

С 3432
А-67

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

ДУБНА



429/2-76

3/II-76

1 - 9282

М.Х.Аникина, Д.В.Балин, Б.П.Банник, Г.Л.Варденга,
А.И.Голохвастов, М.С.Журавлева, В.Л.Ильина,
Ю.Лукстиньш, Э.О.Оконов, Ю.П.Петухов, В.П.Садилов,
С.А.Хорозов

СЕЧЕНИЯ ПОГЛОЩЕНИЯ α - ЧАСТИЦ

С ИМПУЛЬСОМ 17 ГЭВ/С

НА ЯДРАХ УГЛЕРОДА, АЛЮМИНИЯ И МЕДИ

1975

1 - 9282

М.Х.Аникина, Д.В.Балин,* Б.П.Банник, Г.Л.Варденга,
А.И.Голохвастов, М.С.Журавлева, В.Л.Ильина,
Ю.Лукстиньш, Э.О.Оконов, Ю.П.Петухов, В.П.Садилов,
С.А.Хорозов

СЕЧЕНИЯ ПОГЛОЩЕНИЯ α - ЧАСТИЦ
С ИМПУЛЬСОМ 17 ГЭВ/С
НА ЯДРАХ УГЛЕРОДА, АЛЮМИНИЯ И МЕДИ

* Ленинградский государственный университет.



1. Метод измерения

Сечением поглощения $|\sigma_{abs}|$ обычно называют разность полного сечения взаимодействия $|\sigma_t|$ и сечения дифракционного рассеяния $|\sigma_d|$. Измерение сечений поглощения проводилось в выведенном пучке α -частиц с импульсом 17 ГэВ/с на синхрофазотроне ЛВЭ. Для измерений мы применяли сцинтилляционные счетчики, размеры и расположение которых показано на рис. 1, а схема соединения - на рис. 2. Более подробные характеристики использованной аппаратуры приведены в работе ^{1/}.

Счетчики $S_1 \div S_4$ /задающий телескоп/ выделяют α -частицы, падающие на мишень, а счетчики $S_5 \div S_7$ регистрируют двухзарядную частицу за мишенью. Для этих счетчиков измеряются величины N_{0i} и $N_i(t)$ - счет без мишени и с мишенью толщиной t соответственно, нормированные на число α -частиц, зарегистрированных задающим телескопом. Эти величины связаны простым соотношением

$$\frac{N_i(t)}{N_{0i}} = e^{-N\sigma_i}, \quad /1/$$

где N - число ядер мишени на см^2 , а величина σ_i связана с сечением поглощения

$$\sigma_i = \sigma_{abs} - \int_0^{\Omega_i} \frac{d\sigma}{d\Omega} d\Omega. \quad /2/$$

Здесь Ω_i - телесный угол, вырезаемый i -м счетчиком,

а $\frac{d\sigma}{d\Omega}$ - дифференциальное сечение вылета двухзарядной

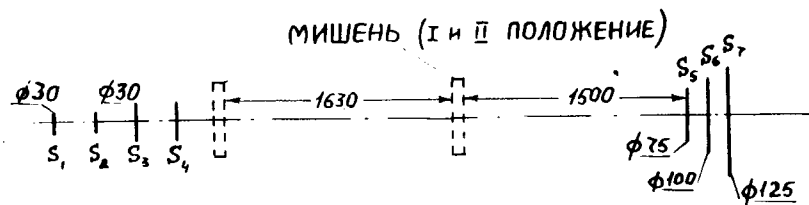


Рис. 1. Схема расположения счетчиков и мишени в пучке.

частицы /без учета дифракционного рассеяния/. Если в какой-то области углов $\frac{d\sigma}{d\Omega}$ - величина постоянная, то соотношение /2/ для этой области можно переписать так:

$$\sigma_i = \sigma_{\text{abs}} - \left(\frac{d\sigma}{d\Omega} \right) \cdot \Omega_i \quad /3/$$

Таким образом, надо измерить вне области дифракционного рассеяния зависимость величины σ_i от Ω_i , и если эта зависимость окажется линейной, то по формуле /3/ определяется сечение поглощения.

