

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА

2507/83

16/v-83

P1-83-96

И.А.Ивановская, С.А.Прокопиева

МНОЖЕСТВЕННОСТЬ  $\pi^-$ -МЕЗОНОВ И ПРОТОНОВ  
В НЕУПРУГИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ ДЕЙТРОНОВ  
И НЕЙТРОНОВ С ЯДРАМИ УГЛЕРОДА  
И ТАНТАЛА В ИНТЕРВАЛЕ  
ИМПУЛЬСОВ (2÷5) ГэВ/с · нукл.

Направлено в "Болгарский физический журнал"

1983

## 1. ВВЕДЕНИЕ

В последние годы большой интерес вызывает изучение процессов множественного рождения частиц в ядро-ядерных столкновениях при высоких энергиях. Для анализа этих процессов необходимо иметь экспериментальные данные как по взаимодействиям протонов с ядрами, так и по взаимодействиям нейтронов с ядрами. Однако в настоящее время данные по нейтрон-ядерным взаимодействиям практически отсутствуют.

В настоящей работе представлены экспериментальные характеристики распределений по числу рожденных  $\pi^-$ -мезонов и протонов при неупругих столкновениях дейтронов и нейтронов с ядрами углерода и тантала в интервале импульсов  $p = /2 \div 5/$  ГэВ/с-нукл.

## 2. МЕТОДИКА ПОЛУЧЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ

Экспериментальный материал получен с помощью 2-метровой пропановой пузырьковой камеры ЛВЭ ОИЯИ<sup>1/1</sup>. В рабочем объеме камеры размещались 3 танталовые пластины толщиной 1 мм на расстоянии 93 мм друг от друга. Камера облучалась ядрами дейтерия с импульсами 2,3; 4,2 и 5,1 ГэВ/с-нукл. на синхрофазотроне ЛВЭ ОИЯИ.

Наличие магнитного поля при облучении камеры и визуальная информация об ионизационной способности вторичных частиц позволили разделить их на следующие группы:

- а/ отрицательные частицы, в основном  $\pi^-$ -мезоны;
- б/ медленные положительные частицы с повышенной ионизацией и с импульсом меньше 700 МэВ/с, в основном медленные протоны ( $\Phi_{\text{мед}}$ );
- в/ релятивистские положительные частицы, в основном быстрые протоны с импульсом больше 700 МэВ/с ( $p_{\text{рел.}}$ );
- г/ идентифицированные  $\pi^+$ -мезоны с импульсом меньше 700 МэВ/с.

Среди отрицательных частиц примесь неидентифицируемых электронов не превышает 5%<sup>2/2</sup>, а отрицательных странных частиц - 1%. Примесь  $\pi^+$ -мезонов к протонам не превышает 10%.

При неупругом столкновении ядра с ядром-мишенью взаимодействуют не все нуклоны налетающего ядра. Часть их остается спектаторами. Спектаторные нуклоны часто называют стриппинговыми. Данные о взаимодействии нейтрона с ядром-мишенью были получены путем отбора таких соударений дейтронов с ядрами, в которых регистрировался стриппинговый протон.

Экспериментальная установка предоставляет возможность изучать и сравнивать взаимодействия нейтронов с легкими и тяжелыми ядра-

ми (C, Ta). Взаимодействия с ядрами углерода выделялись из взаимодействий с пропаном путем отбора событий с двумя медленными протонами

$$p + (C_3H_8) \rightarrow P_{мед.} + P_{мед.} + \dots \quad /1/$$

Это условие выделяет неупругие соударения с относительно малым прицельным параметром, уменьшая вклад периферических соударений. Поэтому такие взаимодействия будем называть "центральными".

Было проанализировано около 4000 dTa-событий и около 10000 d(C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>)-событий. События нейтрон-ядро составляют /20 ± 30% от событий дейтрон-ядро.

3. СРЕДНЯЯ МНОЖЕСТВЕННОСТЬ π<sup>-</sup>-МЕЗОНОВ В НУКЛОН-НУКЛОННЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ

Для последующего анализа экспериментальных результатов нужно знать величины средней множественности π<sup>-</sup>-мезонов, рожденных в нуклон-нуклонных взаимодействиях. Они были получены из опубликованных экспериментальных данных по pp- и pn-взаимодействиям /3/. Средняя множественность π<sup>-</sup>-мезонов в nn-взаимодействиях принималась равной средней множественности π<sup>+</sup>-мезонов в pp-взаимодействиях /изотопически симметричные процессы/.

