

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

С3436

P1-83-571

6287/83

В.С.Надеждин, Н.И.Петров, В.И.Сатаров,
А.М.Розанова

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ
РЕАКЦИИ ПРЯМОГО ВЫБИВАНИЯ
ПАР ПРОТОНОВ ИЗ ЯДЕР
ПРОТОНАМИ С ЭНЕРГИЕЙ 640 МэВ

Направлено в журнал "Ядерная физика".

1983

Получение экспериментальной информации о реакции прямого выбивания пар протонов из ядер /реакция $(p, 3p)$ / с большой передачей импульса представляет большой интерес с точки зрения изучения механизмов кумулятивного образования частиц.

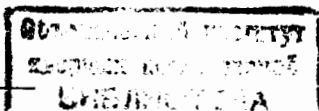
В последнее время исследование кумулятивного эффекта выделилось в самостоятельное направление, причем выяснилось, что только при эксклюзивном подходе можно ответить на вопрос о его механизме и установить, какие конкретные ядерные реакции играют в нем главную роль. Настоящее исследование реакции $(p, 3p)$, осуществляемое в условиях полной кинематики, является одним из немногих примеров указанного подхода.

Реакция $(p, 3p)$ теоретически впервые рассмотрена в работе ^{/1/}. Первые экспериментальные данные об этой реакции получены в работе ^{/2/} на ядре углерода при начальной энергии 640 МэВ.

В настоящей статье излагаются результаты более детального исследования реакции $(p, 3p)$ при той же начальной энергии протонов * .

1. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА И УСЛОВИЯ ОПЫТА

Экспериментальная установка для исследования реакции $(p, 3p)$ состоит из трех управляемых искровых камер прямоугольного сечения, срединные плоскости которых лежат в одной горизонтальной плоскости с осью пучка падающих частиц. Две камеры расположены слева от пучка протонов, третья - справа. Каждая из камер содержит 24 разрядных промежутка, разделенных алюминиевыми пластинами - электродами. Размеры камер равны 300x300x500 мм³. Управление камерами осуществляется тремя телескопами из сцинтилляционных счетчиков, расположенных перед камерами и включенными на совпадения. Треки всех трех протонов в камерах фотографировались на пленку. В качестве ядер-мишеней использовались литий, углерод, алюминий и медь. Опыт поставлен в двух геометриях, которые характеризуются следующими значениями интервалов углов испускания $\Delta\theta$ и энергетических интервалов ΔT каждого из трех регистрируемых вторичных протонов:



* Полученные результаты частично опубликованы в работах ^{/3,4/} .

Первая геометрия

$$\begin{aligned} \Delta\theta_1 &= 18^\circ \div 27^\circ & \Delta\theta_2 &= 27^\circ \div 36^\circ & \Delta\theta_3 &= 72^\circ \div 88^\circ \\ \Delta T_1 &= 140 \div 315 \text{ МэВ} & \Delta T_2 &= 140 \div 315 \text{ МэВ} & \Delta T_3 &= 140 \div 315 \text{ МэВ} \end{aligned}$$

Вторая геометрия

$$\begin{aligned} \Delta\theta_1 &= 21^\circ 30' \div 37^\circ & \Delta\theta_2 &= 46^\circ 50' \div 62^\circ 20' & \Delta\theta_3 &= 57^\circ \div 73^\circ \\ \Delta T_1 &= 80 \div 280 \text{ МэВ} & \Delta T_2 &= 80 \div 240 \text{ МэВ} & \Delta T_3 &= 150 \div 360 \text{ МэВ} \end{aligned}$$

Индексы 1, 2, 3 у интервалов $\Delta\theta$ и ΔT означают, что интервалы относятся к первой, второй и третьей камерам. В первой геометрии измерения выполнены для ядер-мишеней ${}^6\text{Li}$, ${}^{12}\text{C}$, Al и Cu. Эта геометрия опыта с учетом энергии отрыва пары протонов от ядра очень близка к геометрии квазиупругого рассеяния протонов дейтронами на угол 118° в системе центра масс. Средний импульс, передаваемый первому и второму протонам, составляет 1400 МэВ/с. Вторая геометрия опыта, в которой проводились измерения только для ядра углерода, заметно отличается от геометрии квазиупругого p,d-рассеяния.

