

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МНОЖЕСТВЕННОСТИ ВТОРИЧНЫХ ЧАСТИЦ НА ЯДРАХ ПРИ ЭНЕРГИЯХ 200 И 800 ГэВ

Д. М. Котляревский

Приводятся результаты исследования множественности вторичных частиц на ядрах. Средние множественности ведут себя эквидистантно с ростом энергии. Максимумы распределений для тяжелых ядер сильно сдвинуты вправо, что позволит уже при энергиях ~ 1 ТэВ разделить дифракционных и недифракционных механизмов генерации вторичных частиц.

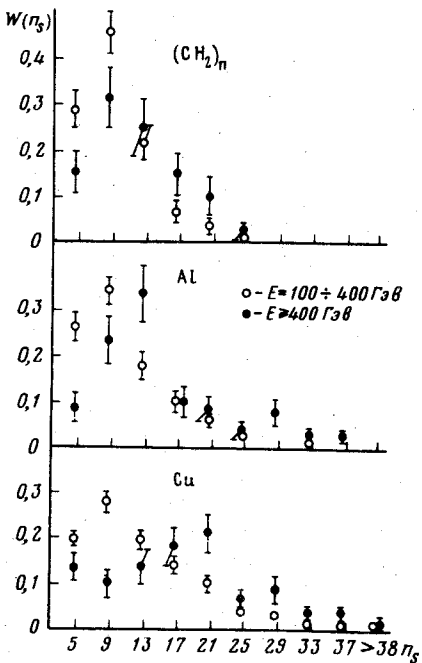
Изучение множественности рождения адронов при взаимодействии адронов с ядрами позволяет получать новую информацию о динамике сильных взаимодействий. Все коллизии с родившейся в первом акте системой и лидирующей частицей происходят в ядерном веществе еще до того, как сформировалось конечное состояние и поэтому ядро может сослужить роль анализатора пространственно-временного развития процесса. Конечно необходим набор данных на разных мишенях, на разных энергиях. Экспериментальные данные получены в высокогорной лаборатории Цхра-Цкаро им. Г.Е.Чиковани. В эксперименте используются космические адроны, состоящие, как известно, из 30% π^\pm -мезонов и 70% нуклонов. Подробно экспериментальная установка описана в работах [1, 2].

За время экспозиции (15000 часов работы установки) было отобрано для анализа 265,417 и 703 события на CH_2 , Al, Cu соответственно с $n_s \geq 3$ и энергией 100 ГэВ (46 событий для всех мишеней с $n_s = 2$). Толщины мишеней варьировались от 0,05 до 0,15 ядерных пробегов. Толщина подбиралась исходя из требований не вносить большие систематические погрешности в эксперимент за счет повторных соударений родившихся частиц и за счет электронно-фотонных каскадов, возникающих от u -квантов распада π^0 -мезонов. Каждое из событий, вошедших в статистический материал, имеет оценку энергии по ионизационному калориметру. Весь полученный материал разбит на два интервала энергий 100 ÷ 400 ГэВ и > 400 ГэВ. В таблице приводим мы число зарегистрированных событий N , среднюю измеренную энергию E_0 , среднюю множественность вторичных частиц $\langle n_s \rangle$, среднюю множественность, измеренную нами $\langle n_s \rangle_m$, абсолютную систематическую ошибку в оценке множественности вторичных частиц и ряд параметров, сопутствующих множественности вторичных частиц.

Но наибольшую информацию содержит распределение множественности вторичных частиц $W(A)$, приведенное на рисунке. Но прежде чем перейти к анализу данных, расскажем о систематических эффектах, учтенных нами. Часть эффектов, такие как потери частиц узкого конуса из-за пространственного разрешения треков в широкоазорных ис-

A	E_0, Γ_{3B}	N	$\langle n_s \rangle_m$	Δn_s	$\langle n_s \rangle$	R_A	R_A'	$\langle n_s \rangle / \sqrt{D}$
CH ₂	220 ± 15	192	9,2 ± 0,3	0,4 ± 0,4	9,6 ± 0,5	1,25 ± 0,07	1,68 ± 0,09	2,1 ± 0,1
10,1	750 ± 40	73	11,7 ± 0,5	1,2 ± 0,5	12,9 ± 0,9	1,23 ± 0,08	1,52 ± 0,10	2,1 ± 0,2
Al	220 ± 10	327	10,3 ± 0,3	1,0 ± 0,5	11,3 ± 0,6	1,46 ± 0,08	1,98 ± 0,11	2,1 ± 0,1
27	860 ± 70	90	14,5 ± 0,8	1,2 ± 0,5	15,7 ± 0,9	1,78 ± 0,09	1,80 ± 0,12	2,0 ± 0,2
Cu	210 ± 10	584	12,4 ± 0,3	0,8 ± 0,5	13,2 ± 0,6	1,71 ± 0,08	2,32 ± 0,11	2,0 ± 0,1
63,5	730 ± 40	119	17,6 ± 1,2	0,3 ± 0,5	17,9 ± 1,3	1,70 ± 0,14	2,10 ± 0,18	1,8 ± 0,2
—	200	876	—	—	13,3 ± 0,3	1,74 ± 0,04	2,36 ± 0,06	1,6 ± 0,04
70	1000	55	—	—	19,2 ± 1,8	1,76 ± 0,19	2,23 ± 0,24	1,4 ± 0,2

