

С - 864

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

1-83-163

СТРОКОВСКИЙ
Евгений Афанасьевич

**ИССЛЕДОВАНИЕ ДИФРАКЦИОННОГО РАССЕЯНИЯ
РЕЛЯТИВИСТСКИХ АЛЬФА-ЧАСТИЦ
НА ЯДРАХ УГЛЕРОДА, АЛЮМИНИЯ И МЕДИ**

Специальность: 01.04.01 – экспериментальная физика

**Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук**

Дубна 1983

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий Объединенного института ядерных исследований

Научные руководители:
доктор физико-математических наук
старший научный сотрудник

кандидат физико-математических наук
младший научный сотрудник

СТРУНОВ
Леонид Николаевич

СИТНИК
Игорь Михайлович

Официальные оппоненты:

доктор физико-математических наук
старший научный сотрудник

доктор физико-математических наук
младший научный сотрудник

АЖИРЕИ
Леонид Степанович

ЦАРЕВ
Владимир Александрович

Ведущая организация: Институт теоретической
и экспериментальной физики, Москва.

Защита диссертации состоится " " 1983 г. в " "
часов на заседании специализированного совета Д-047.01.02 при Лабо-
ратории высоких энергий Объединенного института ядерных исследова-
ний, г. Дубна, Московской области.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ЛВЭ ОИЯИ.
Автореферат разослан " " 1983 г.
Ученый секретарь
специализированного совета *М.Ф. Дичачев* М.Ф. Дичачев

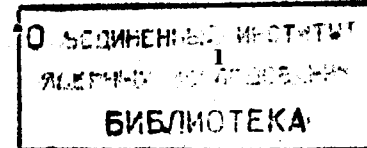
Актуальность проблемы. Экспериментальное изучение рассеяния релятивистских ядер ядрами, в частности - упругого рассеяния, актуально по многим причинам. Выделим из них лишь те, которые непосредственно связаны с основным содержанием диссертации. (Такие вопросы, как, например, использование релятивистских ядер в качестве средства обнаружения фазовых переходов ядерной материи в особые состояния - типа изобар-нуклонного, кварк-глюонной плазмы и т.п. - здесь не обсуждаются, тем более, что в этом направлении ведётся преимущественно теоретическая работа, нацеленная на выяснение характерных условий осуществления таких переходов, способов их обнаружения в эксперименте, поиск экспериментально измеряемых величин, адекватных этой задаче.)

1. Ядро-ядерное рассеяние при высоких энергиях является примером рассеяния релятивистских составных систем, структура которых известна достаточно хорошо. Поэтому оно может служить рабочей моделью, на которой апробируются методы теоретического описания рассеяния сильно связанных составных систем, в частности - адронов. Не случайно, что в последние годы нарастает поток теоретических работ, в которых анализ реакций адрон-адронного и адрон-ядерного рассеяния при достаточно высоких энергиях проводится на базе дифракционной теории многократного рассеяния (ДТМР) Глаубера-Ситенко, но в качестве конститuentов рассеивающихся систем рассматриваются, кроме нуклонов ядра, также и кварки - в отличие от "канонической" ДТМР, где конститuentами считаются нуклоны, не возбуждающиеся в процессе рассеяния.

ДТМР считается неплохо проверенной в экспериментах по адрон-ядерному рассеянию при промежуточных энергиях и служит той базой, на которой развиваются способы описания ядро-ядерного рассеяния. Но для их дальнейшего развития необходимы соответствующие экспериментальные данные, полученные при энергиях более 1 ГэВ/нуклон.

2. Рассеяние ядер на ядрах может быть, в принципе, дополнительным источником информации о распределении материи в ядрах.

3. Экспериментальные данные об общих характеристиках ядро-ядерного рассеяния - дифференциальных сечениях упругого и квазиупругого рассеяния, о полных сечениях взаимодействия и т.п. - необходимы при подготовке новых экспериментов и анализе их результатов. Следует отметить, что измерения этих величин всегда входят в набор первых экспериментов, проводимых на ускорителях очередного нового поколения.



Цель работы - измерение дифференциальных сечений суммарного (упругого и квазиупругого - с возбуждением ядра-мишени) рассеяния альфа-частиц с импульсом 17,9 ГэВ/с на сложных ядрах (C, Al, Si); определение характеристик dA рассеяния ($\frac{d\sigma}{dt}(0)$, $B = \frac{d}{dt}(\ln \frac{d\sigma}{dt})_{t=0}$, τ_{el} , τ_{tot}) и анализ полученных данных в рамках канонической версии ДТМР Глаубера-Ситенко.

