

ISSN 1512-1461

ИЗУЧЕНИЕ ЖЕСТКИХ И МЯГКИХ ПРОЦЕССОВ В π^-C – СОУДАРЕНИЯХ ПРИ ИМПУЛЬСЕ 40ГэВ/с

Л.Н.Абесалашвили, Л.Т.Ахобадзе, Ю.В.Тевзадзе

Институт Физики Высоких Энергий Тбилисского Государственного Университета им. И.Джавахишвили

Аннотация

Изучаются средние кинематические характеристики (скх) π^\pm -мезонов образованных в π^-C – соударениях (при импульсе 40ГэВ/с) в жестких и мягких процессах. Жесткие $-N_{ev}(H)$ и мягкие $-N_{ev}(S)$ столкновения выделяются с помощью в лаб системе назад летящих π_b^\pm - мезонов .

Кроме этого исследуются распределение π^\pm -мезонов в пространстве быстроты $-Y$ и проверяется признак по короткодействующим корреляциям $\Delta Y=|Y_i-Y_j|<2$, который выделяет пионы, обязанные своим происхождением быстрому q -кварку .

Ключевые слова: жёсткие и мягкие процессы, кумулятивные частицы, π_b^- -мезоны, кварки, пространство быстроты.

Введение.

Одной из интересных задач физики высоких энергии (или физики элементарных частиц) является изучение кумулятивных процессов, выделение $N_{ev}(H)$ - жёстких и $N_{ev}(S)$ - мягких процессов и сравнение средних кинематических характеристик частиц образованных в этих соударениях.

Экспериментальный материал получен с помощью PBC-500-двухметровой пропановой пузырьковой камеры Лаборатории Высоких Энергии им. Векслера и Балдина Объединенного Института Ядерных Исследований –ЛВЭ ОИЯИ, Дубна. Детектор облучался на ускорителе в Протвино, в ИФВЗ пучком π^- -мезонов с импульсом 40GeV/c. Методические вопросы связанные с обработкой и анализом данных рассмотрены в работах [1÷5]Наша статистика состоит из 8671 π^-C - взаимодействий. Полное число π^- -мезонов равно 29053, а π^+ -мезонов – 32383.

Анализ Экспериментальных Данных

В физике высоких энергии особый интерес вызывают кумулятивные процессы [6-11]. Выделение кумулятивных процессов связано, выделением в событии кумулятивных частиц (в данном случае π_b^\pm - мезонов назад летящих в Lab -системе, т.е. $\theta_L>90$ град.). Со своей стороны возникновение кумулятивных частиц связано с образованием в ядре мишени (в нашем случае С-углероде) т.н. FL-флуктонов [12].

Вторичная частица считается кумулятивной если её скх не подчиняются кинематике NN- нуклон-нуклонного рассеяния.

Много кварковая система –FL образуется в ядре мишени из-за локальной флуктуации средней плотности нуклонов в ядре, когда два или больше нуклонов (в течение очень короткого времени) образуют единую систему (т.н. DQB-Dense Quark Bag) [9-12]. Падающая частица (или, частица которая образуется в ядре) взаимодействует с FL-флуктоном (размеры $FL< 1F=10(-13)$ см) и после рассеяния образуются кумулятивные

частицы $-\pi_b^\pm$ -мезоны в Lab-системе летящие назад. Эти кумулятивные частицы создают jet –струи адронов (и, следовательно возникают т.н. $N_{ev}(H)$ -жесткие процессы; или кумулятивные процессы). Образование жестких процессов - $N_{ev}(H)$ связано с жестким рассеянием q - кварков и g -глюонов сталкивающихся объектов (т.е. столкновение $AiFL$ -налетающей частицы с FL -флуктоном) [13,14]. Событие где среди вторичных частиц нет ни одной кумулятивной частицы (в нашем случае $-\pi_b^\pm$ -мезон) считается мягким- $N_{ev}(S)$; а мезоны в мягких процессах называем $\pi(S)$ -частицами.

FL -флуктоны многокварковые конфигурации в ядре мишени (Dense Quark Bag-DQB) могут возникнуть двух физических процессах. Первая модель – „холодная“ происходит локальная флуктуация средней плотности нуклонов ядра – мишени. Вторая модель – „горячая“ – связана с уплотнением нуклонов ядра мишени под давлением налетающей частицы (или, ядра), что и вызывает образование FL -флуктонов.

По современным теоретическим представлениям кумулятивная частица (в данном случае $-\pi_b^\pm$ -в Lab системе назад летящие мезоны) образуется рассеянием налетающей частицы (или частицы которая рождается в ядре мишени) на FL -флуктоне. После рассеяния взаимодействующая частица теряет основную часть своего импульса (рассеивается на большой угол, см. табл.№2) теряет (временно) способность вторичного взаимодействия и выходит из ядра мишени и образуются jet-струя.

