

сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
дубна

P1-85-692

ТОПОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ
ПРОЦЕССА ФРАГМЕНТАЦИИ ЯДЕР НЕОНА-22
С ИМПУЛЬСОМ 4,1 А ГэВ/С
НА ЯДРАХ ФОТОЭМУЛЬСИИ

Сотрудничество: Алма-Ата - Бухарест - Гатчина -
Дубна - Душанбе - Ереван - Кошице - Краков -
Ленинград - Москва

1985

Н.П.Андреева, З.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

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

Р.А.Хошмухамедов
Таджикский государственный медицинский институт, Душанбе

В.А.Лескин, А.Мухторов
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.Силэш, М.Тотова
Университет, Кошице, ЧССР

Х.Вильчински, Б.Восек, Э.Гладыш, Р.Хольински
Институт ядерной физики, Краков

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

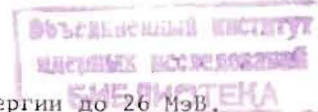
В.Г.Богданов, В.А.Плющев, З.И.Соловьева
Радиевый институт, Ленинград

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

При взаимодействии релятивистских ядер происходит расщепление как ядра-снаряда, так и ядра-мишени. По существующим представлениям, близким к геометрическим, выделяется зона взаимодействия и неперекрываемые части взаимодействующих ядер, распадающиеся на фрагменты под влиянием полученного возбуждения. В зависимости от параметра соударения возникают события с испусканием вторичных частиц различной природы и энергий в широком интервале множественности. Инклюзивный подход к изучению таких реакций не дает возможности установить характеристики события, в котором образовалась зарегистрированная частица, что существенно ограничивает дальнейший анализ. Фотоэмульсионная методика позволяет зарегистрировать все заряженные частицы в расщеплении, а также определить область, ответственную за их образование. Так, медленные β -лучи* с угловым распределением, близким к изотропному, являются фрагментами ядра-мишени. Многозарядные релятивистские фрагменты ядра-снаряда, как это было показано в^{1/}, сосредоточены в угловом конусе 3° относительно первичного направления. Их заряды определялись методом счета δ -электронов или по интегральной длине, занятой проявленными зернами, с точностью $\Delta Z < 1$. Однозарядные фрагменты ядра-снаряда отделялись от быстрых однозарядных s - и d -частиц из зоны взаимодействия путем измерения импульсов методом многократного рассеяния.

S - и d -частицы состоят, в основном, из π -мезонов и протонов. Таким образом, фотоэмульсионная методика дает возможность проанализировать зарядовый состав фрагментов ядра-снаряда вместе с множественностью и угловыми характеристиками s -, d - и β -следов в расщеплении. Ранее такой анализ был проведен для взаимодействий ядер углерода с импульсом $4,5 \text{ А ГэВ/с}^{2/}$.

В настоящей работе аналогичный анализ проводится для 4155 неупругих взаимодействий ядер неона-22 при импульсе $4,1 \text{ А ГэВ/с}$ с ядрами в фотоэмульсии. Условия эксперимента и основные характеристики взаимодействий описаны ранее.



* β -протоны имеют энергии до 26 МэВ .

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

На рис.1 показано распределение событий по суммарному заряду фрагментов неона-22 $Q = \sum_i Z_i^1$. По величине Q можно судить о раз-

мере непокрытой части ядра-снаряда. Из рисунка видно, что значительная часть событий носит периферический характер / $Q \geq 8$ /. По сравнению с ^{12}C -столкновениями /3/, для которых наблюдается более равномерное распределение по Q , отмечается возрастание вклада периферических взаимодействий.

На рис.2 представлены топологические диаграммы, характеризующие зарядовый состав фрагментов ядра-снаряда в расщеплениях с различными Q и $N_h = n_g + n_b$. По величине N_h можно судить о степени расщепления ядра мишени. События с $N_h = 0 \div 1$ относятся к квазинуклонным взаимодействиям; с $N_h = 2 \div 6$ - к взаимодействиям на ядрах C, N, O и периферическим взаимодействиям с ядрами Ag, Br; события с $N_h \geq 7$ - на ядрах Ag и Br с большим разрушением.

