

НЕУПРУГИЕ СТОЛКНОВЕНИЯ ЯДЕР НЕОНА-22
С ЯДРАМИ В ФОТОЭМУЛЬСИИ ПРИ ИМПУЛЬСЕ 90 ГэВ/с

А.Вокалова, 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,
Л.Е.Еременко, Г.С.Калячкина, Э.К.Каныгина, А.М.Сейтимбетов,
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

В.Г.Богданов, В.А.Плющев, В.И.Соловьева
Радиевый институт им.В.Г.Хлопина, Ленинград

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

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

С.А.Азимов, А.Абдужамилов, Ш.Абдужамилов, С.Гаджиева,
М.Джураев, 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
Н.И.Костанашвили
Тбилисский государственный университет

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

В работе представлены экспериментальные данные, полученные на основе анализа 4303 неупругих взаимодействий релятивистских ядер неона-22 с ядрами в фотоэмульсии. Показано поведение характеристик по множественности, угловых характеристик вторичных частиц в зависимости от степени разрушения сталкивающихся ядер. Показано, что одно и то же число провзаимодействовавших нуклонов налетающих ядер неона и углерода отвечает различным параметрам их столкновения с ядрами мишени.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Inelastic Collisions of Neon-22 Nuclei
with Nuclei in Photoemulsion at 90 GeV/c

A.Vokalova et al.

The experimental data obtained according to the analysis of 4303 inelastic interactions of the relativistic neon-22 nuclei with the nuclei in photoemulsion are presented. The multiplicities and angular distributions are shown as the functions of the disintegration degree of the colliding nuclei. It is shown that the same number of interacting nucleons of the projectile neon and carbon nuclei are connected with the different impact parameters of the target nucleus.

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

Стопки слоев ядерных фотоэмульсий ГОСНИИХИМФОТОПРОЕКТА типа 5P-2 размером $10 \times 20 \times 0,06$ см³ были облучены ядрами неона-22 с импульсом 90 ГэВ/с на синхрофазотроне ОИЯИ с плотностью $\sim 10^4$ част./см². Поиск неупругих взаимодействий проводился методом просмотра по следу. На длине 947,4 м было обнаружено 9318 неупругих взаимодействий, что

соответствовало средней длине пробега до взаимодействия $/10,2 \pm 0,1/$ см. Для дальнейшего анализа было отобрано 4303 события. В результате измерений все вторичные заряженные частицы в звезде разбивались на следующие типы.

I. Фрагменты ядра-мишени и рожденные частицы:

1. Медленные фрагменты - b -частицы с кинетической энергией для протона $T_p \leq 26$ МэВ;
2. Быстрые фрагменты - g -частицы $/26 < T_p \leq 400$ МэВ/;
3. Однозарядные фрагменты и рожденные частицы с $\beta > 0,7$ - s -частицы;

II. Фрагменты ядра-снаряда с $\beta \sim 0,98$:

1. Многозарядные фрагменты с $Z \geq 3$ - b' -частицы;
2. Двухзарядные фрагменты - g' -частицы;
3. Однозарядные фрагменты - s' -частицы.

Точность измерения заряда фрагмента была не менее 0,5 единицы заряда. Для всех перечисленных частиц определялись полярный и азимутальный углы испускания. В каждом взаимодействии рассчитывался суммарный заряд, уносимый фрагментами ядра-снаряда Q . По величине Q можно определить число провзаимодействовавших нуклонов налетающего ядра $N_{вз} = (10-Q) A_c / N_{pc}$, где A_c - атомный вес ядра-снаряда, N_{pc} - число протонов этого ядра.

В ряде случаев для анализа из полного ансамбля событий выделялись подклассы с $N_h = n_g + n_b \leq 6$; $7 \leq N_h \leq 27$; $N_h \geq 28$.