Новизна работы. 1) Впервые, при энергиях в несколько ГэВ/нуклон, измерены и сопоставлены с расчётами по ДТМР дифференциальные сечения упругого и квазиупругого рассеяния альфа-частиц на сложных ядрах (C, Al, Si) в дифракционной зоне вплоть до второго дифракционного минимума. 2) Определены феноменологические характеристики dA рассеяния; для ядер Al, C, Si они найдены впервые. Получено указание на существование приближённого геометрического скейлинга в рассеянии релятивистских альфа-частиц сложными ядрами. 3) Получены новые результаты по методике проведения экспериментов по рассеянию на малые углы с помощью спектрометров, использующих детекторы годоскопического типа (пропорциональные камеры), и анализу полученной информации.

Научная и практическая ценность работы заключается в следующем. 1. Данные о дифференциальных сечениях рассеяния альфа-частиц сложными ядрами получены с систематической ошибкой нормировки не более 4%, что позволяет использовать их для проверки моделей ядро-ядерного рассеяния при высоких энергиях.

2. Из сопоставления этих данных с результатами теоретических расчётов по методам, основанным на ДТМР, следует, что для выявления деталей механизма взаимодействия релятивистских ядер необходимо более аккуратно, чем это делалось ранее, учесть эффекты взаимного экранирования нуклонов в альфа-частице и разработать эффективные вычислительные методы расчёта вкладов квазиупругого рассеяния.

3. Полученные экспериментальные данные и методические результаты, касающиеся вопросов обработки данных от магнитных спектрометров с многопроволочными пропорциональными камерами, могут быть использованы при подготовке и проведении новых экспериментов, в частности, тех, где упругое рассеяние является "фоновым" процессом.

Апробация и публикации. Основные результаты диссертации опубликованы в работах^{1+5/} и докладывались на Международных конференциях в Тбилиси (1977г.) и Беркли (1980г.)^{4/}, а также сессии ядерного отделения АН СССР. В то время они были единственными данными о дифференциальных сечениях ядро-ядерного рассеяния при энергиях в несколько ГэВ/нуклон и оказали стимулирующее влияние на развитие теории ядро-ядерного рассеяния при высоких энергиях.

Объём диссертации. Диссертация состоит из введения, 4 глав,

заключения, 5 приложений и списка использованной литературы. Диссертация написана на 103 стр., включая 13 таблиц, 13 рисунков и список использованной литературы.

Автор защищает:

1. Данные о дифференциальных сечениях (упругого + квазиупругого) рассеяния альфа-частиц на ядрах C, Al, Si, имеющие систематическую погрешность нормировки не более 4%. Они были получены при импульсе альфа-частиц 17,9 ГэВ/с в интервале передач $0,009 \lesssim |t| \lesssim 0,175 \text{ ГэВ}^2/\text{с}^2$ с помощью одноплечевого магнитного спектрометра с пропорциональными камерами, созданного при участии автора.

2. Результаты феноменологического анализа полученных данных, которые говорят о том, что:
- рассеяние релятивистских альфа-частиц сложными ядрами имеет дифракционный характер,
- наблюдается приближённое подобие поведения "приведённых" сечений $\Phi_{dA} = \frac{d\sigma}{dt} / \frac{d\sigma}{dt}(0)$, взятых в зависимости от безразмерной переменной $\tau = -4Bt$ (геометрический скейлинг),
- вклад квазиупругого рассеяния в сечение суммарного рассеяния в области передач вне дифракционного конуса существенен.

3. Полученные значения характеристик dA рассеяния: $\frac{d\sigma}{dt}(0)$, B , τ_{el} , τ_{tot} .

4. Результаты сравнения данных с расчётами по приближённым методам ДТМР, которые показывают, что развитие к настоящему времени методы расчёта сечений ядро-ядерного рассеяния недостаточно полно учитывают эффекты, приводящие к взаимному экранированию нуклонов в альфа-частице, а также не позволяют достаточно точно вычислять сечения квазиупругого рассеяния. Иными словами, точность проводимых расчётов уступает точности эксперимента.

5. Методические результаты диссертации, а именно:

- Методику обработки данных по дифракционному рассеянию альфа-частиц сложными ядрами, полученных на магнитном спектрометре с многопроволочными пропорциональными камерами.

