

АКАДЕМИЯ НАУК РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН
ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ

На правах рукописи

РУСАКОВА ВАЛЕРИЯ ВИКТОРОВНА

УДК 539.172.17

ФРАГМЕНТАЦИЯ РЕЛЯТИВИСТСКОГО ЯДРА
МАГНИЯ-24 В МНОГОЗАРЯДНЫЕ ОСКОЛКИ

(01.04.16 - физика атомного ядра и
элементарных частиц)

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук

Ташкент - 1991 г.

Работа выполнена на кафедре ядерной физики Таджикского Государственного университета им. В.И. Ленина

Научные руководители: доктор физико-математических наук,
профессор ЧЕРНОВ Г.М.
кандидат физико-математических наук,
доцент САЛОМОВ Д.А.

Официальные оппоненты: доктор физико-математических наук
АРИШАНОВ Г.Г.
доктор физико-математических наук
ГУЛАМОВ И.Р.

Ведущее научное учреждение: Ташкентский Государственный университет им. В.И. Ленина

Защита состоится "26" декабря 1991 г. в 12⁰⁰ часов на заседании регионального специализированного Совета К 015.15.01 по присуждению ученой степени кандидата физико-математических наук и технических наук в Институте ядерной физики АН Республики Узбекистана по адресу:

702132, г. Ташкент, пос. Улугбек

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ИЯФ АН РУ

Автореферат разслан "26" декабря 1991 г.

Ученый секретарь
Специализированного Совета,
доктор физико-математических
наук, профессор



ИСМАТОВ Е.И.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Фрагментация остаточных релятивистских ядер, испытавших неупругое взаимодействие с мишенью – наиболее естественный путь для получения прямой информации о кластерной структуре ядра и волновых функциях различных ассоциаций внутриядерных нуклонов в условиях малых передач энергии-импульса фрагментирующей системе. Детальная информация о механизме фрагментации остаточных ядер может быть полезной при поиске новых состояний материи (квark-глюонная плазма), а также для ряда задач физики космического излучения, радиационной физики, техники и биологии.

Цель работы состояла в получении основных характеристик процесса фрагментации ранее неисследованного ядра-снаряда магния-24 в многозарядные ($s \geq 2$) осколки, сравнение с соответствующими экспериментальными данными для других ядер-снарядов при релятивистских энергиях, проверке простейшей статистической модели распада движущегося остаточного ядра.

Новизна работы. В реферируемой диссертационной работе впервые рассматривалась фрагментация релятивистского ядра ^{24}Mg ; все полученные в работе экспериментальные данные – по-видимому, единственные.

В работе впервые изучались скейлинговые (по массовому числу фрагментирующего ядра) свойства распределения по множественности двухзарядных осколков ядра (α -частиц) при релятивистских энергиях.

Научная и практическая ценность работы. Результаты проведенного исследования дают новый методологический и фактический материал о свойствах явления фрагментации ядер при малых передачах энергии-импульса и способах его корректного изучения в инклузивной постановке эксперимента. Они могут быть использованы для количественной проверки различных теоретических подходов к проблеме мультифрагментации ядер, а также для планирования и проведения будущих экспериментов, в частности – при высоких первичных энергиях и больших массовых числах фрагментирующих ядер-снарядов.

Апробация работы и публикации. Результаты диссертационной работы докладывались (4 доклада) на научных сессиях Отделения ядерной физики АИ СССР, посвященных адронным взаимодействиям и (или) физике высоких энергий в 1988–90 гг., на совещаниях ФЭК

СИИ и семинарах ИЯФ АН РУ и ФТИ АН Таджикистана.

Основное содержание диссертации опубликовано в 7 работах, список которых представлен в конце автореферата.

На защиту выносятся следующие основные результаты:

1. Новые экспериментальные данные и эмпирические закономерности, касающиеся фрагментации релятивистского ядра магния-24, испытавшего взаимодействие в фотозумульсии, в частности, данные о выходах фрагментов с различными зарядами $z \geq 2$, их зависимость от массового числа ядра-партнера, одночастичные распределения по поперечным импульсам фрагментов и др.

