-1} p^{-1} d\bar{v}/dT$ для инклюзивных протонов и заряженных π -мезонов.

2. Анализ импульсных и угловых распределений нуклонов-спектаторов на основе спектаторной модели.

3. Взаимодействие нуклонов в конечном состоянии в реакции развала $d p \rightarrow p p n$.

4. Спиновые эффекты в $p n \rightarrow n p$ -перезарядке.

5. Эффекты, связанные с Δ -резонансом в промежуточном состоянии.

Новизна работы. К моменту начала наших исследований это был первый в мире эксперимент в пучке релятивистских дейтронов на водородной пузырьковой камере. Использование в качестве мишени водородной пузырьковой камеры дало нам возможность впервые исследовать практически без потерь все основные реакции, в том числе и с одной нейтральной частицей в конечном состоянии (например, $d p \rightarrow p p n$ и др.). Получены полные спектры по инвариантным одночастичным переменным $f(\tau)$ — для инклюзивных протонов и заряженных π -мезонов, импульсные и угловые спектры нуклонов-спектаторов, оценен вклад спин-зависимого взаимодействия в сечении $p n \rightarrow n p$ перезарядки при $|t|=0$ (t — переданный 4-импульс). Детально исследовано взаимодействие нуклонов в конечном состоянии для $p n$ -систем в 3S_1 -волне в реакции прямого развала $d p \rightarrow (p n) p$ и для $p p$ -систем в 1S_0 -волне в реакции перезарядки $d p \rightarrow (p p) n$ (перезарядкой называется процесс, идущий с обменом зарядом между вылетающей частицей и мишенью). Оценен вклад механизма с Δ -изобарой в промежуточном состоянии в реакции перезарядки $d p \rightarrow (p p) n$.

Научная ценность работы. Получен большой экспериментальный материал по $d p$ -взаимодействиям (~50 000 событий). Эксклюзивная постановка опыта позволила нам детально изучить механизм ряда реакций: $d p \rightarrow (p n) p$, $d p \rightarrow (p p) n$, $d p \rightarrow d p \pi^+ \pi^-$, $d p \rightarrow d \pi^+ n$, а также выделить механизм такого экзотического процесса, как рождение Δ -резонанса в виртуальном состоянии с последующим взаимодействием с нуклонами ядра.

Наличие пучка релятивистских дейтронов дало возможность оценить вклад спин-зависимого взаимодействия в сечение пере-

рядки $p n \rightarrow n p$ при $|t|=0$, что очень затруднено в экспериментах по нуклон-нуклонному рассеянию.

Полученные экспериментальные результаты по $d p$ -взаимодействию стимулируют развитие новых теоретических представлений.

Практическая ценность работы. Результаты, полученные в данной работе, могут быть использованы при проектировании новых экспериментов по физике высоких энергий, а также для анализа опытов с более сложными ядрами.

Апробация работы. Основные результаты работы представлялись на международной конференции по физике высоких энергий в Палермо (1975 г.), на У международном симпозиуме по физике высоких энергий и элементарных частиц в Варшаве (1975 г.), на VI международной конференции по физике высоких энергий и структуре ядра в Санта-Фе и Лос-Аламосе (1975 г.) на VIII международной конференции по физике высоких энергий в Тбилиси (1976 г.), на всесоюзном проблемном семинаре в Ташкенте (1978 г.).

Публикация. Основное содержание работы опубликовано в 9 статьях в журналах: "Ядерная физика", "Nuclear Physics", "Nucl. Instr. and Meth.", "J. Phys. G: Nucl. Phys.", "Acta Phys. Pol." и в виде препринтов ОИЯИ.

Объем диссертации. Текст состоит из введения, четырех глав и заключения. Диссертация содержит 125 страниц, включая 10 таблиц и 46 рисунков. Список литературы насчитывает 105 наименований.

Автор защищает:

1. Проведенную работу по получению экспериментального материала, содержащего 50 000 событий $d p$ -взаимодействий при 3,3 ГэВ/с.