- Методику прямого экспериментального определения поправки на поглощение пучка в веществе спектрометра, когда при измерении дифференциальных сечений неизвестны данные о величинах полных сечений взаимодействия;

- методику учёта эффектов дискретности координатной информации от детекторов годоскопического типа (ШК) в условиях, когда количество детекторов невелико и не позволяет применить для нахождения параметров траектории способы сглаживающего типа (например - метод наименьших квадратов);

- способ оценки ожидаемого разрешения спектрометра по продольной координате точки взаимодействия.

СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во Введении обосновывается актуальность изучения реакций рассеяния релятивистских ядер ядрами, отмечаются основные методические трудности, характерные для экспериментов по измерению дифференциальных сечений упругого ядро-ядерного рассеяния и формулируется цель диссертационной работы.

В первой главе даётся описание экспериментальной установки и процедуры выполнения эксперимента, проведённого на пучке альфа-частиц с импульсом 17,9 ГэВ/с при интенсивности $\sim 10^5$ частиц/с. Пучок выведен из синхрофазотрона за время (0,3+0,5)с и транспортировался к установке по каналу медленного вывода.

Магнитный спектрометр, схема которого показана на рис. 1, работал на линии с ЭВМ БЭСМ-4. В его состав входили многопроволочные пропорциональные камеры и сцинтилляционные счётчики, в том числе предназначенные для определения заряда вторичных частиц.

Облучались мишени естественного изотопного состава. Их толщина составляла $(2,000 \pm 0,010)$ г/см² углерода, $(1,463 \pm 0,006)$ г/см² алюминия и $(1,370 \pm 0,011)$ г/см² меди.

Из входящего в установку пучка совпадениями $G = S_1 \wedge S_2 \wedge S_4 \wedge \bar{A}$, к которым добавлялось условие "I в ПК" (т.е. срабатывания в каждой из плоскостей ПК1, ПК2 одной и только одной сигнальной проволоки), выделялись мониторящие частицы, регистрации которых соответствовал сигнал $M = G \wedge$ ("I в ПК").

Аппаратура спектрометра позволяла за время менее 1 мкс отбирать события рассеяния, проверяя выполнение одного из условий:

$TR1 = \{ M \wedge (\text{есть рассеяние}) \wedge ИЛИ \}$ (1-й режим), $TR2 = \{ TR1 \wedge (\text{заряд частицы} > 1) \}$ (2-й режим).

Здесь ИЛИ - сигнал о срабатывании хотя бы одной из камер ПК5, ПК6. Условие "есть рассеяние" проверялось специальными цифровыми процессорами, сопряжёнными с ПК1, 2, 4, и соответствовало рассеянию мониторной частицы в мишени на угол θ , больший угла отсечки θ_0 (в данном эксперименте он составлял 4 мрад.) Сигнал "Заряд частицы > 1" формировался, когда амплитуда импульса от счётчика SAB превосходила установленный порог.

Для контроля за качеством работы установки и получения информации, необходимой для определения её характеристик и нужных при обработке констант, использовался режим накопления данных без отбора событий рассеяния (контрольный режим).

Переключение режимов работы производилось автоматически, по командам от ЭВМ; за 12 циклов работы ускорителя пробегались все три указанных выше режима.

Было зарегистрировано более 50 тыс. событий рассеяния для Al и Cu мишеней и около 80 тыс. событий для углеродной мишени.

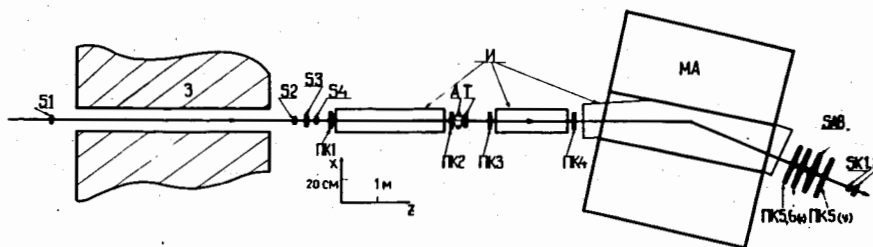


Рис. 1. Схема расположения детекторов спектрометра на пучке. S_i, SK_i - сцинтилляционные счётчики, выделяющие рабочий пучок; SAB - сцинтилляционный счётчик для измерения ионизационных потерь; ПК - пропорциональные камеры; Т - мишень; МА - анализирующий магнит; И - ионопроводы, наполненные гелием; З - защита.

