

О НЕКОТОРЫХ ОСОБЕННОСТЯХ ЦЕНТРАЛЬНЫХ СТОЛКНОВЕНИЙ
ЯДЕР НЕОНА-22 С ЯДРАМИ В ФОТОЭМУЛЬСИИ
ПРИ ИМПУЛЬСЕ 4,1 А·ГэВ/с

С.А.Краснов, К.Д.Толстов, Г.С.Шабратова
Объединенный институт ядерных исследований, Дубна

Н.П.Андреева, Э.В.Анзон, В.И.Бубнов, А.Ш.Гайтинов,
Г.Ж.Елигбаева, Л.Е.Еременко, Г.С.Калячкина, Э.К.Каныгина,
И.Я.Часников, Ц.И.Шахова
Институт физики высоких энергий АН КазССР, Алма-Ата

М.Гицок, В.Топор, М.Хайдук
Центральный институт физики, Бухарест

Ф.Г.Лепехин, Б.Б.Симонов
Ленинградский институт ядерной физики, Гатчина

Р.А.Хошмухамедов
Таджикский государственный медицинский институт, Душанбе

В.А.Лескин
Физико-технический институт АН ТаджССР, Душанбе

Дж.А.Саломов
Таджикский государственный университет, Душанбе

Ф.А.Аветян, В.М.Крищян, Н.А.Марутян, Л.Г.Саркисова,
В.Ф.Саркисян
Ереванский физический институт

С.Вокал, М.Карабова, Э.Силеш, М.Тотова
Университет Кошице, ЧССР

В.Вольтер, Б.Восек, Э.Гладыш, Р.Холынски
Институт ядерной физики, Краков

В.А.Антончик, В.А.Бакаев, А.В.Белоусов, С.Д.Богданов,
В.И.Остроумов
Ленинградский политехнический институт

М.И.Адамович, В.Г.Ларионова, Н.В.Масленникова,
Г.И.Орлова, М.И.Третьякова, С.П.Харламов, М.М.Чернявский
Физический институт им.П.Н.Лебедева АН СССР, Москва

А.Х.Бабаев, Е.С.Басова, А.И.Бондаренко, У.Г.Гулямов,
Т.П.Трофимова, Р.У.Холматова, Г.М.Чернов
Институт ядерной физики АН УзССР, Ташкент

А. Абдужамилов, Ш. Абдужамилов, С. А. Азимов, С. Гаджиева,
К. Г. Гуламов, А. Жуманов, Н. С. Лукичева, Д. Мирходжаева,
В. Ш. Навотный, В. И. Петров, Е. А. Раввина, Н. Ш. Саидханов,
Л. Н. Свечникова, Л. П. Чернова
Физико-технический институт АН УзССР, Ташкент

Л. Сэрдамба, Р. Тогоо, Д. Тувдендорж
Институт физики и техники АН МНР, Улан-Батор

Из 4309 зарегистрированных неупругих взаимодействий отобрано 259 центральных столкновений ядер неона-22 с ядрами в фотоэмульсии. Исследованы некоторые особенности этих взаимодействий. Отмечается уменьшение корреляций между множественностями разного типа вторичных частиц по сравнению с аналогичными корреляциями для всех неупругих взаимодействий. В то же время обнаружено отличие от нуля коэффициентов корреляций по псевдобыстротам для частиц с $\beta > 0,7$. В угловом распределении медленных частиц - продуктов разрушения ядра-мишени наблюдается широкий максимум. Из 243 центральных столкновений ядер неона с ядрами серебра и брома выделены 18 случаев, в которых при большом числе быстрых заряженных частиц ~ 40 не наблюдается вылет таких частиц до углов $6-12^\circ$ относительно направления первичного ядра. Вероятность случайного появления этих событий не превышает 10^{-8} .

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

On Some Peculiarities of 4.1 A GeV/c Momentum
Neon-22 Nucleus Collisions
with Nuclei in Photoemulsion

S. A. Krasnov et al.

Some peculiarities of 259 central collision events selected among 4309 inelastic interactions of neon-22 nuclei with nuclei in photoemulsion have been investigated. The correlations between the multiplicities of different types of the secondaries become less in comparison with the analogous ones for all inelastic interactions. At the same time the coefficients of pseudorapidity correlations for particles with $\beta > 0.7$ differ from zero. A wide maximum in the angular distribution for slow particles-products target nucleus disintegration is observed. 18 events have been selected from 243 events of the central collisions with the silver and bromine nuclei. In these interactions at a large number of fast charged particles (of about 40) the emission of such particles with

angles up to $6-12^\circ$ relative to the primary nucleus direction is not observed. The probability of random appearance of these events does not exceed 10^{-3} .