Сравнительный анализ данных при близких энергиях других фрагментирующих ядер-снарядов.

2. Анализ скейлингового поведения (в зависимости от вариации массового числа фрагментирующего ядра) распределения по множественности α -фрагментов в области $A_p = 12 \pm 56$.

3. Количественная оценка величины поперечного импульса фрагментирующего остаточного ядра и его влияние на импульсные характеристики фрагментов с $z \geq 2$; вычисление "истинных" распадных характеристик ядра и их зависимость от массовых чисел, участвующих в столкновении ядер.

Объем и актуальность работы.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и списка используемой литературы – всего 76 страниц машинописного текста, включая 12 рисунков, 8 таблиц и библиографию из 65 наименований.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ.

В первой главе диссертации представлены общие сведения об эксперименте и полученном и использованном в дальнейшем анализе экспериментальном материале.

Была использована эмульсионная стопка (стандартные фотозумульсии типа ГОСНИИХИМФОТО БР-2) из слоев размером $20 \times 10 \times 0,06 \text{ см}^3$, экспонированная в пучке ионов магния-24 с импульсом 108 ГэВ/с (4,5 ГэВ/с на склон) на синхрофазотроне ЛВЭ СИИ.

Неупругие взаимодействия первичных ядер в эмульсии ($^{24}\text{Mg} - Fm$) отбирались и измерялись после двойного быстро-медленного просмотра "вдоль трека". Среднее значение пробега для взаимодействий составило величину $(10,6 \pm 0,2)$ см. После удаления событий электромагнитной природы и с "плохой" геометрией оказалось $\sim 2,2$

тыс. измеренных $Mg-Et$ событий с $\sim 3,2$ тыс. идентифицированных спектаторных релятивистских фрагментов снаряда с $z \geq 2$. Для идентификации производились измерения плотности δ -электронов на подходящих по ионизации треках в конусе с углом полураствора $\approx 10^\circ$ вокруг первичного импульса. Были измерены также пространственные и азимутальные углы вылета этих фрагментов и, наконец, числа сильноионизующих медленных фрагментов ядра-мишени для разделения полного ансамбля событий на подгруппы, соответствующие различным массам ядра-партнера (мишени) - $Mg-H$ соударения ($A_T = 1$), $Mg-CNO$ - соударения ($\langle A_T \rangle = 14$) и $Mg-AgBr$ события ($\langle A_T \rangle = 94$). Разделение на указанные подгруппы было выполнено в соответствии со стандартной фотоэмulsionационной практики (частично-статистически).

Кратко описаны в главе I методики ионизационных и угловых измерений, приведены средние их погрешности.

В § 3 главы I перечислены критерии, использованные для отнесения событий к $Mg-H$, $Mg-CNO$ и $Mg-AgBr$ подгруппам.

Вторая глава диссертационной работы посвящена рассмотрению данных по множественностям различных типов фрагментов ядра ^{24}Mg с $z \geq 2$ и их композиции в различных группах событий. Сводные данные о средних множественностях фрагментации приведены в таблице I.

Таблица I.

Средние множественности фрагментов с $z \geq 2$ в различных ансамблях $Mg-Et$ соударений.

Заряд фрагмента	$\langle n_z \rangle \cdot 100$			
	$Mg-H$	$Mg-CNO$	$Mg-AgBr$	$Mg-Et$
2	115 ± 6	124 ± 5	79 ± 3	99 ± 2
3	16 ± 2	20 ± 2	13 ± 2	10 ± 1
4				5 ± 1
5				8 ± 1
6	25 ± 3	21 ± 2	9 ± 2	8 ± 1
7				3 ± 1
8	21 ± 3	8 ± 1	3 ± 1	4 ± 1
9				3 ± 1
10	16 ± 2	6 ± 1	2 ± 1	3 ± 1
II	7 ± 2	3 ± 1	$1 \pm 0,5$	$2 \pm 0,4$
12				$1 \pm 0,3$
$n_z \geq 3$	86 ± 4	59 ± 2	28 ± 1	46 ± 1
$n_z \geq 2$	201 ± 9	183 ± 7	107 ± 3	145 ± 4

Можно видеть, что композиция фрагментов с различными π зависит от массового числа ядра-мишени; это доказывает нарушение принципа факторизации сечений, обнаруженного в первых опытах по фрагментации релятивистских ядер-снарядов в Беркли (для так называемых "0° - экспериментов").

