



12/21-83
Объединенный
институт
ядерных
исследований
Дубна

6499/83

1-83-652

С.Вокал, Р.Тогоо¹, Й.Тучек²,
Г.С.Шабратова, М.Шумбера

НЕУПРУГИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРОТОНОВ
И АЛЬФА-ЧАСТИЦ С ЯДРАМИ
ПРИ ИМПУЛЬСЕ 4,5 ГэВ/с НА НУКЛОН
С ИСПУСКАНИЕМ БЫСТРЫХ АДРОНОВ НАЗАД

Направлено в журнал "Z. Phys. A - Atomic
and Nuclei"

¹ Институт физики и техники АН МНР, Улан-Батор

² Институт ядерной физики, Ржеж, ЧССР

1983

Изучение процессов с большой передачей энергии-импульса является важнейшим источником информации о структуре ядерного вещества и адронной материи. Первые исследования процессов фрагментации ядра с образованием частиц за пределами области, кинематически разрешенной в нуклон-нуклонных (NN) соударениях, относятся к началу 70-х гг.^{1/} и связаны с такими явлениями, как кумулятивный эффект, ядерный скейлинг и предельная фрагментация ядра.^{2/} Однако только в немногих работах /см. напр.^{3,4/} характеристики частиц от фрагментации ядра-мишени изучались в эксклюзивной постановке эксперимента, т.е. совместно с характеристиками других родившихся частиц.

В настоящей работе, являющейся продолжением работы^{5/}, на примере взаимодействий протонов и альфа-частиц с ядрами исследуются общие характеристики /множественности и угловые характеристики/ вторичных частиц в соударениях с вылетом быстрого адрона /т.е. с $\beta \geq 0,3$ / в заднюю полусферу в лабораторной системе координат. Проведено сравнение с расчетами по каскадно-испарительной модели /КИМ/ для αA -взаимодействий^{6/}. На рисунках результаты расчетов по КИМ представлены в виде сплошных кривых, в таблицах они взяты в скобки.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ

В работе использовался материал, полученный при облучении фотоэмульсии НИИХИМФОТОПРОЕКТА типа БР-2 (E_m) и эмульсии того же типа, обогащенных легкими ядрами (E_m^*), протонами и ядрами гелия при импульсе 4,5 ГэВ/с на нуклон на синхрофазотроне ОИЯИ.

Вторичные заряженные частицы подразделялись на s /однозарядные релятивистские с $p/m \geq 1,0$ /, g /"серые" с $0,23 \leq p/m < 1,0$ / и b /"черные" с $p/m < 0,23$ /-частицы. Здесь p - импульс частицы, m - ее масса. Для событий взаимодействия альфа-частиц с ядрами того же типа, выделялись одно- и двухзарядные / s' и g' соответственно/ фрагменты-спектаторы ядра-снаряда, удовлетворяющие условию $\Theta < 3^\circ$. Здесь Θ - полярный угол вылета вторичной частицы. Ранее в наших работах^{7/} было показано, что g' -частицы полностью определяются вылетом двухзарядных фрагментов-спектаторов, а среди s' -частиц примесь пионов составляет не более 6%.

Отобранные для анализа ансамбли содержат 2576 (pE_m), 977 (αE_m) и 1663 (pE_m^*), 826 (αE_m^*) взаимодействий. С целью увеличения суммарной статистики на легких ядрах из всего ансамбля

неупругих взаимодействий, найденных в обогащенной легкими ядрами эмульсии (E_m^*), отбирались для дальнейшего анализа только события с $N_h = n_g + n_b < 7$.

Выделение взаимодействий с группами ядер C,N,O и Ag,Br проводилось с использованием процедуры, названной нами методом статистической идентификации и изложенной в приложении к данному сообщению. Применение традиционной вычитательной процедуры с ансамблями событий, найденными в эмульсиях обоих типов (E_m и E_m^*)^{7/}, в данной работе оказалось невозможным, т.к. априори неизвестна зависимость pA и αA взаимодействий с вылетом адронов назад от атомного веса ядра-мишени.

В результате применения метода статистической идентификации было получено 1617 событий p (C,N,O) взаимодействий, 2232 - p (Ag,Br), 804 - α (C,N,O) и 715 - α (Ag,Br) взаимодействий.