$AiAt \equiv (P, d, He, C)(C, Ta)$ столкновениях число образованных пи- плюс - мезонов больше (~на (20-25%)), чем число π^- - мезонов. А в нашем случае (πC -соударения при $40 GeV/c$) количество π^+ - мезонов ~ на 10% больше. Приблизительно такие результаты получены в работе – Балдина А. М. , (ЯФ, 1975, 21,1008). Этот эффект ($N(\pi^+) > N(\pi^-)$) можно объяснить тем, что у мишени C -углерода имеется положительный заряд ($z(c)=6$). С другой стороны нельзя исключить, что определенное влияние имеет асимметрия числа протонов и нейтронов в сталкивающихся ядрах(или, асимметрия числом π^- -мезонов и нуклонов в ядре углерода)

(Замечание. Большие размеры ядер позволяют изучать пространственно – временные характеристики взаимодействий частиц на очень маленьких расстояниях ($\Delta x \sim 10^{-13}$) см = 1F и при очень малых временах $\tau \sim 10^{-24}$ sec). Действительно, пробег поглощения адронов в ядерном веществе равен (2-3)F=(2-3)фм. Это небольшие величины по сравнению с размерами ядер (ядро урана – $^{92}U^{238}$ имеет диаметр $\sim 15F$; диаметр тантала $^{73}Ta^{181} = 13,70F$, диаметр C –углерода =2.78F) Таким образом, ядро мишени можно использовать как анализатор развития процесса от точки взаимодействия еще на протяжении $\sim (10-12)$ ФМ. Появляется возможность исследовать „юные“ состояния частиц, образующиеся сразу после взаимодействия, и изучать процессы формирования поля таких частиц [15].

Давно существовало подозрение (основываясь на определенные экспериментальные факты) что стабильные частицы, испытав неупругое взаимодействие в ядре, имеют пониженную способность взаимодействовать повторно.

Высказано предположение, что нуклон в момент неупругого взаимодействия „страхивает“ с себя ядерное поле и не может эффективно взаимодействовать, пока поле не восстановится. Можно сформулировать более общую гипотезу, введя понятие конечного времени формирования частиц (родившихся во взаимодействии) длительность которого много меньше времени формирования [16].

Множественное рождение частиц в hh -адрон-адронных, hA_t -адрон-ядерных, $AiAt$ - адро-ядерных столкновениях можно представить так-сперва образуется промежуточное

состояние CS-компаунд система , мгновенному распаду которой препятствует цветные силы. Время жизни CS достаточно для выхода частиц из ядра без взаимодействия).

Среди вторичных частиц в Nev(H)-жестких процессах, кроме кумулятивных (π_b^\pm - мезонов) возникают некумулятивные π^\pm - мезоны, которые летят вперед в Lab-системе (скх которых существенно отличаются от скх π_b^\pm - мезонов (см. табл. №1^a,1^b и 2)). Эти π - мезоны называются $\pi(\text{ass})$ –сопровождающимся π - мезонами, которые испытывают влияние Fl-ов, или π_b^\pm - мезонов. Что касается $\pi^\pm(S)$ - мезонов, мезонов из Nev(S)- событий , они не испытывают влияния FL-флуктонов (или, π_b^\pm - мезонов) потому , что в этих событиях нет π_b^\pm -частиц).

I.Сравнение характеристик π^\pm - мезонов возникших в Nev(H)-жестких и Nev(S) –мягких процессах

Средние инклюзивные характеристики π^\pm -мезонов приведены в табл.№1^a и №1^b. См. также рис.1.

Таблица №1^a

π^- -мезоны

		$\langle P_L \rangle \text{GeV}/c$	$\langle P_\perp \rangle \text{GeV}/c$	$\langle \Theta_L \rangle \text{degr}$	$\langle Y_L \rangle$	R	$\langle n_c \rangle$
1	$\pi^-(t)$	3.052±0.021	0.349±0.004	22.160±0.132	2.120±0.015	0.11	0.092±0.002
2	$\pi^-(S)$	3.217±0.023	0.355±0.004	17.420±0.120	2.250±0.017	0.11	0.075±0.002
3	$\pi^-(H)$	2.287±0.045	0.315±0.009	44.01±0.67	1.515±0.027	0.14	0.17±0.003

Таблица №1^b

Тоже что в таблице №1^a, только для π^+ - мезонов

		$\langle P_L \rangle \text{GeV}/c$	$\langle P_\perp \rangle \text{GeV}/c$	$\langle \Theta_L \rangle \text{degr}$	$\langle Y_L \rangle$	R	$\langle n_c \rangle$
1	$\pi^+(t)$	2.324±0.015	0.326±0.004	26.67±0.17	1.845±0.013	0.17	0.131±0.002
2	$\pi^+(S)$	2.449±0.018	0.391±0.041	21.90±0.14	1.971±0.015	0.16	0.110±0.002
3	$\pi^+(H)$	1.887±0.013	0.369±0.039	43.26±0.546	1.418±0.011	0.19	0.25±0.002

