

**ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА**

P1-88-175

В.М.Головин, И.А.Голутвин, С.Н.Доля,  
В.Е.Жильцов, А.В.Зарубин, Л.П.Каптарь,  
В.В.Перелыгин, В.А.Свиридов, А.И.Титов,  
В.В.Тихомиров, А.Г.Федунов, В.И.Цовбун

**СЕЧЕНИЯ ФРАГМЕНТАЦИИ  $^{19}\text{F}$   
ПРИ ИМПУЛЬСЕ 4 А ГэВ/с**

Направлено в журнал "Письма в ЖЭТФ"  
и в Оргкомитет III Международной конференции  
по ядро-ядерным столкновениям, Франция,  
1988 г.

**1988**

## 1. ЭКСПЕРИМЕНТ

Настоящая работа является продолжением серии измерений сечений фрагментации во взаимодействии релятивистских ядер с ядрами мишени <sup>1/1/</sup>. Работа проведена на пучках <sup>19F</sup> с импульсом 4 А ГэВ/с на синхрофазотроне ЛВЗ ОИЯИ. Для измерения сечений использовались пропорциональные камеры и черенковский спектрометр установки "Аномалон" <sup>2/2/</sup>. При взаимодействии ядер фтора в одной из трех последовательно расположенных мишеней черенковские счетчики регистрируют изменение заряда /сигнал счетчика пропорционален  $z^2$ /, и таким образом выделяется событие взаимодействия.

При обработке спектров сигналов счетчиков пики ядер фтора и фрагментов с  $z = 5, 6, 7, 8$  описывались гауссовыми распределениями. Фрагменты с  $z \leq 4$  давали один смешанный пик, который описывался логарифмически-нормальным распределением. Число прошедших счетчик за мишенью ядер фтора и его фрагментов  $\langle N \rangle$ ,  $N$ ,  $S$ ,  $V$  вычислялось по площади соответствующего гауссова пика.

Полученные данные расширяют имеющийся экспериментальный материал <sup>3-5/</sup>, поскольку эксперимент выполнен на пучке ядер с другим, чем в <sup>3-5/</sup>,  $z$  и существенно большей начальной энергией. Они позволяют независимо проверить концепцию факторизации в ядро-ядерных столкновениях и получить новую информацию о релятивистском кулоновском расщеплении ядер.

## 2. РЕЗУЛЬТАТЫ

Экспериментальные значения сечений фрагментации приведены в таблице. Согласно концепции факторизации сечений фрагментации <sup>5/</sup>, при достаточно больших энергиях пучка относительный выход фрагментов по различным каналам не зависит от ядра-мишени:

$$\sigma(P, \Phi, T) = \gamma_P^\Phi \cdot \gamma_T \text{ /"сильная факторизация"/, } \quad /1/$$

$$\sigma(P, \Phi, T) = \gamma_P^\Phi \cdot \gamma_{T,P} \text{ /"слабая факторизация"/, } \quad /2/$$

Таблица. Сечения фрагментации /в мб/ ядра  $^{19}\text{F}$  при импульсе 4 А ГэВ/с

$\Phi / T$	$^8\text{O}$	$^7\text{N}$	$^6\text{C}$	$^5\text{B}$	$z \leq 4$	$\Delta z \geq 1$
C	$136 \pm 6$	$116 \pm 5$	$120 \pm 5$	$63 \pm 8$	$644 \pm 13$	$1079 \pm 11$
Al	$158 \pm 7$	$132 \pm 7$	$137 \pm 8$	$81 \pm 4$	$989 \pm 17$	$1497 \pm 16$
C	$207 \pm 9$	$189 \pm 11$	$177 \pm 14$	$95 \pm 11$	$1535 \pm 27$	$2203 \pm 22$
In	$286 \pm 13$	$245 \pm 11$	$221 \pm 23$	$97 \pm 40$	$2105 \pm 52$	$2953 \pm 27$
W	$425 \pm 23$	$331 \pm 19$	$278 \pm 15$	$105 \pm 14$	$2839 \pm 47$	$3978 \pm 42$
Bi	$486 \pm 26$	$334 \pm 21$	$251 \pm 23$	$72 \pm 20$	$3039 \pm 57$	$4182 \pm 49$
U	$567 \pm 23$	$356 \pm 18$	$290 \pm 23$	$75 \pm 37$	$3319 \pm 75$	$4606 \pm 76$