ВЕРОЯТНОСТЬ ИСПУСКАНИЯ v И g ЧАСТИЦ НАЗАД

В соответствии с приведенной классификацией вторичных частиц к быстрым адронам могут быть отнесены v и g частицы. Отбор событий с вылетом g -частиц назад ($n_g^B > 0$), являющихся в основном протонами с импульсами больше 240 МэВ/с, приводит к тому, что большая часть таких событий связана со столкновениями, кинематически запрещенными для нуклон-нуклонных взаимодействий / $p \geq p_f = 250$ МэВ/с, p_f - импульс фермиевского движения/. События с вылетом v -частиц назад ($n_v^B > 0$) обусловлены взаимодействиями с рождением пионов с импульсами больше 140 МэВ/с и эмиссией протонов при импульсах больше 1 ГэВ/с.

Вероятности событий с вылетом по крайней мере одной v ($P(n_v^B > 0)$) или g - частиц ($P(n_g^B > 0)$) в заднюю полусферу /ЗП/ даны в табл.1.

Таблица 1

Вероятности появления событий с вылетом быстрых адронов назад

%	$pCNO$	αCNO	$hCNO$	$p Ag Br$	$\alpha Ag Br$	$h Ag Br$
$P(n_v^B > 0)$	9,5 \pm 1,2	7,0 \pm 1,3	10,2 \pm 2,0	12,0 \pm 0,9	24,5 \pm 2,3	22,7 \pm 1,8
		(14)			(29)	
$P(n_g^B > 0)$	25,7 \pm 1,9	18,6 \pm 2,2	20,7 \pm 2,8	52,0 \pm 2,4	61,8 \pm 2,4	51,5 \pm 2,6
		(29)			(64)	

Физический институт
ядерных исследований
ЭМБЛОТРИА

Характеристики по множественностям быстрых адронов в ЗП

Тип взаимодействия	$\langle n_g^B \rangle$	D_g	$\langle n_s^B \rangle$	D_s
p-C,N,O	0,30 \pm 0,01	0,30 \pm 0,02	0,09 \pm 0,01	0,10 \pm 0,02
α -C,N,O	0,22 \pm 0,02 (0,40)	0,24 \pm 0,03 (0,60)	0,08 \pm 0,01 (0,15)	0,10 \pm 0,02 (0,15)
p-Ag, Br	0,93 \pm 0,03	1,37 \pm 0,05	0,13 \pm 0,01	0,14 \pm 0,02
α -Ag, Br	1,58 \pm 0,07 (2,1)	3,57 \pm 0,09 (6,0)	0,32 \pm 0,02 (0,39)	0,38 \pm 0,03 (0,49)

Здесь же представлены результаты работы^{/3/} по p_A и π_A взаимодействиям, усредненные по снаряду (hA) и начальным энергиям в диапазоне /20 ÷ 400/ ГэВ на основе независимости этих вероятностей от типа снаряда и его энергии.

Из данных таблицы видно, что для событий, произошедших на легких ядрах (C,N,O), изменение энергии налетающего объекта и его массы не приводит к существенному изменению вероятностей появления этих событий. Слабое уменьшение вероятности $P(n_g^B > 0)$ при переходе от событий, инициируемых протонами, к событиям, вызванным альфа-частицами, может быть объяснено большей периферичностью нуклон-нуклонных субсоударений в $\alpha(C,N,O)$ взаимодействиях по сравнению с $p(C,N,O)$ столкновениями. Для взаимодействий с более тяжелыми ядрами серебра и брома увеличение массы снаряда приводит к росту как $P(n_s^B > 0)$, так и $P(n_g^B > 0)$, что, по-видимому, связано с увеличением числа NN-субсоударений.

Сопоставление вероятностей вылета быстрых адронов назад для $p-Ag, Br$ с данными hAg, Br взаимодействий^{/3/} говорит о том, что $P(n_g^B > 0)$ практически не изменяются при изменении энергии на порядок. Уменьшение $P(n_s^B > 0)$ примерно в два раза по сравнению с аналогичной вероятностью при высоких энергиях связано с убыванием s -частиц за счет поглощения пионов и перезарядки протонов при наших энергиях с увеличением степени разрушения ядра-мишени /ростом N_h /^{/8/}.

МНОЖЕСТВЕННОСТЬ БЫСТРЫХ АДРОНОВ В ЗП

Характеристики по множественностям s и g частиц в ЗП даны в табл.2, а на рис. 1 показано распределение по n_g^B для взаимодействий с ядрами серебра или брома. Характер изменения средней множественности $\langle n \rangle$ и дисперсии $D = \langle n^2 \rangle - \langle n \rangle^2$ аналогичен изменению вероятностей $P(n_g^B > 0)$ и $P(n_s^B > 0)$, т.е. $\langle n_g^B \rangle$, $\langle n_s^B \rangle$ и D_g, D_s для взаимодействий с ядрами серебра и брома растут, а $\langle n_g^B \rangle$ и D_g для столкновений с легкими ядрами, напротив, слабо падают с ростом массы снаряда. Возможные причины такого поведения уже были изложены при обсуждении вероятностей событий с вылетом адронов назад.

