12397



СООБЩЕНИЯ Объединенного института ядерных исследований дубна

C346.25 + C346.29 5-202

1 - 12397

3/1x-79

А.М.Балдин, В.К.Бондарев, А.Н.Манятовский, Н.С.Мороз, Ю.А.Панебратцев, А.А.Повторейко, С.В.Рихвицкий, В.С.Ставинский, А.Н.Хренов

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УПРУГИЕ ПРОТОН-ПРОТОННЫЕ, НУКЛОН-ДЕЙТРОННЫЕ И ДЕЙТРОН-ДЕЙТРОННЫЕ РАССЕЯНИЯ ПРИ БОЛЬШИХ ПЕРЕДАННЫХ ИМПУЛЬСАХ



1 - 12397

А.М.Балдин, В.К.Бондарев, А.Н.Манятовский, Н.С.Мороз, Ю.А.Панебратцев, А.А.Повторейко, С.В.Рихвицкий, В.С.Ставинский, А.Н.Хренов

**ДИСРФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ** 

УПРУГИЕ ПРОТОН-ПРОТОННЫЕ,

НУКЛОН-ДЕЙТРОННЫЕ

И ДЕЙТРОН-ДЕЙТРОННЫЕ РАССЕЯНИЯ ПРИ БОЛЬШИХ ПЕРЕДАННЫХ ИМПУЛЬСАХ

> озводант най систячут идерных респецероний БИДЭЛАЗСТ. 2НА

Балдин А.М. и др.

1 - 12397

Дифференциальные упругие протон-протонные, нуклондейтронные и дейтрон-дейтронные рассеяния при больших переданных импульсах

В работе получены эксперимейтальные данные по pp,ND и DD дифференциальным упругим сечениям при больших переданных импульсах. Измерены сечения упругого pp-,ND-, DD -рассеяния в интервале переданных импульсов 0,1-2,0 (ГэВ/с)<sup>2</sup> при импульсе первичных протонов и дейтронов 8,9 ГэВ/с. Применялись криогенные водородная и дейтронная мишени. Полученные сечения ND- и DD -рассеяния сравнимы при фиксированных значениях переданного импульса. В спектре недостающих масс обнаружена резонансная особенность, превышающая массу дейтрона на ~ 400 МэВ.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОШЯШ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1979

the section of the sector

Baldin A.M. et al.

1 - 12397

Differential Elastic Proton-Proton, Nucleon-Deuteron and Deuteron-Deuteron Scatterings at Big Transfer Momenta

Experimental data on pp-, ND- and DD differential elastic cross sections at big transfer momenta is obtained. Cross sections of elastic pp-, ND-, DD - scattering in the 0.1-0.2 (GeV/c) range of transfer momenta at 8.9 GeV/c momentum of primary protons and deuterons have been measured. Cryogenic hydrogen and deuterium targets were used. Obtained ND and DD scattering cross sections are comparable at the fixed values of transfer momentum. In the spectrum of missing masses a resonance characteristics has been discovered which exceeds the deuteron mass by approximately 400 MeV.

The investigation has been performed at the Laboratory of High Energies, JINR,

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1979

В настоящей работе получены экспериментальные данные по упругим протон-протонным, нуклон-дейтронным и дейтрон-дейтронным дифференциальным сечениям в интервале переданных импульсов от 0,1 до 2,0 (ГэВ/с)<sup>2</sup> для первичных протонов и дейтронов, ускоренных до 8,9 ГэВ/с.

Измерения выполнены на специализированной установке ДИСК, предназначенной для исследований инклюзивных спектров кумулятивного рождения частиц /1/.

Измерение упругих сечений основано на идентификации частицы отдачи. Схема установки показана на рис. 1. Частицы отдачи из мишени Т (криогенные ми-



С 1979 Объединенный институт ядерных исследований Дубна

шени H, D, He в лавсановых контейнерах,  $\phi = 50$ ,  $\ell = 50$  мм) анализировались по импульсу магнитом H (угол поворота - 22°, энак совпадает со энаком угла рассеяния); регистрировались счетчиком S1 (который задавал телесный угол  $\Delta \Omega_0 = 2 \cdot 10^{-4}$ ср), фокусировались линзами Q<sub>1</sub> и Q<sub>2</sub> в районе сцинтиллятора S3. Время пролета на базах S1S3 и S2S3 (совместное решение) определяло скорость частицы отдачи. Кроме того, измерялись потери энергии на ионизацию в пластике S3 и амплитуда излучения Вавилова-Черенкова в радиаторе из оргстекла.

Разрешение по скорости для регистрируемых частиц составило  $\Delta\beta = \pm 1.5 \cdot 10^{-2} \beta^2$  (например, для DD-рассеяния при t  $\approx 0.5$  (ГэВ/с)<sup>2</sup> указанное разрешение по скорости дает  $\Delta t = \pm 5 \cdot 10^{-4} (ГэВ/с)^2$ ).