Величины средней множественности π<sup>-</sup>-мезонов в нуклон-нуклонных взаимодействиях представлены в табл.1. Они нормированы на полное сечение взаимодействия (σ<sub>tot</sub>), так как в случае нуклон-ядерных соударений квазиупругое рассеяние нуклона считается неупругим взаимодействием на ядре. Остальные величины получены из соотношений:

$$\begin{aligned} \langle n_- \rangle_{pN} &= \frac{1}{2} (\langle n_- \rangle_{pp} + \langle n_- \rangle_{pn}), \\ \langle n_- \rangle_{nN} &= \frac{1}{2} (\langle n_- \rangle_{nn} + \langle n_- \rangle_{pn}), \\ \langle n_- \rangle_{NN} &= \frac{1}{2} (\langle n_- \rangle_{pN} + \langle n_- \rangle_{nN}), \\ \langle n_- \rangle_{pNTa} &= \frac{\langle n_- \rangle_{pp} + 1,5 \langle n_- \rangle_{pn}}{2,5}, \\ \langle n_- \rangle_{nNTa} &= \frac{\langle n_- \rangle_{np} + 1,5 \langle n_- \rangle_{nn}}{2,5}, \\ \langle n_- \rangle_{NNTa} &= \frac{1}{2} (\langle n_- \rangle_{pNTa} + \langle n_- \rangle_{nNTa}). \end{aligned} \quad /2/$$

Величины средних множественностей π<sup>-</sup>-мезонов в нуклон-нуклонных взаимодействиях в нормировке на σ<sub>tot</sub>

р, ГэВ/с	2,3	4,2	5,1
pp	0,04±0,01	0,18±0,01	0,24±0,01
pn	0,22±0,01	0,41±0,01	0,52±0,02
nn	0,47±0,05	0,62±0,06	0,62±0,06
pN	0,13±0,01	0,30±0,01	0,38±0,01
nN	0,35±0,04	0,52±0,05	0,57±0,06
NN	0,24±0,02	0,41±0,04	0,48±0,05
pNTa	0,15±0,01	0,32±0,01	0,41±0,01
nNTa	0,37±0,04	0,54±0,05	0,58±0,06
NNTa	0,26±0,03	0,43±0,04	0,50±0,05

Величины, рассчитанные на нуклон ядра тантала N<sub>Ta</sub>, учитывают тот факт, что в ядре тантала в 1,5 раза больше нейтронов, чем протонов.

4. СРЕДНЯЯ МНОЖЕСТВЕННОСТЬ π<sup>-</sup>-МЕЗОНОВ И ПРОТОНОВ В dTa-, d(C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>)-, pTa- И n(C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>)- ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ

В табл.2 приведены средние множественности π<sup>-</sup>-мезонов (<n<sub>-</sub>>) и протонов (<n<sub>ред.</sub>> и <n<sub>мед.</sub>>) в неупругих взаимодействиях дейтронов и нейтронов с ядрами пропана и тантала в зависимости от импульса налетающего ядра. Здесь A<sub>i</sub> означает тип первичных частиц, A<sub>i</sub> - тип ядра-мишени, R<sub>-</sub> коэффициент размножения π<sup>-</sup>-мезонов. Из табл.2 видно, что средняя множественность π<sup>-</sup>-мезонов растет с ростом энергии. Множественность π<sup>-</sup>-мезонов в pTa-взаимодействиях, начиная с 4,2 ГэВ/с, больше, чем в n(C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>)-взаимодействиях; при p = 2,3 ГэВ/с она меньше, чем в n(C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>), что, вероятно, объясняется поглощением π<sup>-</sup>-мезонов тяжелым ядром Ta. Сравнение с данными по pA<sub>i</sub>-взаимодействиям /3/ показывает, что множественность <n<sub>-</sub>> в pA<sub>i</sub>-соударениях больше, чем в pA<sub>i</sub>, что объясняется вкладом канала с перезарядкой (p → pπ<sup>-</sup>).

