

2763/2-79



ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

X-807

1 - 12276

С.А.Хорозов

ОБ ОДНОЙ ЭМПИРИЧЕСКОЙ ЗАКОНОМЕРНОСТИ
В ПОВЕДЕНИИ ПОЛНЫХ ИНКЛЮЗИВНЫХ СЕЧЕНИЙ
РОЖДЕНИЯ ПИОНОВ
ВО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ АДРОНОВ
И ЯДЕР С ЯДРАМИ

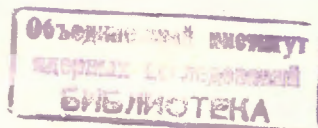
1979

1 - 12276

С.А.Хорозов

ОБ ОДНОЙ ЭМПИРИЧЕСКОЙ ЗАКОНОМЕРНОСТИ
В ПОВЕДЕНИИ ПОЛНЫХ ИНКЛЮЗИВНЫХ СЕЧЕНИЙ
РОЖДЕНИЯ ПИОНОВ
ВО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ АДРОНОВ
И ЯДЕР С ЯДРАМИ

Направлено в ЯФ



Хорозов С.А.

I- 12276

Об одной эмпирической закономерности в поведении полных инклюзивных сечений рождения пионов во взаимодействиях адронов и ядер с ядрами

Проведен анализ экспериментальных данных по ядро-ядерным и адрон-ядерным взаимодействиям. Показано, что полные инклюзивные сечения рождения частиц можно описать формулой типа $c(s)A^a$ с параметром a , не зависящим от сорта частиц, сталкивающихся с ядром, что означает универсальность A -зависимости полных инклюзивных сечений.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1979

Khorosov S.A.

I - 12276

On an Empirical Regularity in the Behaviour of Total Inclusive Cross Sections of Pion Production in Hadron-Nuclear Interactions

Experimental data on nucleus-nucleus and hadron-nucleus interactions are analyzed. It is shown that total inclusive cross sections of particle production could be described by the formula of $c(s)A^a$ type, a parameter does not depend on a kind of particles colliding with a nucleus which means the universality of A -dependence of total inclusive cross sections.

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

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1979

Полным инклюзивным сечением рождения частиц типа c называется величина $\bar{n}_c \sigma = \sum n \sigma_n$, где σ_n - сечение рождения n частиц типа c . Другими словами, $\bar{n}_c \sigma$ есть интеграл структурной функции по всем эксклюзивным реакциям, включающим частицу c .

Для анализа зависимости полных инклюзивных сечений рождения пионов в ядро-ядерных взаимодействиях от атомных весов сталкивающихся ядер использовались данные работ /см. таблицу/, в которых исследовалось множественное рождение π^- -мезонов.

Ввиду того, что авторы работы /5/ не приводят величин неупругих сечений, эти сечения были найдены по эмпирической формуле

$$\sigma = 10\pi R_0^2 (A_1^{1/3} + A_2^{1/3} - b)^2, \quad (R_0 = 1,45 \text{ Фм}, \quad b = 1,25, \quad \sigma - \text{мб}),$$

Таблица

Ядро-снаряд	Ядра-мишени	Импульс (ГэВ/с·нуклон)	Литература
d	Ta	4,2	/1,2/
	Ta, W	4,2	/1,2/
He	Li, C, Ne	4,5	/3,4/
	Al, Cu, Pb		
C	NaF, BaJ ₂	2,89	/5/
	Ta	4,2	/1/
Ar	NaF, BaJ ₂	2,57	/5/

которая неплохо описывает сечения взаимодействия ядер в рассматриваемом диапазоне энергий /1,3,6/. Поскольку эксперименты проводились при разных энергиях, при анализе удобнее пользоваться нормированными полными инклюзивными сечениями

рождения пионов $\frac{(\bar{\pi}\sigma)_{A_1A_2}}{(\bar{\pi}\sigma)_{NN}}$. Здесь $(\bar{\pi}\sigma)_{NN}$ - полное

инклюзивное сечение рождения пионов в нуклон-нуклонном взаимодействии, взятое при энергии, приходящейся на нуклон в A_1A_2 взаимодействии. Для $(\bar{\pi}\sigma)_{NN}$ использовались данные работы /7/ по исследованию взаимодействий нейтронов с протонами.

Логарифмы значений $\frac{(\bar{\pi}\sigma)_{A_1A_2}}{(\bar{\pi}\sigma)_{NN}}$ для реакций, перечисленных

в таблице, представлены на рис. 1 в зависимости от логарифмов A_1A_2 . Видно, что точки довольно хорошо лежат на прямой, и, следовательно, можно записать

$$\frac{(\bar{\pi}\sigma)_{A_1A_2}}{(\bar{\pi}\sigma)_{NN}} = (A_1A_2)^{0,82} \quad /1/$$

Для дополнительной проверки найденной закономерности можно использовать данные работы /5/ по $C + Pb_2O_3 / 2,89 \text{ ГэВ/с-нуклон/}$ и $Ag + Pb_2O_3 / 2,57 \text{ ГэВ/с-нуклон/}$ взаимодействиям. Вероятность взаимодействия падающего ядра с ядрами кислорода и свинца

равна соответственно $\frac{0,6\sigma_{CO}}{\sigma_{Pb_2O_3}}$ и $\frac{0,4\sigma_{CPb}}{\sigma_{Pb_2O_3}}$. Среднее число рожденных на сложной мишени пионов $\bar{\pi}_{Pb_2O_3} = \frac{0,6(\bar{\pi}\sigma)_{CO} + 0,4(\bar{\pi}\sigma)_{CPb}}{\sigma_{Pb_2O_3}}$.