На рис. I представлены компиляция данных по средней множественности $\langle n_\alpha \rangle$ α -фрагментов в области $A_P \leq 56$. Зависимость $\langle n_\alpha (A_P) \rangle$ может быть аппроксимирована степенной функцией

$$\langle n_\alpha \rangle \sim A_P^m$$

с показателем степени $m = 0,58 \pm 0,02$.

Детально изучалась форма распределения по n_α с использованием экспериментальных данных настоящего исследования и близких по методике исследования и первичной энергии на нуклон данным других работ (от ^{12}C до ^{56}Fe).

Как пример на рис. 2 приведена зависимость известной из теории КЮ-скейлинга функции

$$\psi(z) = \langle n_\alpha \rangle \sigma_n / \sigma_{inel}$$

от нормированной множественности $z = n_\alpha / \langle n_\alpha \rangle$ для $Mg-E_m$ соударений. Данные аппроксимированы функцией

$$\psi(z) = (A + Bz) \exp(-Cz)$$

($A = 0,43$; $B = 0,83$; $C = 1,22$). Аналогичная зависимость была исследована для Mg , H , $Mg-CNO$ и $Mg-Ag Br$ событий.

Общий вывод: для всех ядер, кроме ядра ^{12}C , данные не противоречат предположению о скейлинговом (по отношению к вариациям массового числа A_P) поведении функции $\psi(z)$. Коэффициенты аппроксимации A , B , C при этом слабо изменяются при изменении массового числа A_p ядра-партнера (мишени).

Нередко более чувствительными к отклонениям от теоретических предсказаний оказываются различные моменты распределений по множественности. В § 2.3 диссертации рассмотрены в зависимости от A_P следующие характеристики n_α -распределений:

а) нормированные моменты

$$C_k = \langle n_\alpha^k \rangle / \langle n_\alpha \rangle^k, \quad k = 2, 3, 4,$$

б) моменты γ_k :

$$\gamma_2 = \langle (n_\alpha - \langle n_\alpha \rangle)^2 \rangle,$$

$$\gamma_3 = \langle (n_\alpha - \langle n_\alpha \rangle)^3 \rangle,$$

$$\gamma_4 = [\langle (n_\alpha - \langle n_\alpha \rangle)^4 \rangle - 3 \langle (n_\alpha - \langle n_\alpha \rangle)^2 \rangle^2] / \langle n_\alpha \rangle^4,$$

в) корреляционные моменты:

$$f_2 = \langle n_\alpha(n_\alpha - 1) \rangle - \langle n_\alpha \rangle^2,$$

$$f_3 = \langle n_\alpha(n_\alpha - 1)(n_\alpha - 2) \rangle - 3\langle n_\alpha(n_\alpha - 1) \rangle \langle n_\alpha \rangle - 2\langle n_\alpha \rangle^3.$$

В результате показано, что форма распределения по n_α заметно отличается от пуассоновской для всех ядер кроме, быть может, ^{12}C . Начиная с $N=22$ все $f_2 > 0$ независимо от мишени, т.е. n_α -распределение шире, чем вытекающее из предположения о независимом испускании фрагментов. Имеют место обеспеченные зависимости большинства моментов от A , в частности f_2 возрастает, т.е. распределение становится все более широким по сравнению с пуассоновским.

Зависимость C_K от A_P указывает на вполне определенные нарушения "KNO-скейлинга" для тяжелых ядер-мишеней ($A = \text{AgBr}$ соударений). Для легких ядер-мишеней имеет место приближенное "KNO-поведение".

Значение моментов распределения по n_α для ядра ^{12}C указывает на заметное влияние на них α -частичной структуры этого ядра.

