

A-646

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



2444/2-78

5/II-78
P1 - 11325

Н.С.Ангелов, С.Бацкович, В.Г.Гришин,
Ю.Надь, Т.Канарек

МНОЖЕСТВЕННОСТЬ ВТОРИЧНЫХ ЧАСТИЦ
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЧИСЛА СОУДАРЕНИЙ
 π^- -МЕЗОНОВ С НУКЛОНАМИ ЯДРА УГЛЕРОДА
ПРИ $p = 40$ ГэВ/с

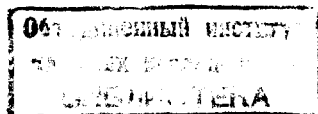
1978

P1 - 11325

Н.С.Ангелов, С.Бацкович*, В.Г.Гришин,
Ю.Надь, Т.Канарек

МНОЖЕСТВЕННОСТЬ ВТОРИЧНЫХ ЧАСТИЦ
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЧИСЛА СОУДАРЕНИЙ
 π^- -МЕЗОНОВ С НУКЛОНАМИ ЯДРА УГЛЕРОДА
ПРИ $p = 40$ ГэВ/с

Направлено в ЯФ



*Институт физики, Белград.

Ангелов Н.С. и др.

P1 - 11325

Множественность вторичных частиц в зависимости от числа соударений π^- -мезонов с нуклонами ядра углерода при $p = 40$ ГэВ/с

Изучены множественности вторичных заряженных частиц, образованных при неупругих соударениях π^- -мезонов с ν протонами ядра углерода при $p = 40$ ГэВ/с ($\nu = 1+5$). Показано, что зависимость средних множественностей частиц от ν совпадает, в пределах ошибок, с зависимостью $\langle n \rangle$ в π^-p -взаимодействиях от энергии налетающего пиона в интервале 40–200 ГэВ. Для многонуклонных взаимодействий выполняется скейлинг по множественности (K.N.O) и зависимость Врублевского.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1978

Angelov N.S. et al.

P1 - 11325

The Multiplicity of Secondary Charged Particles in $\pi^{-12}\text{C}$ Interactions with ν -Protons of Carbon Nucleus at $p = 40$ GeV/c

The multiplicity of secondary charged particles in $\pi^{-12}\text{C}$ interactions with ν -protons of carbon nucleus at $p = 40$ GeV/c is presented ($\nu = 1+5$). It is shown that the dependence of the average values of particle multiplicities on ν approximately equals the dependence $\langle n \rangle$ on initial pion energy in π^-p -interactions in the range $40 \div 200$ GeV. KNO scaling and Wroblewski empirical law for interactions with several nucleons of ^{12}C nucleus are observed.

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

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1978

§1. ВВЕДЕНИЕ

В этой работе приводятся результаты изучения множественности вторичных заряженных частиц, образованных во взаимодействиях π^- -мезонов с $p = 40$ ГэВ/с с ν -протонами ядра углерода ($\nu \geq 1, 2, 3, 4, 5$). Данные получены с помощью 2-метровой пропановой пузырьковой камеры, облученной π^- -мезонами с $p = 40$ ГэВ/с на серпуховском ускорителе^{1,2}. Статистика составляет 5500 $\pi^{-12}\text{C}$ -взаимодействий. Отметим некоторые особенности методики эксперимента. Протоны и пионы визуально идентифицировались по ионизации при $p < \leq 700$ МэВ/с. Все положительно заряженные частицы, кроме идентифицированных протонов, считаются π^+ -мезонами, отрицательные - π^- -мезонами.

Взаимодействия типа $\pi^-(\nu p)$ выделялись по величине $Q = n_+ - n_-$, которая равна разности зарядов положительных и отрицательных пионов в данном событии*. Таким образом, если $Q=1$, то число протонов ν , которое участвовало во взаимодействии, $\nu \geq 2$; если $Q=2$, то $\nu \geq 3$, то есть $\nu > Q+1$. Причем эти взаимодействия были такого типа, когда протоны после соударения имели $p \geq 700$ МэВ/с или передали свой заряд

* Идентифицированные протоны исключались из рассмотрения при определении величины Q из-за неоднозначной интерпретации их образования. Поэтому величина $Q = -1, 0$ для π^-p -взаимодействий и равна -1 или -2 для π^-p -соударений. Здесь мы будем рассматривать только $Q \geq 1$.

