

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

3749/2-80

11/8-80

P2-80-388

А.П. Гаспарян

К ВОПРОСУ РЕГИСТРАЦИИ
КВАРКОВОЙ ПЛАЗМЫ
В СТОЛКНОВЕНИЯХ РЕЛЯТИВИСТСКИХ ЯДЕР

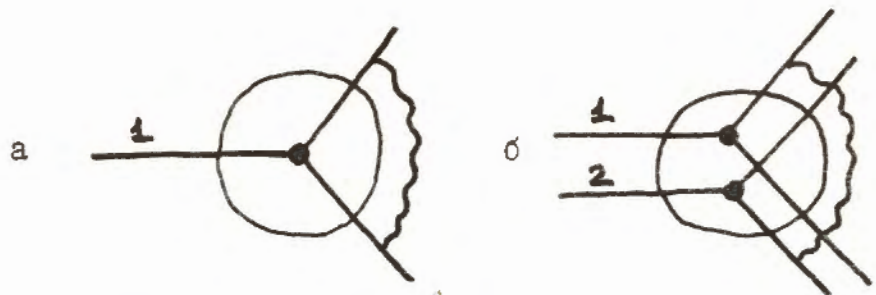
1980

Изучение неупругих взаимодействий релятивистских ядер с ядрами началось около 30 лет тому назад, с момента открытия в первичных космических лучах ядер с зарядом $Z \geq 2$. Однако в последние годы интерес к исследованию характеристик неупругого столкновения ядер резко возрос. Это связано, с одной стороны, с получением интенсивных пучков релятивистских ядер на ускорителях, а с другой - с теоретическими идеями. В частности, при столкновении высокоэнергичных ядер возможно появление коллективных процессов, приводящих к увеличению плотности ядерной материи. При этом возникают фундаментальные вопросы: какие степени свободы в динамике проявятся в ядре в зависимости от количества передаваемой энергии? Из чего будет состоять ядерное вещество - из нуклонов, мезонов, кварков? Возможен ли фазовый переход? Эта проблема представляется весьма схематично. Нет четких теоретических указаний. В настоящее время практически отсутствует и экспериментальная информация по указанным вопросам.

Рассмотрим для наглядности процесс столкновения ядер в лабораторной системе. Первичный импульс на нуклон ядра-снаряда выберем ~ 5 ГэВ/с. При таких первичных энергиях налетающее ядро можно представлять в виде параллельного пучка независимых нуклонов. При столкновении ядра-снаряда с мишенью взаимодействует некоторое число нуклонов падающего ядра. Например, из эксперимента¹⁾ следует, что при соударениях ядер-снарядов дейтерия, гелия и углерода с танталовой мишенью при первичном импульсе на нуклон ядра-снаряда $P_0 = 4,2$ ГэВ/с в среднем на одно неупругое столкновение взаимодействует $1,6 \pm 0,04$, $2,86 \pm 0,1$ и $6,6 \pm 0,3$ нуклонов ядер дейтерия, гелия и углерода. Таким образом, в ядре-мишени создается пересечение нескольких пучков вторичных частиц. Из общих соображений предполагается, что для формирования элементарных частиц из кварков требуется некоторое время. Другими словами, пучок рожденных частиц в начале состоит из конstituентов, а затем на некотором расстоянии от источника превращается в наблюдаемые в эксперименте элементарные частицы.

Сравним случаи, когда с мишенью взаимодействует один /а/ и два /б/ налетающих нуклона:





Здесь кружком обозначено ядро-мишень, волнистой линией - граница зоны формирования, линиями /1,2/ - траектории налетающих нуклонов, конусами - средний угловой раcтвор, где находится около половины рожденных частиц. Например, средний угол вылета π^- -мезонов в σTa -столкновениях при $P_0 = 4,2$ ГэВ/с составляет $\sim 50^\circ$. Имеется принципиальное отличие случаев а и б. В первом случае частицы формируются только из одного источника, тогда как во втором возможно также объединение кварков из разных источников. Следовательно, возможно комбинаторное увеличение выхода некоторых частиц или изменение соотношения выходов частиц в зависимости от числа взаимодействующих нуклонов ядра-снаряда.

С методической точки зрения, наиболее удобной и убедительной по результату, по-видимому, следует считать следующую постановку эксперимента: фиксируются достаточно тяжелое ядро-мишень, первичный импульс на нуклон ядра-снаряда; изменяются атомные веса ядер-снарядов / d, He, C и т.д./; регистрируется выход антипротонов, которые состоят из трех антикварков. При $P_0 \sim 5$ ГэВ/с выход антипротонов относительно π^- -мезонов во взаимодействиях протонов с ядрами незначителен и составляет $\sim 10^{-5}$.

Если реализуется кварковая плазма, т.е. перемешивание вторичных пучков частиц на кварковой стадии, то должно наблюдаться комбинаторное увеличение выхода антипротонов. Будет играть существенную роль биномиальный коэффициент C_n^3 , где n - число антикварков в плазме. В противном случае выход антипротонов на одно неупругое взаимодействие увеличится прямо пропорционально среднему числу взаимодействовавших нуклонов ядра-снаряда.

Известно, что выход K^- -мезонов в NN-взаимодействиях при наших энергиях существенно подавлен по сравнению с выходом K^+ -мезонов / ~ 10 раз/, что находит качественное объяснение в кварковой модели. При перемешивании кварков из разных первичных взаимодействий выход K^- -мезонов по отношению к K^+ -мезонам изменится с увеличением атомного веса ядер-снарядов в пользу K^- -мезонов.

Антипротоны и K^- -мезоны являются не единственными частицами, для которых должно наблюдаться такое явление. Наиболее удобны частицы, которые содержат более одного антикварка или странно-го кварка. На основе простых рассуждений видно, что для π^- -мезонов не ожидается комбинаторного увеличения. Каждый кварк объединится с антикварком независимо от наличия или отсутствия плазмы. Наоборот, следует ожидать незначительного уменьшения выхода π^- -мезонов из-за объединения кварков и антикварков в протоны и антипротоны.

Таким образом, регистрация комбинаторного изменения выходов рожденных частиц в зависимости от атомного веса ядер-снарядов при фиксированных импульсах P_0 и мишенях явится индикатором наличия кварковой плазмы. Не исключено, что ядро-ядерные взаимодействия предоставят уникальную возможность для поиска мультикварковых состояний.

ЛИТЕРАТУРА

1. Angelov N. et al. JINR, E1-12548, Dubna, 1979; Баатар Ц. и др. ОИЯИ, P1-80-209, Дубна, 1980.