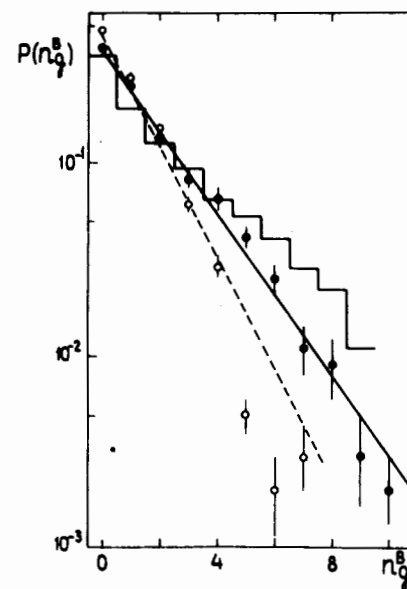
Распределения $P(n_g^B)$ быстро падают с ростом n_g^B . Так же ведут себя и распределения по n_s^B . Единое описание этих результатов, так же как и данных работ^{/9,10/}, в которых исследовались $\pi^{-12}C, (p,d, ^4He, ^{12}C) ^{181}Ta$ -взаимодействия при энергиях, близких к нашим, можно получить с помощью геометрического распределения

$$P(n_{s,g}^B) = P(n_{s,g}^B = 0) [1 - P(n_{s,g}^B = 0)]^{n_{s,g}^B} \quad /1/$$

На рис.1 результат расчета по /1/ представлен прямыми линиями.

Предложенная в работе^{/11/} зависимость

$$P(n_g^R) = [P(n_g^R = 1)]^{n_g^R}, \quad n_g^R \geq 1, \quad /2/$$



для описания вылета протонов назад в $\pi^{-12}C$ -взаимодействиях не согласуется с экспериментальными данными для соударений с тяжелыми ядрами.

Анализируя формулу /1/, приходим к выводу о том, что независимыми являются события, где испущена назад хотя бы одна заряженная

Рис.1. Распределение по числу g частиц назад - n_g^B для $\alpha(Ag, Br)$ /темные кружки/ и $p(Ag, Br)$ /светлые кружки/ взаимодействий. Прямые - расчет по геометрическому распределению /1/, гистограмма - по каскадно-испарительной модели.

частица. Важным свойством /1/ является отсутствие последствий, т.е.

$$P(n^B \geq n_1 + n_2 | n^B \geq n_1) = P(n^B \geq n_2). \quad /3/$$

Это означает, что размножение адронов в ЗП не зависит от уже испущенного назад количества частиц.

На примере взаимодействий альфа-частиц с ядрами проследим изменение множественностей адронов назад в зависимости от заряда Q , уносимого фрагментами-спектаторами ядра-снаряда. В табл.3 приведены значения показателей степеней β , найденные из параметризации $\langle n_{s,g}^B \rangle \sim A_M^{\beta_{s,g}^B}$,

$$\langle n_{s,g}^B \rangle \sim A_M^{\beta_{s,g}^B},$$

где A_M - атомный вес ядра-мишени.

Увеличение числа провзаимодействовавших нуклонов ядра-снаряда $\nu_c \approx A_c - 2Q$ приводит к усилению зависимости множественности адронов в заднюю полусферу от массы ядра-мишени. Так, $\beta_g^B = 1,03 \pm 0,08$ для событий с $Q=0$.

В случае s -частиц зависимость от A_M оказывается слабее зависимости для g -частиц, связанных с фрагментацией ядра-мишени. Это говорит в пользу того, что основной вклад в n_s^B вносят пионы, рожденные на первом этапе столкновения ядер.