Вторая глава посвящена вопросам методики обработки накопленной экспериментальной информации. Даётся общая характеристика процедуры обработки данных и разработанного программного обеспечения, ориентированного на ЭВМ БЭСМ-6 и ЕС-1040. С использованием материала, накопленного как в режиме контроля, так и в рабочих режимах, определены характеристики спектрометра, из которых ниже указаны основные:

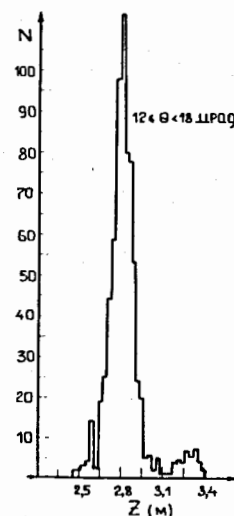


Рис. 2 а) Распределение событий по продольной координате (Z) точки взаимодействия.

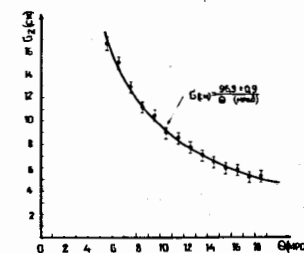


Рис. 2 б) Зависимость разрешения по продольной координате точки взаимодействия ($\sigma_z(\theta)$) от угла рассеяния.

угловое разрешение $\sigma_\theta \approx 0,6$ мрад, импульсное разрешение $\sigma_p/p \approx 0,8\%$, разрешение $\sigma_z(\theta)$ по продольной координате (z) точки взаимодействия (рис. 2), которое для нашего случая связано с координатной точностью камер и угловым разрешением

$$\sigma_z(\theta) \approx \frac{1}{\theta} [2\sigma_x^2 + \sigma_\theta^2 \Delta z^2]^{1/2}$$

(здесь Δz — среднее расстояние от центра мишени до ближайших к ней камер),

— геометрическая эффективность $\varepsilon_{\text{геом}}(\theta, p)$ (рис. 3), т.е. вероятность того, что частица с импульсом p , рассеянная в мишени на угол θ , пройдет через рабочие области всех детекторов установки.

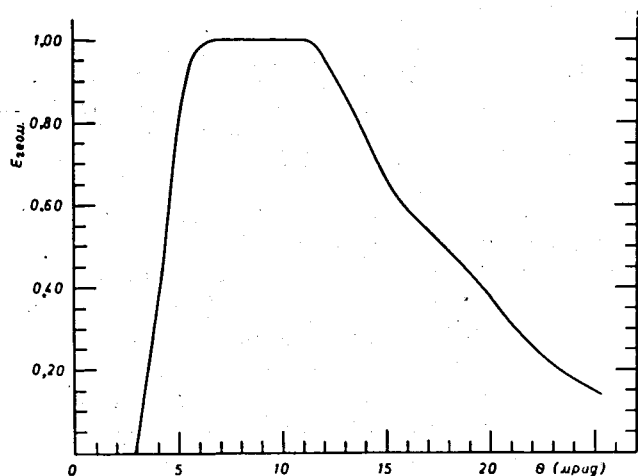


Рис. 3. Зависимость $\varepsilon_{\text{геом}}(\theta)$ для событий из области "упругого" пика. Провал в интервале углов $0 \leq \theta \leq 5$ мрад обусловлен действием отбора с помощью процессоров.

Для нахождения дифференциальных сечений отбирались события, для которых: треки в блоках камер до и за мишенью существуют и "сшиваются" в районе мишени $|z - z_T| \leq 3\sigma_z(\theta)$, импульс зарегистрированной частицы находится в области "упругого" пика $|p - p_0| \leq 360$ МэВ/с, её заряд равен двум зарядам протона. Применялась обычная процедура вычитания фона "пустой" мишени (который в среднем составлял для углеродной мишени 12%, алюминиевой — 20%, медной — 30%).

Систематическая погрешность нормировки полученных данных не превышает 4% (см. табл. I). Она в основном определяется возможным вкладом от неупругого рассеяния (с рождением медленных пионов); величина этого вклада, по нашим оценкам, не превосходит 3% во всём угловом диапазоне измерений.