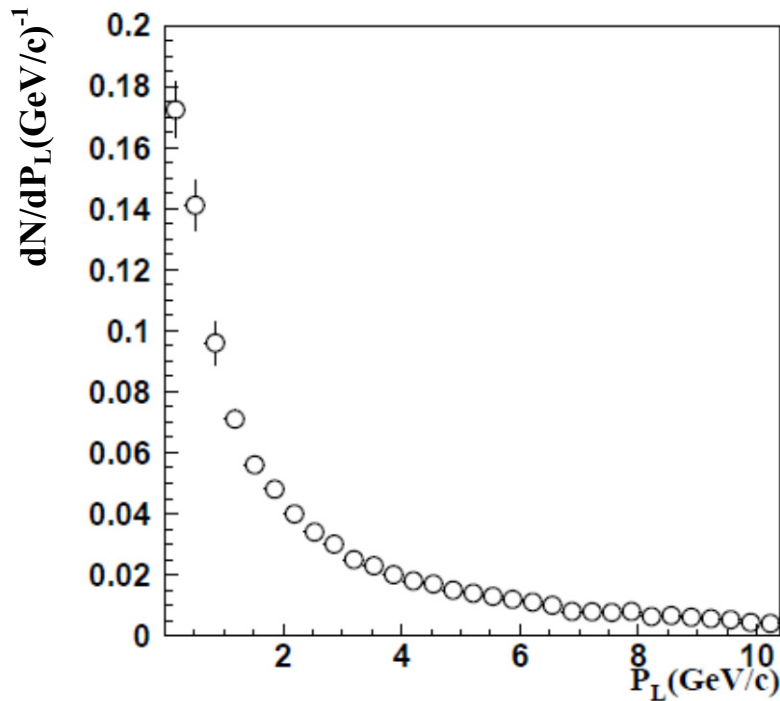


Рис.1 Импульсное распределение π^- -пи минус мезонов образованных π^- С-соударениях при 40GeV/c.

Как выше было сказано $N_{ev}(H)$ -жесткие процессы возникают, когда на FL-флуктоне рассеиваются π^\pm -мезоны. После рассеяния на FL-флуктоне частица теряет основную часть импульса и рассеивается в Lab-системе назад ($\theta_L > 90 \text{degr}$). Этот процесс называется жестким- $N_{ev}(H)$. Жестких процессах кроме π_b^\pm - мезонов возникают т.н. $\pi^\pm(\text{ass})$ -сопутствующие, ассоциированные частицы, которые испытывают влияние FL-флуктонного поля (или, π_b^\pm - мезонов), по этому $\langle P_L(\pi^-(\text{ass})) \rangle$ -средний импульс $\pi^-(\text{ass})$ -мезонов меньше, чем $\langle P_L(\pi^-(s)) \rangle$ - средний импульс $\pi^-(s)$ -мезонов в $N_{ev}(S)$ -событиях (см. табл.№2).

В жестких- $N_{ev}(H)$ и мягких- $N_{ev}(S)$ процессах счк π^\pm -мезонов друг от друга существенно отличаются (см.табл. .№1^a и №1^b); напр.:

$\langle P_L(\pi^-(S)) \rangle = (3.217 \pm 0.023) \text{GeV/c}$, $\langle \theta_L(\pi^-(S)) \rangle = (17.42 \pm 0.120) \text{degr}$, $\langle Y_L(\pi^-(S)) \rangle = 2.250 \pm 0.017$,
 $\langle n_c(\pi^-(S)) \rangle = 0.075 \pm 0.002$, $\langle R(\pi^-(S)) \rangle = 0.11$; Что касается - $N_{ev}(H)$ - жестких процессов – т.е.

$\pi(H)$ характеристики жестких процессах: $\langle P_L(\pi^-(H)) \rangle = (2.287 \pm 0.045) \text{GeV/c}$,
 $\langle \theta_L(\pi^-(H)) \rangle = (44.010 \pm 0.671) \text{degr}$, $\langle Y_L(\pi^-(H)) \rangle = 1.515 \pm 0.027$, $\langle n_c(\pi^-(H)) \rangle = 0.170 \pm 0.003$,
 $\langle R(\pi^-(H)) \rangle = 0.14$; из экспериментальных данных видно, что π^+ -мезоны испытывают более

сильное влияние FL-флуктонного поля (или, π_b^- -мезонов) чем, π^- -мезоны. Напр.:

$\langle P_L(\pi^+(S)) \rangle = (2.449 \pm 0.018) \text{GeV/c}$, $\langle \theta_L(\pi^+(S)) \rangle = (21.900 \pm 0.140) \text{degr}$, $\langle Y_L(\pi^+(S)) \rangle = 1.971 \pm 0.015$,
 $\langle n_c(\pi^+(S)) \rangle = 0.110 \pm 0.002$, $\langle R(\pi^+(S)) \rangle = 0.16$; а для $\pi^+(S)$ -мезонов см. табл. .№1^a и №1^b.

