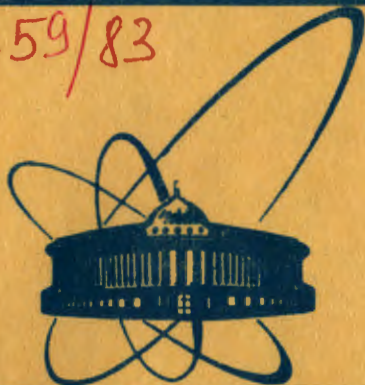


6759/83



сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
дубна

1-83-662

Г.Н.Агакишиев,¹ Т.Канарек, Е.Н.Кладницкая,
Н.И.Кочнев,² В.М.Попова,³ С.Ю.Сивоклоков,³
Г.П.Тонеева,³ А.П.Чеплаков

МЕТОДИКА ВЫДЕЛЕНИЯ
ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ НА УГЛЕРОДЕ
ПРИ ОБЛУЧЕНИИ ПРОПАНОВОЙ КАМЕРЫ
ЛЕГКИМИ ЯДРАМИ

¹ Институт физики АН АзССР, Баку.

² Высший машино-электротехнический институт,
Варна, НРБ.

³ Научно-исследовательский институт ядерной
физики Московского государственного университета.

1983

ВВЕДЕНИЕ

При изучении ядро-ядерных взаимодействий предпочтительно в качестве мишени иметь дело с определенными ядрами, а не со смесью ядер. В связи с этим была проведена работа по разделению всего экспериментального материала, полученного при облучении 2-метровой пропановой (C_3H_8) камеры, на события, появившиеся в результате взаимодействий пучкового ядра с углеродом, и события, полученные при взаимодействии ядра с водородом. Камера облучалась пучками релятивистских протонов, дейтронов, α -частиц и ядер углерода.

Настоящая работа касается разделения событий, появившихся в результате взаимодействий p , d , α , C с пропаном при импульсе 4,2 ГэВ/с на нуклон. Все отобранные в пропане события можно статистически разделить на углеродные (A_1C) и водородные (A_1p), зная сечения взаимодействия падающих ядер с ядрами мишени, а также эффективности отбора событий (ϵ).

$$\begin{aligned} \sigma_{A_1C_3H_8}^{tot} = & 3\sigma_{A_1C}^{in} \cdot \epsilon_{A_1C}^{in} + 3\sigma_{A_1C}^{el} \cdot \epsilon_{A_1C}^{el} + \\ & + 8\sigma_{A_1p} \cdot \epsilon_{A_1p} + 8\sigma_{A_1p} \cdot \epsilon_{A_1p} \end{aligned} \quad /1/$$

Сечения взаимодействий легких ядер с углеродом и водородом приводятся в табл.1.

Эффективность отбора некоторых типов событий в пропановой камере не равна единице. Так, при просмотре пленок имеет место пропуск 1-лучевых событий упругого рассеяния ядер на ядре углерода и квазисвободных нейтронах ядра углерода на малые углы $<1^\circ$. Теряются при просмотре и события упругого рассеяния на малые углы налетающих ядер на водороде и квазисвободных протонах ядра углерода. Это связано с тем, что протоны отдачи с импульсом менее 130 МэВ/с имеют пробег в пропане ≤ 1 мм и не видны в камере.

Таким образом, для определения числа событий в каждой из четырех групп взаимодействий /см./1// нужно найти соответствующие им ϵ .

Большая часть углеродных событий выделяется по следующим критериям:



- $n_+ - n_- > (Z_{A_1} + 1)$
- $n_p > 1$
- $n_p^b > 0$
- $n_- > 1$ - для рС-событий / $\sigma_{pp}^{(B)} \leq 0,3\% \cdot \sigma_{pp}^{in} / 1 /$ / ,
 $n_- > 2$ - для dC, aC и cC-событий,
- n_{\pm} - нечетное, для рС- и dC-событий.

Здесь: n_+ - число положительных частиц в событии, n_- - число отрицательных частиц в событии, Z_{A_1} - заряд налетающего ядра, n_p - число медленных / $P_p \leq 0,75$ ГэВ/с/ протонов в событии*, n_p^b - число протонов, вылетающих в заднюю полусферу в лаб. сис-теме, n_{\pm} - число заряженных частиц в событии.