Таблица I.
Величина основных вкладов в систематическую погрешность нормировки сечений (%)

В К Л А Д Н	р е а к ц и я		
	αC	αAl	αSi
Относительная погрешность в определении толщины мишени	0,5	0,4	0,8
Относительная погрешность в определении мониторинжных потоков	0,8	1,1	1,4
Относительная погрешность в определении коэффициента, учитывающего поглощение пучка в веществе спектрометра	0,9	1,0	1,1
Примесь событий неупругого рассеяния, не более	3,0	3,0	3,0
Относительная погрешность в определении фактора нормировки π/p_0^2	1,4	1,4	1,4
Полная систематическая погрешность нормировки, не более	3,6	3,7	3,9

В третьей главе диссертации обсуждаются поправки, связанные с угловым разрешением спектрометра и кратным ядерным рассеянием в мишени.

Из-за конечного углового разрешения измеренное дифференциальное сечение связано с "истинным" (которое можно было бы измерить с помощью идеального спектрометра) соотношением

$$\frac{d\sigma}{d\Omega}(\theta)_{\text{набл.}} = \int_0^\infty \frac{d\sigma}{d\Omega}(\theta')_{\text{ист.}} \cdot W(\theta', \theta) \theta' d\theta',$$

где $W(\theta', \theta)$ — аппаратная функция спектрометра:

$$W(\theta', \theta) = \frac{1}{\sigma^2} I_0\left(\frac{\theta'\theta}{\sigma^2}\right) \exp\left[-\frac{\theta^2 + \theta'^2}{2\sigma^2}\right].$$

Здесь σ — параметр, характеризующий угловое разрешение установки.

Известны (с погрешностями) левая часть и ядро $W(\theta', \theta)$ этого уравнения. Задача о нахождении $\frac{d\sigma}{d\Omega}(\theta)_{\text{ист.}}$ решалась т.н. "методом подбора". Эффекты конечного углового разрешения были наиболее существенны в окрестностях минимумов дифференциальных сечений, где они не превышали (6 + 15)% в зависимости от мишени.

Поправка на макроскопическое кратное ядерное рассеяние в мишени была наибольшей в случае рассеяния на углероде; она не превышала 7%.

На рис. 4 представлены измеренные дифференциальные сечения суммы упругого и квазиупругого αA рассеяния, полученные после введения описанных выше поправок (указаны ошибки статистического характера).

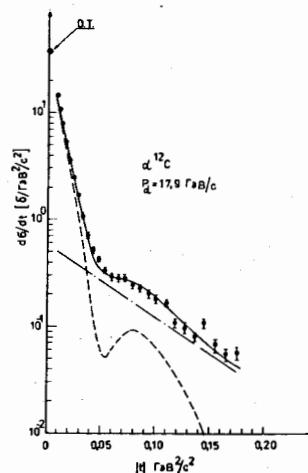
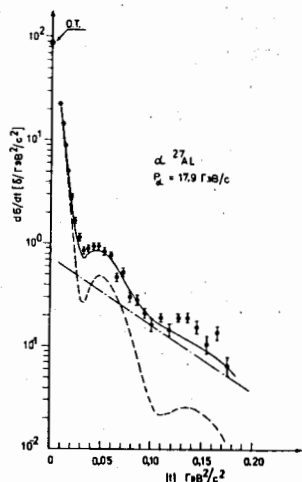
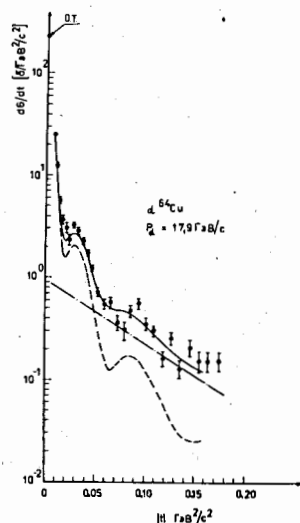


Рис. 4. а) Дифференциальные сечения (упругого + квазиупругого) рассеяния альфа-частицы на ядрах углерода.

Штриховые линии — рассчитанные в модели нуклонного "роя" сечения упругого αA рассеяния, штрих-пунктирные линии — сечения квазиупругого (с возбуждением мишени) рассеяния, сплошная линия — суммарное дифференциальное сечение.



б) — то же для рассеяния на алюминии



в) — на меди

В 4-й главе диссертации проводится анализ полученных данных и их сравнение с расчётами по ДТМР.