В третьей главе работы подробно рассматриваются поперечные импульсы (P_T) фрагментов с $z \geq 2$, являющиеся одними из важнейших динамических характеристик процесса фрагментации релятивистских ядер. Как известно, между наблюдаемыми (в системе покоя фрагментирующего ядра) и внутриядерными импульсами различных нуклонных кластеров имеется прямая связь, особенно простая в рамках статистической теории быстрой фрагментации, в которой ядро рассматривается как ферми-газ из некоррелированных нуклонов.

Некоторые данные по средним $\langle P_T \rangle$, измеренным в Л-системе, приведены в табл. 2.

Таблица 2.

Заряд фрагмента	$\langle P_T \rangle$, МэВ/с				$\langle P_T \rangle_{\text{AgBr}}$
	$Mg-\text{H}$	$Mg-\text{CNO}$	$Mg-\text{AgBr}$	$Mg-\text{Em}$	
2	202 ± 7	236 ± 6	301 ± 8	257 ± 4	$1,5 \pm 0,1$
3,4	202 ± 25	232 ± 17	325 ± 24	267 ± 12	$1,6 \pm 0,2$
5,6	331 ± 32	294 ± 20	510 ± 51	365 ± 20	$1,5 \pm 0,2$
7,8	323 ± 32	400 ± 42	480 ± 48	379 ± 26	$1,5 \pm 0,2$
9,10	340 ± 46	407 ± 38	656 ± 101	426 ± 36	$1,9 \pm 0,4$
11,12	506 ± 98	403 ± 97	409 ± 72	454 ± 58	$0,6 \pm 0,2$

Как видно, имеет место существенная A_T - зависимость $\langle P_T \rangle$ (за исключением, быть может, фрагментов с максимальными $z \approx z_0$). Т.о. ядро-搭档 не является простым "свидетелем" процесса фрагментации, как это предполагается в ряде распространенных моделей ядро-ядерного взаимодействия.

Подробно рассматривался вопрос о форме P_T - распределений фрагментов (примеры - на рис.3). Для всех зарядов z и подгрупп событий эмпирические P_T - распределения не согласуются с рэлеевской формой

$$f_1(P_T) = (P_T/\sigma^2) \exp(-P_T^2/2\sigma^2),$$

соответствующей нормальному распределению $N(0, \sigma)$ по каждой из компонент З-импульса фрагмента, из-за наличия высокоснергетичного "хвоста" больших P_T . Покаально, однако, что, например, P_T - спектры α -частиц могут быть описаны композицией двух рэлеевских распределений с разными "температурами" σ_1 и σ_2

$$f_2(P_T) = a \exp(-P_T^2/2\sigma_1^2) + (1-a) \exp(-P_T^2/2\sigma_2^2).$$

В работе оценены значения параметров a , σ_1 и σ_2 для всех групп соударений. Исследована A_T -зависимость этих параметров, показано, что с увеличением A_T возрастают все "температуры" (σ_1 , σ_2), а также вклад (1- a) нестатистического "хвоста" больших P_T .

Для реализации перевода импульсных характеристик фрагментов в систему покоя фрагментирующей системы важен вопрос о том, какая часть наблюдаемых фрагментов может быть к этой системе отнесена, т.е. могут рассматриваться как непосредственно "испущенные". Для получения ответа на этот вопрос были рассмотрены корреляции в поперечной плоскости (азимутальные корреляции) между фрагментами с "нормальными" (малыми) и большими P_T .

Сравнение эмпирических корреляций и корреляций, рассчитанных в рамках реалистической модели движущегося и распадающегося ядро показало, что спектаторные α -частицы с большим P_T нельзя рассматривать как непосредственно испущенные остаточным ядром: счищабо (или все же) коррелированы с остальными фрагментами. Т.о. для корректного анализа "истинных" (относящихся к системе покоя ядра) характеристик фрагментации необходимо "обособление" фрагментов с большими P_T , что невозможно строго выполнить вне модельным путем при инклузивной постановке эксперимента.

Четвертая глава работы содержит подробное рассмотрение корреляционных явлений между фрагментами и модельный анализ экс-

периментальных данных.