где  $\sigma(P, \Phi, T)$  - сечение фрагментации снаряда P на мишени T с выходом фрагментов  $\Phi$ ;  $\gamma_P$  - факторы, зависящие только от сорта налетающего ядра и конечного фрагмента,  $\gamma_T, \gamma_{T,P}$  - факторы мишени.

Проверка выполнения условий /1/, /2/, а также детальное исследование поведения  $\gamma_T(\gamma_{T,P})$  и их A-зависимости позволяют не только получить информацию о механизме взаимодействия, но и выделить периферические взаимодействия на фоне центральных /5/ /так, если  $\gamma_T \sim A^{1/3}$  - столкновения периферические, если  $\gamma_T \sim A^{2/3}$ , то центральные/. Анализ полученных данных показывает, что для всех фрагментов гипотеза факторизации /1/, /2/ выполняется с большой точностью, причем фрагменты с  $\Delta z \geq 5$  образуются в основном в центральных соударениях /см.рис.1/, остальные - в большей степени в периферических. Замечено также, что для изотопов кислорода / $\Delta z = 1$ / наблюдается отклонение от зависимости /1/, /2/, а именно, с ростом заряда мишени наблюдается квадратичный рост  $\gamma_P^\Phi$ : это указывает на заметный вклад в сечение фрагментации кулоновского возбуждения в налетающем ионе гигантского дипольного E1-резонанса с последующим его распадом в канал с  $\Delta z = 1$ .

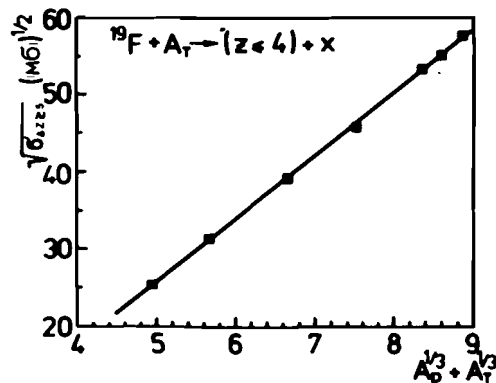


Рис.1. Зависимость сечения с  $\Delta z \geq 5$  при фрагментации ядра  $^{19}\text{F}$  с импульсом 4 А ГэВ/с от  $(A_P^{1/3} + A_T^{1/3})$ .

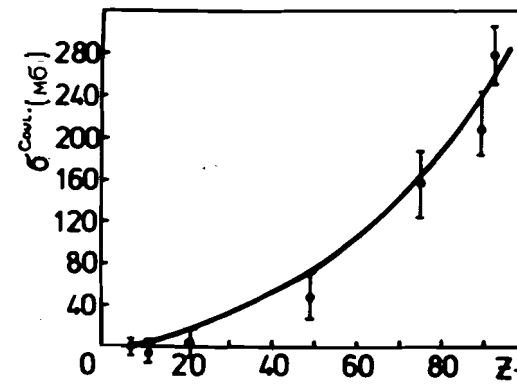


Рис.2. Сравнение экспериментальных данных и теоретических значений сечения образования  $^8\text{O}^{18}$  при фоторасщеплении ядра  $^{19}\text{F}$  с импульсом 4 А ГэВ/с.

