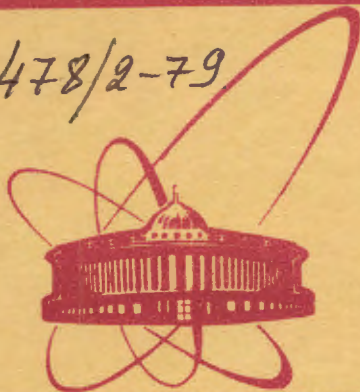


12397

3/ix-79

3478/2-79



сообщения  
объединенного  
института  
ядерных  
исследований  
дубна

$S_{346.25} + S_{346.29}$   
B-202

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

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

1979

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

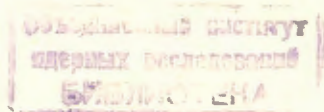
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ

УПРУГИЕ ПРОТОН-ПРОТОННЫЕ,

НУКЛОН-ДЕЙТРОННЫЕ

И ДЕЙТРОН-ДЕЙТРОННЫЕ РАССЕЯНИЯ

ПРИ БОЛЬШИХ ПЕРЕДАННЫХ ИМПУЛЬСАХ





шени Н, D, He в лавсановых контейнерах,  $\phi = 50$ ,  $l = 50$  мм) анализировались по импульсу магнитом Н (угол поворота -  $22^\circ$ , знак совпадает со знаком 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  $t = 0,5$  (ГэВ/с)<sup>2</sup> указанное разрешение по скорости дает  $\Delta t = \pm 5 \cdot 10^{-4}$  (ГэВ/с)<sup>2</sup>).

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

Величина дифференциального упругого рассеяния находилась из соотношения

$$\frac{d\sigma}{d\Omega} = \frac{\Delta N}{I_0 X_T \cdot \Delta\Omega_{\text{эфф}}},$$

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

$$\Delta\Omega_{\text{эфф}} = G \int_{-X_T/2}^{X_T/2} \frac{dX}{X_T} \int_{-\infty}^{+\infty} \omega(\xi) d\xi \int_{-\infty}^{+\infty} \omega(a) da \Delta\Omega[p(x, \xi, a)],$$

где  $\Delta\Omega(p)$  - зависимость телесного угла установки от импульса регистрируемой частицы <sup>1/1</sup>;  $p(x, \xi, a)$  - 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

анализирующего 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  $\Delta\Omega(p)$  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  $\Delta\Omega(p)$ . 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  $D+D \rightarrow M_x + D$  при  $t = 0,5$  (ГэВ/с)<sup>2</sup> и импульсе первичных дейтронов 8,9 ГэВ/с от угла вылета дейтрона отдачи  $\Theta_D$ . Верхняя шкала дает масштаб ненаблюдаемой массы  $M_x$  (превышение над массой дейтрона в ГэВх). Первый пик ( $M_x - M_D = 0$ ) соответствует упругому DD-рассеянию и иллюстрирует разрешение установки. Второй пик при  $\Theta_D \approx 75^\circ$  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  $M_x$ , превышающей массу дейтрона на  $\sim 400$  МэВ, наблюдается резонансная особенность. Можно отметить три возможные интерпретации этого результата:

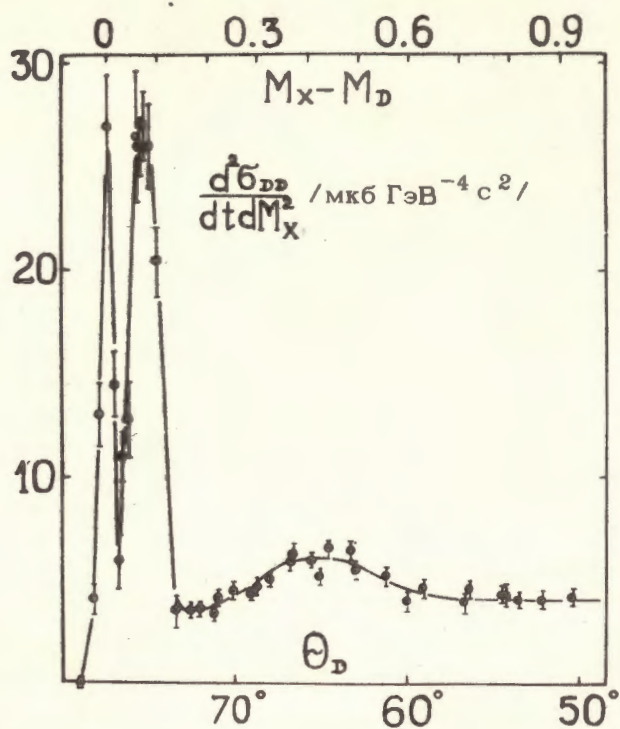


Рис.2. Зависимость двойного дифференциального сечения  $\frac{d^2 \sigma}{dt dM_x}$  процессов  $D + D \rightarrow M_x + D$  и  $N + D \rightarrow ND$  от угла эмиссии дейтрона отдачи при  $t = 0,5$  (ГэВ/с)<sup>2</sup>.

