

С 343е2

A-67

СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

ДУБНА



2900/2-77

1/8-77

P1 - 10592

М.Х.Аникина, Г.Л.Варденга, А.И.Голохвастов,  
М.С.Журавлева, В.Л.Ильина, Ю.Лукстиньш, Э.О.Оконов,  
С.А.Хорозов, Ю.А.Черепанов, Р.Швед

О СЕЧЕНИЯХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ  
РЕЛЯТИВИСТСКИХ АЛЬФА-ЧАСТИЦ С ЯДРАМИ

**1977**

P1 - 10592

М.Х.Аникина, Г.Л.Варденга, А.И.Голохвастов,  
М.С.Журавлева, В.Л.Ильина,<sup>1</sup> Ю.Лукстиньш, Э.О.Оконов,  
С.А.Хорозов, Ю.А.Черепанов<sup>2</sup>, Р.Швед<sup>3</sup>

О СЕЧЕНИЯХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ  
РЕЛЯТИВИСТСКИХ АЛЬФА-ЧАСТИЦ С ЯДРАМИ

Объединенный институт  
ядерных исследований  
БИБЛИОТЕКА

<sup>1</sup> Саратовский государственный университет.

<sup>2</sup> Московский государственный университет.

<sup>3</sup> Институт экспериментальной физики, Варшавский университет /Варшава/.

Аникина М.Х. и др.

PI - 10592

О сечениях взаимодействия релятивистских альфа-частиц с ядрами

Проводится сравнение теоретических и экспериментально измеренных сечений взаимодействия альфа-частиц с ядрами лития, неона, алюминия, меди, свинца при импульсе 17,8 ГэВ/с. Показано, что измеренные сечения реакции противоречат модели твердых сфер без перекрытия, хорошо согласуются с моделью твердых сфер с перекрытием и в целом неплохо совпадают с расчетами по модели мягких сфер и по методу Глаубера.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1977

PI - 10592

Anikina M.Ch. et al.

On Cross-Sections of Interaction of Relativistic Alpha-Particles with Nuclei

The comparison between theoretically evaluated and experimentally measured cross-sections of interaction of alpha-particles with nuclei of lithium, neon, aluminium, copper, lead at 17.8 GeV/c is performed. It is shown, that the cross-sections measured are in contrast to the model of solid spheres without overlapping, agree well with the model of solid spheres with overlapping and on the whole coincide well with the calculations by the "soft spheres" model and by the Glauber method.

The investigation have been performed at the Laboratory of High Energy JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1977

Одной из основных характеристик взаимодействия релятивистских ядер являются их сечения взаимодействия, которые важны как для ядерной физики, так и смежных областей науки /космология, ядерная химия/. Кроме того, знание характеристик взаимодействия ядер необходимо в биомедицинских исследованиях, а также при расчетах защиты космических кораблей от излучения.

В настоящее время экспериментальные данные по сечениям взаимодействия ядер с ядрами при высоких энергиях довольно скудны. Причем в отличие от случая взаимодействия элементарных частиц, где, по крайней мере в принципе, легко разделить взаимодействия на упругие и неупругие, для взаимодействий быстрых ядер приходится вводить сечения, характеризующие специфику взаимодействия составных систем. Так, в работе /1/ вводятся упругое когерентное сечение ( $\sigma_{c,el}$ ) /состояния ядер до и после реакции одинаковы/, сечение когерентной диссоциации ( $\sigma_{c,diss}$ ) /ядро-мишень остается в том же состоянии, падающее ядро разваливается/, сечение рождения частиц ( $\sigma_{prod}$ ) и сечение реакции ( $\sigma_R = \sigma_{tot} - \sigma_{c,el} - \sigma_{c,diss}$ ). Часто используется также сечение поглощения, которое определяется как разность  $\sigma_{abs} = \sigma_{tot} - \sigma_{diff}$ , где  $\sigma_{diff}$  - сечение упругого дифракционного рассеяния.

Ниже мы проводим сопоставление экспериментальных данных по сечениям взаимодействия  $\alpha$ -частиц с импульсом 17,8 ГэВ/с с ядрами и результатов модельных расчетов.

Имеющиеся в настоящее время экспериментальные данные о сечениях взаимодействий  $\alpha$ -частиц с импульсом 17,8 ГэВ/с с ядрами опубликованы в работах /2,3/.

Сравнение результатов работ /2/ и /3/ показывает, что данные удовлетворительно согласуются друг с другом. Причина же имеющихся сравнительно небольших расхождений, по-видимому, кроется в методических трудностях измерения "одного и того же" сечения. Так, авторы работ /2/ приводят сечения поглощения ( $\sigma_{abs}$ ), а авторы работы /3/ именуют измеренные ими сечения неупругими. Учитывая описанные методики измерения сечений, можно заключить, что в этих работах определялась величина, близкая к сечению реакции ( $\sigma_R$ ), где  $\sigma_R = \sigma_{tot} - \sigma_{c,el}$ . Такое определение сечения реакции более распространено по сравнению с определением  $\sigma_R$  в работе /1/. Поэтому в дальнейшем мы будем использовать это понятие для сопоставления с расчетными сечениями/.