Изучение азимутальных корреляций (пример - на рис.4) между фрагментами показало, что во всех группах $^{24}Mg-E_{th}$ соударений имеет место существенная азимутальная асимметрия вылета фрагментов ядра-снаряда, несовместимая с предположением о нулевом поперечном импульсе фрагментирующего ядра. Это доказывает наличие поперечного движения остаточного ядра, приобретаемого в процессе неупругого взаимодействия с мишенью.

Для реализации перевода импульсных характеристик фрагментов в систему покоя сстатичного ядра в §4.2 диссертации рассмотрена модель движущегося фрагментирующего ядра и расчеты по этой модели для ядра $Mg-24$. В этой модели:

- а) остаточное ядро-снаряд диссоциировало на различные осколки в соответствии со статистической теорией быстрой фрагментации;
- б) число зараженных фрагментов и их композиция в событиях в точности воспроизводили соответствующие эмпирические данные в каждом изучаемом ансамбле событий, число нейтронов разыгрывалось при правдоподобных предположениях;
- в) фрагментирующее ядро "получало" в Л-системе поперечный импульс \vec{q}_T , соответствующий предположению об экспоненциальной форме передачи ему в ядро-ядерном столкновении 4-импульса.

Для разыграша искусственных событий по методу Монте-Карло использовалась поперечная часть интеграла состояний, аналогично применявшемуся в модели цилиндрического фазового объема Ван-Ло-ва, обобщенная на конечные состояния с произвольными частицами и средними поперечными импульсами. В модели имелись два свободных параметра - "температура" ϵ_N фрагментирующего ядра и его средний поперечный импульс $\langle q_T \rangle$. Для каждого анализируемого в работе ансамбля событий эти два параметра определялись эмпирически из фитирования экспериментальных данных.

С помощью описанной модели были определены параметры $\langle p_T \rangle_N = \sqrt{\pi/2} \epsilon_N$ и $\langle q_T \rangle$ во всех группах и подгруппах соударений при различных способах "обрезания" хвоста больших p_T (и без "обрезания"). Пример описания азимутальных распределений в модели - на рис.4.

Значения важнейших "истинных" параметров фрагментации ядра $Mg-24$ приведены в табл.3. В этой же таблице видны зависимости этих параметров от A_T - массового числа ядра-мишени. Для полного ансамбля $Mg-E_{th}$ соударений $\epsilon_N = 70 \pm 2$ МэВ/с; $\langle q_T \rangle = 0,39 \pm$

• I ГэВ/С. При этом "температура" распада оказывается замечательно устойчивой к изменению массы и ядра-партнера, и остаточного фрагментирующего ядра.

В § 4.4 диссертации рассмотрен вопрос о корректности самой статистической теории быстрой фрагментации. Анализ показывает, что зафиксированное в ряде работ последнего времени расхождение данных по фрагментации легких релятивистских ядер-снарядов с расчетами по модифицированным версиям этой теории связаны с неучетом поперечного движения фрагментирующей системы и наличием дополнительных факторов (например, каскадный распад нестабильных фрагментов), приводящих к нестатистическим большим p_T . Учет этих факторов приводит к согласию теории и эксперимента при сравнительно небольших A_p .

Что касается больших массовых чисел, то здесь налицо тенденция к возрастанию "температуры" распада, более быстро, чем рост фермиевских импульсов нуклонов в ядрах. Компиляция данных по A_p - зависимости отношения $\langle p_\alpha^* \rangle / P_f$ (P_f - импульс Ферми) приведена на рис.5.

В заключение главы IV рассмотрен вопрос об угловом моменте фрагментирующего остаточного ядра. Данные по коэффициенту азимутальной коллинеарности для фрагментов с $z \geq 2$ из $Mg-E\pi$ соударений и различных подгрупп событий не дают достаточных оснований для заключения о наличии углового момента (указания на это были получены в некоторых экспериментах с другими фрагментирующими ядрами).