2. Результаты исследования инвариантных одночастичных распределений $f(\tau)$ для инклюзивных протонов и π^{\pm} -мезонов.

3. Результаты анализа импульсных и угловых распределений нуклонов-спектаторов в различных реакциях.

4. Результаты детального исследования взаимодействия нуклонов в конечном состоянии в реакциях прямого развала $d p \rightarrow (p n) p$ и перезарядки $d p \rightarrow (p p) n$.

5. Результаты анализа по оценке вклада спин-зависимого взаимодействия в сечение перезарядки $p n \rightarrow n p$ при $|t|=0$.

6. Результаты исследования по оценке вклада механизма с Δ -изобарой в промежуточном состоянии в реакции перезарядки $d p \rightarrow (pp)n$.

Содержание диссертации.

Во введении подчеркиваются актуальность изучения адрон-ядерных взаимодействий при высоких энергиях и особенности работы в пучках релятивистских ядер, а также сформулирована цель диссертационной работы.

В первой главе описывается методика $d p$ -эксперимента^{1,2/}.

Экспериментальный материал был получен с помощью однометровой водородной пузырьковой камеры, облученной дейтронами импульса 3,3 ГэВ/с на синхрофазотроне ЛВЭ ОИЯИ. Кратко описана однометровая водородная пузырьковая камера, канал положительных частиц для транспортировки пучка дейтронов, схема обработки стереоснимков, точности измерения и вопросы суммирования результатов.

Просмотр и измерение событий проводились в Дубне и Варшаве. События в Дубне измерялись на полуавтоматах типа ПУОС и на НРД ЛВТА, а в Варшаве на специальных микроскопах. Обработка событий велась по системе программ: THRESH - GRIND - SLICE - SUMX, разработанных в CERN и адаптированных к условиям эксперимента.

Особо следует подчеркнуть, что примененная методика облучения водородной камеры дейтронами имеет ряд преимуществ по сравнению с вариантом облучения дейтериевой камеры протонами. Она позволяет наблюдать и измерять практически без потерь протоны - спектаторы, которые в нашей постановке опыта являются быстрыми частицами и хорошо видны в камере.

Во второй главе приведены результаты экспериментального исследования инвариантных одночастичных распределений для инклюзивных протонов и π^+ -мезонов, импульсных и угловых распределений спектаторов в различных каналах и спиновых эффектов в реакции $pn \rightarrow np$ перезарядки при $|t| = 0$.

В § 2.1 изучаются инвариантные одночастичные распределения с целью выделения области, где в реакции активно участвуют оба нуклона дейтрона^{3/}.

Инвариантные одночастичные распределения для реакции $I+\pi - 1 + \dots$ представлены как функции переменной $v_{11} = (P_1 P_2) / m_1 - m_1$, которая тождественна кинетической энергии T частицы 1 в системе покоя ядра I.

Были исследованы реакции:

$$\begin{aligned} d p \rightarrow p p n & \quad \sigma = 37.2 \pm 1.4 & , & \quad (1) \\ d p \rightarrow p p n \pi^0 & \quad \sigma = 11.2 \pm 0.4 & , & \quad (2) \\ d p \rightarrow p \pi^+ n n & \quad \sigma = 17.0 \pm 0.6 & , & \quad (3) \\ d p \rightarrow p p p \pi^- & \quad \sigma = 2.2 \pm 0.2 & , & \quad (4) \end{aligned}$$

которые в сумме составляют около 96% сечения неупругих $d p$ -взаимодействий. Структурные функции $f(T) = \frac{1}{\sigma_{tot}} \frac{d\sigma}{dT} d\Omega$ приводятся для трех равных интервалов по косинусу угла частиц, вылетающих в заднюю полусферу в системе покоя дейтрона. Приводятся также суммарные распределения.

