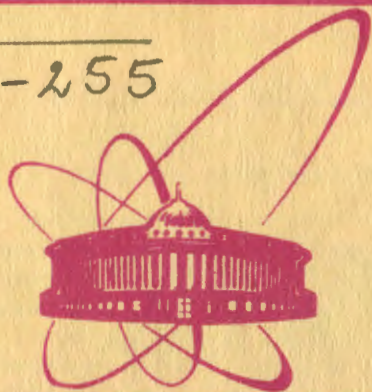


Д-255



т
Объединенный
институт
ядерных
исследований
Дубна

2379 / 2-81

18/5-81

1-81-82

П.А.Девенски,¹ Н.К.Жидков, В.Й.Заячки,¹
Х.М.Каназирски,¹ В.А.Никитин, М.Д.Трайкова,¹
М.Шавловски²

УПРУГОЕ $d-d$ РАССЕЯНИЕ НА МАЛЫЕ УГЛЫ
ПРИ ИМПУЛЬСЕ 4,6 ГэВ/с

Направлено в ЯФ

¹ Высший химико-технологический институт, София.
² Институт ядерных исследований, Варшава.

1981

1. МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

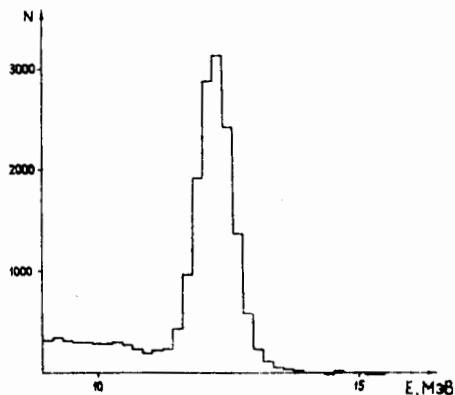
Эксперимент выполнен на синхрофазотроне ОИЯИ методом многократного прохождения внутреннего пучка ускоренных дейтронов через тонкую мишень ^{4/} из дейтерированного полиэтилена толщиной 2,2 мкм. В эксперименте регистрировались энергетические спектры частиц отдачи с помощью семи ΔE-E телескопов, расположенных на расстоянии 3,3 м от мишени под углами, близкими к 90° по отношению к направлению пучка. Каждый телескоп состоял из двух кремниевых полупроводниковых детекторов типа Si(p) ^{5/}. Детекторы имели толщину 38-3700 мкм, площадь ~ 1 см² и энергетическое разрешение 30-50 кэВ. Частицы, прошедшие первый, тонкий ΔE-детектор и остановившиеся во втором, толстом E-детекторе телескопа имеют энергию, лежащую в определенном интервале. Границы этого интервала для каждого вида частиц определяются толщиной ΔE-детектора и суммой толщин ΔE, E-детекторов соответственно. Толщины применяемых детекторов определяют возможности методики по интервалу квадратов переданных 4-импульсов.

Применение телескопов для идентификации сорта частиц позволило отделить дейтроны от других частиц, что значительно улучшило отношение эффекта к фону. Статистика набиралась при различных угловых положениях телескопов. В качестве мониторов использовались три сцинтилляционных телескопа, направленных на мишень.

Электронная аппаратура подробно описана в ^{6/}.

Наряду с эффектом упругого d-d рассеяния телескопы регистрировали фон, который в основном обязан взаимодействию пучка с ядрами углерода в мишени. Для измерения фона в энергетическом спектре под упругим пиком дейтронов телескопы периодически сдвигались в "фоновую" позицию, отстоящую на 2° от "рабочей" позиции в сторону увеличения угла вылета частиц отдачи. После мониторингования "фоновый" спектр вычитался из "рабочего" спектра, полученный разностный спектр /рис. 1/ в пределах ошибок не содержал фоновых событий, обусловленных взаимодействием пучка с ядрами углерода мишени, под упругим пиком. Вычитание этого фона контролировалось по части разностного спектра, расположенной справа от упругого пика. При правильном вычитании число событий в этой части близко к нулю. Перед упругим пиком в разностном спектре имеется фон, который обязан реакции d-d, идущей с развалом дейтронов пучка. Для

Рис.1. Энергетический спектр дейтронов отдачи после вычитания фона от фрагментации ядер углерода в мишени.