Известно, что сечение кулоновского расщепления может быть представлено в виде /6-7/

$$\sigma^{\text{Coul}} = \int d\omega \left[ \sigma_{\gamma E\lambda}(\omega) \frac{dn_{E\lambda}}{d\omega} + \sigma_{\gamma M\lambda}(\omega) \frac{dn_{M\lambda}}{d\omega} \right], \quad /3/$$

где суммирование в /3/ ведется по мультипольностям  $\gamma$ -переходов в снаряде;  $\sigma_\gamma$  - сечение фотовозбуждения и распада соответствующего уровня;  $dn/d\omega$  - число "эквивалентных" фотонов, создаваемых полем ядра-мишени /быстро убывает с ростом  $\omega$ /. Явный вид  $dn_{E(M)\lambda}/d\omega$  приведен в работе /7/. Там же показано, что сечения  $\sigma_\gamma$  фоторасщепления налетающего ядра /реальными  $\gamma$ -квантами/ можно брать непосредственно из эксперимента по  $\gamma$ -A-реакциям.

На рис.2 показан результат расчета сечения кулоновского расщепления ядра фтора по каналу  $^{19}\text{F} \rightarrow ^{18}\text{O} + p$ . Здесь основной вклад дает сечение фотовозбуждения во фторе гигантского E1-резонанса. Соответствующие величины  $\sigma_\gamma$  взяты из /8/. Экспериментальные точки - отклонение экспериментального сечения /см. таблицу/ от факторизации /1/. Видно, во-первых, что теоретическая кривая хорошо описывает поведение сечения кулоновского расщепления, во-вторых, по сравнению с данными /3/, абсолютное значение сечений здесь существенно больше. Это связано с большей величиной начальной энергии налетающего ядра и особенностью сечения возбуждения E1-резонанса во фторе.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Голутвин И.А. и др. - В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ № 5-84, Дубна: ОИЯИ, 1984, с.8; № 9-85, Дубна: ОИЯИ, 1985, с.43; № 17-86, Дубна: ОИЯИ, 1986, с.13.
2. Вереш И. и др. - В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ № 4-84, Дубна: ОИЯИ, 1984, с.10.

3. Gelbke C.K. et al. - Phys.Rep., 1978, 42, p.312.  
Heckman H.H., Lindstrom P.J. - Phys.Rev.Lett., 1976, 37, p.56.  
Westfall F.D. et al. - Phys.Rev., 1979, C19, p.1309.
4. Ohashi M.A. - Phys.Rev., 1986, C34, p.764.
5. Olson D.L. et al. - Phys.Rev., 1983, C28, p.1602.
6. Jacle R., Pilkuhn . - Nucl.Phys., 1975, A247, p.521.
7. Kaptari L.P., Titov A.I. - Acta Phys.Pol., 1979, B10, p.263.
8. Kerkhove E. et al. - Phys.Rev., 1985, C32, p.368.

Головин В.М. и др.

P1-88-175

Сечения фрагментации  $^{19}\text{F}$  при импульсе  
4 А ГэВ/с

Измерены сечения фрагментации  $^{19}\text{F} \rightarrow {}_z\text{A}_f$  ( $\Delta z = 1, 2, 3, 4, \geq 5$ ) при начальном импульсе 4 ГэВ/с·нуклон на мишенях С, Al, Cu, In, W, Bi и U. Траектория ядер на входе в мишень измерялась пропорциональными камерами, а заряд до и после мишени - черенковскими счетчиками. Исследована зависимость сечений от атомного номера ядра-мишени и выделен вклад кулоновского механизма фрагментации.

Работа выполнена в Общественном научно-методическом отделении ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1988

Перевод авторов

Golovin V.M. et al.

P1-88-175

Fragmentation Cross Section of  $^{19}\text{F}$   
at 4 А GeV/c

The fragmentation of  $^{19}\text{F} \rightarrow {}_z\text{A}_f$  ( $\Delta z = 1, 2, 3, 4, \geq 5$ ) at 4 А GeV/c was investigated on C, Al, Cu, In, W, Bi and U targets. The trajectory of incident ions was measured by proportional chambers, while the charges of incident and projectile fragments were measured by Cherenkov detectors. The cross section dependence upon the atomic number of a nucleus-target was studied and the contribution of the Coulomb mechanism of fragmentation was evaluated.

The investigation has been performed at the Scientific-Methodical Division, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1988

Рукопись поступила в издательский отдел  
16 марта 1988 года.