Для изучения влияния ядра на процессы множественного рождения используют так называемый коэффициент размножения R<sub>A</sub>, который равен отношению средних множественностей π<sup>-</sup>-мезонов в адрон-ядерных и адрон-адронных столкновениях при одинаковой энергии. В табл.2 приведены величины R<sub>-</sub>, полученные с помощью данных табл.1:

$$\frac{\langle n_- \rangle_{n(C_3H_8)}}{\langle n_- \rangle_{nN}}; \quad \frac{\langle n_- \rangle_{nTa}}{\langle n_- \rangle_{nNTa}};$$

$$\frac{\langle n_- \rangle_{d(C_3H_8)}}{\langle n_- \rangle_{NN}}; \quad \frac{\langle n_- \rangle_{dTa}}{\langle n_- \rangle_{NNTa}}.$$

13/

Видно, что в  $n(C_3H_8)$ -соударениях  $\pi^-$ -мезоны преимущественно образуются в одном элементарном акте взаимодействия  $/R_- \sim 1/$ . В  $nTa$ -взаимодействиях наблюдается поглощение  $\pi^-$ -мезонов при  $p = 2,3$  ГэВ/с, а при 4,2 и 5,1 ГэВ/с коэффициент размножения немного превышает 1, так как размножение частично компенсируется по-

Таблица 2

Средние множественности  $\pi^-$ -мезонов и протонов в неупругих взаимодействиях дейтронов и нейтронов с пропаном и танталом в зависимости от импульса налетающего ядра

$P, \text{ГэВ/с}$	$A_i$	$A_t$	$\langle n_- \rangle$	$R_-$	$\langle n_{\text{реп}} \rangle$	$\langle n_{\text{мез}} \rangle$	$\langle n_- \rangle_{\text{реп}}$	$\langle n_{\text{реп}} \rangle_{\text{реп}}$
2,3	d	$C_3H_8$	$0,28 \pm 0,01$	$1,12 \pm 0,11$	$0,91 \pm 0,03$	$1,25 \pm 0,03$	$0,34 \pm 0,03$	$0,89 \pm 0,06$
		Ta	$0,28 \pm 0,02$	$1,08 \pm 0,11$	$0,69 \pm 0,06$	$2,51 \pm 0,07$	$0,33 \pm 0,03$	$0,68 \pm 0,09$
	n	$C_3H_8$	$0,36 \pm 0,02$	$1,03 \pm 0,10$	$0,51 \pm 0,02$	$1,00 \pm 0,04$		
		Ta	$0,27 \pm 0,02$	$0,73 \pm 0,07$	$0,30 \pm 0,03$	$1,20 \pm 0,10$		
4,2	d	$C_3H_8$	$0,51 \pm 0,01$	$1,21 \pm 0,12$	$1,06 \pm 0,02$	$1,39 \pm 0,20$	$0,54 \pm 0,05$	$0,90 \pm 0,06$
		Ta	$0,84 \pm 0,02$	$1,95 \pm 0,20$	$1,51 \pm 0,03$	$3,97 \pm 0,08$	$0,86 \pm 0,09$	$1,34 \pm 0,10$
	n	$C_3H_8$	$0,48 \pm 0,01$	$0,94 \pm 0,09$	$0,52 \pm 0,02$	$1,12 \pm 0,03$		
		Ta	$0,63 \pm 0,03$	$1,17 \pm 0,12$	$0,71 \pm 0,04$	$1,91 \pm 0,10$		
5,1	d	$C_3H_8$	$0,66 \pm 0,03$	$1,38 \pm 0,14$	$1,53 \pm 0,06$	$1,01 \pm 0,04$	$0,70 \pm 0,07$	$1,39 \pm 0,11$
		Ta	$1,03 \pm 0,04$	$2,06 \pm 0,21$	$1,77 \pm 0,08$	$3,84 \pm 0,16$	$1,14 \pm 0,11$	$1,69 \pm 0,18$
	n	$C_3H_8$	$0,56 \pm 0,04$	$0,93 \pm 0,10$	$0,87 \pm 0,05$	$0,83 \pm 0,05$		
		Ta	$0,77 \pm 0,07$	$1,83 \pm 0,13$	$0,93 \pm 0,09$	$1,96 \pm 0,19$		

Таблица 3

Средние множественности  $\pi^-$ -мезонов и протонов в "центральных" взаимодействиях дейтронов и нейтронов с ядрами углерода и тантала в зависимости от импульса налетающего ядра