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

В исследованиях ядро-ядерных взаимодействий большое внимание уделяется центральным столкновениям, одной из характеристик которых является отсутствие фрагментов спектров ядра-снаряда. Наиболее часто в качестве критерия отбора таких событий используют критерий $\sum Z_{fr}^i = Q = 0$, где Z_{fr}^i - заряд фрагмента спектатора.

При изучении неупругих взаимодействий ядер неона-22 с ядрами в фотоэмульсии при импульсе $4,1 \text{ А} \cdot \text{ГэВ}/\text{с}$ для выделения класса центральных столкновений мы также использовали этот критерий^{/1/}. Даже при таком неполном отборе, когда учитывается отсутствие только заряженных фрагментов ядра-снаряда, в событиях отмечается большое число генерированных частиц и провзаимодействовавших нуклонов обоих ядер с $\beta > 0,7$ - s-частиц. Кроме того, в этих же событиях наблюдаются большие множественности фрагментов ядер-мишеней - g-частиц ($0,23 \leq \beta \leq 0,7$), свидетельствующие о том, что мы имеем дело с событиями полного разрушения ядер-мишеней, см. табл.1 /критерии разделения вторичных заряженных частиц на b-, g- и s-частицы подробно рассмотрены в^{/1/}. Корреляции между множественностями разного типа частиц, R_{bg} , R_{bs} , R_{gs} , для отобранного класса взаимодействий оказываются более слабыми по сравнению с аналогичными корреляциями для всех неупругих взаимодействий. В качестве примера в табл.1 приведены значения R_{bg} и R_{bs} .

Иная ситуация наблюдается при исследовании угловых характеристик. Уже в работе^{/1/} отмечались некоторые особенности центральных столкновений. В частности, в угловом распределении наиболее медленных заряженных частиц - b-частиц $|\beta| < 0,23$, являющихся продуктами расщепления ядра-мишени, обнаружен широкий максимум. Для исследования особенностей углового распределения быстрых однозарядных v-частиц были рассмотрены корреляции этих частиц по псевдобыстротам $\eta = -\ln \text{tg } \theta/2$:

$$\tilde{C}_2^N = \langle N(N-1)C_2^N(\eta_1, \eta_2) \rangle = \sum_N \sigma_N(N(N-1)) C_2^N(\eta_1, \eta_2) / \sigma,$$

где

$$C_2^N = \frac{1}{N(N-1)\sigma_N} \frac{d^2 \sigma_N}{d\eta_1 d\eta_2} - \frac{1}{(N\sigma_N)^2} \frac{d\sigma_N}{d\eta_1} \frac{d\sigma_N}{d\eta_2},$$

а N - число s -частиц в событии.

Среднее значение величины C_2^N при отсутствии корреляций должно быть равно нулю во всех интервалах $\Delta\eta^{1/2}$. В табл. 2 приведены диагональные элементы матрицы \bar{C}_2^N при $\Delta\eta = 1$ для центральных взаимодействий. Здесь же для сравнения показаны результаты розыгрыша центральных столкновений по методу Монте-Карло. При розыгрыше делалось предположение, что углы вылета s -частиц взаимонезависимы и являются выборкой из экспериментального распределения для центральных событий. В каждой серии разыгрываемых событий воспроизводилось распределение по множественности этих частиц. Всего было промоделировано 40 серий. Очевидно, что гипотеза равенства нулю всех элементов \bar{C}_2^N для центральных взаимодействий отвергается, в то время как для событий, разыгранных по методу Монте-Карло, она принимается.

Что же может быть источником наблюдавшихся по псевдобыстроте корреляций? Возможно, он связан с наличием узких групп частиц, вылетающих под относительно малыми углами друг к другу. В эксперименте найдено 49 узких троек и 23 узкие четверки. В результате розыгрыша числа событий, в 10 раз превышающего экспериментальное число, не было обнаружено ни одной тройки. Число четверок оказалось в ~8 раз меньше наблюдавшегося числа.