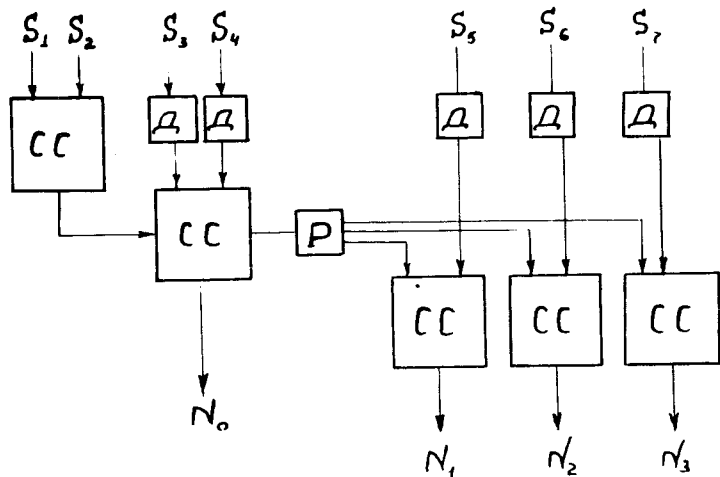


Рис. 2. Схема соединения счетчиков. Д - амплитудный дискриминатор, СС - схема совпадений, Р - разветвитель.

2. Измерения и поправки

Мы провели измерения для мишеней из углерода, алюминия и меди, причем для увеличения набора углов Ω_i счет $N_i(t)$ определялся при двух положениях мишени /см. рис. 1/.

Для каждого типа мишени с учетом размеров пучка были вычислены поправки на многократное кулоновское рассеяние. Для всех использованных толщин мишеней они не превосходили 15%. После введения этих поправок была проверена независимость величины σ_i от толщины мишени /набор толщин от 0 до ~ 10 г/см/.

Наиболее значительные систематические ошибки в наших измерениях связаны с двумя возможными аппаратными эффектами:

1. Регистрация задающим телескопом двух α -частиц как одной, если временной интервал между частицами меньше разрешающего времени задающего телескопа.

2. Регистрация однозарядных частиц счетчиками $S_5 \div S_7$. Прямая проверка первого эффекта, зависящего от плотности частиц во времени, в нашем случае была затруднена тем, что интенсивность пучка и его временная растяжка испытывали значительные колебания. Поэтому для оценки эффектов мы воспользовались амплитудными спектрами, снятыми со счетчиков $S_5 \div S_7$. Один из таких спектров приведен на рис. 3. Оценки показали, что систематические ошибки в величине сечения, связанные с этими аппаратными эффектами, не превосходят соответственно 1% и 3%.

К систематической ошибке в сечении поглощения приводит также и сильная угловая зависимость вероятности вылета двухзарядных частиц (^3He , ^4He), образующихся в неупругих реакциях в области малых углов. Угловое распределение этих частиц приведено в работе /2/ и использовалось нами для введения поправки в области углов $\theta < 2,5 \times 10^{-2}$. Величина поправки $\sim 4\%$. При этом предполагалось, что угловое распределение /а, следовательно, и поправка/ не зависит от атомного номера мишени.

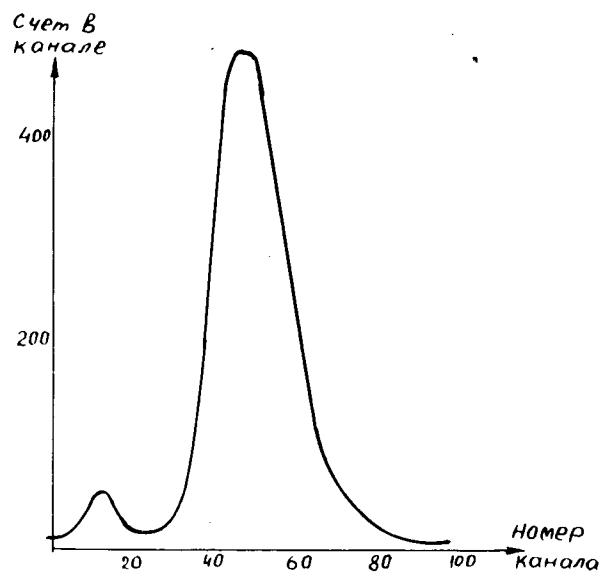


Рис. 3. Амплитудный спектр сигналов со счетчика S_6 /мишень Al ~ 10 г/см²/.