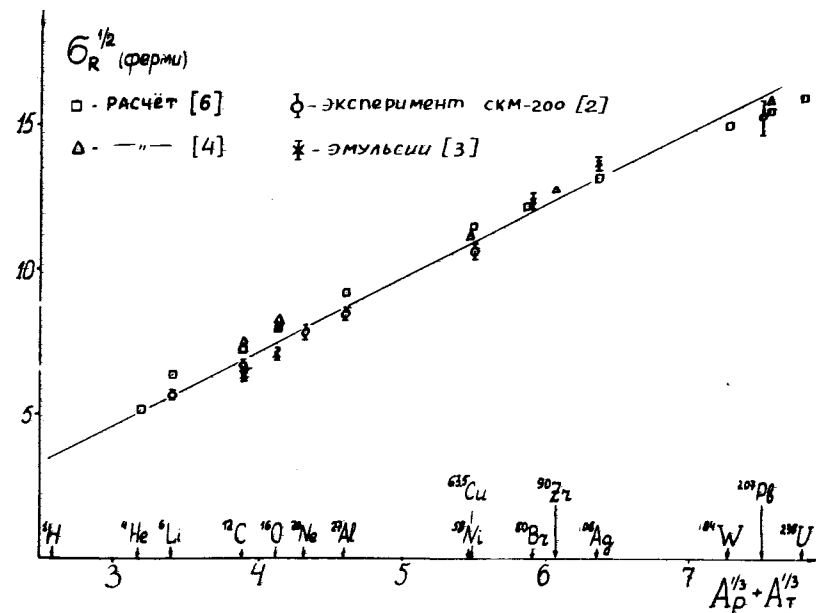
Наиболее простыми моделями, предсказывающими поведение ядер-ядерных сечений, являются модели твердых сфер без перекрытия и с перекрытием. Модель без перекрытия /4/ дает сечения взаимодействия в таком виде:

$$\sigma = \pi R_0^2 (A^{1/3} + B^{1/3})^2, \quad /1/$$

где  $R_0$  - параметр, а  $A$  и  $B$  - атомные веса падающего ядра и ядра-мишени. Модель твердых сфер с перекрытием /5/ дает

$$\sigma = \pi R_0^2 (A^{1/3} + B^{1/3} - b)^2, \quad /2/$$

т.е. вводится дополнительный параметр  $b$ , характеризующий перекрытие сфер. Если формулы /1/ или /2/ справедливы, то зависимость  $\sqrt{\sigma}$  от  $A^{1/3} + B^{1/3}$  должна быть линейной. На рисунке представлены экспериментальные значения сечений реакции в таких координатах. Видно, что экспериментальные точки удовлетворительно ложатся на прямую. Однако эта прямая /проведенная на глаз/ через начало координат не проходит и, следовательно, противоречит модели твердых сфер без перекрытия. Параметры проведенной прямой  $R_0 = 1,45 \Phi$  и  $b = 1,25 \Phi$



Экспериментальные и расчетные сечения реакции  $\sigma_R$ .  $A_D$  и  $A_T$  - атомные веса падающего ядра и ядра-мишени соответственно.

хорошо согласуются с параметрами  $R_0 = 1,45 \Phi$  и  $b = 1,19 \Phi$ , приведенными в работе Брэдта и Петерса /5/.

Сравнение экспериментальных результатов с моделью мягких сфер /6/ показывает, что эта модель, так же, как и расчеты сечений, выполненные по методу Глаубера /4/, хорошо согласуется с экспериментом в области  $A > 40$ . В области же атомных весов  $6 \div 30$  наблюдаются значительные /15 ÷ 20%/ расхождения между расчетами по модели /6/ и значениями сечений, полученными путем измерений. Причина этого расхождения, возможно, заключается в том, что при расчете форма распределения плотности нуклонов в ядре принимается гауссовой и не учитываются эффекты образования альфа-кластеров в ядрах. Учет этого обстоятельства привел бы к уменьшению расчетных сечений. С другой стороны, сами экспе-

риментальные данные могут содержать трудно учитываемые систематические погрешности.

Таким образом, измеренные сечения реакции противоречат предсказаниям модели твердых сфер без перекрытия, хорошо согласуются с предсказаниями модели твердых сфер с перекрытием и в целом неплохо совпадают с расчетами по модели мягких сфер и по методу Глаубера.

#### Литература

1. Fäldt G. e.a. *Ann. of Phys.*, 1974, 82, 36.
2. Аникина М.Х. и др. ОИЯИ, 1-9280, Дубна, 1976; ОИЯИ, 1-9282, Дубна, 1975; В кн.: Труды XVIII Международной конференции по физике высоких энергий, Тбилиси, 1976. ОИЯИ, Д1,2-10400, Дубна, 1977, стр. 45, 450.
3. Бокова Л.Н. и др. ОИЯИ, P1-9364, Дубна, 1975.
4. Barshay S. e.a. *Phys.Rev.*, 1975, C, 11, 360.
5. Bradt H.L., Peters B. *Phys.Rev.*, 1950, 77, 54. *Phys.Rev.*, 1950, 80, 943.
6. Karol Paul T. *Phys.Rev.*, 1975, C, 11, 1203.

Рукопись поступила в издательский отдел  
15 апреля 1977 года.