вычитания этого фона и вычисления числа упругих событий в пике энергетический спектр дейтронов трансформировался в импульсный спектр, в котором упругий пик имеет симметричную форму. После введения поправки, связанной с зависимостью дифференциального сечения от t , импульсный спектр аппроксимировался выражением

выражением

$$\frac{\Delta N'}{\Delta p} = \frac{N}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{(p-p_0)^2}{2\sigma^2}} + c_1(p-p_1) + c_2(p-p_1)^2, \quad /1/$$

где $\Delta N'$ - число событий в импульсном интервале $(p - \Delta p/2, p + \Delta p/2)$, N - число упругих $d-d$ событий в пике, p_0 - импульс, соответствующий центру пика, σ - дисперсия. Таким образом, симметричный упругий пик аппроксимировался распределением Гаусса, а фон - многочленом второй степени. Методом наименьших квадратов определялись параметры $N, \sigma^2, p_0, p_1, c_1, c_2$.

В работе ^{7/} показано, что потери регистрируемых дейтронов из-за их ядерного взаимодействия с веществом детектора малы. Максимальная относительная потеря при $|t| = 0,146$ /ГэВ/с² составляет $\leq 3\%$. Разрешающая способность эксперимента по квадрату переданного 4-импульса $\Delta t/t \approx 2\%$ и определяется в основном ошибками энергетической калибровки детекторов.

2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

На основе обработки экспериментальных данных получены относительные дифференциальные сечения упругого $d-d$ рассеяния при импульсе ускоренных дейтронов 4,6 ГэВ/с. Эти сечения с помощью нормировочного множителя L аппроксимировались формулой Бете ^{1/}:

$$\frac{d\sigma}{dt} = L \cdot \frac{\pi}{p^2} \left| n \frac{2p}{t} e^{i\phi} G_d^2(t) + f_{dd}(t) \right|^2. \quad /2/$$

Здесь p - импульс налетающего дейтрона в л.с., $p = (\vec{p}^2)^{1/2}$; t - квадрат переданного 4-импульса, $n = z_d^2 / 137$; z_d - зарядовое число, β - скорость налетающего дейтрона в л.с.; $\phi = 2n \ln(1,06/\beta\sqrt{|t|})$;

$$G_d(t) = 0,34 e^{141,5 \cdot t} + 0,58 e^{26,1 \cdot t} + 0,08 e^{15,5 \cdot t} -$$

электромагнитный формфактор дейтрона ^{2/}; f_{dd} - ядерная амплитуда упругого $d-d$ рассеяния:

$$f_{dd}(t) = \frac{i p}{4\pi} \sigma_{dd} (1 - i a_{dd}) \exp(b_{dd} \cdot t/2),$$

где b_{dd} - параметр наклона дифракционного конуса, a_{dd} - отношение реальной части амплитуды к мнимой. Для полного сечения взято значение $\sigma_{dd} = 122 + 7$ мб ^{8/}.

Параметр a определяется размерами области ядерного взаимодействия и электромагнитными размерами дейтрона ^{9/}. Так как в области кулон-ядерной интерференции электромагнитный формфактор дейтрона $G_d(t) = \exp(12,95 \cdot t)^{10/}$ и $b_{dd} = 54,9$ (из настоящего эксперимента), то

$$a = (12,95 + 12,95 + 54,9/2)^{1/2} = 7,3 \text{ (ГэВ/с)}^{-1} = 1,44 \text{ фм.}$$

Таблица
Дифференциальные сечения упругого $d-d$ рассеяния

| $ t $ /ГэВ/с ² | $d\sigma/dt$ мб//ГэВ/с ² | $ t $ /ГэВ/с ² | $d\sigma/dt$ мб//ГэВ/с ² |
|------------------------------|--|------------------------------|--|
| 0,0275 | 232 ± 15 | 0,0646 | 24,6 ± 1,8 |
| 0,0287 | 216 ± 16 | 0,0699 | 19,8 ± 1,1 |
| 0,0300 | 205 ± 14 | 0,0764 | 14,7 ± 1,3 |
| 0,0320 | 167 ± 10 | 0,0821 | 10,3 ± 0,7 |
| 0,0353 | 136 ± 7 | 0,0952 | 5,1 ± 0,4 |
| 0,0381 | 107 ± 7 | 0,1050 | 2,7 ± 0,9 |
| 0,0411 | 84,4 ± 5,2 | 0,1140 | 2,5 ± 0,5 |
| 0,0456 | 69,3 ± 4,6 | 0,1190 | 1,5 ± 0,4 |
| 0,0485 | 67,6 ± 6,3 | 0,1230 | 1,6 ± 0,5 |
| 0,0518 | 54,4 ± 3,4 | 0,1260 | 1,3 ± 0,2 |
| 0,0539 | 44,0 ± 2,4 | 0,1300 | 0,78 ± 0,13 |
| 0,0552 | 40,6 ± 2,1 | 0,1460 | 0,32 ± 0,10 |
| 0,0605 | 29,3 ± 1,6 | | |