$P, \text{ГэВ/с}$	$A_i$	$A_t$	$\langle n_- \rangle$	$R_-$	$\langle n_{\text{реп}} \rangle$	$\langle n_{\text{мез}} \rangle$
2,3	d	C	$0,41 \pm 0,02$	$1,64 \pm 0,16$		
		Ta	$0,34 \pm 0,02$	$1,31 \pm 0,13$	$0,38 \pm 0,04$	$3,99 \pm 0,08$
	n	C	$0,54 \pm 0,05$	$1,54 \pm 0,15$	$0,50 \pm 0,06$	$2,65 \pm 0,07$
		Ta	$0,36 \pm 0,06$	$0,97 \pm 0,10$	$0,30 \pm 0,07$	$3,16 \pm 0,16$
4,2	d	C	$0,74 \pm 0,02$	$1,76 \pm 0,18$		
		Ta	$0,95 \pm 0,05$	$2,21 \pm 0,22$	$1,51 \pm 0,04$	$5,43 \pm 0,10$
	n	C	$0,81 \pm 0,04$	$1,56 \pm 0,16$	$0,50 \pm 0,03$	$2,74 \pm 0,05$
		Ta	$0,71 \pm 0,05$	$1,31 \pm 0,13$	$0,76 \pm 0,06$	$3,94 \pm 0,14$
5,1	d	C	$0,98 \pm 0,09$	$2,04 \pm 0,20$		
		Ta	$1,19 \pm 0,05$	$2,38 \pm 0,24$	$1,88 \pm 0,09$	$5,67 \pm 0,18$
	n	C	$0,92 \pm 0,11$	$1,61 \pm 0,16$	$1,02 \pm 0,13$	$2,72 \pm 0,14$
		Ta	$1,03 \pm 0,10$	$1,78 \pm 0,18$	$0,90 \pm 0,11$	$3,77 \pm 0,27$
p	C	$0,69 \pm 0,08$	$1,82 \pm 0,18$			
	Ta	$0,77 \pm 0,08$	$1,88 \pm 0,19$			

глощением в тяжелом ядре. Небольшое увеличение коэффициента размножения  $R_-$  для  $d(C_3H_8)$ -соударений и существенное увеличение его для  $dTa$ -взаимодействий объясняется вкладом второго нуклона ядра-снаряда.

Средняя множественность протонов подчиняется почти таким же закономерностям, как и множественность  $\pi^-$ -мезонов.

В двух последних столбцах табл.2 приведены значения средней множественности  $\pi^-$ -мезонов и протонов для  $d(C_3H_8)$ - и  $dTa$ -соударений, вычисленные на основе простой геометрической картины взаимодействия, предполагающей независимые взаимодействия нуклонов падающего ядра с ядром мишени. При этом использовались экспериментальные значения среднего числа взаимодействующих нуклонов ядра-снаряда <sup>/10/</sup>. Видно, что экспериментальные и расчетные значения множественности хорошо согласуются при всех трех энергиях. Это показывает, что модель независимого взаимодействия нуклонов удовлетворительно описывает множественность частиц в ядро-ядерных взаимодействиях при рассматриваемых энергиях.

В табл.3 приведены значения средней множественности  $\pi^-$ -мезонов и протонов, образованных в "центральных" взаимодействиях, и коэффициент размножения  $\pi^-$ -мезонов в этих реакциях. Там же для сравнения приведены данные по  $pC$  и  $pTa$ -соударениям <sup>/4/</sup>. Из табл.3 следует, что средняя множественность  $\pi^-$ -мезонов в "центральных" событиях существенно больше, чем в "средних" /табл.2/, потому что при "центральном" соударении больше нуклонов ядра участвует во взаимодействии. Множественность  $\pi^-$ -мезонов в  $pTa$ -соударениях не превышает множественности  $\pi^-$ -мезонов в  $pC$ -взаимодействиях. Вероятно, это объясняется поглощением  $\pi^-$ -мезонов в ядре  $Ta$ , а также тем, что условие образования двух медленных протонов является более "жестким" для соударений с ядром углерода, чем для соударений с ядром  $Ta$ , т.е. взаимодействия с ядром  $C$  являются более "центральными". Хотя множественность  $\pi^-$ -мезонов в  $pA_1$ -взаимодействиях больше, чем в  $pA_1$ -взаимодействиях, коэффициент  $R$  в пределах экспериментальных ошибок одинаков. Он растет с энергией и, начиная с  $p = 4,2$  ГэВ/с, заметно отличается от единицы.

Средняя множественность быстрых протонов  $\langle n_{\text{ред}} \rangle$  в "центральных"  $pA_1$ -событиях остается такой же, как и в "средних" /табл.2/, но множественность медленных протонов  $\langle n_{\text{мед}} \rangle$  значительно возрастает.