Таблица 1

Сечения взаимодействий ядер при 4,2 ГэВ/с на нуклон и параметры наклона

| | p | d | ⁴ He | C |
|-----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| σ_p^{in} /мбн/ | 28,5 \pm 0,3 ^{1/1/} | 68,5 \pm 0,8 ^{1/1/} | 110 \pm 3 ^{7/7/} | 265 \pm 15 ^{4/4/} |
| σ_c^{in} /мбн/ | 265 \pm 15 ^{4/4/} | 400 \pm 20 ^{4/4/} | 450 \pm 20 ^{4/4/} | 830 \pm 50 ^{4/4/} |
| σ_p^{el} /мбн/ | 13,5 \pm 0,3 ^{1/1/} | 12,0 \pm 0,8 ^{1/1/} | 33,6 \pm 1,3 ^{7/7/} | 110 \pm 15 ^{5,4/5,4/} |
| b_p /ГэВ/с/ ⁻² | 7,5 \pm 0,5 ^{2/2/} | 37,7 \pm 1,4 ^{8/8/} | 30 \pm 1 ^{8/8/} | 69 \pm 1,9 ^{5/5/} |
| b_c /ГэВ/с/ ⁻² | 67 ^{5/5/} | 106 \pm 4 ^{5/5/} | 129 \pm 4 ^{5/5/} | 204 \pm 11 ^{5/5/} |

Достаточно выполнения хотя бы одного из этих условий, чтобы считать событие углеродным. Однако для отбора всех событий, представляющих взаимодействия ядер с углеродом, этих критериев недостаточно. Как будет показано далее, критерии /1÷5/ позволяют выделить от 70 до 90% углеродных событий.

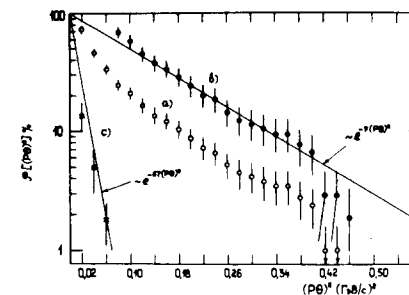
В работе описывается процедура выделения углеродных событий и приводятся некоторые конкретные примеры.

1. ПРОТОН - ПРОПАН-ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

По критериям /1÷5/ из общего числа 2776 событий в пропане было выделено 1499 рС-взаимодействий, упругих и неупругих. События от упругого рС-рассеяния находятся среди 1-лучевых звезд с быстрым протоном. Кинематика упругого рассеяния такова,

*Предполагается, что такие протоны могут быть только при фрагментации ядра-мишени.

Рис.1. Интегральное распределение однолучевых звезд по $(P\theta)^2$. а/ - все события, б/ - события от упругого рп-рассеяния, с/ - от упругого рС-рассеяния.



что распределение упругих рС-событий по квадрату переданного четырехимпульса - $(P\theta)^2$, где P - импульс рассеянного протона, а θ - угол рассеяния, описывается экспонентой $\exp[-b(P\theta)^2]$ с $b = 67$ /ГэВ/с/⁻² /6/. Интегральное распределение однолучевых звезд с $P > 3$ ГэВ/с по $(P\theta)^2$ показано на рис.1а. Виден явный излом при $(P\theta)^2 \approx 0,08$. Для $(P\theta)^2 \geq 0,08$ распределение следует экспоненциальному закону с $b = 7$ /ГэВ/с/⁻², характерному для нуклон-нуклонного рассеяния /2/ /рис.1б/. Эта часть распределения обусловлена событиями квазиупругого рассеяния протонов на нейтронах ядра углерода. В распределение до $(P\theta)^2 = 0,08$ дают вклад как события упругого рассеяния протонов на ядре углерода и квазисвободных нейтронов, так и события от рассеяния протонов на протонах /свободных и квазисвободных/. Это - двухлучевые события с малоэнергичным протоном отдачи / $P_2 \leq 0,130$ ГэВ/с/, которые в пропановой камере выглядят как однолучевые.

Вычитая из суммарного распределения по $(P\theta)^2$ вклад квазиупругих рп-взаимодействий согласно экспоненте $\exp[-7(P\theta)^2]$, получаем /с небольшой примесью упругих рр-взаимодействий/ распределение по $(P\theta)^2$ для упругих рС-событий /рис.1с/. Их число $N_{pC}^{el} = 208$ соб. При нормировке на интервал $0,04 \leq (P\theta)^2 < 0,06$ /ГэВ/с/² $N_{pC}^{el} = 740 \pm 150$ событий. Число неупругих рС-событий, выделенных по критериям, будет равно 1291 соб. /1499-208/.

В группу событий, оставшуюся после выделения части рС-взаимодействий, входят события как упругих, так и неупругих рр-взаимодействий, а также часть неупругих рС-событий.

Распределение упругих рр-событий по квадрату переданного 4-импульса описывается экспонентой ($\exp(-7P_2^2)$), где P_2 - импульс протона отдачи ($-P_2^2 = t$). При этом вероятность иметь в акте упругого рр-рассеяния $P_2^2 > 0,64$ /ГэВ/с/², меньше 1%.

Используя кинематические соотношения между импульсами и углами упруго рассеянных протонов и принимая во внимание погрешности

в определении импульсов / $\frac{\Delta P_1}{P_1}$ до 30%, $\frac{\Delta P_2}{P_2}$ до 10% / и углов

/ $\Delta\theta_1$ до 0,5° и $\Delta\theta_2$ до 1,5° /, мы получили следующие кинематиче-

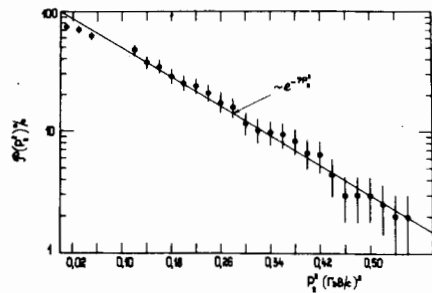


Рис.2. Интегральное распределение по квадрату переданного импульса упругих pp-событий.