Из диаграммы следует, что:

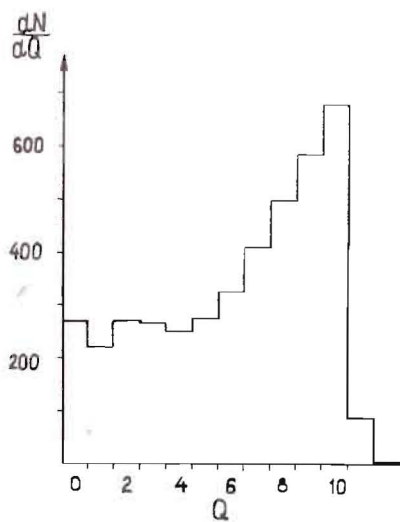
1. Выход взаимодействий с различными Q /размерами непокрытой части снаряда/ существенно зависит от N_h , т.е. от размера мишени, а топологический состав фрагментов с данными Q слабо зависит от N_h .

2. Фрагментация ядра-снаряда происходит по двум типам каналов - с сохранением многозарядного фрагмента $Z_f \geq 3$ или с полным расщеплением /ПР/ непокрытой части на одно- и двухзарядные фрагменты. Соотношение между этими типами каналов зависит от Q :

вклад ПР при малых перекрытиях /большие Q / невелик, а при больших становится определяющим.

3. Наблюдается повышенная реализация каналов с двухзарядными фрагментами, причем наибольшие выходы приходится на каналы, где число двухзарядных фрагментов максимально возможное при данном Z_f , а в событиях ПР - меньше максимально возможного на единицу. Такая картина свидетельствует о заметном вкладе α -структур в возбужденной спектаторной части ядра.

Рис.1. Распределение числа событий по суммарному заряду релятивистских фрагментов $Q = \sum_i Z_i^1$.



4. Отношение выходов двухзарядных фрагментов к однозарядным заметно уменьшается с увеличением степени перекрытия взаимодействующих ядер /уменьшением Q / /см.рис.3/, т.е. при большом разрушении ядра разрушаются в нем и α -структуры.

Аналогичные выводы были получены в [2], где анализировались топологические диаграммы для заряженных фрагментов налетающего ядра углерода с импульсом 4,5 А ГэВ/с.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

На рис.2 пунктиром показаны расчеты, выполненные по каскадно-испарительной модели. Видно, что различие с экспериментом весьма существенное, особенно занижены или отсутствуют каналы с выходом двухзарядных фрагментов.

Возникновение событий различной топологии можно представить схемами последовательных двухтельных распадов с испусканием одно- или двухзарядных частиц /рис.4/. Обращает на себя внимание монотонное уменьшение числа наблюдаемых в эксперименте событий по каждому направлению вплоть до событий ПР, где монотонность резко нарушается. Такая картина может свидетельствовать о различии механизмов, ответственных за протекание двух типов реакций. Возможно, что события ПР связаны с большими энергиями возбуждения непокрытой части ядра. Чтобы проверить такое предположение, можно сравнить характеристики множественности частиц из зоны перекрытия /s- и g-частицы/ и фрагментов ядра-мишени /b-частицы/ для двух типов расщепления ядра-снаряда с данными Q . На рис.5 представлены $\langle n_g \rangle$ - средние значения множественности частицы и значения Δn_g и Δn_b в зависимости от Q для событий с $Z_f \geq 3$ и ПР. Видно, что для событий ПР наблюдается большая /примерно на единицу/ множественность s-частиц и малозначимое превышение Δn_g и Δn_b . Это может указывать на большую температуру в зоне перекрытия, которая могла привести к большому возбуждению спектаторной части снаряда.

В литературе обсуждается вопрос о механизмах, ответственных за процесс множественной фрагментации ядер, но расчеты выходов масс фрагментов проводятся для тяжелых ядер в инклюзивной постановке эксперимента. Если наши результаты представить в таком же виде, то качественный характер массового распределения оказывается близким к полученному, например, в [4,5].

На рис.6 показаны диаграммы для частиц сопровождения многозарядного фрагмента с данными Z_f . На них особенно ярко видны повышенные выходы каналов с испусканием двухзарядных частиц. Такие диаграммы могут быть полезны при проведении экспериментов другими методами, например, с использованием твердотельных детекторов, сцинтилляционных счетчиков и др., где для определения заряда релятивистских фрагментов используется его ионизационная