#### 5. ПОДОБИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ ПО МНОЖЕСТВЕННОСТИ ВТОРИЧНЫХ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ЧАСТИЦ, ОБРАЗОВАННЫХ В $dTa$ -, $pTa$ -, $d(C_3H_8)$ - И $p(C_3H_8)$ -СОУДАРЕНИЯХ

Скейлинг по множественности, предсказанный Кобой, Нильсеном и Олесеном <sup>/5/</sup> в форме

$$\langle n \rangle \frac{\sigma_n(s)}{\sigma_{in}(s)} = \psi\left(\frac{n}{\langle n \rangle}\right), \quad /4/$$

для адронных взаимодействий выполняется при энергиях свыше 50 ГэВ/с <sup>/6/</sup>. Для анализа данных при более низких энергиях Бюрас и др. <sup>/7/</sup> ввели новую скейлинговую переменную

$$Z' = \frac{n-a}{\langle n-a \rangle}, \quad /5/$$

которая приводит /4/ к представлению

$$\langle n-a \rangle \frac{\sigma_n}{\sigma_{in}} = \psi'\left(\frac{n-a}{\langle n-a \rangle}\right), \quad /6/$$

Параметр  $a$  не зависит от энергии первичной частицы, но имеет разные значения для разных типов вторичных частиц. Эта модификация КНО-скейлинга хорошо описывает данные по множественности всех заряженных частиц, образованных в адрон-адронных взаимодействиях при энергии  $E \geq 4$  ГэВ и в протон-ядерных реакциях при больших энергиях <sup>/8/</sup>.

В случае КНО-скейлинга выполняется соотношение:

$$\frac{D_q}{\langle n \rangle} = C_q = \text{const} \quad (q = 2, 3, 4, \dots), \quad /7/$$

где

$$D_q = \sqrt[q]{\langle (n - \langle n \rangle)^q \rangle} \quad /8/$$

- моменты функции распределения по множественности частиц. Введение параметра  $a$  преобразует это соотношение:

$$\frac{D_q}{\langle n-a \rangle} = A_q = \text{const}. \quad /9/$$

Параметр  $a$  определяется из аппроксимации экспериментальных данных линейной зависимостью

$$D_q = A_q (\langle n \rangle - a_q). \quad /10/$$

Таким способом в работе <sup>/9/</sup> было показано подобие распределений по множественности вторичных отрицательных частиц, образованных в соударениях ядер  $p$ ,  $d$ ,  $He$  и  $C$  с ядрами углерода, и ядер  $p$ ,  $d$  и  $He$  с ядрами тантала при импульсе 4,2 ГэВ/с. нукл. А в работе <sup>/4/</sup> было показано подобие распределений разных видов вторичных частиц, образованных в протон-ядерных взаимодействиях при импульсах от 2 до 10 ГэВ/с.

В настоящей работе этот подход применяется для изучения подобия в распределениях по множественности вторичных отрицательных частиц, образованных в соударениях дейтронов и нейтронов с ядрами тантала и пропана при импульсах от 2 до 5 ГэВ/с. нукл.