Средняя ошибка измерения энергии протона по пробегу в камерах составляет ± 10 МэВ. Точность измерения угла вылета протона из мишени, с учетом многократного кулоновского рассеяния, равна $1,5^\circ \div 2^\circ$. Энергетический разброс протонов в пучке составляет ± 15 МэВ.

В качестве монитора в опыте служил счет одного из управляющих телескопов. Его калибровка на абсолютный поток протонов через мишень производилась по рассеянию протонов на водороде.

Единственной реакцией, которая может имитировать процесс выбивания пар протонов, является реакция рождения отрицательных пионов с вылетом трех заряженных частиц из мишени. Анализ полученных в опыте энергетических спектров частиц и их взаимодействий в электродах камер, а также расчетная оценка показали, что в условиях нашего опыта вклад процесса мезообразования мал и находится на уровне $\sim 1\%$.

Всего в эксперименте было зарегистрировано около 3800 событий с тремя вторичными протонами. Количество трехпротонных событий, полученное на мишенях ${}^6\text{Li}$, ${}^{12}\text{C}$, Al и Cu в первой геометрии опыта, равно 878, 1256, 381 и 207 соответственно. Во второй геометрии на мишени ${}^{12}\text{C}$ зарегистрировано 1104 трехпротонных события.

2. РЕЗУЛЬТАТЫ ОПЫТА И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На рис. 1 и 2 представлены измеренные сечения реакции (p,3p) для первой геометрии опыта в зависимости от суммарной энергии

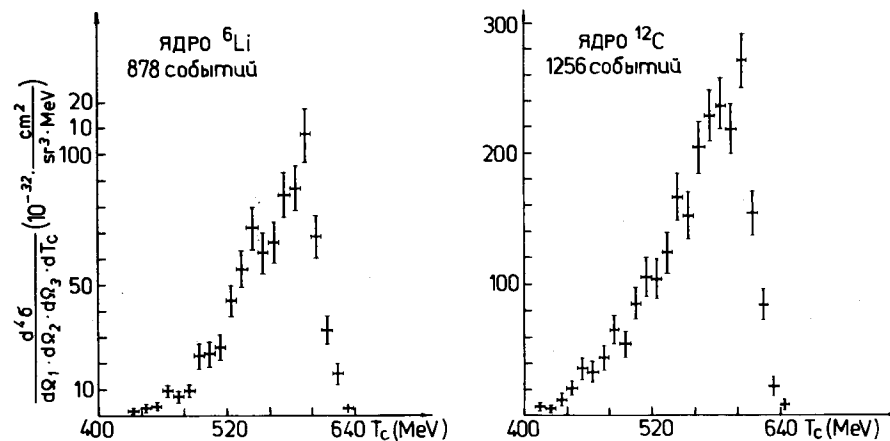


Рис. 1. Зависимость сечения реакции (p,3p) от суммарной энергии трех вторичных протонов для ядер-мишеней ${}^6\text{Li}$ и ${}^{12}\text{C}$.

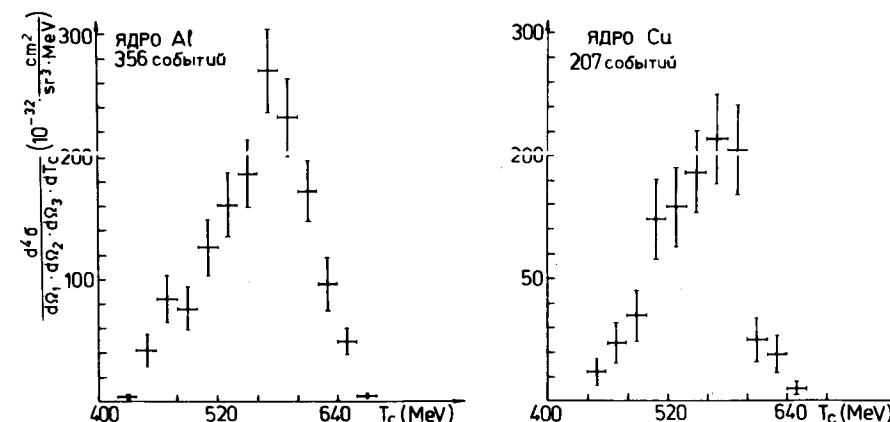


Рис. 2. Зависимость сечения реакции (p,3p) от суммарной энергии трех вторичных протонов для ядер-мишеней Al и Cu.