На рис. I представлены данные для инклюзивных протонов. Сплошные линии - аппроксимация результатов зависимости $f(T) = A_1 \cdot \exp(-A_2 T) + A_3 \cdot \exp(-A_4 T)$. Переход распределений в области $v_{11} = T \sim 0,03$ ГэВ к другому наклону указывает на наличие двух областей, соответствующих, возможно, различным механизмам. Первая экспонента с большими значениями параметров A_1 и A_2 соответствует области, которая обусловлена особенностями ядра как слабо связанной системы, когда в передаче импульса активно участвует один из нуклонов дейтрона. Область же больших v_{11} может соответствовать механизмам, в которых активно участвуют в реакции оба нуклона дейтрона.

Далее подробно исследуется как область малых v_{11} , так и область больших v_{11} . Обсуждаются те механизмы, которые дают наибольший вклад в этих областях.

В § 2.2 и 2.3 экспериментальные импульсные и угловые распределения спектаторов сравниваются с предсказаниями спектаторной модели^{4/}.

Рассмотрены следующие реакции

$$\begin{aligned} d p \rightarrow p_2 p p p \pi^- & \quad (5) \\ d p \rightarrow p_2 p \pi^+ \pi^- n & \quad (6) \\ d p \rightarrow n_2 d \pi^+ & \quad (7) \end{aligned}$$

Исследования показали, что экспериментальные импульсные распределения спектаторов до 200 МэВ/с в изучаемых реакциях удовлетворительно описываются волновой функцией Хельтена.

При анализе угловых распределений нуклонов-спектаторов были учтены фактор потока и зависимость сечения квазинуклонного взаимодействия от энергии. Тогда для углового распределения спектаторов имеем:

$$\frac{d\sigma}{d(\cos\theta_s)} = \int_0^P P_s^2 |\phi(P_s)|^2 \sigma(s) F'(P_s, P_s, \cos\theta_s) dP_s,$$

где $\phi(P_s)$ – волновая функция дейтрона, S – квадрат полной энергии в с.п.и. нуклон-нуклон, $\sigma(s)$ – сечение квазинуклонного процесса при данном S для соответствующей реакции, $F'(P_s, P_s, \cos\theta_s)$ – фактор потока.

Рис.2 показывает экспериментальные данные по угловым распределениям спектаторов с импульсом меньше 200 МэВ/с для каналов (5)–(7), которые идентифицировались практически однозначно. Кривые 1, 2 и 3 соответствуют расчетным угловым распределениям с учетом фактора потока и $\sigma(s)$, с учетом только $\sigma(s)$ и только фактора потока, соответственно.

Видно, что кривые 1 и 2 описывают основные черты экспериментальных угловых распределений. Вклад фактора потока составляет только (4–5)% и основную роль играет $\sigma(s)$, поскольку в исследуемой области энергий нуклон-нуклонные сечения сильно зависят от энергии.

Импульсные и угловые распределения спектаторов с импульсами выше 200 МэВ/с не описываются спектаторной моделью. Это обусловлено, главным образом, возрастанием относительного вклада более сложных, несектаторных эффектов в высокоимпульсную часть спектра самого медленного нуклона (эти эффекты обсуждаются в четвертой главе).

В § 2.4 изучаются двухнуклонные корреляции между ядерными фрагментами при развале дейтрона на протоне мишени ^3H , то есть в одном из простейших процессов ядерной фрагментации.

На рис.3а показаны распределения $Q_{pp} = M_{pp} - 2M_p$ для пар медленных протонов в системе покоя дейтрона из канала с перезарядкой $d p \rightarrow (pp)n$. Наблюдается узкий максимум при $Q \approx 0$ МэВ. Максимум связан главным образом с малыми импульсами протона-спектатора ($P_s < 100$ МэВ/с) и малыми переданными 4-импульсами ($|t| < 0,1$ (ГэВ/с) 2) • (t – переданный импульс от протона-мишени к нейтрону).