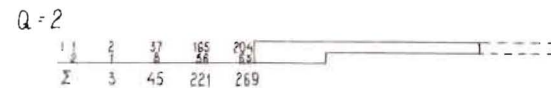
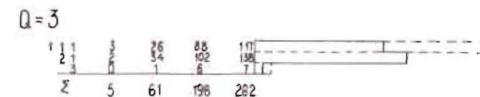
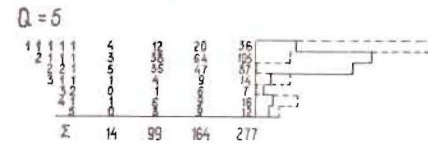
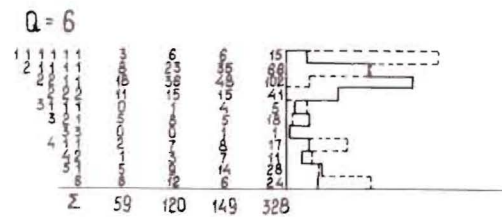
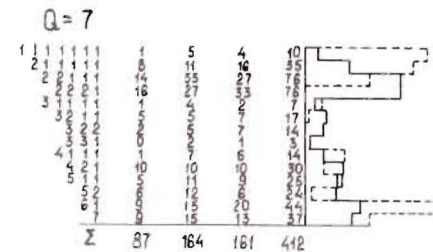
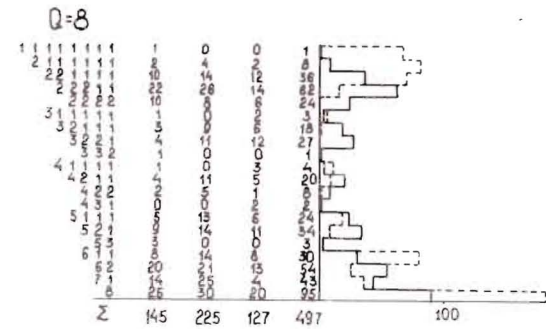
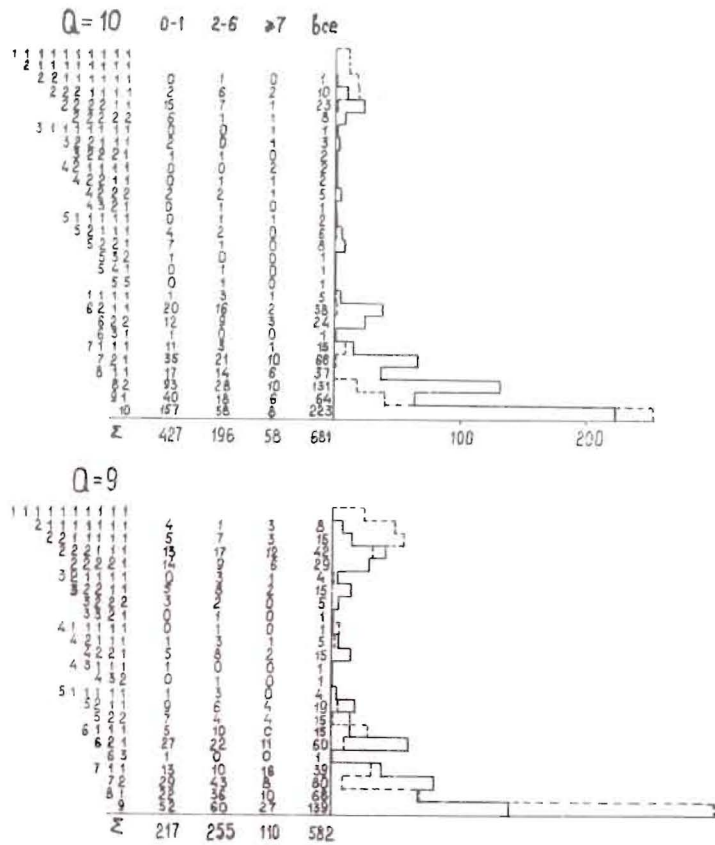


Рис.2. Топологические диаграммы, характеризующие зарядовый состав фрагментов в событиях с различными Q для трех интервалов множественности h -частицы (N_h). Пунктиром обозначены результаты расчетов по КИМ.

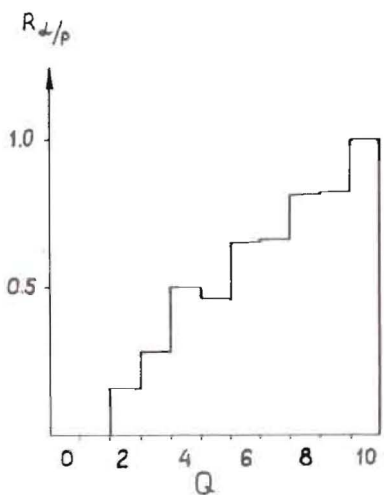


Рис.3. Зависимость отношения выходов двухзарядных фрагментов к однозарядным при различных Q .