Результаты

На рис.1 представлено распределение по Q фрагментов налетающего ядра. Очевидна связь между степенями разрушения сталкивающихся ядер. Так, в группе, характеризующей столкновения неона с ядрами H , C , N , O и периферические взаимодействия с ядрами Ag , Bg ($N_h \leq 6$), отмечается повышенная вероятность испускания фрагментов с большим Q $/\langle N_{вз} \rangle = 4,48 \pm 0,03/$, напротив, в событиях полного разрушения ядер-мишеней с $N_h \geq 28$ выходы фрагментов с большим Q сильно подавлены $/\langle N_{вз} \rangle = 18,4 \pm 1,0/$.

На рис.2 показаны средние множественности b -, g - и s -частиц в зависимости от Q как для всей эмульсии в целом, так и для событий с $N_h \geq 7$. На рис.3 приведены отношения корня квадратного из дисперсии D_i к средней множественности $D_i / \langle n_i \rangle$, а на рис.4 распределения по числу s -частиц в зависимости от Q . Увеличение степени разрушения налетающего ядра изменяет не только средние множественности частиц, но и их формы распределения. Распределения

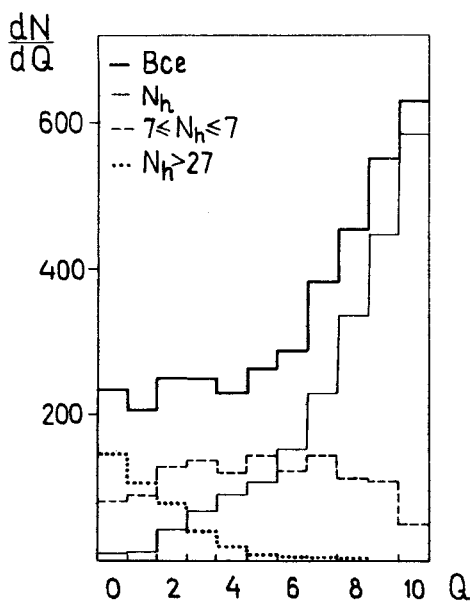


Рис. 1. Распределение по Q .

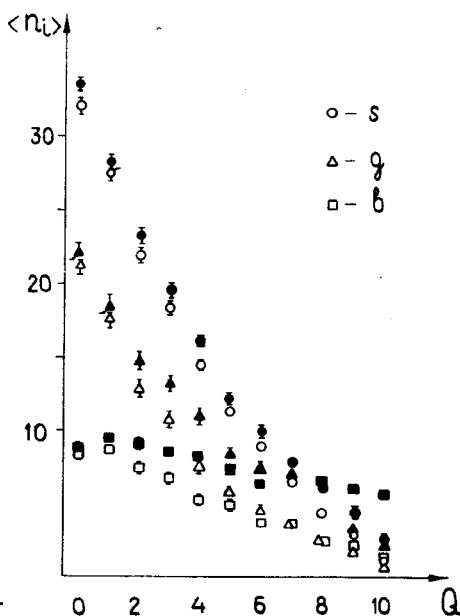


Рис. 2. Средние множественности s -, g -, b -частиц в зависимости от Q . Пустые точки - для всех событий, зачерненные - для событий с $N_h \geq 7$.

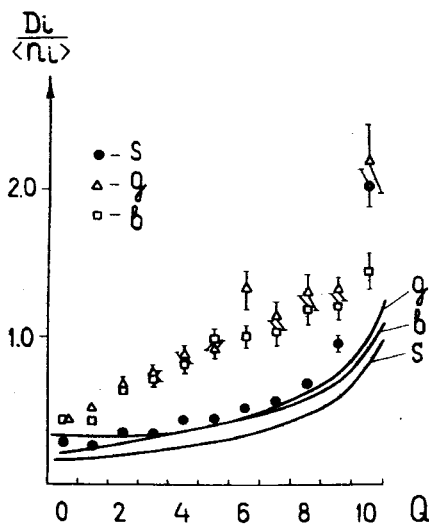


Рис. 3. $D_i / \langle n_i \rangle$ как функция Q . Кривые характеризуют распределение Пуассона.