Еще одним источником неоднородности ансамбля центральных взаимодействий может быть присутствие в нем "особых" событий. При анализе центральных столкновений было обнаружено, что иногда встречаются события, в которых отсутствуют s -частицы вплоть до углов $6-12^\circ$ относительно направления первичного ядра. Одно из таких событий показано на рис. 1.

С целью выяснения источника "особых" событий была применена следующая процедура. Из экспериментального набора - 243 событий центральных соударений ядер неона с ядрами серебра и брома были отобраны случаи, в которых минимальный угол вылета s -частицы превышал 7° , - 19 событий. Для каждого из них рассчитывалась вероятность их случайного появления по формуле

$$W_i = [1 - \omega(\theta_i^{\min})]^{N_i}, \quad //1/$$

где $\omega(\theta_i^{\min})$ - вероятность отсутствия частиц вплоть до угла θ_i^{\min} , N_i - число s -частиц в событии.

Таблица 1

Характеристики по множественности

Класс событий	$N_{\text{соб.}}$	$\langle n_b \rangle$	$\langle n_g \rangle$	$\langle n_s \rangle$	R_{bg}	R_{bs}
Все взаимодействия	4303	$4,22+0,03$	$6,32+0,04$	$10,53+0,05$	$0,66+0,01$	$0,57+0,01$
Центральные	259	$8,6+0,2$	$21,1+0,6$	$32,5+0,6$	$0,05+0,06$	$-0,15+0,07$

Таблица 2

Диагональные элементы матрицы \bar{C}_2^N при $\Delta\eta = 1$

Центр интервала псевдобыстрот	-2,5	-1,5	-0,5	0,5	1,5	2,5	3,5
Розыгрыш	$0+1$	$1+4$	$0+13$	$19+30$	$79+70$	$8+8$	$11+30$
Центральные	6	4	48	-342	609	46	-8
"Особые"	11	8	37	767	182	-241	6

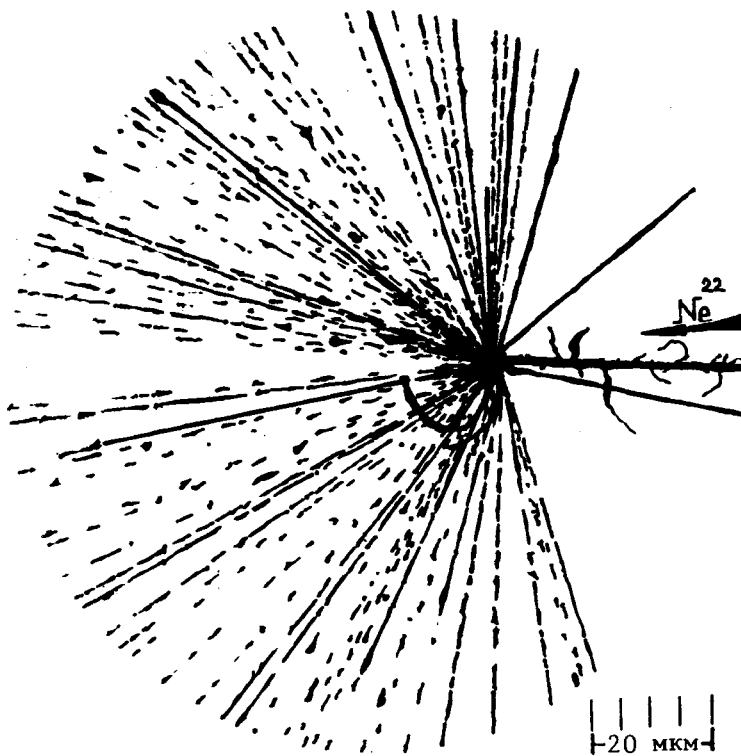


Рис.1. Одно из "особых" событий.

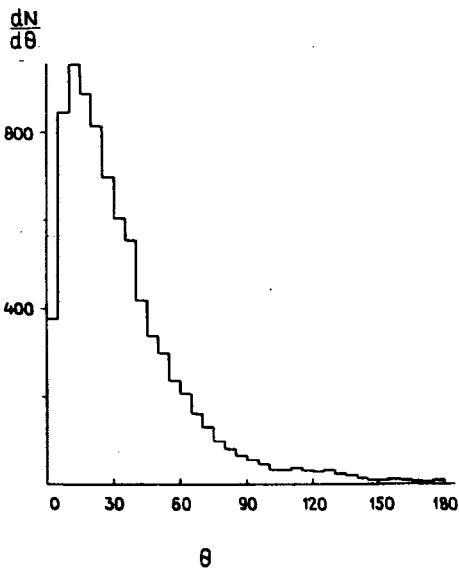


Рис.2. Угловое распределение s -частиц для всех центральных столкновений.