Определены общие характеристики αA рассеяния (табл. 2):

$$\frac{d\sigma}{dt}(0), B = \frac{d}{dt} (\ln \frac{d\sigma}{dt})_{t=0}, \sigma'_{el} = \int_{-\infty}^0 \frac{d\sigma}{dt}(t) dt, \sigma_{tot} = \sqrt{16\pi} \frac{d\sigma}{dt}(0).$$

Таблица 2.

Параметр	РЕАКЦИЯ		
	αC	αAl	αCu
$\frac{d\sigma}{dt}(0), \delta H / (\text{б/гм}^2/\text{с}^2)$	$38,0 \pm 0,9$	$88,5 \pm 3,6$	261 ± 27
$B, (\text{б/гм}^2/\text{с}^2)^{-2}$	$III,2 \pm I,0$	150 ± 25	243 ± 89
$\sigma'_{tot}, \delta H$	$0,86 \pm 0,01$	$1,32 \pm 0,03$	$2,26 \pm 0,12$
$\sigma'_{el}, \delta H$	$0,364 \pm 0,005$	$0,596 \pm 0,015$	$1,09 \pm 0,08$
$\sigma_R, \delta H$	$0,50$	$0,72$	$1,17$

Дифракционный характер αA рассеяния позволяет предположить, что поведение "приведённых" сечений $\Phi_{\alpha A} = \frac{d\sigma}{dt} / \frac{d\sigma}{dt}(0)$ в зависимости от $t = -4Bt$ (переменные т.н. "геометрического" скейлинга) может быть универсальным, если распределения плотности ядер-мишеней подобны. Поэтому было сделано сопоставление величин $\Phi_{\alpha C}, \Phi_{\alpha Al}, \Phi_{\alpha Cu}$ (рис. 5), из которого видно, что ожидаемая универсальность не противоречит эксперименту. В самом деле: данные для сечений $\Phi_{\alpha Al}, \Phi_{\alpha Cu}$ хорошо согласуются друг с другом. Данные для сечения $\Phi_{\alpha C}$ в целом также близки к $\Phi_{\alpha Al}, \Phi_{\alpha Cu}$. Правда, в районе 1-го дифракционного минимума $\Phi_{\alpha C}$ отклоняются от $\Phi_{\alpha Al}, \Phi_{\alpha Cu}$ примерно на 30%, но это можно объяснить — в первую очередь — отклонением распределения ядерной плотности для ядра C от фермиевского. Дело в том, что одним из условий появления геометрического скейлинга является универсальность формы распределения плотности вещества сталкивающихся объектов — адронов или ядер. Когда мишень — ядро алюминия или меди, в которых распределение плотности вещества соответствует фермиевскому, это условие выполняется; для αC рассеяния оно соблюдается с худшей точностью.

На рис. 4 показаны наши данные в сравнении с результатами расчётов по ДТМР. Эти расчёты были сделаны на основе обычных предположений ДТМР о полноте системы волновых функций конечных состояний ядра-мишени и некоррелированности нуклонов в сталкивающихся ядрах;

использовалось оптическое приближение по атомному номеру ядра-мишени. Применялись известные в теории ядро-ядерного рассеяния модели частицы-снаряда: "жёсткая" альфа-частица, модель "нуклонного роя" и т.п.; лучшее согласие с экспериментом было достигнуто в модели "нуклонного роя".

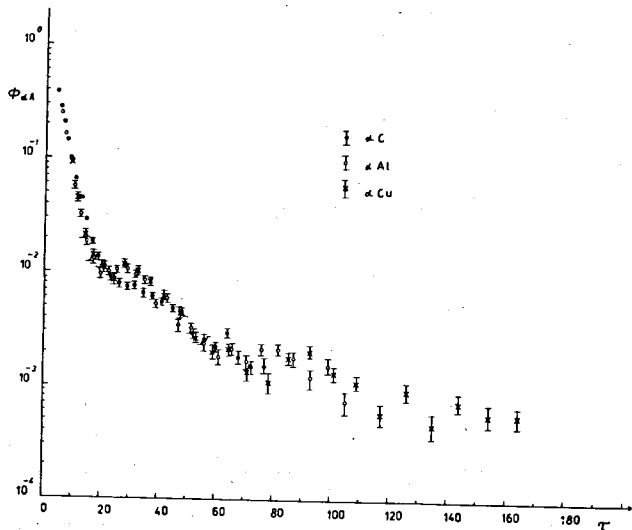


Рис. 5. Зависимость "приведенных" сечений $R_{\alpha A} = \frac{d\sigma/d\Omega}{d\sigma/d\Omega}(\theta)$ от безразмерной переменной $\tau = -4Bt$.