Рис.4. Схема двухтелных распадов с испусканием одно- или двухзарядной частицы из селекторной части ядра-снаряда.

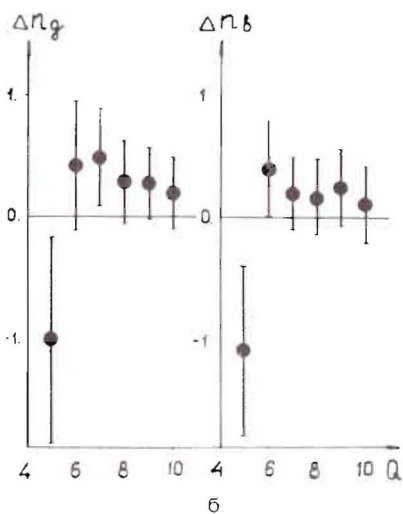
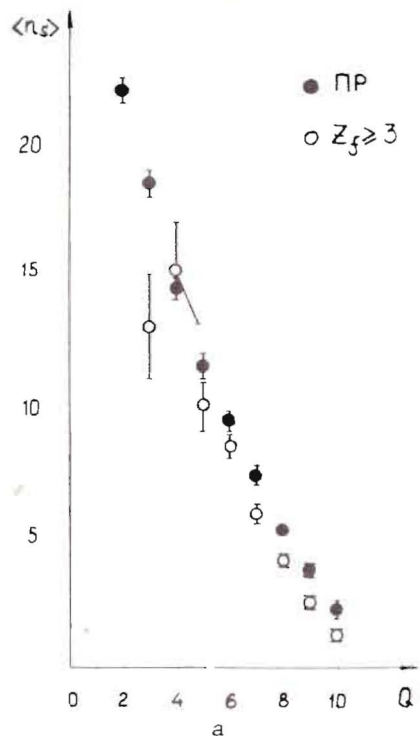
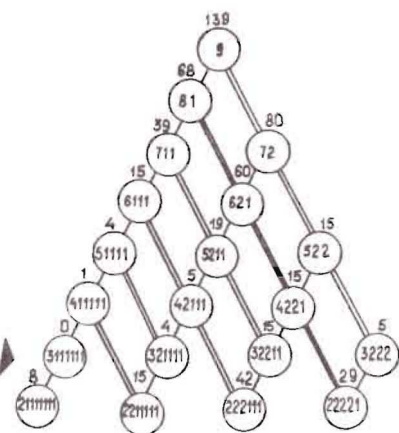


Рис.5. Средние множественности s -частиц для событий с $Z_f > 3$ и ПР в зависимости от Q/a . Разности множественностей Δn_a и Δn_b в событиях с $Z_f \ge 3$ и ПР $/b$.

