

объединенный
институт
ядерных
исследований
дубна

2
4

960 / 2-81

23/11-81
P1-80-716

А.И.Аношин, В.Б.Любимов, М.И.Соловьев,
М.К.Сулейманов

ИЗУЧЕНИЕ КОРРЕЛЯЦИЙ
В $\pi^{-12}\text{C}$ -ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ
ПРИ $P_{\pi^{-}} = 40$ ГэВ/с
В КУМУЛЯТИВНОЙ ОБЛАСТИ

Направлено в ЯФ

1980

§1. ВВЕДЕНИЕ

В работе изучены различные характеристики $\pi^-12\text{C}$ -взаимодействий при $P_{\pi^-} = 40$ ГэВ/с в зависимости от наибольшего значения величины n_c среди вторичных π^- -мезонов в данном событии, которую условно можно назвать порядком кумулятивности,

$$n_c = \frac{E_{\pi} (1 - \cos \theta_{\pi})}{m_N}$$

/1/

В этом выражении E_{π} и θ_{π} - полная энергия и угол испускания π^- -мезона в лабораторной системе координат /л.с.к./ соответственно, m_N - масса нуклона. Мы исходили из предположения, что определенная таким образом величина n_c несет существенную информацию о влиянии ядерной среды на процесс множественной генерации адронов.

В работе /1/ было показано, что свойства событий, имеющих π^- -мезоны с $n_c > 1$ /заведомо кумулятивные взаимодействия/, отличаются от аналогичных для всех остальных взаимодействий. В этой связи важное значение имела бы информация о возможных изменениях этих свойств с ростом n_c , в частности для установления границы кумулятивной области.

Экспериментальный материал был получен с помощью 2-метровой пропановой камеры, облученной π^- -мезонами с импульсом $P_{\pi^-} = 40$ ГэВ/с. Исследовано 8640 π^- -взаимодействий, отобранных по стандартным критериям, принятым для пропановой пузырьковой камеры /2/. Сюда не включались взаимодействия с квазибозонными нуклонами ядра углерода, т.е. отобранные события соответствуют сечению $\sigma = 187,5 \pm 1,0$ мб.

В событиях, имеющих по крайней мере два вторичных π^- -мезона, вычислялась величина n_c /по формуле /1// для каждого из них и выделялся π^- -мезон с наибольшим значением этой величины (n_c^{\max}). Изучены свойства этих частиц (n_c) по следующим параметрам: средние импульсы в л.с.к. (\bar{P}), средние углы вылета ($\bar{\theta}$) в л.с.к. в зависимости от n_c^{\max} . То же самое сделано для всех остальных π^{\pm} -мезонов (n_a^{\pm}), для которых приводятся также данные по средней множественности (\bar{n}) и средней продольной скорости (\bar{y}^*), вычисленной в системе центра инерции пион-нуклон.

Отдельно рассмотрены свойства протонов* и лидирующих π -мезонов (π_L^\pm). Лидирующим считался π^\pm -мезон с максимальным импульсом в данном событии, имеющий значение $x = P^* / P_{\max} > 0,2$ в системе центра масс пион-нуклон ^{3/}.

§2. РЕЗУЛЬТАТЫ

Данные по зависимости \bar{P} и $\bar{\theta}$ от p_c^{\max} для π_c -мезонов приведены на рис.1а и 1б соответственно. Обращает на себя внимание