T_c трех вторичных протонов. Средняя ошибка определения T_c составляет ± 17 МэВ. Соответствующее распределение для ядра-мишени углерода во второй геометрии по своему виду не отличается от распределения для первой геометрии и потому не приводится. Как видно из рис. 1 и 2, все спектры со стороны более высоких энергий имеют довольно резкую границу, которая сдвинута относительно начальной энергии протонов на 30–35 МэВ. Указанный сдвиг соответствует затратам энергии на отрыв пары протонов от ядра

и на передачу небольшой энергии остаточному ядру. Этот факт служит непосредственным доказательством того, что регистрируемый в опыте процесс выбивания пар протонов из ядер является прямым ядерным процессом.

Трехпротонные события в области суммарной энергии $\Delta T_c = 400 \div 500$ МэВ связаны преимущественно с вкладом ядерного каскада, а также обусловлены сбросом энергии вторичными протонами при неупругом взаимодействии в алюминиевых электродах камер. При возрастании суммарной энергии T_c от 540 МэВ вклад этих процессов быстро убывает.

В случае ядра-мишени ${}^6\text{Li}$ верхняя граница спектра соответствует развалу ядра. Поскольку это ядро имеет ярко выраженную кластерную α, d структуру, реакция $(p, 3p)$ идет на нем путем выбивания протонов с s -оболочки.

Для ядра углерода верхняя граница спектра соответствует выбиванию пары протонов с p -оболочки; поэтому в данном случае реакция идет преимущественно на нуклонах p -оболочки.

В таблице представлены измеренные дифференциальные сечения, отнесенные к интервалу суммарной энергии $\Delta T_c = 540 \div 630$ МэВ. При определении сечений вводились поправки на упругое и неупругое взаимодействия вторичных протонов в мишени, сцинтилляционных счетчиках, фильтрах и электродах - пластинах искровых камер.

Таблица.

Ядро-мишень	Реакция $(p, 3p)$	Реакция (p, d)
	$\frac{d^3\sigma}{d\Omega_1 d\Omega_2 d\Omega_3} \left(\frac{10^{-28} \text{ см}^2}{\text{ср}^3} \right)$	$\frac{d\sigma}{d\Omega} \left(\frac{10^{-27} \text{ см}^2}{\text{ср}^3} \right)$
${}^6\text{Li}$	$0,58 \pm 0,11$	$0,85 \pm 0,07$
${}^{12}\text{C}$	$1,63 \pm 0,27$	$1,40 \pm 0,20$
Al	$1,93 \pm 0,36$	$1,75 \pm 0,20$
Cu	$1,69 \pm 0,39$	$2,4 \pm 0,4$

Для сравнения в третьем столбце таблицы приведены инклюзивные сечения выбивания дейтронов протонами с энергией 670 МэВ под углом 16° в лабораторной системе, полученные в работе^{15/}. Из-за влияния ядерного поглощения должны наблюдаться различные зависимости сечений указанных реакций от массового числа ядра-мишени. Однако ошибки измерений сечений пока велики, чтобы сделать на этот счет определенное заключение. Измеренное сечение реакции на ядре-мишени ${}^{12}\text{C}$ для второй геометрии опыта составляет:

$$\frac{d^3\sigma}{d\Omega_1 d\Omega_2 d\Omega_3} = (0,9 \pm 0,2) \cdot 10^{-28} \text{ см}^2 / \text{ср}^3$$

3. ОБСУЖДЕНИЕ МЕХАНИЗМА РЕАКЦИИ

При описании реакции развала дейтронов протонами ($pd \rightarrow ppn$) в области энергий до 1 ГэВ рассматриваются следующие диаграммы /рис.3/: полюсная диаграмма^{16,7/}, диаграмма двукратного квазиупругого рассеяния нуклонов^{16,7/}, диаграмма двукратного неупругого рассеяния с изобарой Δ_{33} в промежуточном состоянии^{16/}, треугольная диаграмма с обменом π -мезоном^{7/} и диаграмма, связанная с образованием и последующим распадом трехнуклонного резонанса^{8/}.