ские ограничения для кандидатов в упругие pp события:

$$P_1 > 3 \text{ ГэВ/с}, \quad P_2 < 1,0 \text{ ГэВ/с},$$

$$\theta_1 < 11^\circ, \quad 60^\circ < \theta_2 < 90^\circ.$$

Оказалось, что 224 двухлучевые звезды удовлетворяют этим условиям.

Сравнение интегрального распределения отобранных двухлучевых звезд по P_2^2 с расчетным показало, что нормировку лучше проводить по области $P_2^2 > 0,14 \text{ ГэВ/с}^2$ /рис.2/. В интервале $0,06 < P_2^2 < 0,14 \text{ ГэВ/с}^2$ наблюдается избыток событий /на рис.2 не показан/ по сравнению с ожидаемым числом, если продолжить экспоненту с $b = -7 \text{ ГэВ/с}^{-2}$ в эту область. Видимо, в эту область дают вклад события от квазиупругого и неупругого взаимодействия протонов с углеродом. При больших передачах 4-импульса вклад таких событий, удовлетворяющих кинематике упругого pp-рассеяния, резко уменьшается. При нормировке на область $P_2^2 > 0,14 \text{ ГэВ/с}^2$ полное число $N_{pp}^{el} = 242 + 40$ событий. Из 224 кандидатов в упругие pp-события отнесено 178, 46 событий составляют избыток над экспонентой в области $0,06 < P_2^2 < 0,14 \text{ ГэВ/с}^2$. Таким образом, на долю неупругих pp-взаимодействий и невыделенных по критериям /1÷5/ pC-взаимодействий осталось 1099 событий /1277-178/. Среди них 854 двухлучевых и 245 - четырехлучевых звезд.

Для определения числа неупругих pp- и pC-событий использовалось распределение выделенных pC-взаимодействий по множественности заряженных частиц /рис.3, без заштрихованных областей/. В этом распределении видна явная недостача 2- и 4-лучевых событий. Это распределение для $n_{\pm} > 2$ становится гладким, если добавить 95 ± 10 4-лучевых событий. Вычитая эти $N_{pC}^{(4)}$ из 245 событий, определяем количество 4-лучевых событий, принадлежащих неупругим pp-взаимодействиям. Доля $\sigma_{pp}^{(4)}$ в неупругом сечении

известна $\frac{\sigma_{pp}^{(4)}}{\sigma_{pp}^{in}} = 0,27^{1/}$. Пользуясь этим, мы определяли полное число неупругих pp-событий

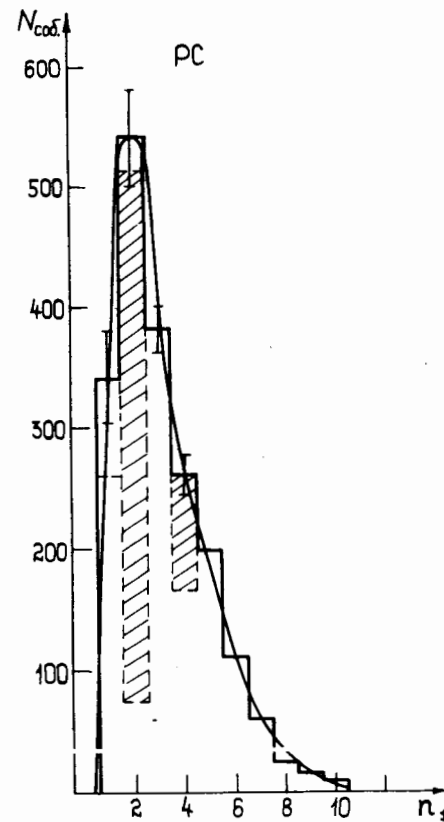


Рис.3. Распределение pC-взаимодействий по множественности заряженных частиц. --- распределение pC-событий, выделенных по критериям /см. текст/. Заштрихованная область относится к pC-событиям, добавленным из группы неразделенных ($N_{pp}^{in} + N_{pC}^{in}$) событий. К 1- и 2-лучевым событиям добавлены события, потерянные при просмотре. Кривая проведена от руки для наглядности.

$$N_{pp}^{in} = N_{pp}^{(4)} \cdot \sigma_{pp}^{in} / \sigma_{pp}^{(4)};$$

$$N_{pp}^{in} = 556 \text{ событий.}$$

Поскольку неупругие pp-взаимодействия при 4,2 ГэВ/с дают в основном 2- и 4-лучевые события $\sigma_{pp}^{(2)} < 0,3\%$, $\sigma_{pp}^{in} / \sigma_{pp}^{(4)}$, то, зная N_{pp}^{in} и $N_{pC}^{(4)}$, получаем $N_{pC}^{(2)}$, а следовательно, и недостающие $N_{pC}^{(2)}$ /рис.3/.