Угловой разброс частиц в первичном пучке в плоскости рассеяния описывался нормальным распределением со среднеквадратичным отклонением 18 мрад.

Величина дифференциального упругого рассеяния находилась из соотношения

$$\frac{\mathrm{d}\sigma}{\mathrm{d}\Omega} = \frac{\Delta N}{I_0 X_{\mathrm{T}} \cdot \Delta \Omega_{\Im \dot{\varphi} \dot{\varphi}}}.$$

где  $\Delta N$  – число событий упругого рассеяния,  $I_0$  – первичный поток,  $X_T$  – толщина мишени и  $\Delta \Omega_{\ 3} \phi \dot{\phi}$ . эффективный телесный угол установки. Поток первичных частиц  $I_0$ определялся по методу наведенной активности <sup>12</sup> С. Эффективный телесный угол найден из соотношения

$$\Delta\Omega_{9\dot{\Phi}\dot{\Phi}} = \frac{G}{G}\int_{-X_{T}/2}^{X_{T}/2} \frac{dX}{X_{T}} \int_{-\infty}^{+\infty} \omega(\xi) d\xi \int_{-\infty}^{+\infty} \omega(a) da \Delta\Omega[p(x, \xi, a)],$$

где  $\Delta\Omega(\mathbf{p})$  - зависимость телесного угла установки от импульса регистрируемой частицы /1/;  $\mathbf{p}(\mathbf{x}, \xi, a)$  зависимость импульса частицы согласно кинематике упругого рассеяния от точки взаимодействия в мишени, угла многократного рассеяния ( $\xi$ ) и угла "входа" первичной частицы (a);  $\omega(\xi)$  и  $\omega(a)$  - вероятность многократного рассеяния и угловой разброс частицы в первичном пучке; G - "магнитный" фактор дефокусировки знализирующего магнита по горизонтали и расфокусировки изображения в фокальной плоскости магнитной оптики.

Магнитный фактор G в зависимости от энергии регистрируемой частицы отдачи изменялся в пределах 0,45-0,68 и, по нашим оценкам, вычислялся с точностью порядка 10%. Усреднение телесного угла  $\Delta\Omega$ (р) по распределениям  $\omega(\xi)$ ,  $\omega(a)$  и длине мишени уменьшало величину телесного угла  $\Delta\Omega_0$  счетчика S1 в 1,8-1,2 раза. Точность вычисления этого множителя определяется ошибками параметров распределения  $\omega(a)$  и  $\Delta\Omega$ (р). По нашим оценкам, эта погрешность также порядка 10%. Информацию о распределении  $\omega(a)$  мы получаем из зависимости счета упругих событий от угла между осью первичного пучка и осью спектрометра (угол "наблюдения" спектрометра).

Как видно, суммарные величины поправок велики. В этом смысле величины дифференциальных сечений протон-протонного рассеяния при малых переданных импульсах следует рассматривать как тестовые для вычисления поправок.

На рис. 2 показана зависимость двойного дифференциального сечения  $\frac{d \sigma}{dt dM_x^2}$  для процесса D+D→M<sub>x</sub>+D при  $t = 0.5 (\Gamma_{2}B/c)^2$  и импульсе первичных дейтронов 8,9 ГэВ/с от угла вылета дейтрона отдачи Ор. Верхняя шкала дает масштаб ненаблюдаемой массы М<sub>ж</sub> (превышение над массой дейтрона в ГэВах). Первый пик (М.-М.-=0) соответствует упругому DD-рассеянию и иллюстрирует разрешение установки. Второй пик при ⊕<sub>D</sub> ≈ 75° соответствует упругому рассеянию одного из нуклонов налетающего дейтрона с импульсом 4,45 ГэВ/с на дейтроне мишени. Уширение этого пика по сравнению с " DD -пиком" обусловлено ферми-движением нуклонов в первичном дейтроне. Четкое разделение этих двух пиков иллюстрирует надежность экспериментального разделения процессов упругого DD- и ND-рассеяния. Как видно из рисунка, при массе М<sub>ж</sub>, превышающей массу дейтрона на ~400 МэВ, наблюдается резонансная особенность. Можно отметить три возможные интерпретации этого результата:



Рис.2. Зависимость двойного дифференциального сечения  $\frac{d \sigma}{dt dM_{X}^{2}}$  процессов D + D  $\rightarrow$  M<sub>X</sub>+D и N+D  $\rightarrow$  ND от угла эмиссии дейтрона отдачи при t =0,5 (ГэВ/с)<sup>2</sup>.

