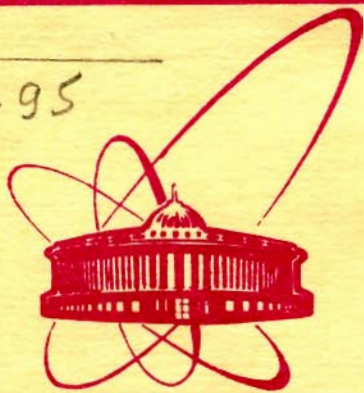


A-95



объединенный
институт
ядерных
исследований
дубна

4918/2-79

3/12-79

P1 - 12566

Н. Ахабабян, Л. Грекова

ПОДОБИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ
ПО МНОЖЕСТВЕННОСТИ ВТОРИЧНЫХ
ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ЧАСТИЦ,
ОБРАЗОВАННЫХ В СОУДАРЕНИЯХ $p, d, {}^4\text{He}$
И ${}^{12}\text{C}$ С ЯДРАМИ ${}^{12}\text{C}$ И ${}^{181}\text{Ta}$
ПРИ ИМПУЛЬСЕ 4,2 ГЭВ/С. НУКЛ.

1979

P1 - 12566

Н.Ахабабян, Л.Грекова

ПОДОБИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ
ПО МНОЖЕСТВЕННОСТИ ВТОРИЧНЫХ
ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ЧАСТИЦ,
ОБРАЗОВАННЫХ В СОУДАРЕНИЯХ $p, d, {}^4\text{He}$
И ${}^{12}\text{C}$ С ЯДРАМИ ${}^{12}\text{C}$ И ${}^{181}\text{Ta}$
ПРИ ИМПУЛЬСЕ 4,2 ГЭВ/С. НУКЛ.

Направлено в "Болгарский физический журнал"

Ахабабян Н., Грекова Л.

P1 - 12566

Подобие распределений по множественности отрицательных вторичных частиц, образованных в p , d , ${}^4\text{He}$ и ${}^{12}\text{C}$ столкновениях с ${}^{12}\text{C}$ и ${}^{181}\text{Ta}$ при импульсе $4,2 \text{ ГэВ/с.нукл.}$

Исследованы распределения по множественности вторичных отрицательных частиц, образованных в столкновениях p , d , ${}^4\text{He}$ и ${}^{12}\text{C}$ с ядрами ${}^{12}\text{C}$ и ${}^{181}\text{Ta}$ при импульсе $4,2 \text{ ГэВ/с.нукл.}$ Показано постоянство отношений высших моментов распределений к модифицированному среднему $D_q / \langle n \rangle^{-\alpha}$; при $\alpha = -0,6$ для ядро-ядерных столкновений, и совпадение этих распределений с распределениями отрицательных пионов, образованных в pp -взаимодействиях с интервалом энергий от 60 до 400 ГэВ.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1978

Akhababian N., Grekova L.

P1 - 12566

Similarity of Distributions over Multiplicity of Secondary Negative Particles Produced in Collisions of p , d , ${}^4\text{He}$ and ${}^{12}\text{C}$ with ${}^{12}\text{C}$ and ${}^{181}\text{Ta}$ Nuclei at $4.2 \text{ GeV/c.nucleon}$

The distributions over the multiplicity of secondary negative particles produced in collisions of p , d , ${}^4\text{He}$ and ${}^{12}\text{C}$ with ${}^{12}\text{C}$ and ${}^{181}\text{Ta}$ nuclei at 4.2 GeV/c have been investigated. The stability of ratios of high distribution momenta to modified average $D_q / \langle n \rangle^{-\alpha}$ at $\alpha = -0.6$ for nucleus-nucleus collisions, and the coincidence of these distributions with those for negative pions produced in pp -interactions within the 60-400 GeV energy range is shown.

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

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1979

При изучении множественного образования π^- -мезонов во взаимодействиях релятивистских ядер внимание в первую очередь направлено на установление подобия и различия с аналогичными процессами в адрон-адронных взаимодействиях при высоких энергиях. С одной стороны, исследование ядро-ядерных столкновений осложняется рядом особенностей - наличием много-нуклонных систем, влиянием параметра удара, вкладом от pp -взаимодействий, для которых отсутствуют прямые данные, и т.д. С другой стороны, изучаемая энергетическая область находится далеко от области асимптотического поведения для адронных взаимодействий.