Проведенные нами расчеты энергетических спектров вылетающих частиц, полученные в результате однократного и двукратного взаимодействия налетающих протонов с внутриядерными протонами, имеющими импульсное распределение, взятое из опытов по квазиупругому рассеянию протонов^{19/}, показывают, что вследствие высоких энергетических порогов вклад механизма однократного взаимодействия в зарегистрированные нами события пренебрежимо мал, а механизм двукратного взаимодействия может составлять ~1% для ядра ${}^{12}\text{C}$ в первой геометрии и до 10% во второй. Таким образом, в нашем опыте в угловом интервале $\Delta\theta_3$ регистрируются кумулятивные протоны.

Для диаграммы рис.3в подавление вклада из-за высоких энергетических порогов регистрации вторичных протонов в значительной мере должно сниматься, так как энергия, реализуемая во втором неупругом рассеянии, больше суммарной пороговой энергии регистрации двух вторичных протонов. Чтобы выяснить, снимается ли указанное подавление и может ли диаграмма с изобарой Δ_{33} в промежуточном состоянии описать полученные экспериментальные данные, нами по методу Монте-Карло проведены вычисления энергий и углов вылета вторичных протонов, в котором первое и второе

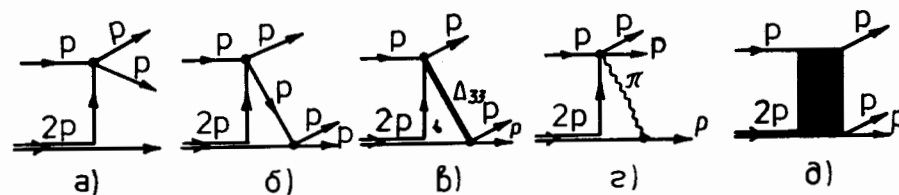


Рис.3.

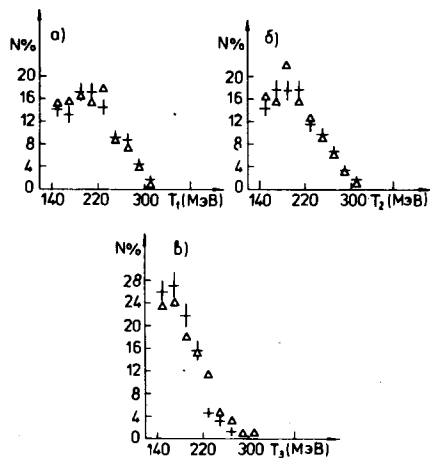


Рис.4. Энергетические спектры вторичных протонов. Первая геометрия. Ядро-мишень ^{12}C .

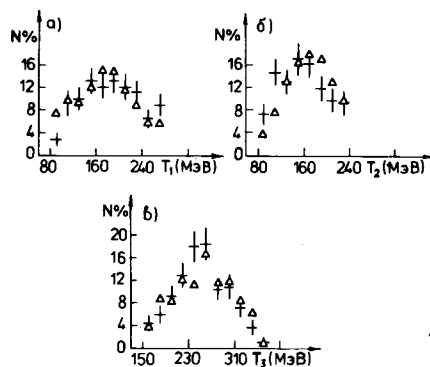


Рис.5. Энергетические спектры вторичных протонов. Вторая геометрия. Ядро-мишень ^{12}C .

неупругое рассеяние /диаграммы рис.3в/ рассматривались как свободные. В расчете учитывалось импульсное распределение внутриядерного движения протонов^{19/}. Для простоты предполагалось, что угловые распределения рассеяния в системе центра масс сталкивающихся частиц являются изотропными.