Предполагая теперь, что $(\bar{\pi}\sigma)_{CO}$ описывается формулой /1/, можно получить величину $(\bar{\pi}\sigma)_{CPb}$ для независимой проверки

закономерности. Найденные значения $\frac{(\bar{\pi}\sigma)_{CPb}}{(\bar{\pi}\sigma)_{NN}}$ и $\frac{(\bar{\pi}\sigma)_{AgPb}}{(\bar{\pi}\sigma)_{NN}}$

представлены на рис. 1 и хорошо согласуются с зависимостью /1/.

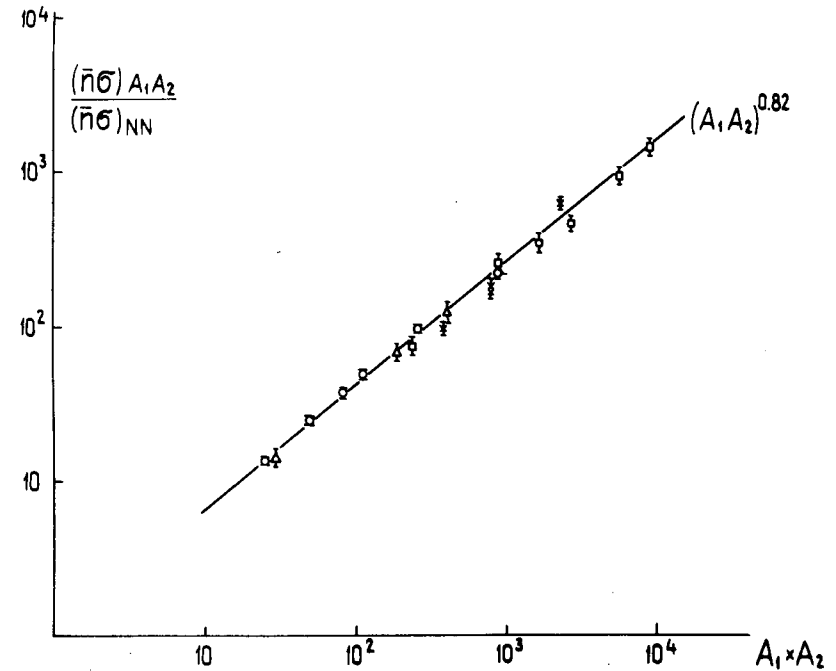


Рис.1. Зависимость нормированных полных инклюзивных сечений рождения π -мезонов в ядро-ядерных взаимодействиях от атомных весов сталкивающихся ядер. \times - d, He, C+Ta, He+W; \circ - He + Li, C, Ne, Al, Cu, Pb; \square - C, Ar+NaF, BaF₂, Pb₂O₃; Δ - d+CNO, AgBr, He+AgBr.

Можно использовать для проверки и данные /8/, полученные эмульсионной методикой для взаимодействий He + CNO, He + AgBr, d + CNO, d + AgBr при 4,5 ГэВ/с нуклон. Поскольку для этих реакций неизвестна величина $(\bar{\pi}_s\sigma)_{NN}$, для нормировки были использованы данные по реакции He+CNO. Величины полных нормированных инклюзивных сечений для He+AgBr, d+CNO и d+AgBr представлены на рис. 1 и также согласуются с зависимостью /1/. Нетрудно показать, что из зависимости /1/ вытекает соотношение

$$(\bar{\pi}\sigma)_{A_1A_2}^2 = (\bar{\pi}\sigma)_{A_1A_1} (\bar{\pi}\sigma)_{A_2A_2} \quad /2/$$

Действительно, из

$$(\bar{n}\sigma)_{A_1 A_2} = (A_1 A_2)^\alpha \cdot (\bar{n}\sigma)_{NN},$$

$$(\bar{n}\sigma)_{A_1 A_1} = (A_1 A_1)^\alpha \cdot (\bar{n}\sigma)_{NN},$$

$$(\bar{n}\sigma)_{A_2 A_2} = (A_2 A_2)^\alpha \cdot (\bar{n}\sigma)_{NN}$$

сразу следует /2/.