Основными характеристиками для сравнения адронных и релятивистских ядерных взаимодействий являются средние значения, дисперсии и высшие моменты распределений по множественности вторичных частиц, образованных в этих столкновениях. При этом, в основном из-за методических соображений, связанных с идентификацией быстрых положительных частиц, на настоящем этапе экспериментальных исследований взаимодействий релятивистских ядер анализ проводится для отрицательных частиц, которые адекватно связаны с рождением новых частиц.

Настоящая работа посвящена исследованию распределений по множественности отрицательных вторичных частиц, образованных в столкновениях протонов, ядер дейтерия, гелия и углерода с ядрами тантала и углерода при первичном импульсе $4,2 \text{ ГэВ/с. нуклон}$. Экспериментальный материал получен с помощью 2-метровой пропановой пузырьковой камеры ЛВЭ ОИЯИ. Методические особенности эксперимента, процедура выделения событий на углероде, вводимые поправки и нормировки описаны в работе^{1/}. В настоящей работе все вторичные отрицательные

частицы, кроме идентифицированных электронов, считались π^- -мезонами, при этом примесь неидентифицированных электронов не превышает 3% для событий в тантале и практически отсутствует для звезд в пропане. Парциальные вероятности рождения отрицательных частиц нормировались на σ_{prod} -сечение процессов с рождением хотя бы одного π^- -мезона.

В настоящее время установлено, что независимость топологических сечений n -частичных инклюзивных процессов от энергии /КНО-скейлинг^{1,2}/

$$P_n(s) = \frac{\sigma_n(s)}{\sigma_{\text{inel}}(s)} \xrightarrow{s \rightarrow \infty} \frac{1}{n!} \psi\left(\frac{n}{n}\right) \quad /1/$$

выполняется для адрон-адронных взаимодействий в интервале энергий 50-400 ГэВ. Для применимости этой зависимости в области более низких энергий ($n > 1$) Бюрасом и др.³ была введена новая скейлинговая переменная:

$$z' = \frac{n-\alpha}{n-\alpha}, \quad /2/$$

где α - не зависящая от энергии константа, которая отличается для разных типов взаимодействующих частиц. При этом соответствующая скейлинговая функция /1/ определяется как

$$\frac{\sigma_n}{\sigma_{\text{inel}}} = \psi(z') \quad /3/$$

С такой модификацией КНО-скейлинг хорошо описывает данные по множественности заряженных частиц, образованных в адронных взаимодействиях при $E \geq 4$ ГэВ и при соударениях протонов с ядрами фотозумьсии при больших энергиях^{4,5}.

Экспериментальные данные по взаимодействиям p , d , ${}^4\text{He}$ и ${}^{12}\text{C}$ с ядрами углерода и тантала при импульсе 4,2 ГэВ/с.нукл., полученные в работе¹, свидетельствуют о независимости распределений по множественности π^- -мезонов в обычном КНО-представлении /1/ от типа налетающей частицы и сорта мишени, которые, однако, не совпадают с распределением по множественности для отрицательных частиц, образованных в pp -соударениях при больших энергиях.

Более детальный анализ показывает, что для рассматриваемых столкновений ядер распределения по множественности от-

рицательных вторичных частиц, представленные в виде /1/, отклоняются от КНО -подобия. Как известно, выполнение КНО -скейлинга эквивалентно постоянству отношений:

$$\frac{D_q}{\langle n \rangle} = \text{const}, \quad /4/$$

где

$$D_q = \sqrt[q]{\langle (n - \langle n \rangle)^q \rangle} \quad (q=2,3,4,\dots), -$$

моменты высших порядков распределения по множественности. Приведенные в табл. 1 данные показывают систематическое уменьшение отношений /4/ с увеличением $\langle n \rangle$ для всех трех рассмотренных моментов.

Таблица 1

Отношения высших моментов распределений по множественности π^- -мезонов к средним значениям для различных ядро-ядерных соударений при импульсе 4,2 ГэВ/с.нукл.