Из сравнения с расчётом (рис. 4) видно, что вклад квазиупругого αA рассеяния в области дифракционного конуса невелик, но уже при подходе к первому минимуму он становится заметным.

В целом согласие теории и эксперимента, на первый взгляд, неплохое. Однако из рис. 6, где отложено отношение $R_{\alpha A} = \frac{d\sigma/d\Omega_{\text{эксп}}}{d\sigma/d\Omega_{\text{теор}}}$ в зависимости от $\tau = -4Bt$, видно, что теория в среднем даёт заниженные на $(5 + 10)\%$ значения сечений, а в районе минимумов сечения, т.е. $\tau \sim 20$ и $\tau \sim (70-80)$, (ср. рис. 5 и рис. 6) расхождение достигает величин $\sim 50\%$. Более того, для разных ядер-мишеней величины $R_{\alpha A}$ ведут себя примерно одинаково. Это позволяет предположить, что основные причины расхождений не связаны с величиной атомного номера ядра-мишени (т.е. с индивидуальными особенностями ядер-мишеней). Похожее поведение отношений R наблюдалось и в экспериментах по dp, dd, dp рассеянию, где оно связывалось с вкладами от процессов с возбуждением нуклонов между отдельными актами глауберовских перерассеяний (неупругое экранирование).

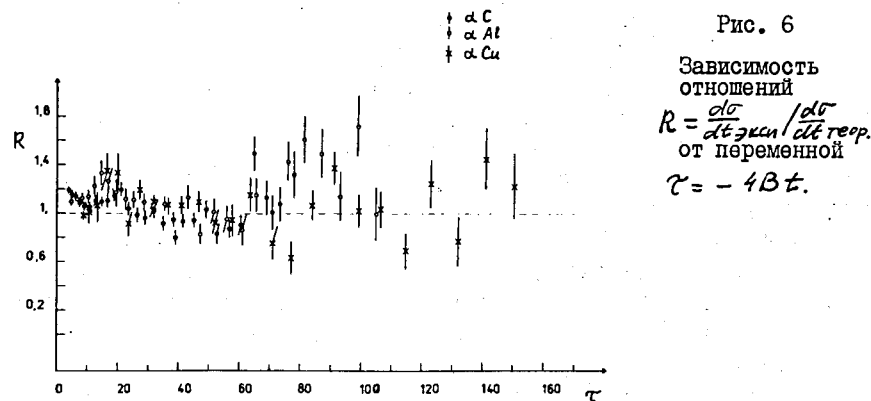


Рис. 6

Зависимость отношений $R = \frac{d\sigma/d\Omega_{\text{эксп}}}{d\sigma/d\Omega_{\text{теор}}}$ от переменной $\tau = -4Bt$.

Наличие эффектов неупругого экранирования было замечено и в экспериментах по τd - и $\tau \alpha$ -рассеянию при 40 ГэВ/с, выполненных нами совместно с группами ЛИЯФ и ИФВЭ. На важность учёта таких эффектов указывают, кроме того, результаты наших измерений упругого αp -рассеяния и суммы упругого и квазиупругого $\alpha \alpha$ -рассеяния.

По-видимому, обнаруженное в данном эксперименте расхождение теории и эксперимента обусловлено неучтенными в каноническом варианте ДТМР особенностями механизма взаимодействия релятивистских ядер, что приводит к неполному учёту эффектов экранирования. Вклад этих особенностей механизма взаимодействия может нарастать с ростом энергии столкновения или передачи импульса (в частности при передачах, значительно превышающих средний ферми-импульс нуклонов ядра). Для выяснения вопроса о необходимости учёта таких особенностей нужно с одной стороны – совершенствовать ДТМР, а с другой – получить данные о дифференциальных сечениях дифракционного $A_1 A_2$ -рассеяния при больших $(|t| > 0,2 \text{ Бэ}^2/c^2)$ передачах.

В приложениях рассмотрены отдельные методические вопросы. Приложения 1, 2 содержат материал справочного характера. В приложении 3 дан вывод формулы, связывающей разрешение спектрометра по продольной координате точки взаимодействия с угловым разрешением спектрометра и координатной точностью ПК. В приложении 4 обсуждаются эффекты, порождённые дискретным характером информации от детекторов годоскопического типа (ПК), в которых номера сработавших элементов (сигнальных проволок) несут информацию о координатах трека зарегистрированной частицы.