Таблица 4

Отношения моментов распределения по множественности  $\pi^-$ -мезонов

$I_{\text{в}}/c$	$A_i$	$A_t$	$D_2/\langle n \rangle$	$D_2/\langle n-a \rangle$	$D_3/\langle n-a \rangle$	$D_4/\langle n-a \rangle$
2,3	d	$C_3H_8$	$1,75 \pm 0,07$	$0,69 \pm 0,03$	$0,59 \pm 0,06$	$0,99 \pm 0,08$
		$\text{Ta}$	$1,75 \pm 0,13$	$0,69 \pm 0,03$	$0,60 \pm 0,05$	$0,98 \pm 0,09$
	n	$C_3H_8$	$1,47 \pm 0,10$	$0,67 \pm 0,04$	$0,54 \pm 0,06$	$0,91 \pm 0,09$
		$\text{Ta}$	$1,70 \pm 0,20$	$0,65 \pm 0,05$	$0,51 \pm 0,05$	$0,81 \pm 0,09$
4,2	d	$C_3H_8$	$1,27 \pm 0,03$	$0,69 \pm 0,02$	$0,57 \pm 0,04$	$0,96 \pm 0,06$
		$\text{Ta}$	$1,04 \pm 0,03$	$0,68 \pm 0,02$	$0,58 \pm 0,03$	$0,95 \pm 0,05$
	n	$C_3H_8$	$1,27 \pm 0,03$	$0,67 \pm 0,02$	$0,52 \pm 0,04$	$0,88 \pm 0,05$
		$\text{Ta}$	$1,11 \pm 0,06$	$0,66 \pm 0,03$	$0,51 \pm 0,04$	$0,85 \pm 0,06$
5,1	d	$C_3H_8$	$1,17 \pm 0,06$	$0,70 \pm 0,03$	$0,60 \pm 0,05$	$0,99 \pm 0,07$
		$\text{Ta}$	$0,95 \pm 0,05$	$0,67 \pm 0,04$	$0,59 \pm 0,06$	$0,96 \pm 0,08$
	n	$C_3H_8$	$1,21 \pm 0,10$	$0,68 \pm 0,04$	$0,56 \pm 0,06$	$0,92 \pm 0,08$
		$\text{Ta}$	$1,11 \pm 0,06$	$0,69 \pm 0,06$	$0,55 \pm 0,06$	$0,90 \pm 0,08$
$dq$			$-0,43 \pm 0,02$	$-0,66 \pm 0,07$	$-0,46 \pm 0,05$	
$\chi^2/$ MDF				0,68	1,82	2,10

В табл. 4 представлены величины /7/ и /9/ для  $d(C_3H_8)$ -,  $dTa$ -,  $n(C_3H_8)$ -и  $nTa$ -соударений. Видно, что отношение  $D_q/\langle n \rangle$  изменяется в зависимости от первичной энергии и типа ядра-мишени, а отношение  $D_q/\langle n-a \rangle$  для рассмотренных  $q = 2, 3, 4$  остается постоянным в пределах статистических ошибок.

На рис. 1 показана зависимость  $D_2$ ,  $D_3$  и  $D_4$  от средних значений множественности вторичных  $\pi^-$ -мезонов, образованных в рассмотренных взаимодействиях. Видно, что для всех  $D_q$  экспериментальная зависимость от  $\langle n \rangle$  хорошо аппроксимируется линейной функцией.

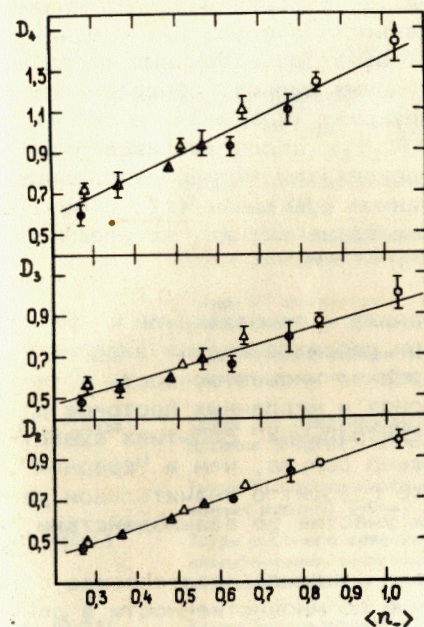


Рис. 1. Зависимость моментов  $D_q$  от средней множественности  $\pi^-$ -мезонов:  $\circ$  - в  $dTa$ ,  $\bullet$  - в  $nTa$ ,  $\Delta$  - в  $d(C_3H_8)$  и  $\blacktriangle$  - в  $n(C_3H_8)$  - взаимодействиях.

На рис. 2 представлена зависимость /6/ для вторичных отрицательных частиц, образованных в рассматриваемых столкновениях, с параметром  $a = -0,45$ , полученным на основе усреднения со статистическими весами трех полученных значений  $a_q$ . Сплошной линией показана аппроксимация экспериментальных данных функцией  $\psi'(Z')$ , определенной в работе /4/:

$$\psi'(Z') = a(Z' + b) \exp(-cZ' - dZ'^2). \quad /11/$$

Для параметров функции  $\psi'$  получены следующие значения:

$$a = 1,08 \pm 0,15; \quad b = 0,25 \pm 0,07; \quad c = 0,57 \pm 0,09; \\ d = 0,37 \pm 0,02.$$

Хорошая аппроксимация экспериментальных данных получается и с использованием трехпараметрической функции:

$$\psi'(Z') = g \exp(-fZ' - hZ'^2) \quad /12/$$

с параметрами  $g = 0,46 \pm 0,01$ ,  $f = -0,63 \pm 0,03$ ,  $h = 0,55 \pm 0,01$ .