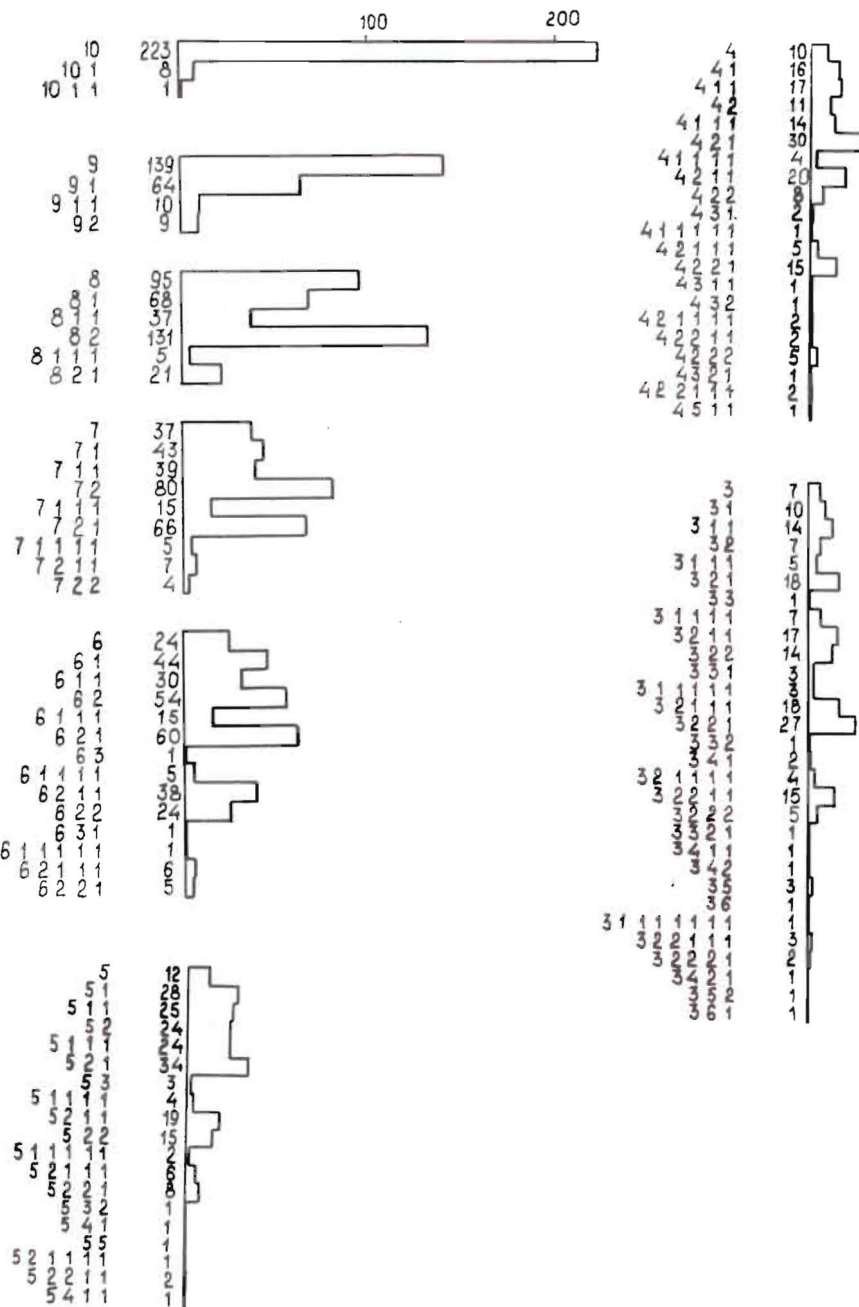


Рис.6. Топологические диаграммы для частиц сопровождения многозарядных фрагментов ядра неона.

способность, пропорциональная Z_f^2 . Зарядовый состав частиц сопровождения даст возможность учесть точность таких измерений.

В заключение отметим, что изучение топологического состава фрагментов релятивистских ядер указывает на существование двух типов расщепления непокрытой части снаряда, связанных, по-видимому, с различной степенью ее возбуждения. Существенна роль α -кластерных структур в составе спектаторной части ядра, которая зависит от энергии возбуждения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Адамович М.И. и др. ЯФ, 1980, 32, с.1387.
2. Богданов В.Г., Плющев В.А., Соловьева З.И. Препринт РИ-177, Ленинград, 1984.
3. Adamovich M.I. et al. JINR, E1-10838, Dubna, 1977.
4. Bauer W. et al. Phys.Lett., 1985, 150B, p.53.
5. Bondorf J.P. et al. Phys.Lett., 1985, 150B, p.57.

Рукопись поступила в издательский отдел
25 сентября 1985 года.

Андреева Н.П. и др.

P1-85-692

Топологические характеристики процесса фрагментации ядер неона-22 с импульсом 4,1 А ГэВ/с на ядрах фотоэмульсии

В работе исследуется зарядовый состав фрагментов спектаторов неона-22 во взаимодействиях этого ядра с ядрами фотоэмульсии при импульсе 4,1 А ГэВ/с. Изучается зависимость зарядового состава от степени разрушения ядра-мишени. Найдено, что фрагментация ядра-снаряда происходит по двум типам каналов - с сохранением многозарядного фрагмента или с полным расщеплением налетающего ядра на одно и двухзарядные фрагменты. Заметна роль альфа-кластерных структур в составе фрагментов спектаторов ядра снаряда.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1985

Andreeva N.P. et al.

P1-85-692

Topological Characteristics of the 4.1 A GeV/c Neon-22 Nuclei Fragmentation Process on Photoemulsion Nuclei

The charge content of the neon-22 spectator fragments in the interactions of this nucleus with the photoemulsion nuclei at 4.1 A GeV/c is investigated. The charge content is studied in dependence of target nucleus disintegration. It has been found that the projectile nucleus fragmentation occurs by two types of the channel - with the conservation of multi-charged fragment and the total disintegration of the projectile nucleus to one and two charged fragments. A rather large part of alpha-cluster structure has been noticed among the fragments of the projectile nucleus.

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

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1985