На рис.4 и 5 приведены экспериментальные и расчетные энергетические распределения вторичных протонов для первой и второй геометрий опыта. Видно, что в обоих случаях расчет, претендующий лишь на качественное описание, правильно передает эксперимен-

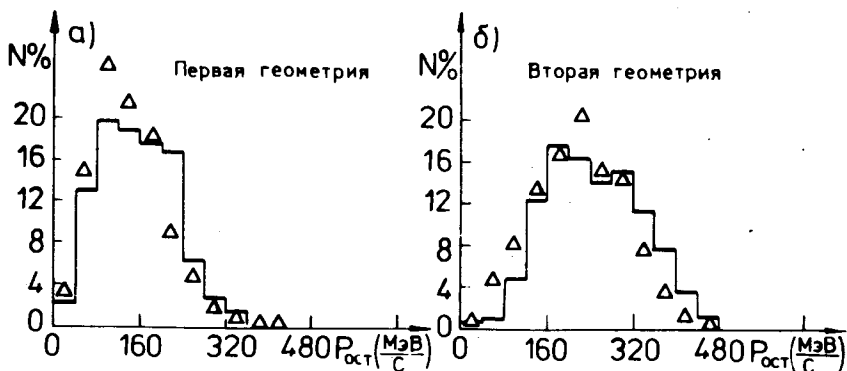


Рис.6. Импульсный спектр остаточных ядер. Ядро-мишень ^{12}C .

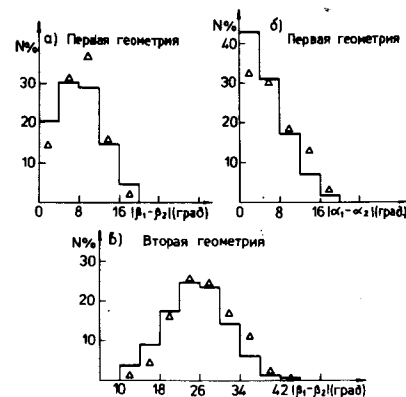


Рис.7. Угловые корреляции вторичных протонов. Ядро-мишень ^{12}C .

тальные спектры. Таким образом, для механизма реакции, описываемого диаграммой рис.3в, действительно снимается сильное подавление вклада в наблюдаемые на опыте события из-за высоких энергетических порогов регистрации вторичных протонов.

На рис.6 и 7 представлены экспериментальные и расчетные распределения импульсов остаточных ядер и модулей разности вертикальных $|\alpha_1 - \alpha_2|$ и горизонтальных $|\beta_1 - \beta_2|$ проекций углов вылета первого и второго протонов. И здесь расчетные распределения правильно описывают экспериментальные данные. Причем важно подчеркнуть, что импульсное

распределение внутриядерного движения нуклонов, участвующих в реакции, близко к соответствующему распределению, которое проявляется в однократном квазиупругом pp -рассеянии.

Экспериментальные спектры масс промежуточной частицы, вычисленные по балансу энергий и импульсов во второй вершине диаграммы 3в, приводятся на рис.8. Определенные по первой вершине диаграммы 3в значения массы промежуточной частицы в среднем на 15-20 МэВ больше. Сдвиг спектра масс промежуточной частицы рис.8б в сторону больших значений масс по сравнению с соответствующим спектром рис.8а обусловлен тем обстоятельством, что в случае второй геометрии энергия налетающего и ядерного протонов в их системе центра масс больше, чем в случае первой геометрии.

Необходимо отметить, что максимальное значение массы промежуточной частицы, образующейся при столкновении протона,

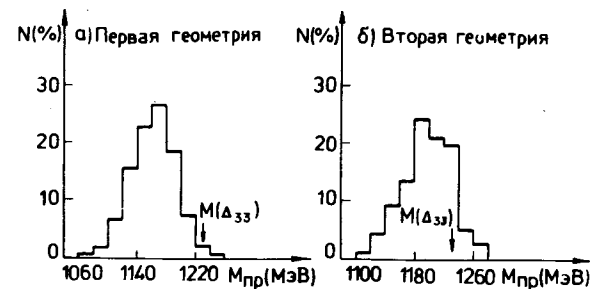


Рис.8. Спектры масс промежуточной частицы.

имеющего энергию 640 МэВ, с ядерным покоящимся протоном составляет 1215 МэВ. Среднее значение этой массы будет меньше из-за затрат энергии на возбуждение остаточного ядра. Поэтому в условиях нашего опыта не может реализоваться полный спектр масс изобары Δ_{33} с максимумом при значении $M(\Delta_{33}) = 1232$ МэВ.