В заключении к диссертации дано краткое изложение полученных в работе результатов. Их resume таково:

1. Впервые получены экспериментальные данные об относительных выходах и p_T - распределениях спектаторных фрагментов релятивистского ядра-снаряда $Mg-24$ с зарядом $z \geq 2$.
2. Исследована форма распределения по множественности спектаторных α -частиц - продуктов фрагментации ядер в области массового числа до $A = 56$ и его устойчивости (" KHO - поведение") к изменению A . В частности, форма распределения шире пуассоновской и это различие увеличивается с ростом A .
3. Распределение по поперечным импульсам фрагментов обнаруживает "нестатистический" избыток больших p_T ; за формирование большей части легких фрагментов с большими p_T ответственны дополнительные, неучитываемые в моделях с прямым распадом единой фрагменти-

рующей системы, факторы.

4. Измеренные в лаб.системе импульсные и корреляционные характеристики фрагментации существенно искажены попечным движением системы фрагментов. Реализован модельный анализ "истинных" характеристик фрагментации (в с.ц.и. распадающейся системы), учитывающий и нестатистический характер фрагментации в осколки с большими P_T .

5. Общие характеристики процесса в с.ц.и. остаточного ядра согласуются с предсказаниями модифицированных версий статистической модели быстрой фрагментации. в области легких ядер; с увеличением массового числа фрагментирующих ядер, однако, происходит увеличение "температуры" распада более быстрое, чем рост бермьевских импульсов, что является, по-видимому, критичным для теории быстрой фрагментации.

Основные результаты работы опубликованы в статьях:

- I. Бондаренко Р.А., Русакова В.В., Саломов Дж.А., Хошмухамедов Р.А.
"Множественность спектаторных частиц-продуктов фрагментации
релятивистского ядра Mg-24 в эмульсии" ДАН Таджикистана, 1989г.,
№ 7, с.448-450.
2. Бондаренко А.И., Бондаренко Р.А., Русакова В., Саломов Дж.А.
"Поперечные импульсы релятивистских альфа-частиц из соударений
ядер магния-24 при импульсе 106 ГэВ/с с ядрами эмульсии". ДАН
Таджикистана, 1990 г., № 9, с.595-598.
3. Эндаренко А.И., Русакова В.В., Саломов Д.А., Чернов Г.М.
"Релятивистские альфа-частицы из неупругих соударений ядер маг-
ния-24 в фотоэмulsionи при 4,5 ГэВ/с/нуклон". Известия ВУЗов, СССР,
1991, № 5, с.19-23.
4. Бондаренко А.И., Русакова В.В., Саломов Д.А., Чернов Г.М.
"Поперечные импульсы многозарядных фрагментов ядра-снаряда в
неупругих столкновениях магния-24 в фотоэмulsionи при 4,5 ГэВ/с
на нуклон" ДАН Таджикистана, 1991, № II т.34, с.756-760.
5. Бондаренко Р.А., Русакова В.В., Саломов Дж.А., Хошмухамедов Р.А.
"Множественности многозарядных фрагментов релятивистского ядра
магния-24 при его взаимодействии с различными ядрами фотоэмulsionи
при 4,5 ГэВ/с" ДАН Таджикистана, 1991, № I2, т.34, с.829-
-834.
6. Бондаренко А.И., Русакова В.В., Саломов Дж.А., Чернов Г.М.
"Изучение неупругой фрагментации ядра магния-24 при $P_0/A = 4,5$
ГэВ/с в фотоэмulsionи" ЯФ, 1992, т.55, с.137-149.

7. Русакова В.В., Саломов Дж.А., Чернов Г.М. "Скейлинговые свойства распределения по множественности альфа-частиц, образованных в реакциях ядерной фрагментации". Известия ВУЗов, СССР, 1992 (в печати).