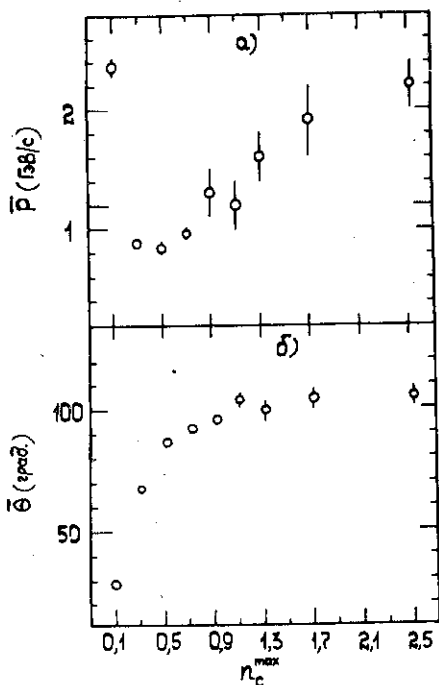


Рис.1. Зависимость средних импульсов \bar{P} /а/ и средних углов вылета $\bar{\theta}$ /б/ π -мезонов от значения величины p_c^{\max} /см. текст/.

выделенность области с $p_c^{\max} \geq 0,6$. В этой области значения \bar{P}^c резко уменьшаются, достигая минимума в районе $p_c^{\max} \approx 0,6$, значения $\bar{\theta}$ возрастают. При дальнейшем увеличении p_c^{\max} значения \bar{P} монотонно растут, $\bar{\theta}$ выходят на плато. Уменьшение значений \bar{P} и увеличение $\bar{\theta}$ в этой области наблюдается и для всех остальных π^\pm -мезонов /рис.2а и 2в/**. Область с $p_c^{\max} \leq 0,6$ характеризуется также значительным ростом \bar{p} по мере увеличения p_c^{\max} как для π_a^+ , так и для π_a^- -мезонов /рис.3/ и резким смещением быстрот (\bar{y}^*) в сторону фрагментации ядра мишени /рис.2б/.

В области $p_c^{\max} \geq 0,6$ значения величин \bar{P} , \bar{y}^{*c} , $\bar{\theta}$ и \bar{p} для π^\pm -мезонов оказываются не зависящими от p_c^{\max} /рис.2а-в,3/. Для лидирующих π -мезонов не наблюдается зависимости \bar{P} , $\bar{\theta}$, \bar{p} от p_c^{\max} во всем интервале рассмотренных значений p_c^{\max} /рис.4а-в/. То же самое относится к данным по \bar{P} и \bar{p} для протонов /рис.2а,3/.

* Протоны идентифицировались в области импульсов от 140 до 700 МэВ/с.