В результате найденные в пропане 2776 событий распределились

следующим образом:

$$2776 \begin{cases} \rightarrow 1834 / 1291 + 543 / - N_{pC}^{in} \\ \rightarrow 556 - N_{pp}^{in} \\ \rightarrow 200 / 208 - 8 / * - N_{pC}^{el} \\ \rightarrow 186 / 178 \pm 8 / * - N_{pp}^{el} \end{cases}$$

Полное число событий от всех взаимодействий протонов в пропане находилось по числу N_{pp}^{in} в предположении, что эффективность нахождения неупругих pp-событий равна 100%. Сечение неупругих pp-взаимодействий в пропане равно $\sigma_{pp}^{in}(C_3H_8) = 8 \cdot \sigma_{pp}^{in}$,

$$N_{pC_3H_8}^{tot} = N_{pp}^{in} \cdot \frac{\sigma_{pC_3H_8}^{tot}}{\sigma_{pp}^{in}}; \quad N_{pC_3H_8}^{tot} = 3584$$

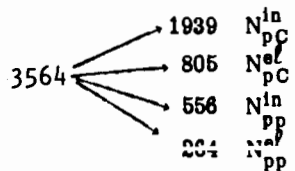
* По оценкам, 8 найденных событий от упругого pp-рассеяния не имеют видимого протона отдачи и вошли в число 1-лучевых звезд.

Таблица 2

Эффективности отбора pp- и pC -взаимодействий в пропане

| Тип событий | $N_{\text{соб.}}^{\text{tot}}$ | $N_{\text{соб.}}^{\text{набл.}}$ | ϵ |
|-------------|--------------------------------|----------------------------------|-----------------------|
| неупр. pC | 1939 | 1834 | $0,95 \pm 0,03$ |
| неупр. pp | 556 | 556 | 1,00 /фиксирована/ |
| упр. pC | 805 | 200 | $0,25 \pm 0,02$ |
| упр. pp | 264 | 186 | $0,71 \pm 0,03$ |
| Все типы | 3564 | 2776 | $0,78 \pm 0,03$ |

Итак, известно полное число взаимодействий протонов в пропане. В соответствии с парциальными сечениями оно распределяется следующим образом по типам взаимодействий:



Эффективности отбора соответствующих типов взаимодействий в пропане приведены в табл.2 /при фиксированном значении ϵ_{pp}^{in} /. N_{pC}^{el} и N_{pp}^{el} в пределах ошибок совпадают с соответствующими величинами, определенными из распределений 1- и 2-лучевых звезд по квадрату переданного импульса.

Погрешности по отношению к значениям ϵ определены по результатам аналогичных расчетов с варьированием в числе $N_{pp}^{(4)}$. Из табл.2 видно, что при просмотре теряется большая часть событий упругого pC-рассеяния, значительное количество событий упругого pp-рассеяния, а также $5 \pm 3\%$ событий от неупругого pC-взаимодействия. Это 1- и 2-лучевые звезды, обусловленные взаимодействием протонов с квазисвободными нуклонами ядра углерода. Распределение неупругих pC-событий по множественности заряженных частиц /кроме протонов с P_1 меньше $0,13$ ГэВ/с, и других медленных фрагментов ядра/ с коррекцией на потерянные события, показано на рис.3. В среднем на одно неупругое pC-взаимодействие приходится $\langle n_+ \rangle = 3,2 \pm 0,1$ заряженных частиц. По критериям /1.-5./, которые использовались для отбора pC-взаимодействий, выделяется $70 \pm 3\%$ не-

упругих pC-событий $\frac{1291}{1834} = 0,70$ /. Доля π^- -мезонов в выделен-

ных pC-событиях по отношению ко всем π^- -мезонам из неупругих pC-взаимодействий составляет $84 \pm 4\%$.

2. ДЕЙТРОН - ПРОПАН-ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

Аналогичным образом проводилось выделение dC-взаимодействий из всех отобранных взаимодействий дейтронов в пропане. Статистика d-пропан-взаимодействий составляет 3422 события. Из них 35 отнесены к событиям типа дифракционной диссоциации d/1-лучевые звезды с импульсом протона от 3 до 6 ГэВ/с и $\theta < 4^\circ$.