Флуктоны-FL (или, π_b^- -мезоны) существенное влияние оказывают на формирование характеристик сопутствующих, ассоциированных π -частиц, особенно, на формирование характеристик

$\pi^+(\text{ass})$ -мезонов: $\langle P_L(\pi^+(\text{ass})) \rangle = (2.977 \pm 0.056) \text{GeV/c}$, $\langle \theta_L(\pi^+(\text{ass})) \rangle = (18.791 \pm 0.310) \text{degr}$,
 $\langle Y_L(\pi^+(\text{ass})) \rangle = 2.168 \pm 0.042$, $\langle n_c(\pi^+(\text{ass})) \rangle = 0.081 \pm 0.005$,

$\langle R(\pi^+(\text{ass})) \rangle = 0.12$; а с кх $\pi^+(\text{ass})$ -мезонов такие $\langle P_L(\pi^+(\text{ass})) \rangle = (2.336 \pm 0.020) \text{ GeV/c}$, $\langle \Theta_L(\pi^+(\text{ass})) \rangle = (22.282 \pm 0.300) \text{ degr}$, $\langle Y_L(\pi^+(\text{ass})) \rangle = 1.940 \pm 0.032$, $\langle n_c(\pi^+(\text{ass})) \rangle = 0.110 \pm 0.004$, $\langle R(\pi^+(\text{ass})) \rangle = 0.17$; (см. табл. №2).

Таблица №2

Средние кинематические характеристики π^\pm - мезонов

		$\langle P_L \rangle \text{ GeV/c}$	$\langle P_\perp \rangle \text{ GeV/c}$	$\langle \Theta_L \rangle \text{ degr}$	$\langle Y_L \rangle$	$\langle \Delta Y \rangle$	$\langle n_c \rangle$	R
1	$\pi^-(t)$	3.052 ± 0.021	0.349 ± 0.004	22.160 ± 0.132	2.120 ± 0.015	1.322 ± 0.007	0.092 ± 0.002	0.11
2	$\pi^+(t)$	2.324 ± 0.015	0.386 ± 0.004	26.670 ± 0.170	1.845 ± 0.013	1.266 ± 0.007	0.131 ± 0.002	0.17
3	$\pi^-(S)$	3.217 ± 0.023	0.355 ± 0.004	17.420 ± 0.120	2.250 ± 0.009	1.210 ± 0.009	0.075 ± 0.002	0.11
4	$\pi^+(S)$	2.449 ± 0.018	0.391 ± 0.004	21.900 ± 0.140	1.971 ± 0.010	1.155 ± 0.011	0.110 ± 0.002	0.16
5	$\pi^-(\text{ass})$	2.977 ± 0.056	0.349 ± 0.011	18.791 ± 0.310	2.168 ± 0.042	1.214 ± 0.021	0.081 ± 0.005	0.12
6	$\pi^+(\text{ass})$	2.336 ± 0.020	0.388 ± 0.010	22.282 ± 0.300	1.940 ± 0.032	1.161 ± 0.015	0.110 ± 0.004	0.17
7	$\pi^-(b)$	0.256 ± 0.014	0.216 ± 0.014	118.401 ± 2.180	-0.405 ± 0.021	0.319 ± 0.010	0.430 ± 0.022	0.84
8	$\pi^+(b)$	0.238 ± 0.017	0.214 ± 0.015	115.602 ± 2.880	-0.384 ± 0.018	0.321 ± 0.050	0.534 ± 0.022	0.89

Замечание - $\pi^-(t)$ и $\pi^+(t)$ --- инклюзивные π^- и π^+ - мезоны

Из литературы известно, что hh-адрон-адронных, hA_t-адрон-ядерных и AiA_t- ядро-ядерных столкновениях с ростом числа вторичных частиц уменьшается среднее значение импульса, увеличивается среднее значение угла вылета; но, для кумулятивных частиц существует исключение - средние характеристики кумулятивных частиц (π^\pm -мезонов, р-протонов) не зависят от количества возникших кумулятивных частиц (см. табл. №3^a и №3^b).

Таблица №3^a

Средние характеристики π^\pm -мезонов

		$\langle P_L \rangle \text{ GeV/c}$	$\langle P_\perp \rangle \text{ GeV/c}$	$\langle \Theta_L \rangle \text{ degr}$	$\langle Y_L \rangle$	R	$\langle n_c \rangle$
1	$N(\pi^\pm_b(t))$	0.256 ± 0.014	0.216 ± 0.014	118.400 ± 2.200	-0.405 ± 0.021	0.840 ± 0.010	0.430 ± 0.022
2	$N(\pi^\pm_b=1)$	0.255 ± 0.016	0.212 ± 0.015	118.400 ± 2.180	-0.405 ± 0.020	0.840 ± 0.015	0.430 ± 0.022
3	$N(\pi^\pm_b=2)$	0.270 ± 0.020	0.229 ± 0.010	117.700 ± 2.82	-0.400 ± 0.017	0.850 ± 0.037	0.450 ± 0.020