Картина изменяется, если рассматривать прямой канал (рис.3б). Пик при $Q_{pn} = M_{pn} - M_p - M_n \approx 0$ МэВ наблюдается для $P_s > 100$ МэВ/с, тогда как события с малыми импульсами нуклона-спектатора ($P_s < 100$ МэВ/с) показывают провал при $Q \approx 0$ МэВ.

Вид экспериментальных распределений $d\sigma/dt$ для перезарядки и прямого развала показывает совершенно различное поведение в

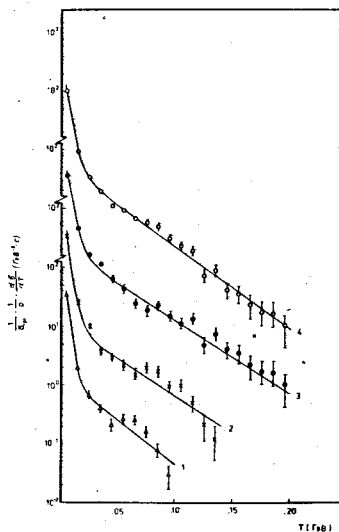


Рис.1.

Инвариантное сечение $\frac{1}{\Delta \cos \theta} \frac{d^2 \sigma}{\Delta \cos \theta \Delta \phi \Delta E}$ для инклюзивных протонов.

Кривые:

- 1 – $\cos \theta [-1; -0,667]$,
- 2 – $\cos \theta [-0,667; -0,333]$,
- 3 – $\cos \theta [-0,333; 0]$,
- 4 – $\cos \theta [-1; 0]$.

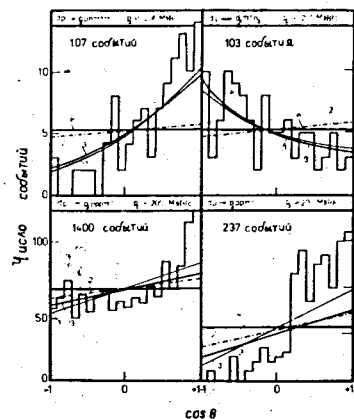


Рис.2.

Угловые распределения нуклонов-спектаторов.

области малых $|t|$. Сильный спад и достаточно хорошее согласие с предсказаниями модели Глаубера наблюдается в канале прямого развала, тогда как реакция с перезарядкой показывает значительное расхождение между экспериментом и расчетами по модели Глаубера в пренебрежении спином. Наблюдаемый характер распределений $d\sigma/dt$ для обеих реакций может быть связан с наличием и отсутствием пика при $Q \approx 0$ МэВ для малых импульсов спектаторов ($P_S < 100$ МэВ/с). В канале прямого развала малые Q_{pn} отсутствуют из-за того, что нейтрон-протонные пары, соответствующие малым значениям $|t|$ и находящиеся в триплетном спиновом состоянии образуют дейтрон и переходят в упругий канал. Картина, однако, отличается, если рассматривать процесс перезарядки.

События с малым $|t|$ соответствуют S -состоянию двух протонов, которым не разрешено оставаться в триплетном спиновом состоянии, если не произойдет зависящее от спина взаимодействие в элементарном $pn \rightarrow np$ процессе. Узкий пик при $Q_{pp} \approx 0$ МэВ представляет, таким образом, прямое доказательство существования спин-зависимого взаимодействия в элементарном процессе $pn \rightarrow np$ перезарядки.

В связи с этим мы попытались оценить вклад спин-зависимого взаимодействия в сечении $pn \rightarrow np$ перезарядки при $|t|=0$.

Хорошо известно, что в рамках теории Глаубера можно получить следующее выражение для дифференциального сечения перезарядки на дейтроне:

$$\frac{d\sigma}{dt}(dp \rightarrow (pp)n) = \left[(1-S(t)) \left(\frac{d\sigma}{dt} \right)_1 + \left(1 - \frac{1}{3} S(t) \right) \left(\frac{d\sigma}{dt} \right)_2 \right] (1-\Delta), \quad (8)$$

где $S(t)$ - формфактор дейтрона, $\left(\frac{d\sigma}{dt} \right)_1$ и $\left(\frac{d\sigma}{dt} \right)_2$ обозначают, соответственно, спин-независимое и спин-зависимое сечения в элементарной $pn \rightarrow np$ перезарядке, а Δ - поправка Глаубера, которая при наших энергиях $\sim (10-15)\%$.