оказываются существенно более широкими, чем это ожидается по закону Пуассона.

На рис. 5 представлены средние косинусы углов вылета b - и g -частиц и средняя квазибыстрота η_s -частиц в зависимости от Q .

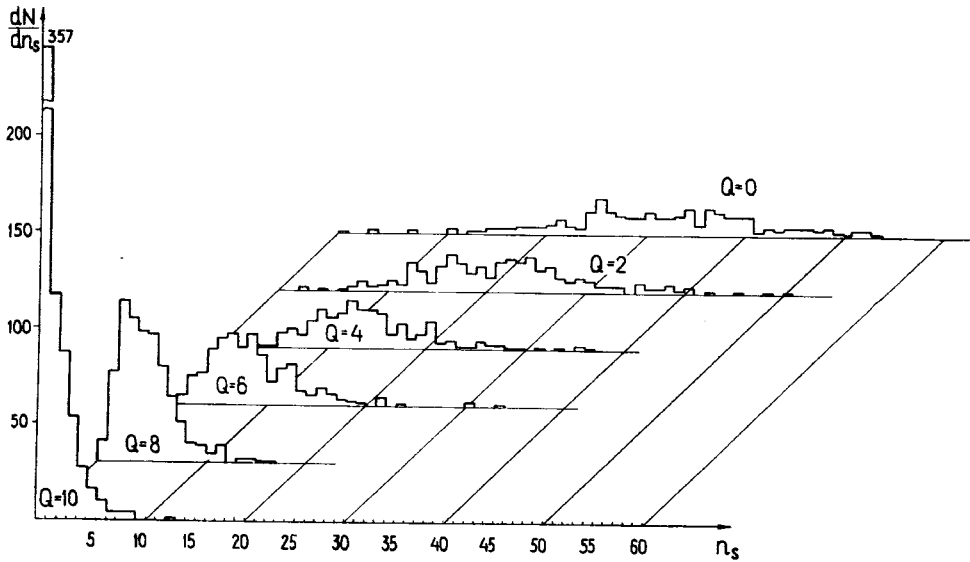


Рис. 4. Распределения по числу s -частиц.

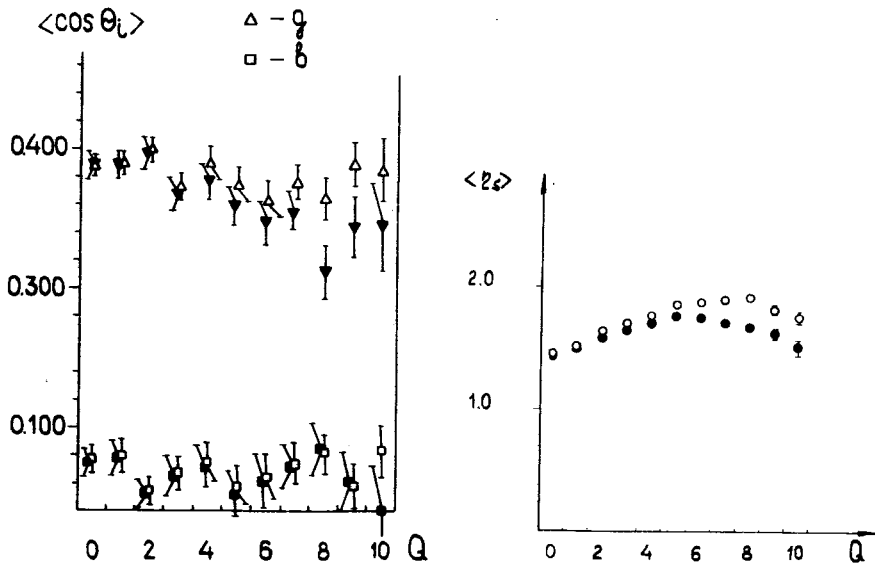


Рис. 5. Средние косинусы b - и g -частиц $\langle a \rangle$, средние псевдобыстроты s -частиц $\langle b \rangle$ ($\eta_s = -\ln \operatorname{tg} \Theta_s / 2$) в зависимости от Q . Обозначения те же, что и на рис. 2.