Вычисление вероятности по /1/ в виде произведения вероятностей вылета каждой из N_i частиц под углами, большими, чем θ_i^{\min} , для событий центральных столкновений оправдано, так как каждую из них, в силу большой множественности N_i , можно считать кинематически не связанной с остальными $N_i - 1$ частицами. Вероятность $\omega(\theta_1^{\min})$ вычислялась на основе экспериментально-

го распределения s -частиц по углу вылета для всех 243 центральных событий /рис.2/. Знание W_i позволяет оценить ожидаемое число событий, обусловленных случайностью выборки: $N_{\text{ожид.}} = \langle W_i \rangle \cdot 243 = 11 \pm 3$, $\langle W_i \rangle$ - вероятность, усредненная по всем 19 событиям.

Анализ отобранных 19 событий показал, что для 18 из них характерны большие множественности как для частиц от разрушения ядра-мишени, так и для частиц, испытавших взаимодействие или возникших в его процессе. В одном случае при $n_b = 18$ и $n_g = 28$ число s -частиц оказалось равным 7. Вероятность этого события - 18,8%. Появление такого события может быть связано с тем, что большую долю энергии унесли быстрые нейтральные частицы. С точки зрения поиска необычных явлений такое событие не представляет интереса, поэтому для отбора "особых" событий был применен другой критерий - отбор по вероятности, при котором остаются вне поля зрения события с большой вероятностью.

В табл.3 приведено число наблюдавшихся $N_{\text{набл.}}$ и ожидаемых $N_{\text{ожид.}}$ событий по трем группам заданных вероятностей. Здесь же даны средние множественности вторичных частиц, наименьший угол из θ_i^{min} и оценка вероятности P наблюдения $N_{\text{набл.}}$ как случайного отклонения от $N_{\text{ожид.}}$. В последнем случае предполагалось, что $N_{\text{набл.}}$ и $N_{\text{ожид.}}$ являются элементами одной выборки и распределены по закону Пуассона со средним, равным $N_{\text{ожид.}}$. Из табл.3 видно, что для всех трех групп вероятностей число наблюдавшихся событий больше числа событий, ожидаемых исходя из случайного характера их появлений. Вероятности P не превышают 10^{-8} .

Таблица 3

Характеристики "особых" событий

W_i	θ_{min}	$N_{\text{набл.}}$	$N_{\text{ожид.}}$	P	$\langle n_b \rangle$	$\langle n_g \rangle$	$\langle n_s \rangle$
<10%	5,47°	28	11,1+ 1,6-	$5 \cdot 10^{-6}$	7,8+ 0,6-	23,4+ 1,2-	38,9+ 1,8-
<5	5,84°	18	6,2+ 1,0-	$4 \cdot 10^{-5}$	8,1+ 0,8-	23,6+ 1,2-	40,2+ 2,2-
<3%	6,58°	10	3,4+ 0,7-	$2 \cdot 10^{-8}$	8,1+ 0,7-	23,1+ 1,1-	38,0+ 3,2-

Рассмотрим некоторые характеристики "особых" событий. Множественности s -частиц ~ 40 , они выше множественностей для центральных столкновений. Число частиц от разрушения

ядра-мишени / β - и γ -частицы/ практически остается без изменения. Наблюдаются корреляции по псевдобыстроте /см. табл.2/. Более подробное исследование свойств "особых" событий требует существенного увеличения статистики.

Таким образом, совокупность рассмотренных фактов указывает на существование "особых" событий в центральных взаимодействиях ядер неона-22 с ядрами серебра и брома, в которых при большой множественности быстрых заряженных частиц / ~ 40 / не наблюдается вылет таких частиц до углов $6-12^\circ$ относительно направления движения первичного ядра.

В заключение авторы выражают благодарность Б.А.Кулакову и И.С.Сайтову за ряд замечаний, сделанных в процессе обсуждения этой работы.

Литература

1. Андреева Н.П. и др. ОИЯИ, P1-86-8, Дубна, 1986.
2. Kaftka T. et al. Phys.Rev., 1977, 16, p.1261.

Рукопись поступила 14 апреля 1986 года.