Как видно из выражения (8), когда $t \rightarrow 0$, сечение перезарядки на дейтроне полностью определяется зависящей от спина частью сечения элементарного $pn \rightarrow np$ процесса.

Определяя экспериментально $\frac{d\sigma}{dt}(dp \rightarrow (pp)n)$ при $|t|=0$, получаем возможность с использованием формулы (8) оценить спин-зависимое сечение элементарной перезарядки $pn \rightarrow np$ вблизи $|t|=0$. Путем сравнения полученного результата с элементарным сечением $pn \rightarrow np$ перезарядки при $|t|=0$ (оптическая точка) оце-

нен вклад спин-зависимого взаимодействия в сечение $pn \rightarrow np$ перезарядки при $|t|=0$, который оказался равным

$$R = \frac{\left(\frac{d\sigma}{dt} \right)_2^{t=0}(pn \rightarrow np)}{\left(\frac{d\sigma}{dt} \right)_{tot}^{t=0}(pn \rightarrow np)} = \frac{\frac{3}{2} \frac{1}{1-\Delta} \left(\frac{d\sigma}{dt} \right)^{t=0}(dp \rightarrow (pp)n)}{\left(\frac{d\sigma}{dt} \right)_{tot}^{t=0}(pn \rightarrow np)} = \frac{37,6}{49,8} = 0,76 \pm 0,10.$$

В третьей главе в рамках импульсного приближения подробно исследуется взаимодействие нуклонов в конечном состоянии (ВКС) для реакции прямого развала $dp \rightarrow (pn)p$ /6/.

ВКС для np -систем в 3S_1 -состоянии может привести к рекомбинации дейтрона, т.е. к переходу в канал упругого рассеяния.

Нуклоны рассматривались как нерелятивистские и пренебрегалось D -состоянием дейтрона. Для представления np -взаимодействия в 3S_1 -состоянии использовался сепарабельный потенциал Ямагучи. Бралась волновая функция Мак-Ги для дейтрона.

Применялась следующая параметризация для амплитуд T_{pp} и T_{pn} при малых $|t|$:

$$T = \frac{i\sigma(1-i\rho)}{4\sqrt{\sigma}} \exp\left(-\frac{1}{2}\beta^2|t|\right),$$

где параметри σ_{pp} , σ_{np} , ρ_{pp} , ρ_{np} , β_{pp}^2 , β_{np}^2 были взяты из существующих экспериментальных данных.

На рис.4 показана асимметрия в распределении по углу α для двух областей по $|t|$ (α - угол между направлением вылета нуклона-спектатора и передачей импульса от налетающего протона к дейтрону). Асимметрия вычислялась следующим образом:

$$A = \frac{N(\alpha < 90^\circ) - N(\alpha > 90^\circ)}{N(\alpha < 90^\circ) + N(\alpha > 90^\circ)}. \quad (9)$$

Теоретические предсказания с учетом ВКС находятся в хорошем согласии с экспериментом в области $P_S < 200$ МэВ/с. Поведение выше 200 МэВ/с, как уже отмечалось, не очень хорошо описывается, поскольку использование чистой S -волны в дейтроне не дает здесь достаточного числа событий. Для больших $|t|$ область, где асимметрия становится отличной от нуля, сдвинута к большим P_S , что хорошо согласуется с теорией.

В четвертой главе изучаются взаимодействие в конечном состоянии в реакции перезарядки $dp \rightarrow (pp)n$ и изобарные эффекты.