** В эти результаты не включены данные о π -мезонах с наибольшими импульсами в рассматриваемых событиях.

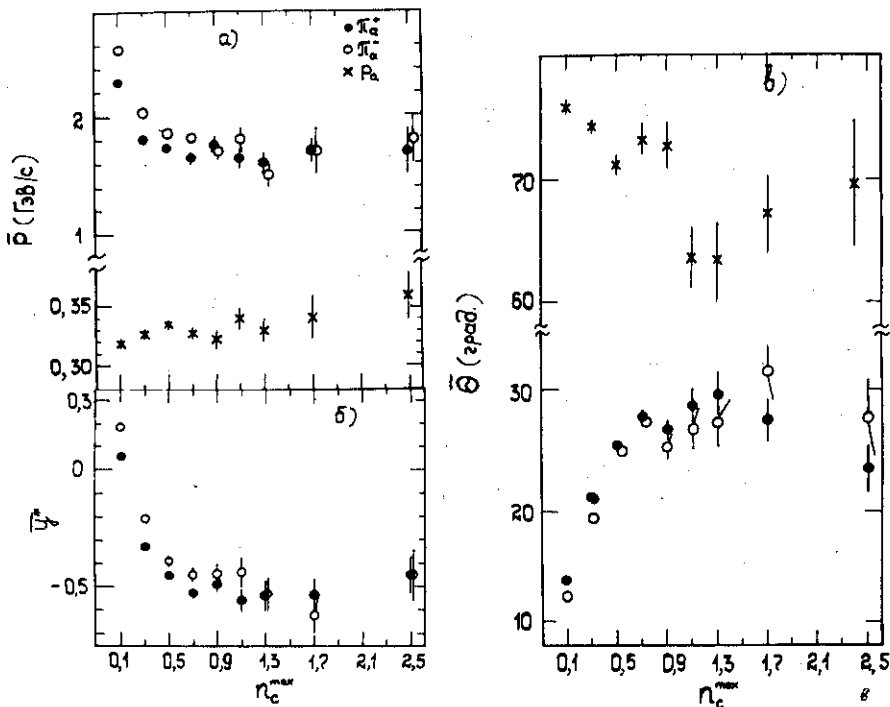


Рис. 2. Зависимость \bar{P} /а/, $\bar{\gamma}^*$ /б/ и $\bar{\theta}$ /в/ от n_c^{\max} для π_a^\pm -мезонов.

Отметим, что при больших n_c^{\max} наблюдается совпадение свойств π_a^+ - и π_a^- -мезонов по параметрам \bar{P} , $\bar{\gamma}^*$ и $\bar{\theta}$ /рис.2а-в/, намечается также приблизительное совпадение средних множественностей /рис.3/.

На рис.5 показаны угловые распределения протонов отдельно для двух групп событий: с $n_c^{\max} < 0,6$ /рис.5а/ и $n_c^{\max} \geq 0,6$ /рис.5б/. Для событий с $n_c^{\max} \geq 0,6$ в угловых распределениях протонов наблюдается особенность при $\cos\theta \approx 0,5$. Аналогичное свойство угловых распределений обнаружено в событиях с полным развалом ядра углерода^{4/}. Импульсные распределения протонов для этих двух групп событий не имеют выраженных аномалий /рис.6а и 6б/.

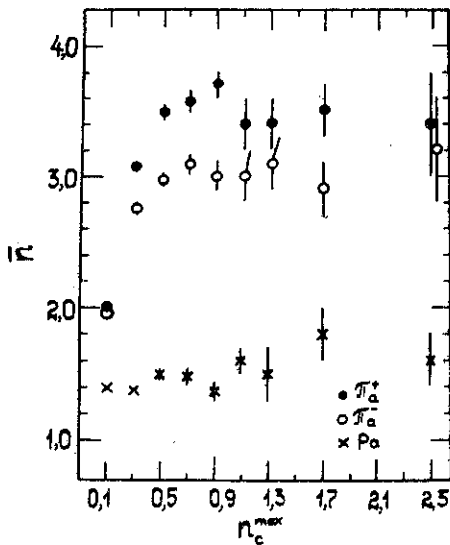


Рис.3. Зависимость средней множественности π_a^\pm -мезонов и протонов от значения величины n_c^{\max} .

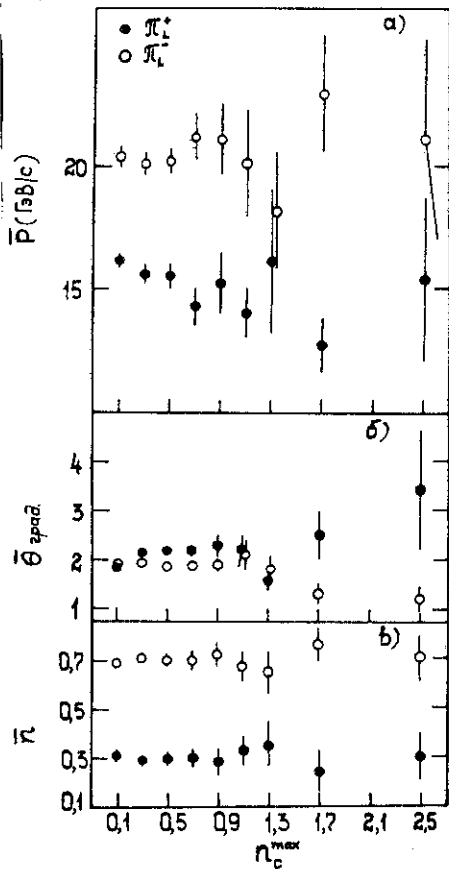


Рис.4. Свойства лидирующих π^\pm -мезонов.