Таблица 3

Значения показателей степеней β_s^B и β_g^B			
	0	1	2
β_g^B	$1,03 \pm 0,05$	$0,80 \pm 0,06$	$0,66 \pm 0,10$
β_s^B	$0,61 \pm 0,07$	$0,55 \pm 0,09$	$0,29 \pm 0,17$

МНОЖЕСТВЕННОСТИ ВТОРИЧНЫХ ЧАСТИЦ В СОБЫТИЯХ С ВЫЛЕТОМ БЫСТРЫХ АДРОНОВ НАЗАД

На рис.2 даны распределения по N_h - частицам для событий с вылетом и без вылета быстрых адронов назад при взаимодействии протонов и альфа-частиц с ядрами C, N, O . Из рисунка видно, что отбор событий с вылетом адронов в ЗП приводит к отбору более центральных соударений. Отметим, что тип триггера мало влияет на характер распределений. В случае соударений с ядрами серебра и брома отбор событий с $n_s^B > 0$ и $n_g^B > 0$ приводит также к ис-

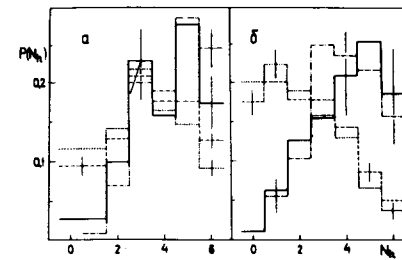


Рис.2. Распределения по числу сильноионизирующих частиц N_h . а/ для $p(C,N,O)$ и б/ $\alpha(C,N,O)$ взаимодействий. Обозначения: сплошная гистограмма - для событий с $n_s^B > 0$, штрих-пунктирная - $n_s^B > 0$, штриховая - $n_s^B = 0$, точечная - $n_g^B = 0$.

ключению ансамбля событий периферических взаимодействий, что, естественно, повышает средние множественности вторичных частиц.

В табл. 4 даны значения этих множественностей. Для $p(C,N,O)$ и $\alpha(C,N,O)$ взаимодействий значения $\langle N_h \rangle$ /частиц от разрушения ядра-мишени/ говорят о том, что события с вылетом быстрых адронов назад сопровождаются полным разрушением легких ядер.

Использование дополнительного критерия $Q=0$ для αA -взаимодействий позволяет выделять еще более центральные соударения сталкивающихся ядер. На рис.3 в качестве примера показано распределение по n_g для $\alpha(Ag, Br)$ взаимодействий с вылетом и без вылета g частиц в ЗП.

Таблица 4

Множественности вторичных частиц

	$n_s^B > 0$				$n_g^B > 0$			
	$\langle n_s \rangle$	$\langle n_g \rangle$	$\langle n_b \rangle$	$\langle N_h \rangle$	$\langle n_s \rangle$	$\langle n_g \rangle$	$\langle n_b \rangle$	$\langle N_h \rangle$
$p(C,N,O)$	2,7 $\pm 0,10$	1,69 $\pm 0,04$	2,31 $\pm 0,03$	4,0 $\pm 0,1$	1,72 $\pm 0,06$	2,33 $\pm 0,05$	2,09 $\pm 0,06$	4,4 $\pm 0,2$
	(5,2)	(2,85)			(4,5)	(3,82)		
$\alpha(C,N,O)$	4,5 $\pm 0,2$	2,08 $\pm 0,04$	1,9 $\pm 0,2$	4,0 $\pm 0,2$	3,0 $\pm 0,2$	2,40 $\pm 0,08$	1,52 $\pm 0,09$	3,9 $\pm 0,1$
$p(Ag, Br)$	2,36 $\pm 0,06$	4,7 $\pm 0,2$	6,3 $\pm 0,2$	10,9 $\pm 0,3$	1,50 $\pm 0,03$	5,16 $\pm 0,09$	6,4 $\pm 0,1$	11,6 $\pm 0,1$
$\alpha(Ag, Br)$	6,6 $\pm 0,2$	9,5 $\pm 0,4$	8,7 $\pm 0,3$	18,2 $\pm 0,5$	5,4 $\pm 0,1$	8,8 $\pm 0,2$	8,3 $\pm 0,2$	17,1 $\pm 0,3$
	(6,8)	(12,5)			(5,8)	(11,0)		

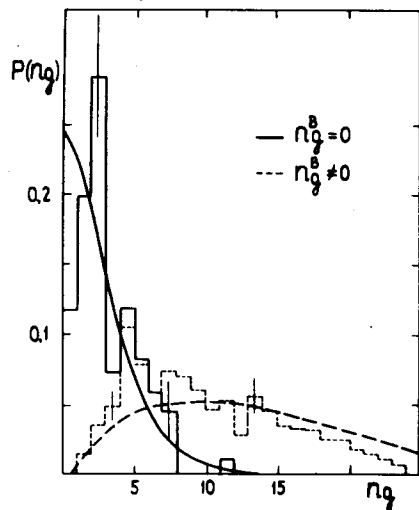


Рис.3. Распределения по числу серых (g) частиц для $\alpha(\text{Ag, Br})$ взаимодействий с $Q = 0$. Гистограммы - эксперимент. Кривые - расчет по КИМ.

УГЛОВЫЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

Исследование угловых характеристик было проведено на примере рассмотрения отношений инклюзивных распределений по псевдобыстроте $\eta = -\ln \tan \Theta/2$ s- частиц для $p(\text{Ag, Br})$ и $\alpha(\text{Ag, Br})$ взаимодействий /рис.4/

$$R(\eta) = \frac{1}{\sigma_{\text{in}}} \frac{d\sigma}{d\eta} (n_g^B > 0) / \frac{1}{\sigma_{\text{in}}} \frac{d\sigma}{d\eta} (n_g^B = 0),$$

отношений

$$R_I(\eta) \frac{1}{\sigma_{\text{in}}} \frac{d\sigma}{d\eta} (A_c - \text{Ag, Br}) / \frac{1}{\sigma_{\text{in}}} \frac{d\sigma}{d\eta} (A_c - \text{C, N, O})$$

$A_c = 1(p), 4(a\text{-частица})$ для событий с $n_g^B = 0$ /рис.5а/, $n_g^B > 0$ /рис.5б/, $n_s^B > 0$ /рис.5в/ и отношений распределений по $\cos \Theta$ для g-частиц в $p(\text{Ag, Br})$ и $\alpha(\text{Ag, Br})$ соударениях /рис.6/

$$r(\cos \Theta) = \frac{1}{\sigma_{\text{in}}} \frac{d\sigma}{d \cos \Theta} (n_s^B > 0) / \frac{1}{\sigma_{\text{in}}} \frac{d\sigma}{d \cos \Theta} (n_s^B = 0).$$

Кроме того, в табл.5 даны значения средних псевдобыстрот и их среднеквадратичных отклонений.

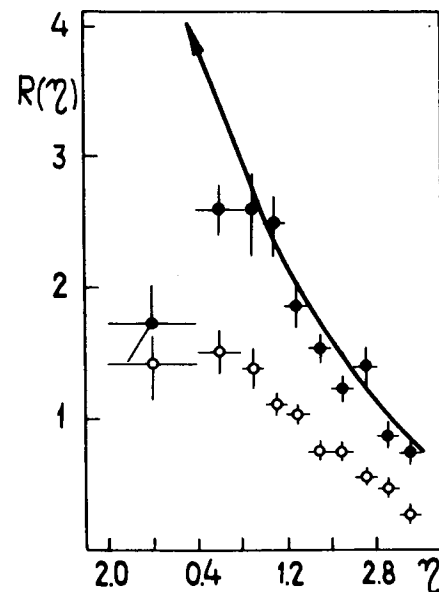


Рис.4. Зависимость отношения $R(\eta)$ от псевдобыстроты η для $\alpha(\text{Ag, Br})$ /темные кружки и $p(\text{Ag, Br})$ /светлые кружки/ взаимодействий. Кривая - расчет по КИМ.

Рис.5. Отношения R_1 как функция псевдобыстроты: а/ для событий с $n_g^B = 0$, б/ $n_g^B > 0$ и в/ $n_s^B > 0$. Обозначения те же, что на рис.4.

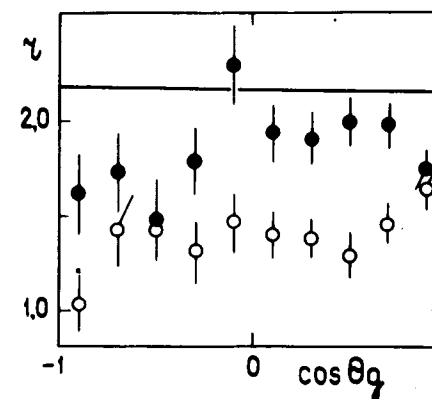
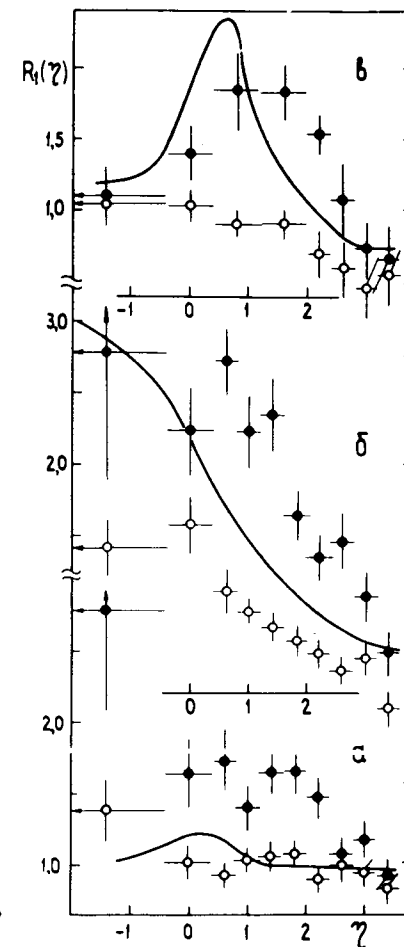