$A_1 A_2$	$\langle n \rangle$	$\frac{D_2}{\langle n \rangle}$	$\frac{D_3}{\langle n \rangle}$	$\frac{D_4}{\langle n \rangle}$
pC	0,33±0,02	1,60±0,10	1,35±0,12	2,22±0,15
pTa	0,45±0,02	1,37±0,06	1,44±0,07	1,91±0,09
dC	0,60±0,03	1,15±0,06	1,10±0,07	1,53±0,09
dTa	0,86±0,05	1,00±0,07	0,92±0,08	1,32±0,10
HeC	0,97±0,03	0,97±0,04	0,99±0,06	1,40±0,07
HeTa	1,42±0,03	0,84±0,02	0,79±0,04	1,16±0,05
CC	1,60±0,07	0,80±0,04	0,82±0,07	1,18±0,09
CTa	3,11±0,10	0,89±0,04	0,89±0,06	1,24±0,07

На рис. 1 представлена зависимость моментов D_2 , D_3 и D_4 от средних значений множественностей π^- -мезонов. Из рис. 1 видна линейная зависимость между этими величинами. Для взаимодействий ядер углерода с танталом наблюдается заметное отклонение от линейной зависимости, что, по-видимому, обусловлено существенным влиянием флуктуации числа взаимодействующих нуклонов /1/. В связи с этим, при проведении

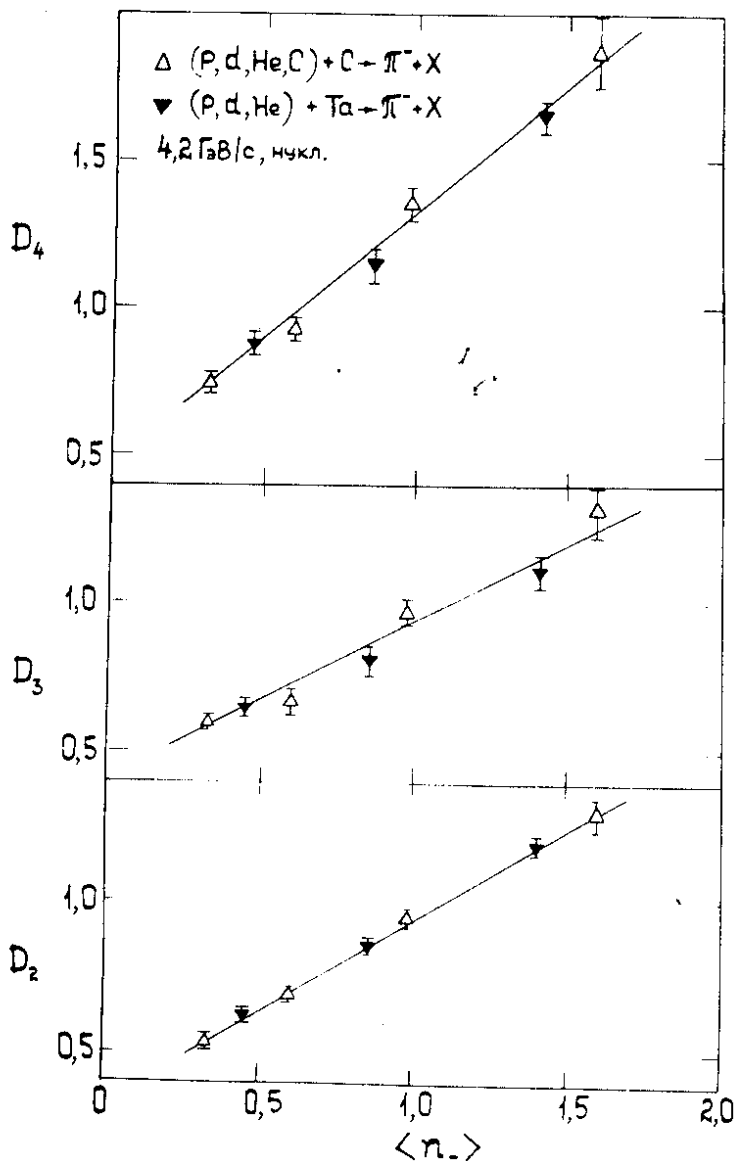


Рис. 1. Значения моментов D_2 , D_3 и D_4 распределений по множественности π^- -мезонов в зависимости от $\langle n_- \rangle$ в соударениях /p, d, ^4He , ^{12}C / + ^{12}C (Δ) и /p, d, ^4He / + ^{181}Ta (∇). Кривые - аппроксимация данных функцией /5/.