Таблица №3^b

Средние характеристики π^\pm_b -мезонов

		$\langle P_L \rangle \text{ GeV/c}$	$\langle P_\perp \rangle \text{ GeV/c}$	$\langle \Theta_L \rangle \text{ degr}$	$\langle Y_L \rangle$	R	$\langle n_c \rangle$
1	$N(\pi^\pm_b(t))$	0.238 ± 0.017	0.214 ± 0.015	115.600 ± 2.88	-0.384 ± 0.018	0.900 ± 0.010	0.534 ± 0.022
2	$N(\pi^\pm_b=1)$	0.241 ± 0.018	0.216 ± 0.014	115.900 ± 2.150	-0.388 ± 0.020	0.900 ± 0.016	0.540 ± 0.020
3	$N(\pi^\pm_b=2)$	0.228 ± 0.018	0.210 ± 0.015	114.700 ± 2.180	-0.360 ± 0.016	0.920 ± 0.017	0.520 ± 0.010
4	$N(\pi^\pm_b=3)$	0.219 ± 0.020	0.200 ± 0.016	110.600 ± 3.100	-0.287 ± 0.020	0.920 ± 0.018	0.450 ± 0.012

Характеристики π^\pm_b -мезонов (кумулятивных частиц) возникших в πC -соударениях при 40 GeV/c в пределах погрешности то же, что и характеристики π^\pm_b -мезонов возникших в pA_t - протон-ядерных и $A_i A_t$ -ядро-ядерных столкновениях при разных энергиях. Не существует зависимость от первичной энергий (см. табл. №3^a и №3^b).

Возникновение - $N_{ev}(H)$ жестких процессов (как показывает анализ данных) в основном обусловлено само флуктуацией средней плотности нуклонов ядра мишени – „холодная“ модель (определенную роль играет энергия налетающей частицы)

Что касается характеристик $\pi^+(\text{ass})$ -мезонов, они существенно зависят от числа $N(\pi_b^\pm)$ -в Lab системе назад летящих кумулятивных частиц (см. табл.№4^a,№4^b,№5^a,№5^b).

Таблица №4^a

Зависимость средних характеристик сопутствующих - $\pi^+(\text{ass})$ -мезонов от числа π_b^- - мезонов

N		$\langle P_L(\pi^+(\text{ass})) \rangle$ GeV/c	$\langle P_\perp(\pi^+(\text{ass})) \rangle$ GeV/c	$\langle \Theta_L \rangle$ degr	$\langle Y_L \rangle$	R	$\langle n_c \rangle$
1	$N(\pi_b^-(t))$	2.977±0.055	0.349±0.011	18.79±0.055	2.168±0.042	0.12	0.081±0.005
2	$N(\pi_b^-)=1$	3.001±0.058	0.349±0.006	18.80±0.320	2.171±0.043	0.12	0.082±0.005
3	$N(\pi_b^-)=2$	2.618±0.100	0.346±0.040	18.43±2.15	2.140±0.151	0.13	0.078±0.014
4	$N(\pi_b^-)=3$	1.946±0.150	0.246±0.022	25.01±3.500	1.99±0.200	0.13	0.085±0.020

Таблица №4^b

Зависимость средних характеристик сопутствующих - $\pi^+(\text{ass})$ - мезонов от количества π_b^+ - мезонов

N		$\langle P_L(\pi^+(\text{ass})) \rangle$ GeV/c	$\langle P_\perp(\pi^+(\text{ass})) \rangle$ GeV/c	$\langle \Theta_L \rangle$ degr	$\langle Y_L \rangle$	R	$\langle n_c \rangle$
1	$N(\pi_b^+(t))$	2.336±0.020	0.388±0.010	22.28±0.300	1.940±0.032	0.12	0.081±0.005
2	$N(\pi_b^+)=1$	2.345±0.039	0.387±0.006	22.12±0.92	1.951±0.034	0.12	0.082±0.005
3	$N(\pi_b^+)=2$	2.271±0.110	0.405±0.033	22.99±1.09	1.867±0.110	0.13	0.078±0.014
4	$N(\pi_b^+)=3$	2.030±0.300	0.376±0.070	26.38±4.10	1.727±0.200	0.13	0.085±0.020
5	$N(\pi_b^+)=4$	1.878±0.350	0.343±0.080	32.32±5.11	2.155±0.251	0.18	0.124±0.060

Таблица №5^a

Зависимость средних характеристик сопутствующих(ассоциированных) - $\pi^+(\text{ass})$ от количества π_b^\pm -мезонов

N	$N(\pi_b^\pm(t))$	$\langle P_L(\pi^+) \rangle$ GeV/c	$\langle P_\perp(\pi^+) \rangle$ GeV/c	$\langle \Theta_L \rangle$ degr	$\langle Y_L \rangle$	R	$\langle n_c \rangle$	частица
1	0	3.294±0.082	0.345±0.010	17.36±0.35	2.267	0.10	0.071	$\pi^-(S)$
2	1	2.933±0.071	0.341±0.010	18.91±0.40	2.141	0.12	0.078	$\pi^-(\text{ass})$
3	2	2.572±0.081	0.339±0.012	19.80±0.60	2.058	0.13	0.082	$\pi^-(\text{ass})$
4	3	2.450±0.110	0.357±0.014	20.63±0.70	1.972	0.14	0.097	$\pi^-(\text{ass})$
5	4	2.451±0.150	0.365±0.015	21.54±0.90	2.027	0.15	0.094	$\pi^-(\text{ass})$
6	5	1.344±0.200	0.343±0.020	27.03±0.1.10	1.587	0.25	0.122	$\pi^-(\text{ass})$