а) в дейтронной системе есть возбужденное состояние с энергией возбуждения 400 МэВ;

б) наблюдаемый резонанс является кинематическим отражением особенности N\* =1400 МэВ в реакции N+D→N\*+D;

в) наблюдаемый пик соответствует упругому рассеянию  $-\frac{1}{6}M_D$  с импульсом  $-\frac{1}{6}P_D$  на дейтроне.

В таблице приведены экспериментальные величины дифференциальных сечений протон-протонного, нуклон-

PP-	8,9 TaB/c	PN = 4.	45 FeB/c	P.D = 6	1,9 TeB/c
/c) <sup>2</sup>	dd (PP-PP dt (PP-PP M6-T3B-8 c	2 -t (raB/c) <sup>2</sup>	$\frac{dG}{dt} (ND + ND)$	-t(rab/c) <sup>2</sup>	dt (DD -DD ) dt M6. FaB-2. c <sup>2</sup>
,0I2	25 ± 5	0,282 ± 0,018	$(8, 1 \pm 1, 2) \cdot 10^{-2}$	0,282 ± 0,01	(I2 ± 2) · 10 <sup>-k</sup>
,038	5 ± 0,5	0,495 ± 0,03	(5,6 ± 0,6) . 10 <sup>-8</sup>	0,495 ± 0,015	(5,4 ± 0,4) · 10 <sup>-2</sup>
°078	0.38 ± 0,00	3 0,768 ± 0,05	(3,0 ± 0,2) . I0 <sup>2</sup>	0,768 ± 0,02	(2,2 ± 0,2) · 10 <sup>-2</sup>
		I,12 ± 0.07	(I,2 ± 0, I2). I0 <sup>-2</sup>	I,12 ± 0,03	(5,8 ± 0,7) · I0 <sup>3</sup>
		I,32 ± 0,08	(6,2 ± 0,4 ).I0 <sup>-3</sup>	I,32 ± 0,04	(4,2 ± 0,4) · I0 <sup>-5</sup>
		I,63 ± 0,I	(2,8 ± 0,2 ). IO <sup>-3</sup>	I,63 ± 0,05	(I,7 ± 0,2) · 10 <sup>-3</sup>
		I,97 ± 0,12	(0,6 ± 0,1 ). ID <sup>3</sup>	I,97 ± 0,06	(0,46 ± 0,16).10 <sup>-9</sup>

· (LaB

0, IO7 ± 0, 334 ± 0, 683 ±

ABMUAA

=

7

дейтронного и дейтрон-дейтронного рассеяний. Приведенные ошибки - статистические.

На рис. З показаны наши экспериментальные данные исследования протон-протонного рассеяния (•) и для



Рис.3. Упругое протон-протонное рассеяние.

сравнения - данные работы /2/ при импульсе первичных протонов 8,5 ГэВ/с (О). Имеется удовлетворительное согласие сечений как по абсолютной величине, так и по его зависимости от переданного импульса. На рис. 4 приведены экспериментальные данные по упругому ND -рассеянию, полученные нами при импульсе



Рис.4. Упругое нуклон-дейтронное рассеяние.

4,45 ГэВ/с (•), и для сравнения - данные работ, выполненных при первичном импульсе 24 ГэВ/с (О)/3/ и 2,8 ГэВ/с /4/ (×).

На рис. 5 представлены наши экспериментальные данные по упругому DD -рассеянию при импульсе 8,9 ГэВ/с (•) и для сравнения – данные, полученные при 7,9 ГэВ/с (O) и 2,2 ГэВ/с <sup>/5</sup>/(ж). Сплошная кривая на рисунке дает результат расчета на основе механизма Глаубера для 7,9 ГэВ/с <sup>/5/</sup>.

9



Рис.5. Упругое дейтрон-дейтронное рассеяние.

Сопоставление данных по ND- и DD-рассеянию показывает, что они одного порядка при фиксированном значении переданного импульса и для близких значений первичной энергии. Мы акцентируем внимание на этом выводе, так как он не встречается в изученной нами литературе.

В заключение авторы выражают благодарность Л.Б.Голованову, В.Л.Мазарскому, А.П.Цвиневу, В.Г.Перевозчикову О.Ю.Кульпиной за помощь в работе.

## 10

## ЛИТЕРАТУРА

- 1. Аверичева Т.В. и др. ОИЯИ, 1-11317, Дубна, 1978.
- 2. Harting D. et al. Nuovo Cimento, 1965, v. 38, p. 60.
- 3. Amaldi U. et al. Nucl. Phys., 1972, B39, p. 39.
- 4. Coleman E. et al. Phys.Rev.Lett., 1966, v. 16, p. 761.
- 5. Goshaw A.T. et al. Phys.Rev.Lett., 1970, v. 25, p. 249.

Рукопись поступила в издательский отдел 18 апреля 1979 года.