Методом наименьших квадратов определены нормировочный множитель L и параметр наклона b_{dd} . Для величины a_{dd} фиксировалось значение $a_{dd} = -0,35$, при этом получилось минимальное значение $\chi^2 = 37/23$. Для параметра наклона получено значение $b_{dd} = 54,9 \pm 0,8$ /ГэВ/с/ $^{-2}$.

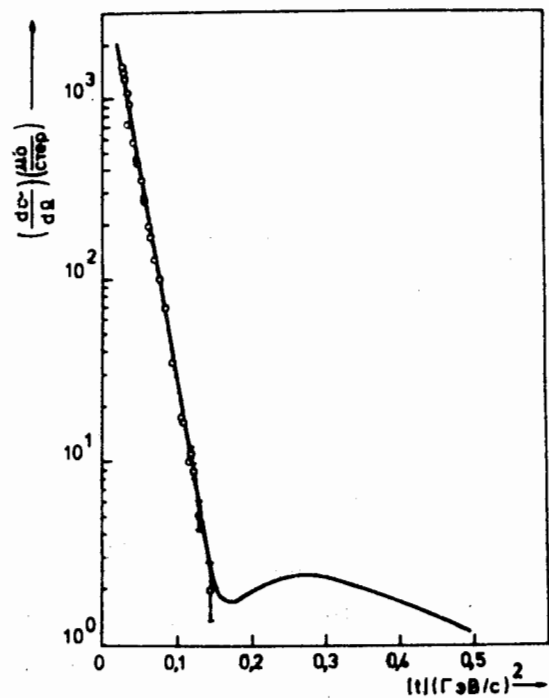


Рис.2. Дифференциальные сечения упругого $d-d$ рассеяния /в лаб. системе/. \circ - результаты данной работы. Сплошная кривая - теоретический расчет по модели Глаубера при импульсе $4,42$ ГэВ/с 3 .

Относительные дифференциальные сечения с помощью нормировочного множителя приведены к абсолютной шкале, они представлены в таблице. Указанные ошибки являются суммой статистических и систематических ошибок эксперимента и ошибок, обусловленных вычитанием фона с использо-

ванием аппроксимации импульсных спектров выражением /1/.

Теоретическое исследование упругого ядерного $d-d$ рассеяния в рамках модели Глаубера проведено в работе 3 . В этой работе получены формулы для дифференциального сечения без учета и с учетом квадрупольного момента дейтрона. Вычисленная в работе 3 теоретическая кривая с учетом квадрупольного момента дейтрона для импульса $4,42$ ГэВ/с в л.с. приведена на рис. 2, здесь же даны и экспериментальные значения, полученные в настоящей работе. Теоретическая кривая не учитывает вклада от кулоновского взаимодействия, но в области $|t| \geq 0,03$ /ГэВ/с 3 он мал и его величина не превышает экспериментальных ошибок.

Из рис. 2 видно, что в пределах экспериментальных ошибок модель Глаубера хорошо описывает упругое $d-d$ рассеяние в исследованном интервале по квадрату переданного 4-импульса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Bethe H. Ann.Phys., 1958, 3, p. 190.
2. Franco V. et al. Phys.Rev., 1975, C12, p. 225.
3. Alberi G. et al. Nucl.Phys., 1970, B17, p. 1376. 621
4. Никитин В.А. и др. ЖЭТФ, 1964, 46, с. 1608.
5. Avdeichikov V.V. Nucl.Instr. and Meth., 1978, 155, p.125.
6. Будилов В.А. и др. ОИЯИ, 13-8898, Дубна, 1975.
7. Авдейчиков В.В. и др. ЯФ, 1979, 30, с. 610.
8. Debaisieux J. et al. Nucl.Phys., 1965, 70, p. 603.
9. Geoffrey B. West et al. Phys.Rev., 1968, 172, p. 1413.
10. Золин Л.С. и др. ЯФ, 1973, 18, с. 55.

Рукопись поступила в издательский отдел
4 февраля 1981 года.