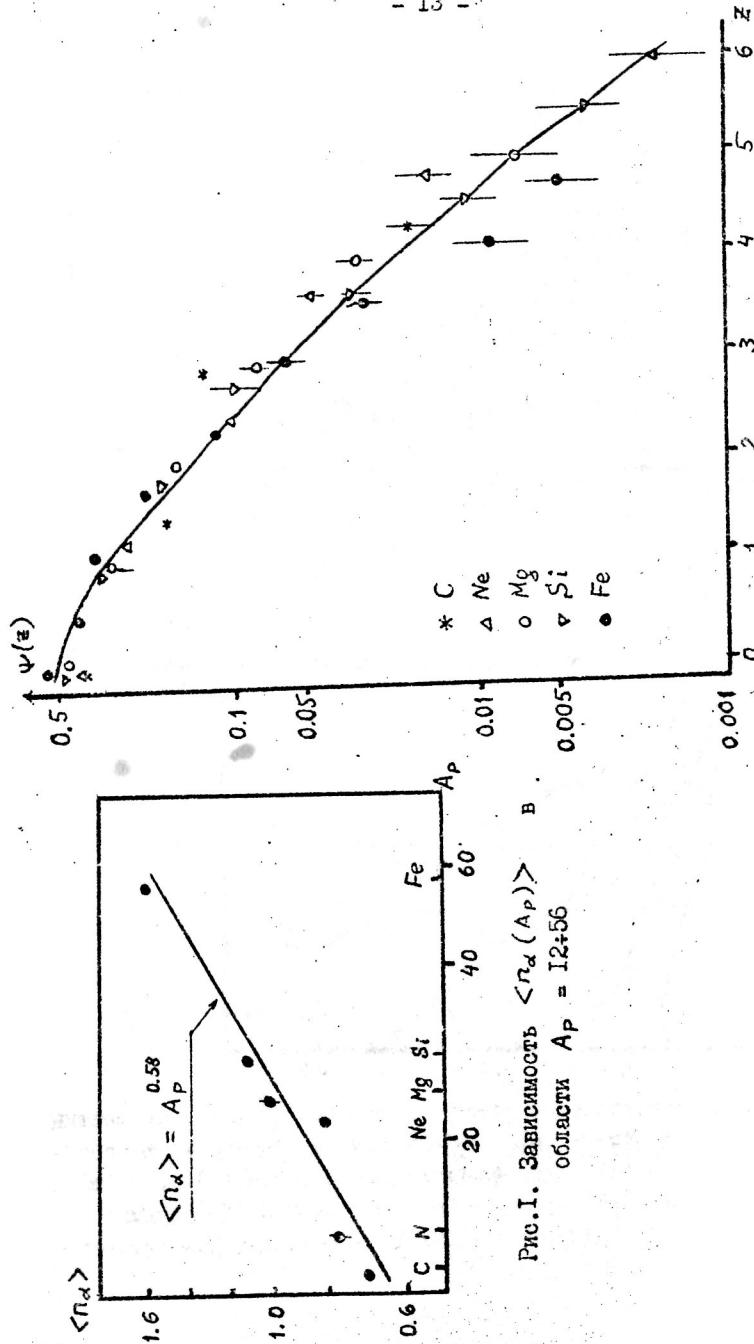
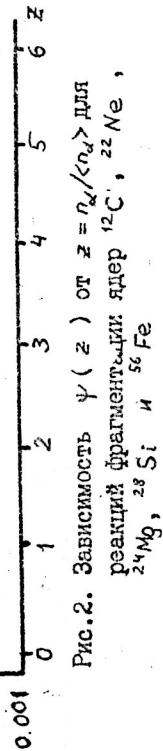