На основе наблюдаемого согласия экспериментальных и расчетных данных, а также близости массы промежуточной частицы к массе изобары Δ_{33} можно сделать вывод о том, что в условиях нашего опыта основной вклад в реакцию $(p, 3p)$ дает диаграмма двукратного неупругого рассеяния с изобарой Δ_{33} в промежуточном состоянии. В пользу этого заключения свидетельствуют результаты работы^{/10/} по изучению реакции $d p \rightarrow p p d$ при начальном импульсе $P = 3,33$ ГэВ/с. В этой работе было найдено, что в системе покоя дейтрона /в этом случае начальная энергия протона близка к 1 ГэВ/, спектр масс промежуточной частицы для событий, в которых наименее энергичный вторичный нуклон имеет энергию более половины максимально возможной при угле его испускания, близок к спектру масс изобары Δ_{33} . Но, как и в нашем случае, экспериментальный спектр сдвинут относительно распределения массы изобары Δ_{33} в сторону меньших значений масс.

Как показали теоретические расчеты^{/6,7/} инклюзивных энергетических спектров вторичных нуклонов, испускаемых в заднюю полусферу, выполненные применительно к условиям работы^{/10/}, эти спектры для диаграмм рис.3в и 3г очень близки между собой. По-видимому, такая же близость спектров вторичных протонов для указанных диаграмм будет иметь место и для условий нашего инклюзивного опыта. Поэтому треугольная диаграмма с обменом пионом тоже будет давать вклад в реакцию $(p, 3p)$. Однако ее

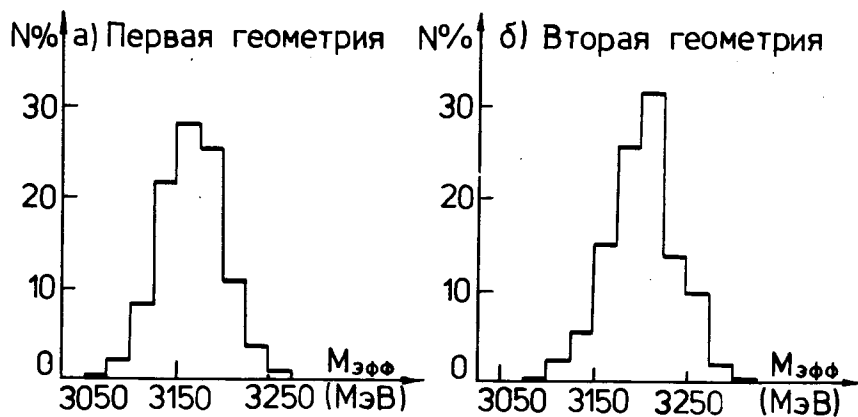


Рис.9. Спектры эффективных масс системы трех вторичных протонов.

вклад, по-видимому, будет меньше вклада диаграммы 3в, так как при низких энергиях падающих нуклонов пионы рождаются почти целиком через изобару Δ_{33} .

В работе^{/8/} для объяснения экспериментальных данных по реакции упругого рассеяния протонов дейтронами в области энергий от 400 МэВ до 1 ГэВ, привлекается как дающая основной вклад диаграмма с образованием в промежуточном состоянии трехнуклонных резонансов с массами $M = 3070, 3180$ и 3330 МэВ, одним из каналов распада которых является распад на протон и дейтрон.

В случае реакции $(p, 3p)$, когда в конечном состоянии образуются четыре частицы - три протона и остаточное ядро - указанный механизм, если он имеет место, может, вообще говоря, найти отражение в спектре эффективных масс трех вторичных протонов. Но поскольку в нашем опыте реализуется сравнительно узкий участок спектра эффективных масс, то наблюдать на нем какую-то структуру, очевидно, маловероятно. Полученное в опыте распределение эффективных масс трех вторичных протонов для событий с суммарной энергией в интервале $\Delta T_c = 570 \div 630$ МэВ /рис.9/ имеет максимум около значения массы резонанса $M = 3180$ МэВ из работы^{/8/}. Однако этот факт в силу вышесказанного и того обстоятельства, что указанное распределение хорошо описывается диаграммой с изобарой Δ_{33} в промежуточном состоянии, нельзя рассматривать как свидетельство в пользу вклада в реакцию $(p, 3p)$ диаграммы с трехнуклонными резонансами. Вместе с тем, на уровне имеющейся экспериментальной информации о реакции $(p, 3p)$ возможность вклада в нее от указанного механизма исключить нельзя. Поэтому для того, чтобы ответ на вопрос о вкладе резонансного механизма сделать более определенным, необходимы измерения энергетических спектров и угловых корреляций вторичных протонов в более широких интервалах углов. Необходимы также теоретические вычисления указанных характеристик для рассмотренных механизмов реакции $(p, 3p)$.