3. Результаты

Зависимость $\sigma_i(\Omega_i)$ для C, Al и Cu представлена на рис. 4. Видно, что в области углов $10^{-3} < \Omega < 3,7 \times 10^{-3}$ зависимость $\sigma_i(\Omega)$ согласуется с линейной. Это дает основания экстраполировать $\sigma_i(\Omega)$ к нулевому углу и в соответствии с формулой /3/ получить сечение поглощения. В результате получается

$$\begin{aligned} \sigma_{abs}({}^4\text{He}, {}^{12}\text{C}) &= 450 \pm 20 \text{ мб}, \\ \sigma_{abs}({}^4\text{He}, {}^{27}\text{Al}) &= 720 \pm 30 \text{ мб}, \\ \sigma_{abs}({}^4\text{He}, {}^{63,5}\text{Cu}) &= 1150 \pm 50 \text{ мб}. \end{aligned}$$

Эти данные представлены на рис. 5 вместе с результатами измерения сечений неупругих взаимодействий, взятыми из работ /2,3/. Интересно отметить, что все эти

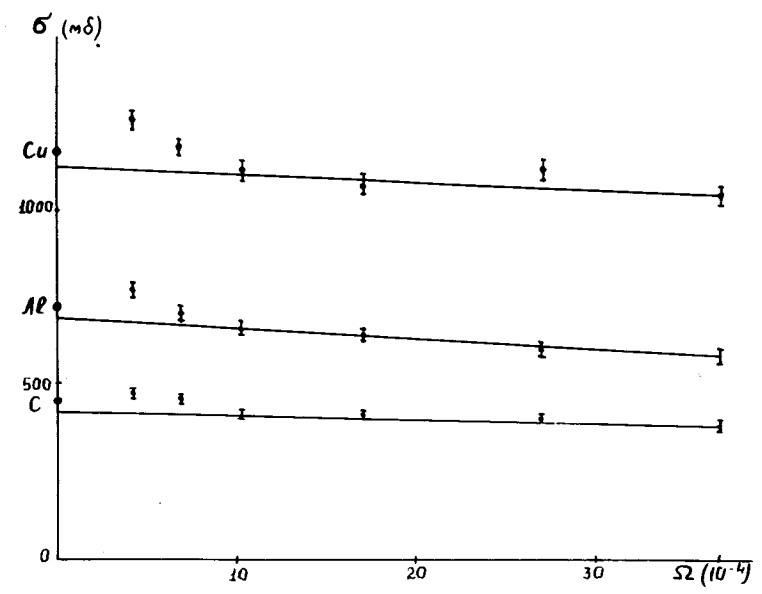


Рис. 4. Зависимость σ_i от Ω_i .

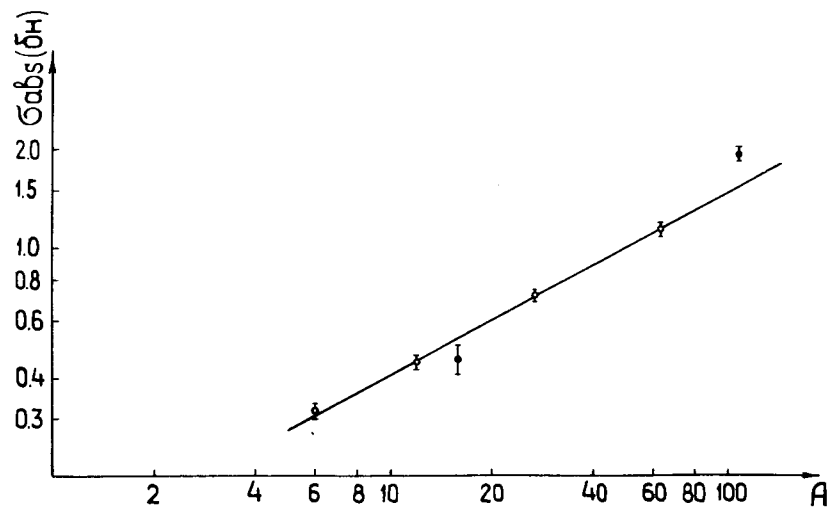


Рис. 5. Зависимость неупругих сечений от атомного веса ядра-мишени. $\bar{\sigma}$ - работа /2/; σ - данная работа; точка для $A=6$ взята из работы /3/.

сечения неплохо согласуются с полуэмпирической формулой Брадта и Петерса ^{74/}, полученной на основе анализа данных исследования космики. Эта зависимость показана на рис. 5 сплошной линией.

Литература

1. М.Х.Аникина и др. Сообщение ОИЯИ, 13-9030, Дубна, 1975.
2. К.Д.Толстов и др. Сообщение ОИЯИ, P1-8313, Дубна, 1974.
3. М.Х.Аникина и др. Сообщение ОИЯИ, 1-9280, Дубна, 1975.
4. H.L.Bradt, B.Peters. *Phys.Rev.*, 77, 54 (1950); *Phys.Rev.*, 80, 943 (1950).

Рукопись поступила в издательский отдел
26 ноября 1975 года.