Для выделения событий упругого dp-рассеяния использовались кинематические соотношения между импульсами и углами рассеивающихся частиц. Распределение упругих dp-событий по квадрату переданного импульса следует закону $\exp[-(37,7 P_2^2 - 80 P_2^4)]^{1/8}$ и падает в ~ 100 раз до $P_2^2 = 0,2$ /ГэВ/с² / $P_2 \approx 0,45$ ГэВ/с/. С учетом этого, а также точности определения импульсов и углов кандидатами в упругие dp-события были взяты 2-лучевые звезды с $P_1 > 6$ ГэВ/с, $\theta_1 < 5^\circ$ и $P_2 < 0,7$ ГэВ/с. Распределение этих событий /их оказалось 52/ по P_2^2 показано на рис.4. При нормировке на область $P_2^2 > 0,04$ полное число $N_{dp}^{el} = 167 \pm 30$ событий. Однолучевые события от упругого dC-рассеяния / $b = 106 \pm 4$ /ГэВ/с⁻² / практически невозможно отличить от проходящих через камеру пучковых треков / $\theta_1 < 1^\circ$ /. В связи с этим считали $\epsilon_{dC}^{el} = 0$, а найденные при просмотре 20 однолучевых событий с $P_1 > 6$ ГэВ/с отнесли к упругим dp-взаимодействиям без видимого протона отдачи. Таким образом, видимое число $N_{dp}^{el} = 72$ соб. /52+20/, а на долю неупругих dp и dC-событий остается 3315 событий. По критериям отбора неупругих dC-взаимодействий /критерии 1÷5/ выделено 1725 событий. Среди оставшихся 1590 событий 1014 - двух-, 529 - четырех- и 47 - шестилучевых. Как и в случае протонного облучения, для определения числа неупругих dp и dC-взаимодействий использовалось распределение выделенных dC-событий по множественности заряженных частиц /рис.5/.

Из рис.5 видно, что среди выделенных dC-событий недостает в основном 2- и 4-лучевых событий. Добавление 187 ± 10 4-лучевых событий сглаживает переход от 3-лучевых звезд к 5-лучевым. В этом случае $N_{dp}^{(4)} = 342$ соб. /529-187/. Использование топологических сечений pp и pr-взаимодействий при $4,2$ ГэВ/с^{1/} приводит к отношению $\sigma_{dp}^{(4)} / \sigma_{dp}^{(8)} \approx 22$ для dp-взаимодействий. При $N_{dp}^{(4)} = 342$ $N_{dp}^{(8)} = 16$, т.е. из 47 неразделенных 6-лучевых событий 16 следует отнести к dp, а 31 - к dC-взаимодействиям. В сумме 4- и 6-лучевые dp-события составляют $31,6 \pm 1,0\%$ от всех неупругих dp-взаимодействий. По этим данным находилось полное число неупругих dp-взаимодействий (N_{dp}^{in}), а также $N_{dp}^{(2)}$ и $N_{dC}^{(2)}$. Определенные по описанной процедуре $N_{dC}^{(2)}$, $N_{dC}^{(4)}$ и $N_{dC}^{(8)}$ из группы неразделенных событий добавлены в распределение по n_+ /рис.5, заштрихованные области/. Число найденных dp и dC событий дано в табл.3.

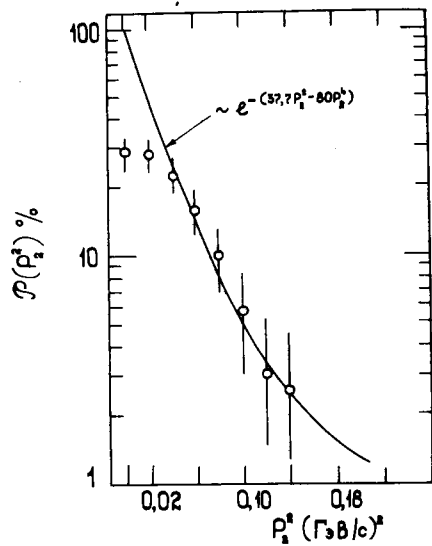


Рис.4. Интегральное распределение по квадрату переданного импульса для упругих dp -событий.

Рис.5. Распределение dC -взаимодействий по множественности заряженных частиц. --- распределение dC -событий, выделенных по критериям. Заштрихованная область относится к dC -событиям, добавленным из группы неразделенных ($N_{dp}^{in} + N_{dC}^{in}$) событий. К 1- и 2-лучевым событиям добавлены события, потерянные при просмотре. Кривая проведена от руки.