Тоже что и в таблице №5^а, только для $\pi^+(s)$ и $\pi^+(ass)$ - мезонов

N	$N(\pi_b^\pm(t))$	$\langle P_L(\pi^+) \rangle$ GeV/c	$\langle P_\perp(\pi^+) \rangle$ GeV/c	$\langle \Theta_L \rangle$ degr	$\langle Y_L \rangle$	R	$\langle n_c \rangle$	частица
1	0	2.616	0.383	20.66	2.04	0.15	0.100	$\pi^+(S)$
2	1	2.260	0.391	22.81	2.90	0.17	0.111	$\pi^+(ass)$
3	2	2.046	0.394	25.37	1.77	0.19	0.122	$\pi^+(ass)$
4	3	1.997	0.421	24.93	1.76	0.21	0.128	$\pi^+(ass)$
5	4	1.821	0.382	26.75	1.68	0.21	0.190	$\pi^+(ass)$
6	5	1.774	0.386	27.61	1.65	0.22	0.130	$\pi^+(ass)$
7	6	1.402	0.331	27.62	1.57	0.24	0.111	$\pi^+(ass)$

II. Распределение кумулятивных π_b^\pm - мезонов в пространстве быстроты и проверка гипотезы коротко действующих корреляции

Согласно современным теоретическим представлениям быстрый q-кварк возникающий в жестких соударениях может адронизироваться не только в один кумулятивный пион, но и кумулятивную струю-jet. При этом выполняется естественный признак по короткодействующим корреляциям в пространстве быстроты

$$\Delta Y = |Y_i - Y_j| < 2 \quad (1)$$

Где Y_i и Y_j продольные быстроты i-го и j-го частиц.

Условие (1) выделяет пионы обязанные своим происхождением быстрому(кварку) патрону.

Экспериментальные данные показывают, что подавляющее большинство π^\pm - мезонов удовлетворяют условию (1) SRC- признак по короткодействующим корреляциям (см. рис.№2).

Замечание : $R = \langle P_\perp \rangle / \langle P_L \rangle$ n_c -кумулятивное число

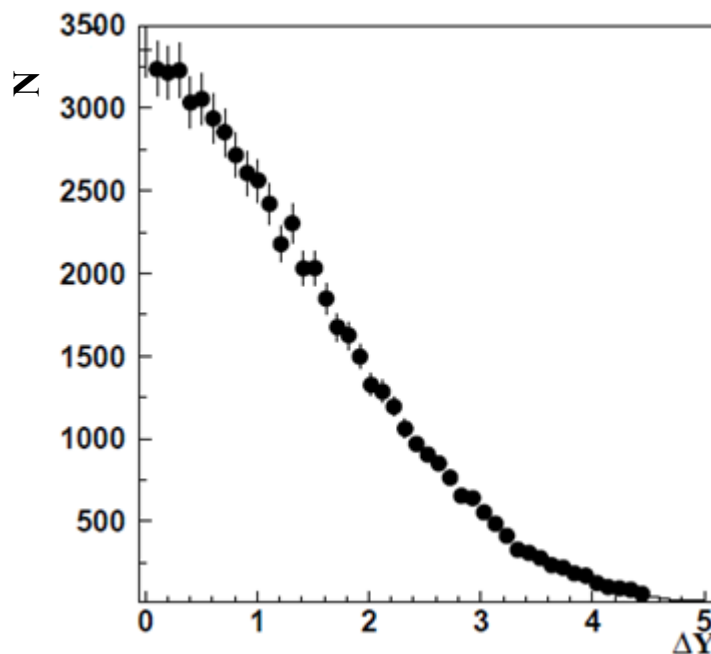


Рис.2 распределение ΔY для инклюзивных π^+ -пи плюс мезонов

Что касается π_b^\pm - мезонов – все они не только удовлетворяют условие SRC, но все $\langle \Delta Y \rangle$ - средние значения ΔY меньше 1(рис № 3 и №4) ; и они создают jet-струи из π_b^\pm - мезонов летящих назад в Lab-системе