Основываясь на вполне удовлетворительном соответствии экспериментальных и расчетных распределений вторичных протонов для диаграмм двукратного неупругого рассеяния с изобарой Δ_{33} в промежуточном состоянии, мы сделали оценку инклюзивного сечения $\frac{d\sigma}{d\Omega_3}$ под углом 80° путем численного интегрирования сечения $\frac{d^3\sigma}{d\Omega_1 d\Omega_2 d\Omega_3}$ по углам Ω_1 и Ω_2 . С учетом поправки на ядерное поглощение и вклада реакции $(p, 2p)$, сечение которой, согласно работе^{/6/}, в 20 раз превышает сечение реакции $(p, 3p)$, полученная оценка показывает, что диаграмма рис.3в может давать основной вклад в жесткую часть спектра кумулятивных протонов.

Однако эта оценка нуждается в уточнении: в уточнении численного интегрирования и в экспериментальном определении отношения сечений $(p, 2p)$ и $(p, 3p)$ реакций.

В заключение авторы выражают искреннюю признательность Л.М.Дорошенко, В.В.Ермакову, Г.Ф.Исаеву, Н.Н.Лебедеву, Р.В.Столупиной и Е.Е.Фадеевой за обслуживание экспериментальной установки и обработку снимков, а также Б.М.Головину за обсуждение результатов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Balashov V.V., Bojarkina A.N., Rotter I. Nucl.Phys., 1964, 59, p.417.
2. Komarov V.I. et al. JINR, E1-9460, Dubna, 1976.
Komarov V.I. et al. JINR, E1-11354, Dubna, 1978.
3. Надеждин В.С. и др. Письма в ЖЭТФ, 1979, 29, с.436.
4. Надеждин В.С., Петров Н.И., Сатаров В.И. ОИЯИ, P1-80-827, Дубна, 1980.
5. Azhgirei L.S. et al. Nucl.Phys., 1972, A195, p.581.
6. Копелиович В.Б., Радоманов В.Б. ОИЯИ, P2-11938, Дубна, 1978.
7. Амелин Н.С., Лыкасов Г.И. ЯФ, 1978, 28, с.1258.
8. Кондратюк Л.А., Лев Ф.М., Шевченко Л.В. ЯФ, 1981, 33, с.1208.
9. Kullander S. et al. Nucl.Phys., 1971, A173, p.357.
10. Глаголев В.В. и др. ОИЯИ, P1-12907, Дубна, 1979.

Рукопись поступила в издательский отдел
4 августа 1983 года.

НЕТ ЛИ ПРОБЕЛОВ В ВАШЕЙ БИБЛИОТЕКЕ?

Вы можете получить по почте перечисленные ниже книги, если они не были заказаны ранее.