Рис.6. Отношения r в зависимости от $\cos \Theta_g$. Обозначения те же, что на рис.4.

Таблица 5

Угловые характеристики вторичных частиц

	$n_g^B = 0$		$n_g^B > 0$		$n_s^B = 0$	$n_s^B > 0$
	$\langle \eta \rangle$	σ_η	$\langle \eta \rangle$	σ_η	$\langle \cos \Theta_g \rangle$	$\langle \cos \Theta_g \rangle$
p(C,N,O)	1,77 \pm 0,03	1,17 \pm 0,02	1,53 \pm 0,4	1,07 \pm 0,04	0,34 \pm 0,01	0,39 \pm 0,03
α (C,N,O)	1,90 \pm 0,03 (1,79)	1,02 \pm 0,02 (0,97)	1,71 \pm 0,05 (1,63)	1,01 \pm 0,03 (0,97)	0,45 \pm 0,02 (0,37)	0,42 \pm 0,04 (0,41)
p(Ag, Br)	1,69 \pm 0,02	1,14 \pm 0,02	1,21 \pm 0,02	1,05 \pm 0,02	0,31 \pm 0,01	0,34 \pm 0,01
α (Ag, Br)	1,72 \pm 0,03 (1,72)	1,04 \pm 0,03 (0,98)	1,39 \pm 0,02 (1,33)	0,98 \pm 0,02 (1,03)	0,34 \pm 0,01 (0,31)	0,35 \pm 0,01 (0,31)

На основе анализа результатов, показанных на рисунках и в таблице, приходим к следующим выводам.

1. Отбор событий с вылетом быстрых адронов в заднюю полусферу приводит к смягчению спектров по псевдобыстротам и их некоторому сужению.

2. Для событий, вызываемых альфа-частицами, наблюдаются широкие максимумы в $R(\eta)$ и $R_1(\eta)$ в последнем случае для событий с $n_s^B > 0$ в интервале псевдобыстрот $0 \leq \eta \leq 1,5$. Такое поведение, возможно, обусловлено ростом числа внутриядерных столкновений, в случае $R_1(\eta)$ связано с увеличением массы ядра-мишени, в случае $R(\eta)$ - отбором событий с $n_s^B > 0$.

Отсутствие таких максимумов в распределениях для pA взаимодействий указывает на то, что уменьшение числа s-частиц за счет поглощения пионов и перезарядки протонов с ростом внутриядерных столкновений /о чем уже говорилось раньше/ происходит в указанной области псевдобыстрот.

3. Выход s-частиц в ЗП при фиксированном ядре-мишени не зависит от типа снаряда.

4. Отношения R для событий с $n_g^B > 0$ быстро падают с ростом псевдобыстроты (η) и становятся меньше единицы при $\eta \geq 3$ для αA и $\eta \geq 1$ для pA взаимодействий. В случае отбора событий с $n_g^B = 0$ это поведение оказывается существенно более слабым, особенно для pA взаимодействий.

5. Отбор событий с $n_s^B > 0$ не смягчает распределений по $\cos \Theta$ для g-частиц по сравнению с событиями без вылета s-частиц в ЗП. Практически исчезает зависимость этих распределений от атомного веса ядра-снаряда (A_c).

СРАВНЕНИЕ С КАСКАДНО-ИСПАРИТЕЛЬНОЙ МОДЕЛЬЮ

На примере αA взаимодействий практически во всех таблицах и на рисунках было проведено сравнение экспериментальных результатов с расчетами по каскадно-испарительной модели /КИМ/^{16/}. В результате этого сравнения сделаны следующие выводы.

1. Модель в случае соударений с легкими ядрами (C,N,O) /см. табл.1/ существенно завышает вероятности испускания адронов назад /- на 100%/. Для взаимодействий с более тяжелыми ядрами брома и серебра, где проявление механизма перерасеяния вторичных частиц должно быть более сильным, расхождение КИМ с данными заметно меньше. Это связано с заметной переоценкой моделью числа быстрых адронов назад /см. табл.2 и рис.1/, особенно для событий, происходящих на легких ядрах эмульсии.