Проведено сравнение числа $\pi^-^{12}\text{C}$ и π^-p -взаимодействий*, имеющих вторичные π -мезоны с разными значениями n_c^{\max} /см. таблицу/. В последней колонке таблицы приведены значения величины отношения вероятностей наблюдения $\pi^-^{12}\text{C}$ -взаимодействий ($W_{\pi^-^{12}\text{C}}$) к соответствующей вероятности для π^-p -взаимодействий (W_{π^-p}).

Наблюдается заметный рост величины этого отношения с увеличением n_c^{\max} .

* π^-p -взаимодействия отбирались на тех же снимках с 2-метровой пропановой камеры, что и π^-C -взаимодействия, по критериям, изложенным в^{2/}.

Таблица

η_c^{\max}	$N(\pi^- 12\text{C})$	$N(\pi^- \text{p})$	$W_{\pi^- 12\text{C}}/W_{\pi^- \text{p}}$
$0 \div 0,2$	3092	10689	$0,508 \pm 0,009$
$0,2 \div 0,4$	2738	4598	$1,23 \pm 0,02$
$0,4 \div 0,6$	1367	1373	$2,06 \pm 0,07$
$0,6 \div 0,8$	588	420	$2,89 \pm 0,16$
$0,8 \div 1,0$	247	124	$4,11 \pm 0,41$

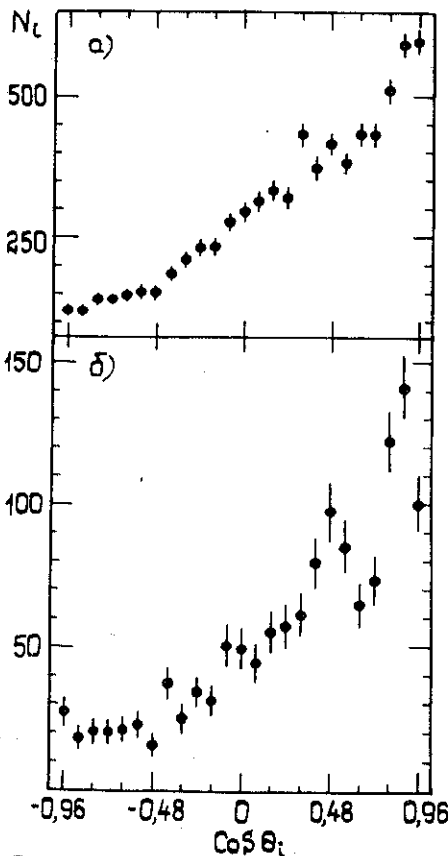


Рис.5. Угловое распределение протонов в л.с.к. для групп $\pi^- 12\text{C}$ -взаимодействий, имеющих π -мезон с $\eta_c^{\max} < 0,6/a/$ и с $\eta_c^{\max} \geq 0,6/b/$.

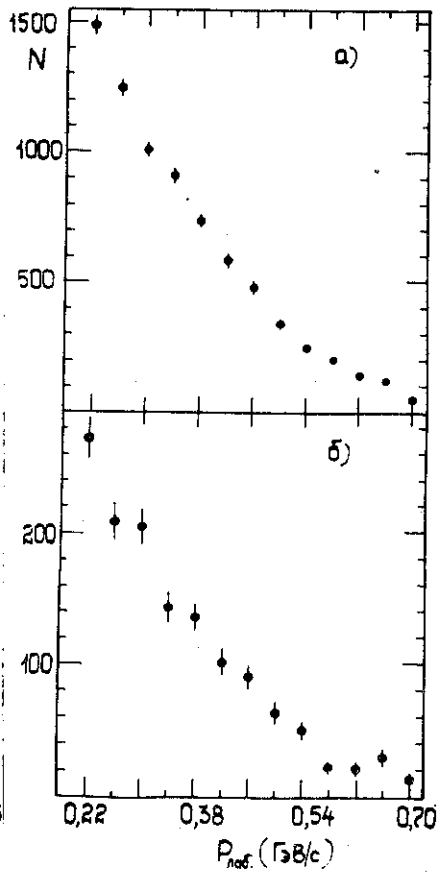


Рис.6. Для тех же групп, что и на рис.5, импульсные распределения протонов.