Таким образом, введение параметра  $a$  позволяет провести единое описание экспериментальных данных по образованию отрицательных частиц в рассматриваемых реакциях.

## 6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Получены новые данные по множественности  $\pi^-$ -мезонов и протонов в неупругих взаимодействиях нейтронов с ядрами углерода и тантала при различных значениях импульса налетающего нейтрона. Наблюден рост средней множественности  $\pi^-$ -мезонов и протонов с увеличением первичной энергии и массы ядра-мишени. Средняя множественность  $\pi^-$ -мезонов в нейтрон-ядерных взаимодействиях больше, чем в протон-ядерных соударениях, что указывает на существенную роль

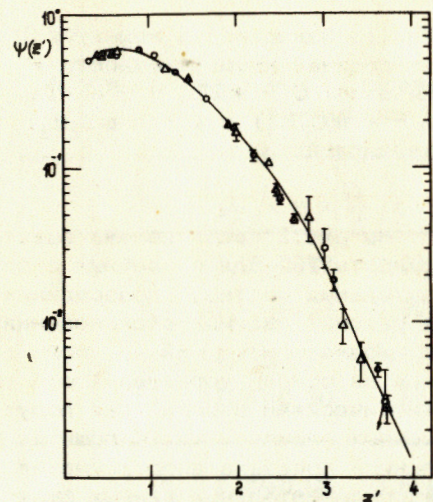


Рис.2. Распределение по множественности в форме /6/ с  $a_{\pi^-} = -0,45$  для вторичных отрицательных пионов, образованных в реакциях  $(d, n) + Ta$  и  $(d, n) + (C_3H_8)$ ; сплошная линия - аппроксимация экспериментальных данных функцией /11/; обозначения такие же, как на рис.1.

канала с перезарядкой  $p \rightarrow p\pi^-$  при рассматриваемых энергиях. Средняя множественность  $\pi^-$ -мезонов и медленных протонов в "центральных" событиях существенно больше, чем в "средних", что говорит о значительном уве-

личении числа нуклонов, принимающих участие во взаимодействии, при "центральных" соударениях.

Модель независимого взаимодействия нуклонов ядра-снаряда с ядром-мишенью хорошо описывает данные по множественности в дейтрон-ядерных взаимодействиях.

Модификация КНО-скейлинга с помощью введения параметра  $\alpha$  позволяет единым образом описать распределения по множественности  $\pi^-$ -мезонов в разных взаимодействиях.

Авторы выражают благодарность участникам Сотрудничества на двухметровой пропановой камере за предоставление экспериментального материала, а также В.Г.Гришину и Н.О.Ахабабяну за полезные обсуждения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ангелов Н. и др. ОИЯИ, 1-12424, Дубна, 1979.
2. Гаспарян А.П. и др. ОИЯИ, 1-80-778, Дубна, 1980.
3. Баатар Ц. и др. ОИЯИ, 1-80-111, Дубна, 1980.
4. Армутлийски Д. и др. ОИЯИ, P1-80-314, Дубна, 1980.
5. Koba Z., Nielsen H., Olesen P. Nucl.Phys., 1972, B40, p. 317.
6. Slatery P. Phys.Rev.Lett., 1972, 29, p. 1624; Phys.Rev., 1973, D7, p. 2073.
7. Buras A., Dias de Dens J., Moller R. Phys.Lett., 1973, 77B, p. 251.
8. Kaur M. et al. Nuovo Cim., 1978, 45A, p. 161.
9. Ахабабян Н., Геркова Л. ОИЯИ, P1-12566, Дубна, 1979; Болгарский физический журнал, 1980, 7, вып. 1, с. 39.
10. Баатар Ц. и др. ОИЯИ, P1-80-209, Дубна, 1980.

Рукопись поступила в издательский отдел  
17 февраля 1983 года.

#### НЕТ ЛИ ПРОБЕЛОВ В ВАШЕЙ БИБЛИОТЕКЕ?

Вы можете получить по почте перечисленные ниже книги, если они не были заказаны ранее.