2. Отмечается завышение моделью и степени размножения всех вторичных частиц /рис.3 и табл.4/. Притом в наибольшей степени - для легких ядер-мишени. В случае взаимодействий с ядрами серебра и брома различие между расчетными и экспериментальными значениями множественности s-частиц небольшое. В то же время модель существенно переоценивает число g-частиц.

3. КИМ хорошо передает ход экспериментальной зависимости $R(\eta)$ для s -частиц, вылетающих в переднюю полусферу, согласуясь не только качественно, но и количественно /рис.4/. В случае вылета g -частиц вперед модель несколько переоценивает их выход - τ /рис.6/. Для частиц в ЗП, особенно s -частиц, модель сильно завышает их число. Этот вывод уже обсуждался в пункте 1.

4. Ход изменения распределений по псевдобыстродам с изменением массы ядра-мишени для событий с $p_g^B > 0$ и $p_s^B > 0$ качественно воспроизводится моделью /рис.5 б,в/. Отмечается переоценка числа s -частиц, вылетающих в переднюю полусферу, для взаимодействий с легкими ядрами (C,N,O). Это, по-видимому, связано с тем, что в модели недооценивается компактность альфа-частиц, что в свою очередь приводит к увеличению нуклон-нуклонных субсоударений. В столкновениях с ядрами серебра и брома такое увеличение оказывается несущественным на фоне большого числа парных соударений. В большей степени недооценка этого эффекта сказывается на зависимости $R_1(\eta)$ для событий без вылета g -частиц назад /рис.5а/. Согласие КИМ с экспериментальными данными наблюдается только для $\eta > 2$, т.е. в области фрагментации ядра-снаряда.

ВЫВОДЫ

1. Предложен метод выделения взаимодействий с разными группами ядер фотоэмульсии для процессов, зависимость которых от атомного веса ядра-мишени априори неизвестна. На его основе исследованы характеристики вторичных частиц во взаимодействиях протонов и альфа-частиц с ядрами C,N,O и Ag,Br при импульсе 4,5 ГэВ/с на нуклон с вылетом быстрых адронов в заднюю полусферу.

2. Показано, что геометрическое распределение /1/ наилучшим образом удовлетворяет экспериментальным распределениям по множественности быстрых адронов назад. В этой вероятностной схеме независимыми являются события с испусканием хотя бы одной заряженной частицы назад.

3. Отбор взаимодействий с $p_g^B > 0$ и $p_s^B > 0$ позволяет выделять события полного разрушения легких ядер (C,N,O). Совместное использование этого критерия и условия $Q = 0$ приводит к отбору событий с большим разрушением ядер серебра и брома.

4. Различие распределений $R_1(\eta)$ и $R(\eta)$ для pA и αA взаимодействий указывает на то, что наиболее вероятной областью выживания s -частиц за счет поглощения пионов и перезарядки протонов в pA соударениях является область псевдобыстрот $0 \leq \eta \leq 1,5$.

5. Сравнение экспериментальных данных с КИМ указывает на завышение этой моделью степени размножения частиц, особенно в задней полусфере. Переоценка выхода s -частиц вперед в $\alpha(C,N,O)$ взаимодействиях, по-видимому, связана с недооценкой моделью компактности альфа-частицы.

В заключение авторы считают необходимым выразить благодарность членам сотрудничества по исследованию ядро-ядерных взаимодействий с помощью фотоэмульсии за предоставленную возможность использовать экспериментальный материал сотрудничества. Мы благодарны К.Г.Гуламову за ценные советы и обсуждение некоторых вопросов, К.Д.Толстому - за постоянный интерес к работе, Ж.Ж.Мусульманбекову - за консультации при проведении расчетов по КИМ.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Метод статистической идентификации

1. Из числа событий в стандартной (E_m) и загруженной (E_m^*) эмульсиях вычитаются события на свободном водороде.
2. При помощи вычитательной процедуры^{/7/} получаются двумерные $n_g - n_b$ распределения для событий, произошедших на ядрах C,O и Ag,Br.
3. Каждому событию /следу, при изучении тех или иных характеристик/, найденному в данного сорта эмульсии /стандартной или загруженной/, приписывается вес, характеризующий его принадлежность к взаимодействиям с ядрами C,N,O $W_{C,N,O}(n_g, n_b)$ и ядрами Ag,Br.

$$W_{Ag, Br}(n_g, n_b) = 1 - W_{C,N,O}(n_g, n_b) \quad /5/$$

$$W_{C,N,O}(n_g, n_b) = \frac{N_{C,O}(n_g, n_b)}{N_{C,O}(n_g, n_b) + N_{Ag, Br}(n_g, n_b)}$$

Здесь $N_{C,O}(n_g, n_b)$ - число событий на ядрах C,O с числом $g(n_g)$ и $b(n_b)$ -частиц. $N_{Ag, Br}(n_g, n_b)$ - аналогичное число событий для взаимодействий с ядрами Ag,Br.