дальнейшего анализа, данные по С-Та взаимодействиям не рассматривались. Сплошные кривые на рис. 1 показывают результаты аппроксимации данных по формуле:

$$D_q = A_q (\langle n_{-} \rangle - \alpha_q). \quad /5/$$

Полученные значения для параметров A_q , α_q и соответствующие значения χ^2 представлены в табл. 2. Среднее взвешенное значение параметра $\alpha = -0,60 \pm 0,06$, которое использовано при вычислении модифицированной скейлинговой переменной, $z' = (\langle n_{-} \rangle - \alpha) / (\langle n_{-} \rangle - \alpha_0)$.

Замена z на z' приводит к замене соотношения /4/ условием:

$$\frac{D_q}{\langle n_{-} \rangle - \alpha} = \text{const.} \quad /6/$$

Таблица 2

Результаты аппроксимации зависимости моментов D_q от $\langle n_{-} \rangle$ функцией /5/

q	A_q	α_q	χ^2 / NDF
2	$0,61 \pm 0,02$	$-0,55 \pm 0,03$	2,5/5
3	$0,51 \pm 0,04$	$-0,68 \pm 0,08$	6,8/5
4	$0,85 \pm 0,05$	$-0,54 \pm 0,05$	5,6/5

Как видно из табл. 3, при $\alpha \approx -0,6$ наши данные удовлетворяют условию /6/, что указывает на выполнение модифицированного КНО-скейлинга в представлении /3/.

На рис. 2 данные по топологическим сечениям образования отрицательных вторичных частиц в изучаемых столкновениях ядер представлены в виде зависимости $\langle n_{-} \rangle - \alpha > \sigma_{n_{-}} / \sigma_{\text{prod}}$ от z' . На этом же рисунке приведены данные по образованию π^- -мезонов в pp-взаимодействиях в интервале энергий от 60 до 400 ГэВ^{6/}. Значение параметра α в случае pp-взаимодействий определено аналогичным образом и равно $\alpha = -0,50 \pm 0,05$.