Для прямого развала $dp \rightarrow (pn)p$ ВКС в синглетном 1S_0 -состоянии мало вероятно, потому что система np в этом состоянии не является связанной. Однако возможно рассматривать значение ВКС (1S_0) в канале с перезарядкой. Здесь мы имеем в конечном сос-

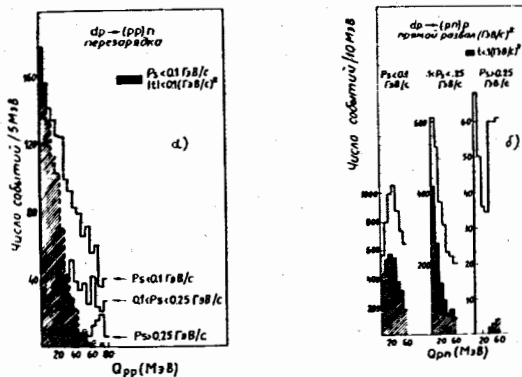


Рис.3.

$Q_{NN} = M_{NN} - 2M_N$ распределения для реакций перезарядки (а) и прямого развала (б).

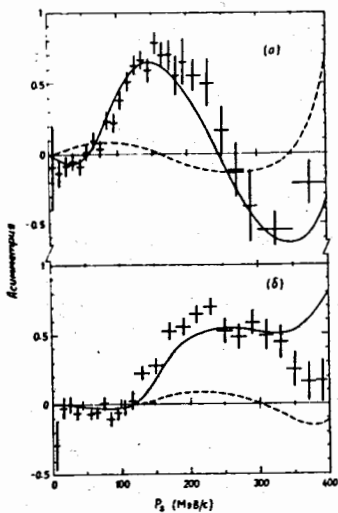


Рис.4.

Асимметрия в угле α для $|t| < 0,1$ (ГэВ/с)² (а) и $0,1 < |t| < 0,4$ (ГэВ/с)² (б). Сплошная кривая получена с учетом ВКС, пунктирная — без учета ВКС.

тоянии два медленных протона в состоянии 1S_0 , т.е. наблюдаем переход от начального триплетного состояния двух нуклонов (дейтрон) в конечное синглетное состояние. Это может происходить благодаря сильной зависимости амплитуды $pp \rightarrow np$ перезарядки от спина.

Учет этого ВКС (1S_0) в импульсном приближении проводился аналогично случаю прямого развала [7].

Вычислялись дифференциальные сечения $\frac{d\sigma}{dP_s}$, $\frac{d\sigma}{dt}$, $\frac{d\sigma}{d\Omega}$, а также асимметрия в угле α .

Теоретические расчеты по асимметрии находятся в заметно лучшем согласии с экспериментом, когда ВКС включается.

На рис.5 приведено дифференциальное сечение перезарядки $\frac{d\sigma}{dt}$. В теоретическом предсказании (пунктирная кривая) учитывался фактор экранировки. Расчетная кривая идет систематически ниже экспериментальных точек примерно на 25%. $\sigma_{dp \rightarrow (pp)n} (|t| < 0,3 \text{ (ГэВ/с)}^2) = (4,34 \pm 0,09) \text{ мб}$, тогда как теоретически предсказывается только $(3,3 \pm 0,2) \text{ мб}$.

На рис.6 приводится распределение $\frac{d\sigma}{dQ_{pp}} (Q_{pp} = M_{pp} - 2M_p)$ для малых ($|t| < 0,1 \text{ (ГэВ/с)}^2$) и средних значений $|t|$ ($0,1 < |t| < 0,3 \text{ (ГэВ/с)}^2$). В области квазиупругого рассеяния наблюдается хорошее согласие с теорией.

Однако в области $Q \geq 200 \text{ МэВ}$ импульсное приближение с ВКС или без него не дает вклада.

Поэтому мы обсуждаем возможность привлечения иного механизма, такого, например, как возникновение Δ -изобары в промежуточном состоянии. На эту мысль нас наталкивает совокупность имеющихся экспериментальных данных, которые обсуждаются в § 4.3.