На рис. 6 показаны отношения выходов b -, g - и s -частиц в данном угловом интервале при малых и больших Q . Обращает на себя внимание зависимость угловых характеристик

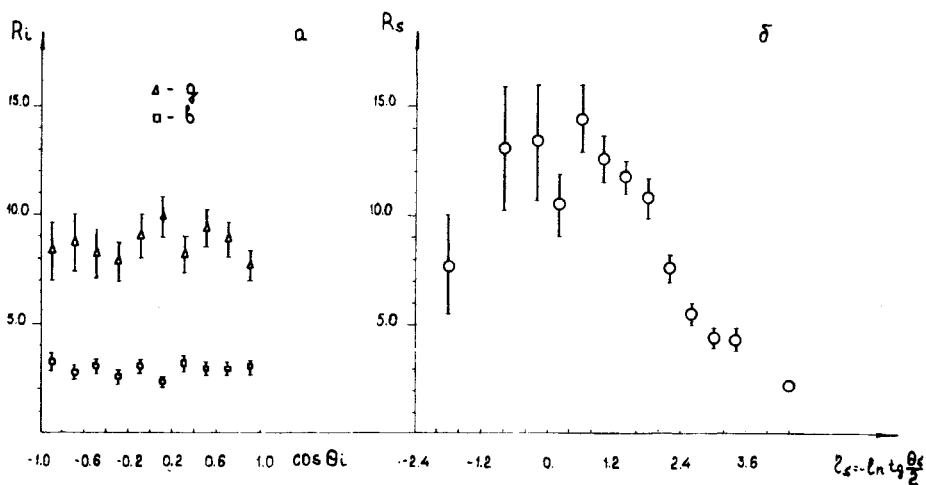


Рис. 6. Отношения $R_i = f(\cos \Theta_i)$ /а/ и $R_s = f(\eta_s)$ /б/.

$$R_i = \left(\frac{1}{\sigma_{in}} \frac{d\sigma}{d \cos \Theta_i} \right)^{Q=0,1} / \left(\frac{1}{\sigma_{in}} \frac{d\sigma}{d \cos \Theta_i} \right)^{Q=9,10}, \quad i = b, g,$$

$$R_s = \left(\frac{1}{\sigma_{in}} \frac{d\sigma}{d \eta_s} \right)^{Q=0,1} / \left(\frac{1}{\sigma_{in}} \frac{d\sigma}{d \eta_s} \right)^{Q=9,10}.$$