§3. ОБСУЖДЕНИЕ

По всем характеристикам выделяется область с $n_c^{\max} \geq 0,6$. В этой области с ростом n_c^{\max} резко меняются свойства как π -мезонов, имеющих значение $n_c = n_c^{\max} (\pi_c)$, так и всех остальных π -мезонов (π_a) по всем рассмотренным параметрам ($\bar{P}, \bar{\theta}, \bar{n}$).

При дальнейшем росте n_c^{\max} наблюдается постоянство характеристик π_a^{\pm} -мезонов, причем это постоянство простирается в область, заведомо кумулятивную, т.е. в область с $n_c^{\max} > 1$. Таким образом, мы имеем указание на существование границы для кумулятивных явлений - факт, вообще говоря, нетривиальный, означающий, что наблюдается физически выделенная область "необычных" взаимодействий. В наших условиях эта граница соответствует значению $n_c^{\max} \approx 0,6$.

Сам по себе факт независимости свойств π_a^{\pm} -мезонов от n_c^{\max} представляется довольно удивительным. Рост порядка кумулятивности, т.е. фактически числа нуклонов, участвующих во взаимодействии, не влияет на характеристики всех частиц (π_a^{\pm}), кроме кумулятивной (π_c^{\pm}), энергия которой растет с увеличением n_c^{\max} . Получается, что для "высвечивания" π_a^{\pm} -мезонов в результате кумулятивного взаимодействия есть источник с поразительно одинаковыми, не зависящими от числа взаимодействующих нуклонов, свойствами. Как и следовало ожидать, характеристики π_a^+ - и π_a^- -мезонов при этом оказываются близкими по всем рассмотренным параметрам.

Свойства протонов ($\bar{P}_p, \bar{\theta}_p, \bar{n}_p$) не зависят от значения величины n_c^{\max} , по крайней мере в области $n_c^{\max} \geq 0,6$. Напрашивается вывод о том, что механизм испускания протонов не связан с процессом испускания кумулятивных π -мезонов. Этот вывод был получен нами и ранее в результате анализа соотношений между вероятностями испускания протонов и π -мезонов в заднюю полу-сферу в л.с.к. ^{1/5/}.

Интересно поведение лидирующих π -мезонов. Их свойства ($\bar{P}, \bar{\theta}, \bar{n}$) оказались не зависящими от n_c^{\max} , т.е. они "не чувствуют" кумулятивный эффект. По-видимому, этот факт трудно объяснить в рамках моделей, основанных на представлениях о сугубо центральных столкновениях, в которых проявление лидера должно быть сильно подавлено. С другой стороны, этот эффект трудно понять на основе моделей перерасеяния, столкновения налетающего адрона с нуклоном с большим фермиевским импульсом и пр.

Авторы благодарны коллективу сотрудничества по обработке снимков с 2-метровой пропановой камеры ОИЯИ за помощь в получении и обработке экспериментального материала и обсуждения, а также профессору А.М.Балдину за стимулирующие обсуждения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аношин А.И. и др. ЯФ, 1980, 31, с.668.
2. Абдурахимов А.У. и др. ЯФ, 1972, 16, с.989; Ангелов Н. и др. ЯФ, 1977, 25, с.1013.
3. Аношин А.И. и др. ЯФ, 1978, 27, с.1001.
4. Аношин А.И. и др. ОИЯИ, Р1-80-332, Дубна, 1980.
5. Ангелов Н. и др. ЯФ, 1979, 29, с.1227.

Рукопись поступила в издательский отдел
5 ноября 1980 года.