Исследовалось распределение эффективной массы двух протонов в реакции перезарядки $dp \rightarrow (pp)n$ при малых $|t|$ и импульсах спектатора, больших, чем $300 \text{ МэВ}/c^2$. Наблюдалось увеличение при $(2170 \pm 10) \text{ МэВ}$, т.е. вблизи суммы масс нуклона и Δ с шириной $\Gamma \sim 50 \text{ МэВ}$. Положение наблюдаемого увеличения при малых $|t|$ наводит на мысль, что ответственным за эффект может быть обмен легкой частицей между рассеиваемым протоном и дейтроном. Благодаря близости пионного полюса к физической области модель однопионного обмена может быть хорошим приближением для событий с малыми переданными импульсами. Наблюдаемая форма пика тогда отражает поведение сечения реакции $\pi^+ d \rightarrow pp$, которое имеет резонансный характер.

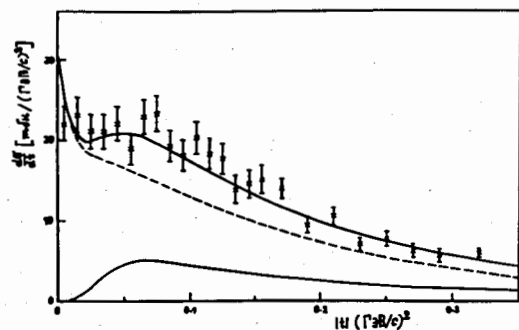


Рис.5.

Дифференциальное сечение $\frac{d\sigma}{dt}$ для перезарядки.

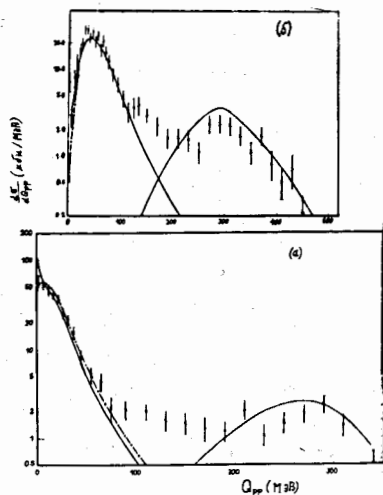


Рис.6.

Дифференциальное сечение

$\frac{d\sigma}{dQ_{pp}}$ для перезарядки:

- а) $-|t| < 0,1(\text{ГэВ}/c)^2$,
 б) $-0,1 < |t| < 0,3(\text{ГэВ}/c)^2$.

Изучался спектр эффективных масс ($d\pi^+$) в реакциях $dp \rightarrow dp\pi^+\pi^-$ и $dp \rightarrow d\pi^+n$ [9]. Было показано, что аномалия при массе (2151 ± 5) МэВ связана с резонансным характером сечения реакции $pp \rightarrow d\pi^+$.

С другой стороны, хорошо известно, что в реакции $\pi d \rightarrow pp$ (или $pp \rightarrow d\pi$) при низких энергиях доминирует механизм с виртуальной Δ -изобарой.

В § 4.4 излагается модифицированная применительно к нашему эксперименту модель Постера, учитывающая Δ -резонанс в промежуточном состоянии. В этой модели, в рамках импульсного приближения, учитывается также диаграмма однопионного обмена между налетающим протоном и дейтроном.

Вклад этого механизма в $\frac{d\sigma}{dt}$ показан на рис.5 (нижняя сплошная кривая). Предположив, что полученный результат можно складывать некогерентно с расчетами по импульсному приближению, мы видим достаточно хорошее согласие с экспериментом (верхняя сплошная кривая). Хорошо воспроизводятся как форма распределения, так и абсолютная величина дифференциального сечения.

Посредством обсуждаемого механизма также хорошо описывается область больших значений Q_{pp} в распределениях $\frac{d\sigma}{dQ_{pp}}$ (рис.6а, б - правые сплошные кривые).

Таким образом, видно, что в области импульсов спектаторов $Q_{pp} \gtrsim 300$ МэВ/с доминирует механизм с Δ -образованием в промежуточном состоянии.