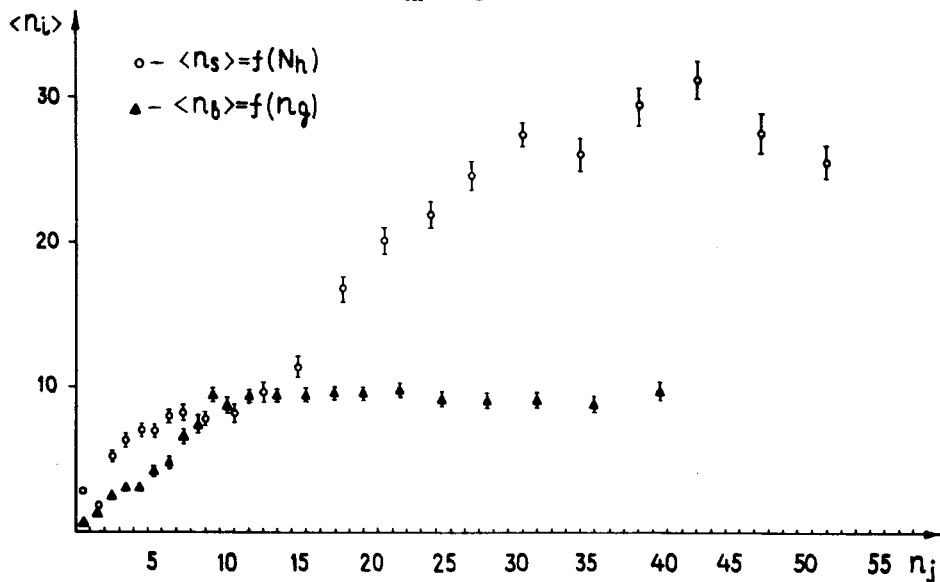


Рис. 7. Корреляции $\langle n_s \rangle = f(N_h)$, $\langle n_b \rangle = f(n_g)$.

в-частиц от степени разрушения ядра-снаряда, что не наблюдается для других групп частиц.

В качестве примера на рис.7 даны зависимости $\langle n_s \rangle = f(N_h)$, $\langle n_b \rangle = f(n_g)$.

В заключение рассмотрим правомерность использования числа провзаимодействовавших нуклонов ядра-снаряда как меры параметра столкновения ядер. Так, при $Q = 4$ для $(^{22}\text{Ne} - \text{Em})$ -взаимодействий и $Q = 0$ для $(^{12}\text{C} - \text{Em})$ -столкновений, что соответствует $N_{\text{вз}} = 12$, числа g -частиц различаются более чем в два раза ($\langle n_g \rangle_{\text{NeEm}}^{Q=4} = 7,8 \pm 0,4$, $\langle n_g \rangle_{\text{CEm}}^{Q=0} = 16,6 \pm 0,8$). В то же время для $Q = 1$ $\langle n_g \rangle_{\text{NeEm}}$ близко $\langle n_g \rangle_{\text{CEm}}$ при $Q = 0$. Оценим максимальный параметр столкновения в $^{22}\text{Ne} + \text{Ag}, \text{Br}$ и $^{12}\text{C} + \text{Ag}, \text{Br}$ аналогично тому, как это сделано в [1]. $r_1 = \sqrt{\frac{1}{\pi \lambda n} \frac{N_1}{N}}$, где λ - длина сво-

бодного пробега до неупругого взаимодействия; n - концентрация тяжелых ядер в фотоэмульсии; N - полное число звезд в ансамбле; N_1 - число звезд с $Q = 0$; $Q = 0, 1$; $Q = 0, 1, 2$, и т.д.

Результаты оценки приведены в таблице. Там же даны экспериментальные значения средних множественностей g -частиц.

Таблица

Максимальный параметр столкновения двух ядер r_1 ($\Phi м$) и средние множественности g -частиц при данном Q .

	Ne + Ag, Br		C + Ag, Br	
	r_1	$\langle n_g \rangle$	$\langle r_1 \rangle$	$\langle n_g \rangle$
$Q = 0$	$2,9 \pm 0,1$	$21,3 \pm 0,6$	$4,0 \pm 0,2$	$16,6 \pm 0,8$
≤ 1	$4,1 \pm 0,1$	$17,8 \pm 0,6$	$5,4 \pm 0,2$	$11,4 \pm 0,7$
≤ 2	$5,1 \pm 0,1$	$12,9 \pm 0,6$	$6,5 \pm 0,2$	$7,5 \pm 0,6$
≤ 3	$6,0 \pm 0,1$	$10,4 \pm 0,5$		
≤ 4	$6,7 \pm 0,1$	$7,8 \pm 0,4$		
≤ 5	$7,5 \pm 0,1$	$5,8 \pm 0,3$		

Как видно из таблицы, близким множественностям g -частиц соответствуют группы событий с близкими параметрами столкновений.

Литература

1. Антончик В.А. и др. ЯФ, 1979, 29, с.117.

Рукопись поступила 24 сентября 1985 года.