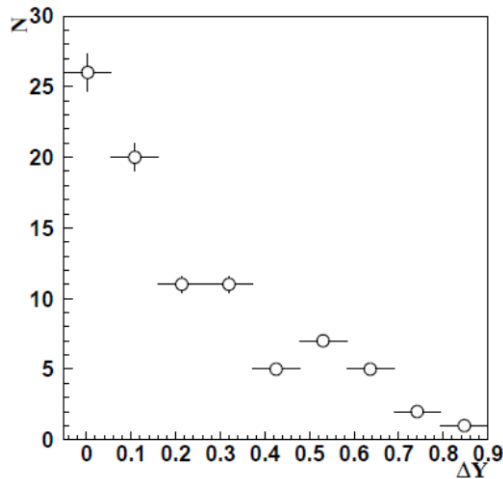


Рис.3. Распределение ΔY для π_b^- - Lab в системе назад летящих пи минус мезонов

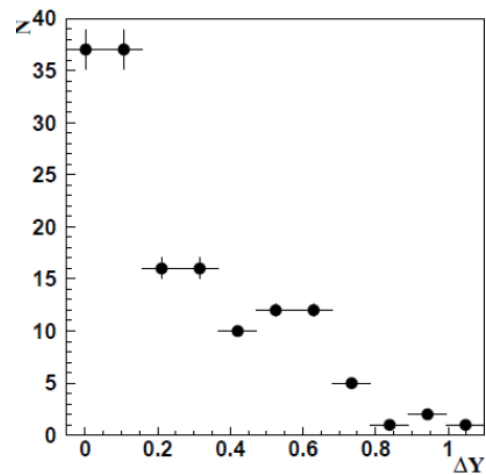


Рис.4. То же , что и на рис.3 ,только для π_b^+ - в Lab системе назад летящих пи плюс мезонов

III. Принцип неопределенности для импульса и Y – быстроты и быстрые процессы

Принцип неопределенности для энергии и времени (а также для импульса и координаты) запишется так

$$\Delta E \Delta t \geq \hbar \tag{2}$$

$$\Delta P \Delta x \geq \hbar \tag{3}$$

Из 2-го уравнения видно, что чем больше выделенная (переданная) энергия тем быстрее происходит процесс столкновения , следовательно Δt малая величина. Из 3-го уравнения следует, что чем больше переданный импульс , тем близко подходят друг-другу взаимодействующие частицы, т.е. Δx -расстояние между частицами уменьшается . Δt -определяет радиус взаимодействия

$$r_{in} = \Delta t c \tag{4}$$

Если выделенная (переданная) энергия $\Delta E = 10 \text{ GeV}/c$, тогда (см.2)

$$\Delta t = \frac{\hbar}{\Delta E} = \frac{1.05 \times 10^{(-27)} \text{ erg} \cdot \text{sec}}{10(1.6 \times 10^{(-3)}) \text{ erg}} = 0.065 \times 10^{(-24)} \text{ sec} = 6.5 \times 10^{(-26)} \text{ sec} \tag{5}$$

$$\Delta t = \frac{\hbar}{\Delta E} = \frac{1.05 \times 10^{(-27)} \text{ erg} \cdot \text{sec}}{10(1.6 \times 10^{(-3)}) \text{ erg}} = 0.065 \times 10^{(-24)} \text{ sec} = 6.5 \times 10^{(-26)} \text{ sec}$$

тогда, для радиуса взаимодействия получаем

$$r_{in} = 6.5 \times 10^{(-26)} \text{ sec} \times 2.90 \times 10^{(10)} \text{ cm} \times \text{sec}^{-1} = 18.85 \times 10^{(-16)} \text{ cm} \approx 0.20 \times 10^{(-14)} \text{ cm} \tag{6}$$

Соотношение неопределенности для импульса частиц и Y – быстроты запишется так (см.3)

$$\Delta P \Delta Y \geq \hbar \tag{6}$$

значит, чем больше переданный импульс, тем ближе подходят друг другу взаимодействующие частицы в пространстве быстроты и тем меньше значение ΔY .

Маленькое значение ΔY означает, что налетающая частица теряет большую часть своего импульса и рассеялся на большой угол. Маленькое значение ΔY означает, что частица имеет маленький импульс и рассеивается на большой угол. Большое значение ΔY означает, что ΔP имеет маленькое значение (и, следовательно имеет большой импульс) и угол рассеяния уменьшается.

Согласно такой логике характеристики кумулятивных и не кумулятивных частиц (и, вообще частиц) отличаются настолько, насколько отличаются друг от друга их $\langle \Delta Y \rangle$ -средние значения в пространстве быстроты.

Напр.:

$$\langle P_L(\pi^-(t)) \rangle = (3.052 \pm 0.021) \text{ GeV}/c, \quad \langle \theta_L(\pi^-(t)) \rangle = (22.160 \pm 0.132) \text{ degr}, \quad \langle \Delta Y \rangle = (1.322 \pm 0.007),$$

$$\langle P_L(\pi^+(t)) \rangle = (2.324 \pm 0.015) \text{ GeV}/c, \quad \langle \theta_L(\pi^+(t)) \rangle = (26.670 \pm 0.170) \text{ degr}, \quad \langle \Delta Y \rangle = (1.266 \pm 0.007)$$

(см.табл.№2)

$$\langle P_L(\pi^-(S)) \rangle = (3.217 \pm 0.023) \text{ GeV}/c, \quad \langle \theta_L(\pi^-(S)) \rangle = (17.420 \pm 0.120) \text{ degr}, \quad \langle \Delta Y(\pi^-(S)) \rangle = (1.210 \pm 0.010),$$

$$\langle P_L(\pi^+(S)) \rangle = (2.449 \pm 0.018) \text{ GeV}/c, \quad \langle \theta_L(\pi^+(S)) \rangle = (21.900 \pm 0.140) \text{ degr}, \quad \langle \Delta Y(\pi^+(S)) \rangle = (1.155 \pm 0.021)$$