В заключении сформулированы основные результаты диссертационной работы:

1. При непосредственном участии автора с помощью пузырьковой камеры было получено, обчислено по системе программ, проидентифицировано, записано на магнитных лентах и проанализировано около 50 000 событий dp -взаимодействий.

2. Получены полные спектры по инвариантному сечению $f(\tau)$ для инклюзивных протонов и π^{\pm} -мезонов, вылетающих в заднюю полусферу в системе покоя дейтрона.

3. Наблюдалось изменение наклона в распределениях инвариантного сечения $f(\tau)$ в области $\tau \sim 0,03$ ГэВ для протонов и π -мезонов, которое связано с изменением механизма реакции.

4. Установлено, что знак асимметрии в угловых распределениях спектаторов зависит от канала реакции, что качественно согла-

суется с предсказаниями спектаторной модели с учетом фактора потока и энергетической зависимости соответствующего нуклон-нуклонного сечения.

5. Показано, что в области импульсов спектаторов меньше 200 МэВ/с большая асимметрия в угле между переданным импульсом от падающего протона к дейтрону и спектаторным нуклоном в реакции прямого развала $d p \rightarrow (p n) p$ может быть объяснена взаимодействием в конечном состоянии между нейтроном и протоном в триплетном 3S_1 состоянии.

6. Полученная в той же области импульсов спектаторов небольшая асимметрия в распределении по углу между направлением вылета нуклона-спектатора и переданным импульсом от налетающего протона к дейтрону, а также форма пика в распределении по Q_{pp} ($Q_{pp} = M_{pp} - 2M_p$) в районе 40 МэВ для реакции перезарядки $d p \rightarrow (p p) n$ качественно описываются при учете взаимодействия в конечном состоянии между двумя протонами в синглетном 1S_0 -состоянии.

7. Показано, что узкий пик при $Q_{pp} \approx 0$ МэВ в области малых импульсов спектаторов ($P_s < 0,1$ ГэВ/с) и малых $|t|$ ($|t| < 0,1$ (ГэВ/с)²) в реакции перезарядки $d p \rightarrow (p p) n$ обусловлен спин-зависимым взаимодействием в элементарном процессе $p n \rightarrow n p$ перезарядки.

8. Оценен вклад спин-зависимого взаимодействия в сечении перезарядки $p n \rightarrow n p$ при $|t|=0$, который оказался равным $(76 \pm 10)\%$.

9. Расчеты в импульсном приближении с ВКС не объясняют поведения экспериментальных распределений по P_s и Q_{pp} в области больших значений этих величин, а по $|t|$ во всей области.

10. Для объяснения совокупности экспериментальных данных оказалось необходимым привлечь механизм с учетом Δ -изобары в промежуточном состоянии.

11. Оценен вклад механизма с Δ -изобарой в промежуточном состоянии в сечении реакции перезарядки $d p \rightarrow (p p) n$. Этот вклад составляет $\sim 20\%$.

Основные результаты опубликованы в следующих работах:

1. Б.С.Аладашвили и др., Препринт ОИЯИ, 1-7645, Дубна, 1973.
2. B.S.Aladashvili et al., Nucl. Instr. and Meth., 129, 109, 1975.
3. Б.С.Аладашвили и др., ЯФ, 27, 704, 1978.

4. B.S.Aladashvili et al., Preprint JINR, E1-9814, Dubna, 1976.
5. B.S.Aladashvili et al., Acta Phys. Pol., E7, 707, 1976.
6. B.S.Aladashvili et al., J. Phys. G: Nucl. Phys., 3, 7, 1977.
7. B.S.Aladashvili et al., J. Phys. G: Nucl. Phys., 3, 1225, 1977.
8. B.S.Aladashvili et al., Nucl., Phys., A274, 486, 1976.
9. B.S.Aladashvili et al., Preprint JINR, E1-8870, Dubna, 1975.

Рукопись поступила в издательский отдел
16 февраля 1979 года.