4. Суммирование всех событий /следов/ по обоим типам эмульсий проводится с учетом вероятности взаимодействия налетающего снаряда с данной группой ядер в каждой эмульсии.

Применение этого метода оказывается оправданным, т.к. различие в поведении n_g, n_b распределений для взаимодействий с группами ядер C,O и Ag,Br с $n_b < 7$ оказывается настолько большим, что систематические погрешности оказываются существенно меньшими статистических погрешностей вычитательной процедуры, использованной для определения статвесов. Систематические погрешности могут возникать из-за предложения о близости характеристик событий на указанных группах ядер при фиксированных n_g и n_b . В пользу корректности данного метода говорит и хорошая воспроизводимость одночастичных угловых распределений всех типов частиц.

ЛИТЕРАТУРА

1. Балдин А.М. и др. ОИЯИ, P1-5819, Дубна, 1971.
2. Baldin A.M. Progr. in Part and Nucl. Phys., 1980, 4, p. 95; Ставинский В.С. ЭЧАЯ, 1979, т.10, 5, с. 949.
3. Азимов С.А. и др. ЯФ, 1982, 36, с. 906.
4. Любимов В.Б., Соловьев М.И., Сулейманов М.К. ОИЯИ, P1-82-363, Дубна, 1982.
5. Abdelsalam A., Šumbera M., Vokál S. JINR, E1-82-509, Dubna, 1982.
6. Барашенков В.С., Жереги Ф.Г., Мусульманбеков Ж.Ж. ОИЯИ, P2-83-117, Дубна, 1983.
7. Бокова Л.Н. и др. ОИЯИ, P1-9364, Дубна, 1975; Shabratova G.S. et al. Acta Phys.Slov., 1978.
8. Bubnov V.I. et al. Z.Phys., 1981, A302, p. 133.
9. Ангелов Н. и др. ЯФ, 1979, 30, с. 400.
10. Ангелов Н. и др. ЯФ, 1980, 32, с. 1582.
11. Ангелов Н. и др. ЯФ, 1981, 33, с. 190.

Рукопись поступила в издательский отдел
16 сентября 1983 года.

Вокал С. и др. 1-83-652
Неупругие взаимодействия протонов и альфа-частиц с ядрами при импульсе 4,5 ГэВ/с на нуклон с испусканием быстрых адронов назад

Проведено исследование общих характеристик взаимодействий протонов и альфа-частиц с ядрами при импульсе 4,5 ГэВ/с на нуклон с вылетом быстрых адронов в заднюю полусферу лабораторной системы координат. Найдено единое описание распределений по числу этих адронов для взаимодействий с легкими и тяжелыми ядрами фотозмульсии. Показано, что отбор событий с вылетом быстрых адронов назад приводит к выделению событий полного разрушения легких ядер и событий с большим разрушением тяжелых. Проведено сравнение с каскадно-испарительной моделью для αA -взаимодействий, указывающее на то, что модель завышает степень размножения вторичных частиц, особенно для легких ядер мишени.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1983

Vokál S. et al. 1-83-652
Inelastic Interactions of Protons and Alpha-Particles with Nuclei at 4.5 GeV/c per Nucleon with Fast Hadron Backward Emission

A study of general characteristics of events accompanied by the emission of fast hadrons into the backward hemisphere in the laboratory system has been carried out for interactions of protons and alpha-particles with nuclei at a momentum of 4.5 GeV/c per nucleon. A unified description of multiplicity distributions of these hadrons for interactions with light and heavy emulsion nuclei has been found. It is shown that the selection of events with fast hadrons flying backward leads to complete destruction of light nuclei and a strong disintegration of heavy nuclei. A comparison with the cascade evaporation model, carried out for αA interactions, shows that the model overestimates the multiplication of secondary particles, particularly for light target nuclei.

The investigation has been performed at the Laboratory of High Energies, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1983

Перевод О.С.Виноградовой