ДЗ-11787	Труды III Международной школы по нейтронной физике. Алушта, 1978.	3 р. 00 к.
Д13-11807	Труды III Международного совещания по пропорциональным и дрейфовым камерам. Дубна, 1978.	6 р. 00 к.
Д1,2-12036	Труды VI Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1978 /2 тома/	7 р. 40 к.
Д1,2-12450	Труды V Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1978	5 р. 00 к.
Д1,2-12450	Труды XII Международной школы молодых ученых по физике высоких энергий. Приморско, НРБ, 1978.	3 р. 00 к.
Д11-80-13	Труды VII Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц, Дубна, 1980 /2 тома/	8 р. 00 к.
Д4-80-271	Труды рабочего совещания по системам и методам аналитических вычислений на ЭВМ и их применению в теоретической физике, Дубна, 1979	3 р. 50 к.
Д4-80-385	Труды Международной конференции по проблемам нескольких тел в ядерной физике. Дубна, 1979.	3 р. 00 к.
Д4-80-385	Труды Международной школы по структуре ядра. Алушта, 1980.	5 р. 00 к.
Д2-81-543	Труды VI Международного совещания по проблемам квантовой теории поля. Алушта, 1981	2 р. 50 к.
Д10,11-81-622	Труды Международного совещания по проблемам математического моделирования в ядерно-физических исследованиях. Дубна, 1980	2 р. 50 к.
Д1,2-81-728	Труды VI Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1981.	3 р. 60 к.
Д17-81-758	Труды II Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1981.	5 р. 40 к.
Д1,2-82-27	Труды Международного симпозиума по поляризационным явлениям в физике высоких энергий. Дубна, 1981.	3 р. 20 к.
Р18-82-117	Труды IV совещания по использованию новых ядерно-физических методов для решения научно-технических и народнохозяйственных задач. Дубна, 1981.	3 р. 80 к.
Д2-82-568	Труды совещания по исследованиям в области релятивистской ядерной физики. Дубна, 1982.	1 р. 75 к.
Д9-82-664	Труды совещания по коллективным методам ускорения. Дубна, 1982.	3 р. 30 к.
ДЗ,4-82-704	Труды IV Международной школы по нейтронной физике. Дубна, 1982.	5 р. 00 к.

Заказы на упомянутые книги могут быть направлены по адресу:  
101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79  
Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований

**ТЕМАТИЧЕСКИЕ КАТЕГОРИИ ПУБЛИКАЦИЙ  
ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ**

Индекс	Тематика
1.	Экспериментальная физика высоких энергий
2.	Теоретическая физика высоких энергий
3.	Экспериментальная нейтронная физика
4.	Теоретическая физика низких энергий
5.	Математика
6.	Ядерная спектроскопия и радиохимия
7.	Физика тяжелых ионов
8.	Криогеника
9.	Ускорители
10.	Автоматизация обработки экспериментальных данных
11.	Вычислительная математика и техника
12.	Химия
13.	Техника физического эксперимента
14.	Исследования твердых тел и жидкостей ядерными методами
15.	Экспериментальная физика ядерных реакций при низких энергиях
16.	Дозиметрия и физика защиты
17.	Теория конденсированного состояния
18.	Использование результатов и методов фундаментальных физических исследований в смежных областях науки и техники
19.	Биофизика

Ивановская И.А., Прокопиева С.А. P1-83-96  
 Множественность  $\pi^-$ -мезонов и протонов в неупругих взаимодействиях дейтронов и нейтронов с ядрами углерода и тантала в интервале импульсов  $/2 \div 5/$  ГэВ/с.нукл.

Представлены экспериментальные характеристики распределений по множественности отрицательных пионов и протонов, образованных при взаимодействии дейтронов и нейтронов с ядрами углерода и тантала в интервале импульсов  $/2-5/$  ГэВ/с.нукл. Экспериментальные данные анализируются с помощью модели независимого взаимодействия нуклонов. Модификация КНО-скейлинга с помощью введения параметра  $\alpha$  позволяет единым образом описать распределения по множественности пионов в разных взаимодействиях.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1983

Ivanovskaya I.A., Prokopieva S.A. P1-83-96  
 Multiplicities of  $\pi^-$ -Mesons and Protons Produced in Inelastic Collisions of Deuterons and Neutrons with Carbon and Tantalum Nuclei at (2-5) GeV/c per Nucleon

The experimental results on multiplicity distributions of secondary negative pions and protons, produced in collisions of deuterons and neutrons with carbon and tantalum nuclei at the incident momenta in the range of (2-5) GeV/c per nucleon are presented. The experimental data were analysed in the framework of the independent collision model. We have found that the pion multiplicity distributions in various interactions can be uniformly described by the KNO scaling law, modified by the introducing the  $\alpha$ -parameter.

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

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1983

Перевод О.С.Виноградовой.