Перейдем к взаимодействию "элементарных" адронов с ядрами. Хорошо известно /см., например, обзор /9/, что при аппроксимации формулой sA^α сечений и средних множественностей в адрон-ядерных взаимодействиях параметр α существенно зависит от типа адрона. Для анализа зависимости $(\bar{n}\sigma)_{hA} = f(A)$ воспользуемся экспериментальными данными работ /10,11/, в которых исследовалась A -зависимость средней множественности релятивистских частиц во взаимодействиях с ядрами π^- , π^+ , K^+ -мезонов и протонов /энергия 100 и 175 ГэВ/. Аппроксимация

ция $\frac{(\bar{n}\sigma)_{hA}}{(\bar{n}\sigma)_{hN}} = c_h A^\alpha$ / c_h - константа, зависящая от типа адрона/

позволяет описать π^-A , π^+A , K^+A и pA -взаимодействия с одним параметром $\alpha = 0,92 \pm 0,01$ / $\chi^2 = 14$ на 13 степеней свободы/. Константы c_h при этом несколько отличаются от единицы /рис.2/, что, возможно, обусловлено неопределенностью величины \bar{n}_{hN} /среднее число релятивистских частиц в адрон-нуклонном взаимодействии/, которую авторы /10,11/ находили по данным работ, выполненным другой методикой.

Что касается различия параметра наклона α в ядро-ядерных и адрон-ядерных взаимодействиях, то оно, скорее всего, связано с существенной разницей в энергиях, при которых получены рассмотренные выше данные. Оценки параметра α для pA -взаимодействий при энергиях 4÷6 ГэВ, сделанные по данным работы /2/ и по эмульсионным данным /12/, приводят к значению $\alpha = 0,8$, что согласуется с $\alpha = 0,82$, полученной для взаимодействий ядер с ядрами в этой же области энергий.

Таким образом, проведенный анализ показывает, что A -зависимость полных инклюзивных сечений рождения пионов во взаимодействиях адронов и ядер с ядрами описывается

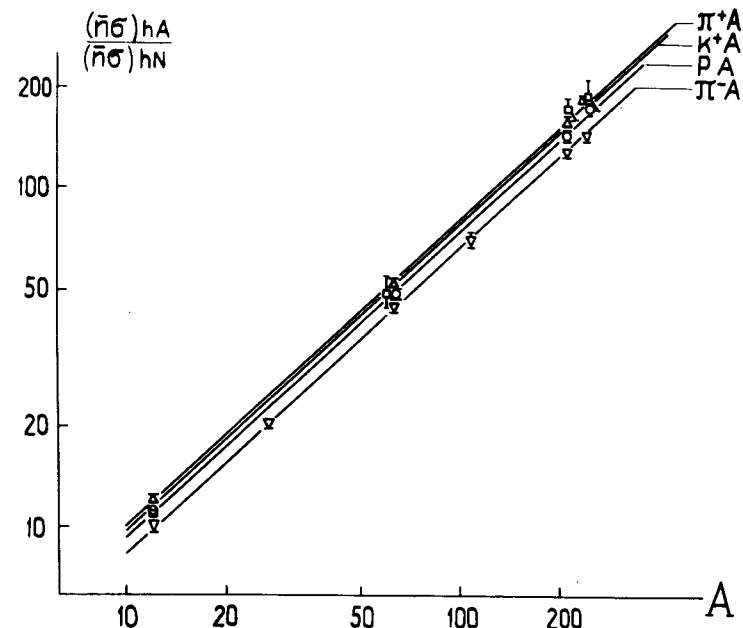


Рис.2. Зависимость нормированных полных инклюзивных сечений рождения релятивистских частиц во взаимодействиях π^+ (Δ), π^- (∇), K^+ (\square) и p (\circ) с ядрами от атомного веса ядер.

формулой sA^α , где α не зависит от типа частиц, сталкивающихся с ядром.

В заключение отметим одну привлекательную особенность полных инклюзивных сечений. Обычно изучается зависимость средней множественности рожденных частиц от атомного веса ядра-мишени. Но характер этой зависимости во многом определяется выбором сечения взаимодействия / σ_{prod} , σ_{abs} , ... /, на которое нормируется среднее. Нетрудно видеть, что полные инклюзивные сечения рождения от выбора нормировки не зависят.

Автор благодарен А.П.Гаспаряну, А.И.Голохвастову, К.Г.Гуламову и В.С.Ставинскому за полезные обсуждения рассматриваемых в работе вопросов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ангелов Н. и др. ЯФ, 1978, 28, с. 1304.
2. Абдрахманов Е.О. и др. ЯФ, 1978, 27, с. 1020.
3. Аникина М.Х. и др. ОИЯИ, P1-10592, Дубна, 1977.
4. Baldin A.M. JINR, E1-11368, Dubna, 1978.
5. Fung S.Y. et al. Phys.Rev.Lett., 1978, 40, p. 292.
6. Jaros J.A. Preprint LBL-3849, Berkeley, 1975.
7. Абдивалиев А. и др. ОИЯИ, 1-8565, Дубна, 1975.
8. Толстов К.Д. ОИЯИ, P1-9286, Дубна, 1976.
9. Никитин Ю.П., Розенталь И.Л. УФН, 1977, 3, с. 121.
10. Busza W. et al. Phys.Rev.Lett., 1975, 34, p. 839.
11. Elias J.E. et al., Fermolab-Pub-78/36, 1978.
12. Babecki J. Acta Phys.Polon., 1975, B6, p. 443.

Рукопись поступила в издательский отдел
28 февраля 1979 года.