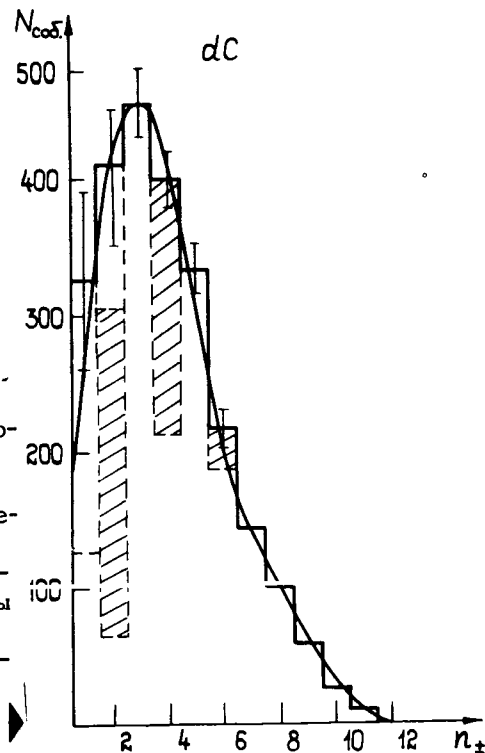


Таблица 3

Эффективности отбора dC и dp -взаимодействий в пропане

| Тип событий | $N_{\text{соб.}}^{\text{tot}}$ | $N_{\text{соб.}}^{\text{набл.}}$ | ϵ |
|-------------|--------------------------------|----------------------------------|-----------------------|
| неупр. dC | 2481 | 2182 | $0,88 \pm 0,03$ |
| неупр. dp | 1133 | 1133 | 1,00 /фиксирована/ |
| упр. dp | 198 | 72 | $0,36 \pm 0,04$ |
| Все типы | 3812 | 3387 | $0,89 \pm 0,03$ |

Полное число событий, образовавшихся в пропане /без упругих dC -событий/, при 100% эффективности нахождения неупругих dp -событий определялось из соотношения

$$N_{dC_3H_8}^{\text{tot}} = N_{dp}^{\text{in}} \frac{\sigma_{dC_3H_8}^{\text{tot}}}{\sigma_{dp}^{\text{in}}}, \quad N_{dC_3H_8}^{\text{tot}} = 3812 \text{ соб.}$$

В соответствии с парциальными сечениями эти события распределялись по типам взаимодействий, как показано в табл.3. Уменьшения $\epsilon_{dC}^{\text{in}}$ по сравнению с $\epsilon_{pC}^{\text{in}}$ следовало ожидать, т.к. к потерям квазиупругих взаимодействий протонов /из d / с протонами и нейтронами из ядра углерода добавились 100% потери квазиупругих pn -взаимодействий. Уменьшение $\epsilon_{dp}^{\text{el}}$ по сравнению с $\epsilon_{pp}^{\text{el}}$ тоже понятно, поскольку параметр наклона $b_{dp}^{\text{el}} > b_{pp}^{\text{el}}$ /см. табл.1/ и, соответственно, большая часть N_{dp}^{el} имеет малые углы рассеяния. Число упругих dp -событий в пределах ошибок совпадает с N_{dp}^{el} , полученным из распределения по P_2^2 .

Потерянные при просмотре 299 /2481-2182/ событий должны быть в основном 1-лучевыми звездами типа $p_s^*(pn)$, $n_s^*(pn)$, а также 2-лучевыми с медленным протоном типа $p_s(pp)$ и $n_s(pp)$. По оценкам, $N_1:N_2=2:1$. В таком отношении потерянные события добавлены в распределение по n_{\pm} на рис.5.

Окончательный вид распределения неупругих dC -взаимодействий по множественности заряженных частиц /без медленных протонов и фрагментов/ показан на рис.5. На одно неупругое dC -событие в среднем приходится $\langle n_{\pm} \rangle = 4,0 \pm 0,1$ заряженных частиц.

Неупругие dC -события, выделенные по критериям, составляют /79 \pm 2%/ от полного числа событий этого типа. На выделенные dC -события приходится /83 \pm 3%/ π^- -мезонов из всех dC -взаимодействий.

3. АЛЬФА - ПРОПАН-ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

Статистика α -пропан-взаимодействий составляет 1746 событий. Из них часть относится к событиям дифракционной диссоциации α и к упругому рассеянию α -частиц на водороде. Упругие αC -взаимодействия в нашем эксперименте практически не регистрируются / $b = 129 \pm 4$ $\theta < 1^\circ$ /, т.е. $\epsilon_{\alpha C}^{\text{el}} = 0$. Событиями диссоциации α считались те, в которых все вторичные частицы были стриппинговыми / $P > 3$ ГэВ/с и $\theta < 4^\circ$ /. Их оказалось 23: 5 однолучевых и 18 - двухлучевых событий.

Распределение упругих dp -взаимодействий при 4,2 ГэВ/с на нуклон по переданному импульсу описывается экспонентой с показателем $b = 30 \pm 1$ / $\text{ГэВ/с}/^{-2}$. Эта экспонента падает в ~ 100 раз

* p_s и n_s - обозначение стриппинговых протонов и нейтронов.

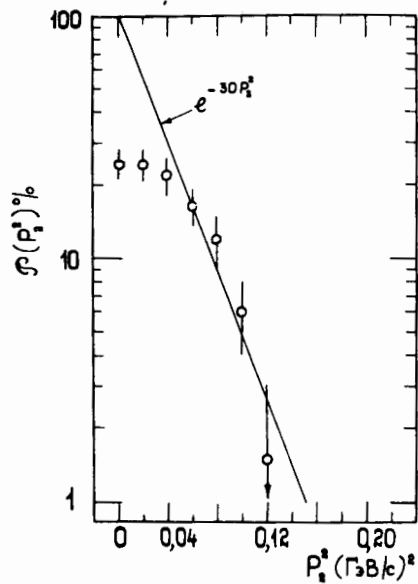


Рис.6. Интегральное распределение по квадрату переданного импульса для упругих α -событий.