- а) в дейтронной системе есть возбужденное состояние с энергией возбуждения 400 МэВ;  
 б) наблюдаемый резонанс является кинематическим отражением особенности  $N^* = 1400$  МэВ в реакции  $N + D \rightarrow N^* + D$ ;  
 в) наблюдаемый пик соответствует упругому рассеянию  $\sim \frac{1}{6} M_D$  с импульсом  $\sim \frac{1}{6} P_D$  на дейтроне.

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

ТАБЛИЦА

$P_p = 8,9$ ГэВ/с		$P_n = 4,45$ ГэВ/с		$P_D = 8,9$ ГэВ/с	
$-t$ (ГэВ/с) <sup>2</sup>	$\frac{d\sigma}{dt} (PP \rightarrow PP)$ мб·ГэВ <sup>-2</sup> ·с <sup>2</sup>	$-t$ (ГэВ/с) <sup>2</sup>	$\frac{d\sigma}{dt} (ND \rightarrow ND)$ мб·ГэВ <sup>-2</sup> ·с <sup>2</sup>	$-t$ (ГэВ/с) <sup>2</sup>	$\frac{d\sigma}{dt} (DD \rightarrow DD)$ мб·ГэВ <sup>-2</sup> ·с <sup>2</sup>
0,107 ± 0,012	25 ± 5	0,282 ± 0,018	(8,1 ± 1,2) · 10 <sup>-2</sup>	0,282 ± 0,01	(12 ± 2) · 10 <sup>-2</sup>
0,334 ± 0,038	5 ± 0,5	0,495 ± 0,03	(5,6 ± 0,6) · 10 <sup>-2</sup>	0,495 ± 0,015	(5,4 ± 0,4) · 10 <sup>-2</sup>
0,683 ± 0,078	0,38 ± 0,03	0,768 ± 0,05	(3,0 ± 0,2) · 10 <sup>-2</sup>	0,768 ± 0,02	(2,2 ± 0,2) · 10 <sup>-2</sup>
		1,12 ± 0,07	(1,2 ± 0,12) · 10 <sup>-2</sup>	1,12 ± 0,03	(5,8 ± 0,7) · 10 <sup>-3</sup>
		1,32 ± 0,08	(6,2 ± 0,4) · 10 <sup>-3</sup>	1,32 ± 0,04	(4,2 ± 0,4) · 10 <sup>-3</sup>
		1,63 ± 0,1	(2,8 ± 0,2) · 10 <sup>-3</sup>	1,63 ± 0,05	(1,7 ± 0,2) · 10 <sup>-3</sup>
		1,97 ± 0,12	(0,6 ± 0,1) · 10 <sup>-3</sup>	1,97 ± 0,06	(0,46 ± 0,16) · 10 <sup>-3</sup>

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

На рис. 3 показаны наши экспериментальные данные исследования протон-протонного рассеяния (•) и для

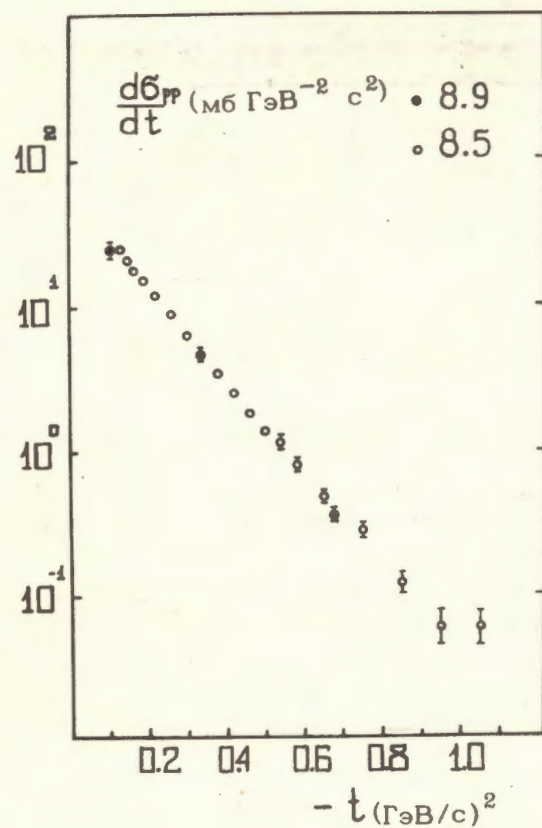


Рис.3. Упругое протон-протонное рассеяние.