Рис.1. Зависимость $\langle n_\alpha (A_P) \rangle$
области $A_P = 12+56$



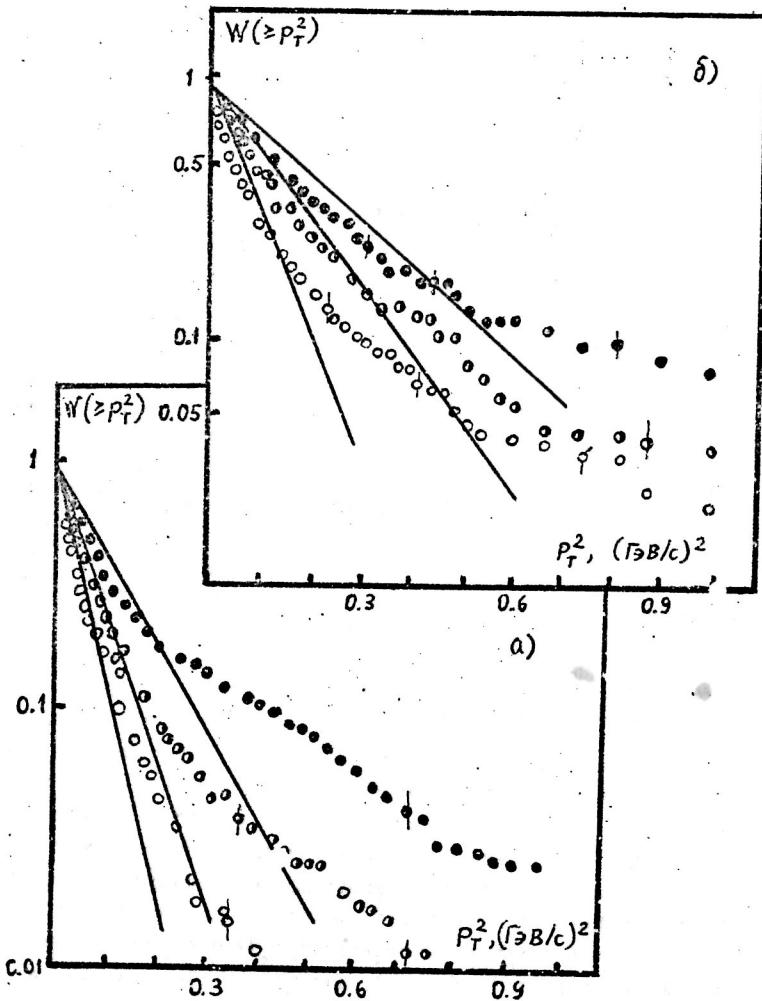


Рис.3. Интегральное распределение по p_T^2 для α -частиц из $Mg-H$ (○), $Mg-CNO$ (◐) и $Mg-AgBr$ (●); событий (z) — для фрагментов с $z = 3, 4$ (○), 5-7 (◐) и 8-12 (●) из $Mg - Fe$ соударений (б). Прямые — распределения Ролля с $\sigma = \sigma_{\text{exp}}$ для соответствующих групп.

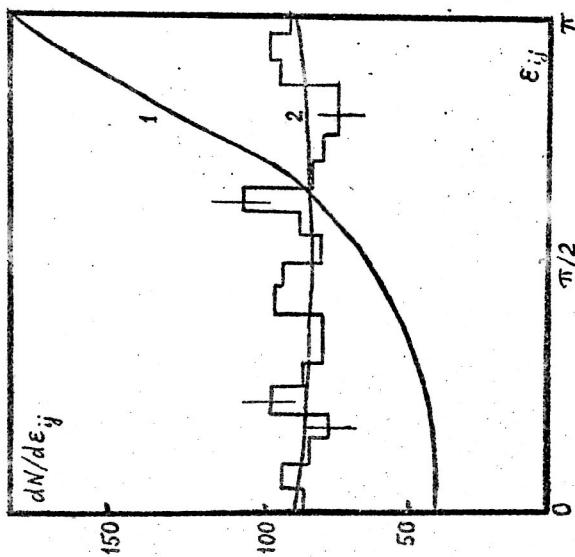


Рис.4. Распределение по парному
азимутальному углу между фрагментами
с $\varepsilon \geq 2$ из $Mg-E_{cm}$ соударений
Кривые 1)- расчет при $q_T = 0$,
2)- расчет при $q_T = 0,39$ ГэВ/с



Рис.5. А - зависимость относения
 $<\mathbf{p}^*>/\mathbf{p}_T$ для $A-E_{cm}$ (•)
 $A-H$ (○).

Подписано в печать 20.11.91.
Заказ 113 . Тираж 100 экз.

Отпечатано на рстарпринте
в ИК с ВЦ НИО "Кибернетика" АН УзССР
700125, г.Ташкент-125, ул.Ф.Ходжаева, 34