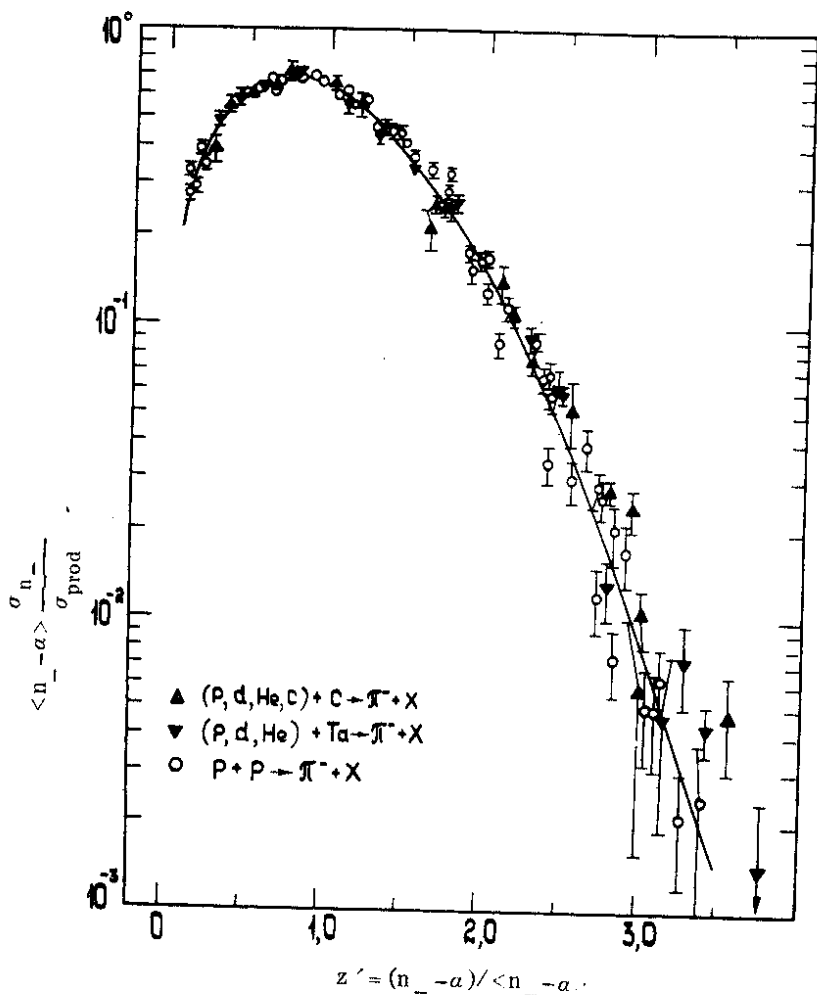


Рис. 2. Распределение по множественности π^{-} -мезонов в модифицированных КНО-переменных $z' = (n_{-} - \alpha) / \langle n_{-} - \alpha \rangle$ и $\langle n_{-} - \alpha \rangle \sigma_{\text{prod}} / \sigma_{n_{-}}$ с $\alpha = -0,6$ для соударений $p, d, {}^4\text{He}$ и ${}^{12}\text{C} / + {}^{12}\text{C}$ (▲) и $p, d, {}^4\text{He} / + {}^{181}\text{Ta}$ (▼) при $4,2 \text{ ГэВ/с.нукл.}$ и с $\alpha = -0,5$ для pp -взаимодействий (○) в области энергий от 60 до 400 ГэВ . Сплошная кривая - аппроксимация данных функцией /7/.

Различие в значениях параметра α связано, по-видимому, с вкладом от pp -взаимодействий в ядро-ядерных столкновениях.

Таблица 3

Отношения высших моментов распределений к модифицированным с $a = -0,6$ средним значениям

A_i, A_r	D_2	D_3	D_4
	$\frac{\dots}{n - a}$	$\frac{\dots}{n - a}$	$\frac{\dots}{n - a}$
pC	0,57±0,04	0,62±0,04	0,79±0,05
pTa	0,59±0,03	0,62±0,04	0,82±0,05
dC	0,57±0,03	0,55±0,04	0,76±0,05
dTa	0,59±0,04	0,54±0,05	0,78±0,06
HeC	0,60±0,03	0,61±0,04	0,86±0,05
HeTa	0,59±0,02	0,55±0,03	0,81±0,04
CC	0,58±0,03	0,60±0,05	0,85±0,06

Видно подобие всех представленных на рис. 2 распределений. Аппроксимация этих данных единой функцией $\psi(z')$ в виде, предложенном в работе ⁴

$$\psi(z') = a(z' + b) \exp(-cz' - dz'^2). \quad /7/$$

дает для параметров значения:

$$a = 1,50 \pm 0,08, \quad b = 0,07 \pm 0,01, \\ c = 0,34 \pm 0,06, \quad d = 0,58 \pm 0,02, \quad \chi^2 \text{ NDF} = 1,82.$$

Таким образом, оказывается, что введение параметра a позволяет провести единое описание экспериментальных данных по топологическим сечениям образования отрицательных частиц в соударениях ядер p, d, ⁴He и ¹²C с ¹²C и ¹⁸¹Ta при 4,2 ГэВ/с.нукл. и в pp-взаимодействиях при энергии больше 60 ГэВ. Это указывает на преобладающую роль одночастичных взаимодействий в процессе рождения новых частиц для рассмотренных нами столкновений ядер.

В заключение авторы выражают благодарность Н.Ангелову, Е.Бартке и В.Г.Гришину за интерес к работе и полезные обсуждения. Авторы признательны участникам Сотрудничества по исследованию множественного рождения частиц с помощью двухметровой пропановой пузырьковой камеры за предоставленные материалы и плодотворные дискуссии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ангелов Н. и др. ОИЯИ, 1-12281, Дубна, 1979.
2. Koba Z., Nielsen H., Olesen P. Nucl.Phys., 1972, B40, p.317.
3. Buras A., Dias De Deus J., Moller R. Phys.Lett., 1973, 47B, p.251.
4. Wroblewski A. In: Proc. of the 8th Intern. Symposium on Multiparticle Dynamics. Kayserberg, France, 1977.
5. Kaur M. et al. Nuovo Cim., 1978, 45A, p.161.
6. Ammosov V. et al. Phys. Lett., 1972, 42B, p.519.
Babitsev V. et al. Report IHEP, M-25, 1976;
Morse W. et al. Phys.Rev., 1977, D15, p.66;
Barish S. et al. Phys.Rev., 1974, D9, p.2689;
Firestone A. et al. Phys.Rev., 1974, D10, p.2080.

Рукопись поступила в издательский отдел
20 июня 1979 года.