сравнения – данные работы /2/ при импульсе первичных протонов 8,5 ГэВ/с (○). 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

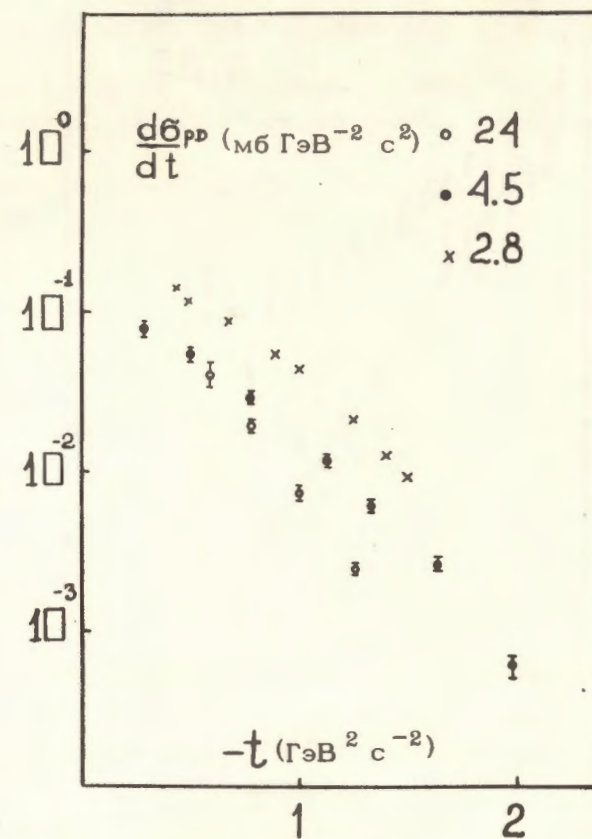


Рис.4. Упругое нуклон-дейтронное рассеяние.

4,45 ГэВ/с (•), и для сравнения – данные работ, выполненных при первичном импульсе 24 ГэВ/с (○) /3/ и 2,8 ГэВ/с /4/ (x).

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 (○) и 2,2 ГэВ/с /5/ (ж). Сплошная кривая на рисунке дает результат расчета на основе механизма Глаубера для 7,9 ГэВ/с /5/.

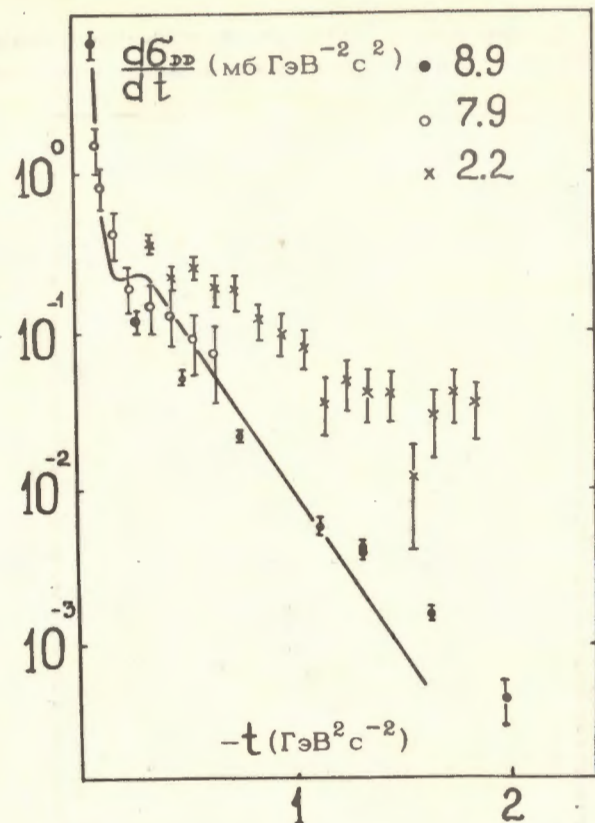


Рис.5. Упругое дейтрон-дейтронное рассеяние.

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.Цвинеу, В.Г.Первозчикову О.Ю.Кульпиной за помощь в работе.

#### 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.