D3-11787	Труды III Международной школы по нейтронной физике. Алушта, 1978.	3 р. 00 к.
D13-11807	Труды III Международного совещания по пропорциональным и дрейфовым камерам. Дубна, 1978.	6 р. 00 к.
D1,2-12036	Труды VI Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1978 /2 тома/	7 р. 40 к.
D1,2-12450	Труды V Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1978	5 р. 00 к.
D1,2-12450	Труды XII Международной школы молодых ученых по физике высоких энергий. Приморско, НРБ, 1978.	3 р. 00 к.
D11-80-13	Труды VII Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц, Дубна, 1980 /2 тома/	8 р. 00 к.
D11-80-13	Труды рабочего совещания по системам и методам аналитических вычислений на ЭВМ и их применению в теоретической физике, Дубна, 1979	3 р. 50 к.
D4-80-271	Труды Международной конференции по проблемам нескольких тел в ядерной физике. Дубна, 1979.	3 р. 00 к.
D4-80-385	Труды Международной школы по структуре ядра. Алушта, 1980.	5 р. 00 к.
D2 81 545	Труды VI Международного совещания по проблемам квантовой теории поля. Алушта, 1981	2 р. 50 к.
D10,11-81-622	Труды Международного совещания по проблемам математического моделирования в ядерно-физических исследованиях. Дубна, 1980	2 р. 50 к.
D1,2-81-728	Труды VI Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1981.	3 р. 60 к.
D17-81-758	Труды II Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1981.	5 р. 40 к.
D1,2-82-27	Труды Международного симпозиума по поляризационным явлениям в физике высоких энергий. Дубна, 1981.	3 р. 20 к.
P18-82-117	Труды IV совещания по использованию новых ядерно-физических методов для решения научно-технических и народнохозяйственных задач. Дубна, 1981.	3 р. 80 к.
D2-82-568	Труды совещания по исследованиям в области релятивистской ядерной физики. Дубна, 1982.	1 р. 75 к.
D9-82-664	Труды совещания по коллективным методам ускорения. Дубна, 1982.	3 р. 30 к.
D3,4-82-704	Труды IV Международной школы по нейтронной физике. Дубна, 1982.	5 р. 00 к.

Заказы на упомянутые книги могут быть направлены по адресу:
101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79
Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований

**ТЕМАТИЧЕСКИЕ КАТЕГОРИИ ПУБЛИКАЦИЙ
ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ**

Индекс	Тематика
1.	Экспериментальная физика высоких энергий
2.	Теоретическая физика высоких энергий
3.	Экспериментальная нейтронная физика
4.	Теоретическая физика низких энергий
5.	Математика
6.	Ядерная спектроскопия и радиохимия
7.	Физика тяжелых ионов
8.	Криогеника
9.	Ускорители
10.	Автоматизация обработки экспериментальных данных
11.	Вычислительная математика и техника
12.	Химия
13.	Техника физического эксперимента
14.	Исследования твердых тел и жидкостей ядерными методами
15.	Экспериментальная физика ядерных реакций при низких энергиях
16.	Дозиметрия и физика защиты
17.	Теория конденсированного состояния
18.	Использование результатов и методов фундаментальных физических исследований в смежных областях науки и техники
19.	Биофизика

Надеждин В.С. и др.

P1-83-571

Экспериментальное исследование реакции прямого выбивания пар протонов из ядер протонами с энергией 640 МэВ.

Экспериментальное исследование реакции прямого выбивания протонных пар /реакция $p, 3p$ / на ядрах ${}^6\text{Li}$, ${}^{12}\text{C}$, Al , Cu проводилось при энергии протонов 640 МэВ. Главный интерес к изучению данной реакции связан с тем, что она является одной из реакций, приводящих к образованию кумулятивных протонов. Исследования проводились с помощью управляемых сцинтилляционными телескопами искровых камер, которые регистрировали вылетающие протоны под углами, соответствующими рассеянию протона парой ядерных протонов в с.ц.м. на угол 118° . Приводятся полученные экспериментальные данные о спектрах суммарной энергии трех протонов, энергетических спектрах протонов и измеренных дифференциальных сечениях. Делается вывод о том, что главный вклад в реакцию может давать диаграмма двукратного рассеяния с изобарой Δ_{33} в промежуточном состоянии.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1983

Nadezhdin V.S. et al.

P1-83-571

Experimental Investigation of Proton Pairs Direct Knocking-Out of Nuclei by 640 Protons

Direct Knocking of proton pairs /reaction $p, 3p$ / on ${}^6\text{Li}$, ${}^{12}\text{C}$, Al , Cu nuclei has been experimentally investigated at proton energies of 640 MeV. The interest in this reaction is explained by a possibility to produce in this reaction of cumulative protons. The investigation has been performed by means of spark chambers controlled by scintillation telescopes with register emitted protons at angles corresponding to proton scattering by a pair of nucleus protons in the center of mass system at an angle of 118° . Experimental data on the spectra of 3-proton total energy, on proton energy spectra, and on measured differential cross sections are presented. It is concluded that the main contribution into the reaction could be given by the diagram of double inelastic scattering with Δ_{33} isobar in the intermediate state.

The investigation has been performed at the Laboratory of Nuclear Problems, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research, Dubna 1983

Перевод О.С. Виноградовой.