к $P_2^2 = 0,14$. Поэтому кандидатами в упругие α р события считались 2-лучевые звезды, имеющие тяжелый фрагмент $Z = 2/$ с $P > 6$ ГэВ/с и идентифицированный протон с импульсом $< 0,5$ ГэВ/с. Таких кандидатов в $N_{\alpha p}^{el}$ оказалось 49. Их распределение по P_2^2 не противоречит $\exp(-30P_2^2)$ /рис.6/. При нормировке на обл. $P_2^2 > 0,06$ ГэВ/с получили полное число $N_{\alpha p}^{el} = 200 \pm 50$ событий. После исключения дифракционных и упругих событий осталось 1674, относящихся к неупругим α р- и α С-взаимодействиям. По критериям отбора

/1÷4/ выделено 780 неупругих α С-событий. Использовать их распределение по p_{\pm} для нахождения числа недостающих событий в определенных топологиях, как это делалось в случае рС- и дС-взаимодействий, невозможно, так как нет значения p_{\pm} для $p_{\pm} < 8$, при котором было бы выделено 100% событий по критериям /1÷4/. Следовательно, для определения $N_{\alpha p}^{in}$ и $N_{\alpha C}^{in}$ нужно сделать предположение об эффективности отбора событий этих типов. $\epsilon_{\alpha p}^{in}$, как и ϵ_{pp} и ϵ_{dp} , принималось равным единице. Вероятность потерь событий от квазиупругих взаимодействий отдельных нуклонов из α с нуклонами ядра углерода меньше, чем в дейтронном облучении, т.к. остаются стриппинговые частицы, которые помогают регистрации событий. Реально теряются события типа ${}^3\text{He}(\pi n)$ и ${}^8\text{He}(\pi p)$ с медленным протоном.

Оценки приводят к величине $\epsilon_{\alpha C}^{in} = 0,95$. В этом случае суммарное сечение, соответствующее отобранном неупругим α р- и α С-взаимодействиям, будет равно

$$\sigma_{\alpha C}^{in} + \sigma_{\alpha p}^{in} = 0,95 \cdot 3 \cdot \sigma_{\alpha C}^{in} + 8 \cdot \sigma_{\alpha p}^{in}.$$

В соответствии с парциальными сечениями 1674 события разделяются на 993 события от α С- и 681 - от α р-взаимодействий. Полное число неупругих α С-взаимодействий /с учетом $\epsilon_{\alpha C}^{in} / N_{\alpha C}^{in} = 1045$ соб. При этом полное число $N_{\alpha p}^{el} = 208$ событий и $\epsilon_{\alpha p}^{el} = 0,24 \pm 0,03$.

Средняя множественность заряженных частиц ν отобранных по критериям α С-взаимодействиях $\langle n_{\pm} \rangle_{\alpha C}^{выд.} = 7,45$. Значение $\langle n_{\pm} \rangle =$ для всех неупругих α С-взаимодействий получено в предположении, что $\langle n_{\pm} \rangle_{\alpha C}^{невыд.} = \langle n_{\pm} \rangle$ для группы неразделенных событий

$(N_{\alpha p}^{in} + N_{\alpha C}^{in})$, т.к. неизвестна величина $\langle n_{\pm} \rangle_{\alpha p}^{in}$. В этом случае $\langle n_{\pm} \rangle_{\alpha C}^{in} = 6,4 \pm 0,2$.

В случае α -облучения по критериям отбора /1÷4/ выделяется /76+4/% неупругих α С-взаимодействий. На них приходится /80+4/% π^- -мезонов из всех α С-взаимодействий.

4. УГЛЕРОД - ПРОПАН-ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

Статистика измеренных С-пропан-взаимодействий составляет 3211 событий. Среди них 72 - от диссоциации пучкового углерода. В этих событиях все частицы удовлетворяют условию $P > 3$ ГэВ/с и $\theta < 4^\circ$, т.е. являются стриппинговыми. Кинематике упругого Ср-рассеяния с учетом зависимости $dN/dP_2^2 \sim e^{-87P_2^2}$,

удовлетворяет 41 двухлучевое событие с тяжелым фрагментом $Z = 6/$, имеющим импульс $(\frac{P}{Z})$ больше 6 ГэВ/с, и медленным протоном $P_2 < 0,3$ ГэВ/с. Группа $N_{Cp}^{in} + N_{CC}^{in}$ содержит 3098 событий. По критериям /1÷4/ выделено 1212 СС-взаимодействий, 1886 остались неразделенными. Оценка величины ϵ_{CC}^{in} , проведенная аналогично оценке $\epsilon_{\alpha C}^{in}$, дала значение 0,97.