кровых камерах, потери частиц широкого конуса, эффективности просмотра, эффективности регистрации многих частиц и ряд других менее значительных эффектов приводят к потере частиц. Часть эффектов, таких как повторные взаимодействия, электроннопозитронные пары, серые треки, частицы сопровождений, лидирующая заряженная частица и отбор событий с $n_s \geq 3$, приводят к увеличению множественности вторичных частиц. В результате суммарная поправка мала $3 \div 7\%$. В конечном результате также учтены ошибки, допускаемые при оценках величины систематической поправки. Итак, приходим к выводу, что ни в оценке средних величин, ни в приведенных распределениях систематических искажений нет. Из анализа данных, приведенных в таблице, сделаны следующие выводы. 1) Множественность рожденных частиц на ядрах с энергией растет эквидистантно: $\langle n_s \rangle_{E2} / \langle n_s \rangle_{E1} = 1,35; 1,39; 1,36$ для $\text{CH}_2, \text{Al}, \text{Cu}$ — соответственно. Заметим для PP -взаимодействий $\langle n_{ch} - 2 \rangle_{800} / \langle n_{ch} - 2 \rangle_{200} = 1,53$. 2) Величина $R_A \equiv \langle n_s \rangle / \langle n_{ch} \rangle$ не меняется с энергией в интервале 200 — 800 ГэВ ее зависимость от атомного ядра можно выразить следующим образом $R_A = (0,60 \pm 0,06) + (0,48 \pm 0,04) \bar{\nu}$, где $\bar{\nu} = \sigma_P^{in} / \sigma_A^{in}$ A — среднее число столкновений в ядре. 3) Как отмечалось, $\langle n_s \rangle$ есть множественность рожденных частиц на ядрах (лидирующие частицы и δ -нуклоны исключены), поэтому более физично выглядит величина $R_A^* = \langle n_s \rangle_A / \langle n_{ch} \rangle_p$ относительная множественность рожденных частиц на ядрах и нуклонах. R_A^* обнаруживает устойчивую тенденцию к падению на всех ядрах (к сожалению, пока мало статистически обеспеченной). Если подобная тенденция сохранится дальше, то это будет четко отражать увеличение "прозрачности" ядерной материи к быстрым рожденным частицам с ростом энергии.



Распределение множественности на ядрах CH_2, Al и Cu

Если принять вышеназванный эффект падения R'_A с энергией, то можно ожидать, что $R'_A \approx 1$ при $E \approx 10^5$ ТэВ. 4) Величина $\langle n_s \rangle / \sqrt{D}$ не зависит от энергии и с хорошей точностью равна -2 , для всех мишеней. Здесь $D = \langle n_s^2 \rangle - \langle n_s \rangle^2$. Заметим, что для эмульсионных данных [3] (см. таблицу) это отношение заметно меньше двух. Это подчеркивает необходимость использования чистых мишеней. Еще ясвеннее это проступает при изучении распределений. Наличие смеси из 6 ядер в ядерной эмульсии приводят к замазыванию истинных распределений. Из рисунка следует. 1) Резкое различие распределений на легких, средних, и тяжелых ядрах при энергии 800 ГэВ, которое проявляется в том, что максимумы распределений W_{max} быстро сдвигаются вправо, отсюда следует возможность распределения дифракционного и недифракционного рождения вторичных частиц. На ядрах меди уже при энергии 800 ГэВ наметилась тенденция к такому разделению. К сожалению, статистическая обеспеченность результата мала, однако для $n_s (W_{max}) = 19$, а вероятное значение для дифракционного рождения равно $3 \div 5$ и не зависит от энергии. Это позволяет надеяться, что уже при энергиях модернизированного ускорителя в Батавии можно будет не только полностью разделить эти две компоненты, но и различить максимумы, связанные с ветвлениями [4]. 2) Если сравнить распределения на CN_2 и ядрах Cu при энергии 800 ГэВ, то они показывают (качественно!), что среднее число составляющих кварков, принимающих участие во взаимодействии, соответствует предсказаниям работы [5].

Институт физики
Академии наук Грузинской ССР

Поступила в редакцию
3 июня 1978 г.

Литература

- [1] М.И. Атанелишвили и др. XIV Международная конференция по космическим лучам. Мюнхен, т. 7, стр. 2286, 1976.
- [2] М.И. Атанелишвили и др. Известия АН СССР, 1978, в печати.
- [3] J. Babecki et al. Report №8423 РН, Krakov, 1973.
- [4] В.А. Абрамовский, О.В. Канчели. Письма в ЖЭТФ, 15, 559, 1972.
- [5] В.В. Анисович, Ю.М. Шабельский, В.М. Шехтер. Препринт ЛИЯФ, 352, 1977.