(см.табл.№2)

$$\langle P_L(\pi^-(\text{ass})) \rangle = (2.977 \pm 0.026) \text{ GeV}/c, \quad \langle \theta_L(\pi^-(\text{ass})) \rangle = (18.791 \pm 0.310) \text{ degr},$$

$$\langle \Delta Y(\pi^-(\text{ass})) \rangle = (1.214 \pm 0.021)$$

$$\langle P_L(\pi^+(\text{ass})) \rangle = (2.336 \pm 0.020) \text{ GeV}/c, \quad \langle \theta_L(\pi^+(\text{ass})) \rangle = (22.282 \pm 0.300) \text{ degr},$$

$$\langle \Delta Y(\pi^+(\text{ass})) \rangle = (1.161 \pm 0.015) \text{ (см.табл.№2)}$$

$$\langle P_L(\pi^-(b)) \rangle = (0.256 \pm 0.014) \text{ GeV}/c, \quad \langle \theta_L(\pi^-(b)) \rangle = (118.401 \pm 2.180) \text{ degr},$$

$$\langle \Delta Y(\pi^-(b)) \rangle = (0.319 \pm 0.010) \text{ (см.табл.№2)}$$

Заключение

Изучение кумулятивных процессов в πC –соударениях при импульсе 40 GeV/c с помощью π^\pm – в Lab системе назад летящих пи мезонов показал:

1. С помощью π^\pm -мезонов можно выделить $N_{ev}(H)$ - жёсткие и $N_{ev}(S)$ - мягкие процессы. Средние кинематические характеристики $\pi^\pm(S)$ и $\pi^\pm(\text{ass})$ – мезонов существенно отличаются друг от друга;
2. Сравнение с результатами других экспериментов показывает, что скх π^\pm мезонов не зависят ни от первичной энергии, ни от A_i –массы налетающей частицы, ни от A_t –массы мишени;
3. Возникновение FL – флуктонов в основном обусловлено массой ядра мишени;
4. $\langle \Delta Y(\pi^\pm) \rangle$ -среднее расстояние в пространстве быстроты для π^\pm -мезонов существенно меньше, чем соответствующие величины для $\pi^\pm(S)$ и $\pi^\pm(\text{ass})$ – мезонов;
5. Заключение пункта 4 указывает на то, что jet-струй мезонов образуются от π^\pm -мезонов;
6. SRC-Short Range Correlation – признак по короткодействующим корреляциям $\Delta Y = |Y_i - Y_j| < 2$ выполняется для π^\pm -мезонов (более того--- практически для всех π^\pm -мезонов $\Delta Y < 1$;
7. Соотношение неопределенности между Y и P импульсом в пространстве быстроты запишется так $\Delta P \Delta Y \geq \hbar$, т.е. уменьшение ΔY вызывает увеличение ΔP -переданного импульса и увеличение угла вылета;

8. Из полученных данных можно заключить, что для Λ^0 -мезонов имеет место гипотеза „мягкого“ обесцвечивания - или единый механизм адронизации q -кварков и g -глюонов – Hypothesis of Soft Decoloration.

Авторы выражают благодарность проф. Г. Девидзе за помощь в работе и обсуждения

Авторы выражают благодарность академику Б. Юлдашеву за предоставление DST-экспериментального материала

Литература

1. BBCD SSTTU-BW, Collaboration. Phys. Lett., 1972, 39B, p.371;
2. Ангелов Н. и др. ЯФ, 1977,25,ст1013;
3. Ангелов Н. и др. ОИЯИ,1-12424,Дубна, 1979;
4. Abdurakhmanov E.O., ..., Tevzadze I., et al. JINR,E1-11517, Dubna, 1978; Yad. Fiz., 1978,28,1304;
5. Grigalashvili N.S., Tevzadze I.V.,..., et.al.Yad . Fiz.1988, 48,476;Олимов К и др ЯФ, 2009, 72, №3, 604
6. Балдин А.М. ЭЧАЯ,1977,8,с.429;
7. Балдин А.М. и др. Труды N международного семинара по проблемам физики высоких энергий. ОИЯИ,Д1,2-9224,Дубна,1975;
8. Ставинский В.С. ЭЧАЯ,1979,10,с,949;
9. Baldin A.M. JINR,E1-80-545, Dubna, 1980;
10. Аношин А.И. и др. ЯФ,1982,36,с.685;
11. Аношин А.И. и др. ЯФ,1982,36,с.409;
12. Blokhintsev D.I.(1957),JETP,42,Dubna,1986;P1-89-488,1986;
13. Блохинцев Д.И.,ЖЭТФ,1957,33,1205;
14. Балдин А.М., ЭЧАЯ,1977,8,429; Олимов К и др ЯФ, 2009, 72 ,№3, 604
15. В.С.Мурзин, Л.И. Сарычева. Взаимодействия адронов высоких энергий, Москва,1983;
16. Фейнберг Е.Д. Экспериментальная и Теоретическая Физика ,1966 23,с.132;
17. Zatsepin G.T. J.Phys. Soc. Japan Suppl. A III, 1962,17,р.494,Изв. АН СССР Сер. Физ. 1962,5,с.647.

Article received: 2019-04-06