Приняв $\epsilon_{CC}^{in} = 0,97$ и $\epsilon_{Cp}^{in} = 1$, получаем для сечения, соответствующего отобранном неупругим СС-и СР-взаимодействиям,

$$\sigma_{CC}^{in} + \sigma_{Cp}^{in} = 0,97 \cdot 3 \sigma_{CC}^{in} + 8 \sigma_{Cp}^{in}.$$

В соответствии с парциальными сечениями имеем $N_{CC}^{in} = 1650$ и $N_{Cp}^{in} = 1448$ событий. При этом полное число неупругих N_{CC}^{el} -взаимодействий равно 1700, а полное число $N_{Cp}^{el} = 600$ событий. Эффективность отбора упругих Ср-взаимодействий в пропановой камере - всего $0,07 \pm 0,03$.

Неупругие СС-события, выделенные по критериям /1÷4/, составляют /74+3/% от всех неупругих СС-взаимодействий. Доля π^- -мезонов в выделенных событиях - /85+2/%.

Подводя итоги, можно сказать, что критерии /1÷5/, использованные для отбора углеродных событий, позволяют выделить от 70 до 80% всех событий на углероде. При этом доля π^- -мезонов в выделенных событиях составляет 80-85% от всех отрицательных пионов из СС-взаимодействий /см. табл.4/.

Коэффициенты, характеризующие эффективность отбора событий разных типов в пропановой пузырьковой камере, суммированы в табл.5. Предложенная процедура разделения событий в пропане на углеродные и водородные дает возможность исследовать взаимодействия падающих ядер на чистых мишенях /С и р/.

Таблица 4

Доля событий на углероде и π^- -мезонов в них, выделенных по критериям отбора

| | pC | dC | ^4HeC | CC |
|---------------------------|------------|------------|----------------|------------|
| Доля событий в % | 70 \pm 3 | 79 \pm 2 | 78 \pm 4 | 74 \pm 3 |
| Доля π^- -мезонов в % | 84 \pm 4 | 83 \pm 3 | 80 \pm 4 | 85 \pm 2 |

Таблица 5

Эффективности отбора событий в пропановой камере

| A_i | p | d | ^4He | C |
|-----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| $\epsilon^{in} A_i C$ | 0,95 \pm 0,03 | 0,88 \pm 0,03 | 0,95 \pm 0,02 | 0,97 \pm 0,02 |
| $\epsilon^{el} A_i C$ | 0,25 \pm 0,02 | 0 | 0 | 0 |
| $\epsilon^{el} A_i p$ | 0,71 \pm 0,03 | 0,36 \pm 0,04 | 0,24 \pm 0,05 | 0,07 \pm 0,03 |

В заключение авторы выражают благодарность А.П.Гаспаряну, В.Г.Гришину, И.А.Ивановской, В.А.Никитину, М.И.Соловьеву и М.Г.Шафрановой за полезные обсуждения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Flamino V. et al. Compilation of Cross Sections, p and \bar{p} Induced Reactions. CERN-HERA 79-03, Geneva, 1979.
2. Никитин В.А. ЭЧАЯ, 1970, т.1. вып.1, с.9.
3. Шафранова М.Г. ЭЧАЯ, 1974, т.5, вып.3.
4. Ангелов Н. и др. ОИЯИ, P1-80-473, Дубна, 1980; ЯФ, 1980, т.33, с.1046.
5. Jaros J.A. Preprint LBL-3849, Berkeley, 1975.
6. Авдейчиков В.В. и др. ОИЯИ, 1-10635, Дубна, 1977; ЯФ, 1978, т.27, с.710.
7. Аблеев В.Г. и др. ЯФ, 1982, т.36, с.1434.

Рукопись поступила в издательский отдел
19 сентября 1983 года.

Агакишиев Г.Н. и др.

1-83-662

Методика выделения взаимодействий на углероде при облучении пропановой камеры легкими ядрами

С целью изучения взаимодействия ядер-снарядов с углеродом и водородом, при помощи двухметровой пропановой камеры была проведена методическая работа по разделению экспериментального материала на углеродные и водородные события. Описаны критерии отбора углеродных событий, а также процедура выделения таких событий, не прошедших по критериям. Приводятся конкретные примеры расчета по выделению взаимодействий протонов, дейтронов, альфа-частиц и ядер углерода с углеродной мишенью при импульсе 4,2 ГэВ/с на нуклон. Показано, что по использованным критериям выделяется от 70 до 80% неупругих углеродных событий в зависимости от типа облучения. При этом в выделенных событиях содержится 80-85% всех π^- -мезонов, образованных на углеродной мишени.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1983

Agakishiev G.N. et al.

1-83-662

Methods of Selecting Carbon Interactions on Irradiating Propane Chamber with Light Nuclei

In order to investigate interactions of nuclei-projectiles with carbon and hydrogen by means of a two-meter propane chamber a methodological experiment has been carried out on selecting carbon and hydrogen events among the experimental data. The criteria for identifying the carbon events and the procedure of selecting such events which do not meet the criteria are described. Some examples of selecting the proton-, deuteron-, alpha- and carbon interactions at 4.2 GeV/c per nucleon are presented. It is shown that when using these criteria 70 to 80% inelastic carbon event are selected depending on irradiation type. The identified events contain 80 to 85% of all π^- -mesons produced on carbon target.

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

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1983

Перевод О.С.Виноградовой