В приложении 5 предложен способ прямого экспериментального определения коэффициента, учитывающего поглощение пучка веществом спектрометра, когда при измерении дифференциальных сечений неизвестны также данные о полных сечениях взаимодействия. Способ заключается в том, что этот коэффициент определяется т.н. "трансмиссионным" методом, известным из экспериментов по измерению полных сечений. Для этого используется материал, накопленный в режиме без отбора событий рассеяния. Отличие от стандартной методики здесь в том, что закон экстраполяции "парциальных сечений" к нулевому углу рассеяния определяется по материалу, накопленному (в том же эксперименте) в режиме с отбором случаев рассеяния на угол, больший некоторого заданного угла отсечки.

В Заключении сформулированы основные физические и методические результаты диссертационной работы:

1. Впервые при энергиях в несколько ГэВ/нуклон измерены с систематической погрешностью нормировки не более 4% дифференциальные сечения упругого и квазиупругого рассеяния альфа-частиц на ядрах C, Al, Cu в дифракционной области вплоть до 2-го дифракционного минимума. Измерения были выполнены с помощью одноплечевого магнитного спектрометра с многопроволочными пропорциональными камерами, созданного при участии автора.

2. Впервые определены характеристики dA рассеяния: $\frac{d\sigma}{dt}(\theta), \beta, \sigma_{el}, \sigma_{in}$. Проведено сопоставление данных, полученных на разных ядрах. Получено указание на существование геометрического скейлинга в рассеянии релятивистских альфа-частиц сложными ядрами.

3. Выполнено сравнение измеренных дифференциальных сечений с расчётами по ДТМР. Результаты сравнения показывают, что теория и эксперимент в целом согласуются, но оправданность некоторых приближений, использованных в расчётах, не соответствует точности полученных данных. Требуется дальнейшее совершенствование ДТМР с целью более аккуратного учёта эффектов взаимного экранирования нуклонов в альфа-частице и разработки эффективных вычислительных методов для проведения расчётов вкладов квазиупругого рассеяния.

4. Разработана методика обработки данных по дифракционному рассеянию альфа-частиц сложными ядрами, полученных на магнитном спектрометре с пропорциональными камерами, и создано соответствующее программное обеспечение.

5. Предложены методы: учёта влияния дискретного характера координатной информации от детекторов годоскопического типа (ПК); оценки ожидаемого разрешения спектрометра по продольной координате точки взаимодействия в мишени.

6. Разработана методика прямого экспериментального определения поправки на поглощение пучка в веществе спектрометра, когда при измерении дифференциальных сечений неизвестны данные о полных сечениях взаимодействия.

Основные результаты диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Аблеев В.Г., ... , Строковский Е.А. и др. "Рассеяние альфа-частиц с импульсом 17,9 ГэВ/с на ядрах углерода, алюминия и меди". ОИЯИ, I-82-174, Дубна, 1982; ЯФ, 1982, 36, с.1197.
2. Аблеев В.Г., ... , Строковский Е.А. и др. "Экспериментальные данные по дифракционному рассеянию альфа-частиц при 17,9 ГэВ/с на протонах и ядрах He, C, Al, Cu". ОИЯИ, PI-10565, Дубна, 1977..
3. Мазный Г.А., Ситник И.М., Строковский Е.А. "Комплекс программ обработки информации с 2500-канального спектрометра с пропорциональными камерами". в сб. "Труды Совещания по программированию и математическим методам решения физических задач", ОИЯИ, ДЮ, II-II264, с.504, Дубна, 1978.
4. Аблеев В.Г., ... , Строковский Е.А. и др. "Alpha-particle Scattering on C, Al, Cu Nuclei at 17.9 GeV/c", в сб. "Труды Межд. конф. по ядерной физике", 1980, Беркли, т.1, Abstracts, p.71., Berkeley, Cal., 1980 (LBL-11118).
5. Аблеев В.Г., ... , Строковский Е.А. и др. "Исследование пропорциональных камер с регистрирующей электронной, переданной в производство фирме POLON". ОИЯИ, I3-8829, Дубна, 1975.

Рукопись поступила в издательский отдел
18 марта 1983 года.