пионам. Таким образом, мы выделяем существенно неупругие взаимодействия пионов с протонами ($|t| \geq 0,5 \text{ ГэВ}^2/c^2$). Отметим также, что взаимодействия, в которых протон имеет $p \leq 700 \text{ МэВ/с}$, составляют 0,2 от всех π^-p -взаимодействий в широком интервале энергий $/4-40 \text{ ГэВ/}$. Поэтому в первом приближении мы можем положить $\nu(p) = Q+1$. Распределение событий по Q приведено в таблице. Как видно из этих данных, вероятность взаимодействия с увеличением Q на единицу уменьшается примерно в три раза в интервале значений Q от 0 до 5. Это уменьшение связано с увеличением числа протонов, участвующих в таких взаимодействиях, в которых $\Delta Q = +1$. Предположим, что вероятность взаимодействия при включении дополнительного нейтрона также уменьшается в три раза. Отсюда

Таблица

Зависимость множественности вторичных заряженных частиц от Q в $\pi^-^{12}\text{C}$ -взаимодействиях при $p = 40 \text{ ГэВ/с}$ *

Q	%	$\langle n_+ \rangle$	$\langle n_- \rangle$	D_{\pm}
-4	$0,03 \pm 0,03$			
-3	$0,37 \pm 0,08$	$7,86 \pm 0,87$	$5,43 \pm 0,43$	$3,79 \pm 0,61$
-2	$4,19 \pm 0,28$	$5,64 \pm 0,20$	$3,82 \pm 0,10$	$3,08 \pm 0,14$
-1	$35,74 \pm 0,82$	$5,21 \pm 0,06$	$3,11 \pm 0,03$	$2,86 \pm 0,05$
0	$39,56 \pm 0,86$	$6,13 \pm 0,07$	$3,07 \pm 0,04$	$3,09 \pm 0,05$
1	$13,46 \pm 0,50$	$8,08 \pm 0,13$	$3,54 \pm 0,06$	$3,38 \pm 0,09$
2	$4,54 \pm 0,29$	$9,85 \pm 0,25$	$3,92 \pm 0,12$	$3,84 \pm 0,17$
3	$1,58 \pm 0,17$	$11,02 \pm 0,43$	$4,01 \pm 0,21$	$3,91 \pm 0,30$
4	$0,43 \pm 0,09$	$12,43 \pm 0,81$	$4,21 \pm 0,40$	$3,81 \pm 0,57$
5	$0,10 \pm 0,04$			

* Идентифицированные протоны не включались в $\langle n_{\pm} \rangle$ и D_{\pm} .

мы можем оценить истинное число нуклонов, участвующих во взаимодействиях при данном $Q: \nu(n,p) = Q+1 + 1/3$ или $\nu(n,p) = \nu(p) + 1/3$. Таким образом, $\nu(n,p) \approx 1,15 \nu(p)$ для $\nu(p)=2, \nu(n,p) \approx 1,1 \nu(p)$ для $\nu(p)=3$ и т.д. Поэтому, сравнивая характеристики по множественности при различных значениях Q , мы полагали $\nu(p) \approx \nu(n,p) = Q+1$. В результате, изучая только взаимодействия пионов с ядрами углерода, мы получили данные при $\nu=2-5$, которые обычно получают при исследовании соударений пионов с ядрами от углерода до урана^{/3/}.

§2. ЗАВИСИМОСТЬ СРЕДНИХ МНОЖЕСТВЕННОСТЕЙ ВТОРИЧНЫХ ЧАСТИЦ ОТ $\nu(p)$

В таблице приведены значения $\langle n_{\pm} \rangle$ и $\langle n_- \rangle$ для различных значений $\nu(p) = Q+1$. Чтобы сравнить эти данные с π^-p -взаимодействиями, необходимо из значений $\langle n_{\pm} \rangle$ вычесть "избыточный" заряд начальной системы протонов, т.е. Q . На рис. 1 приведены значения

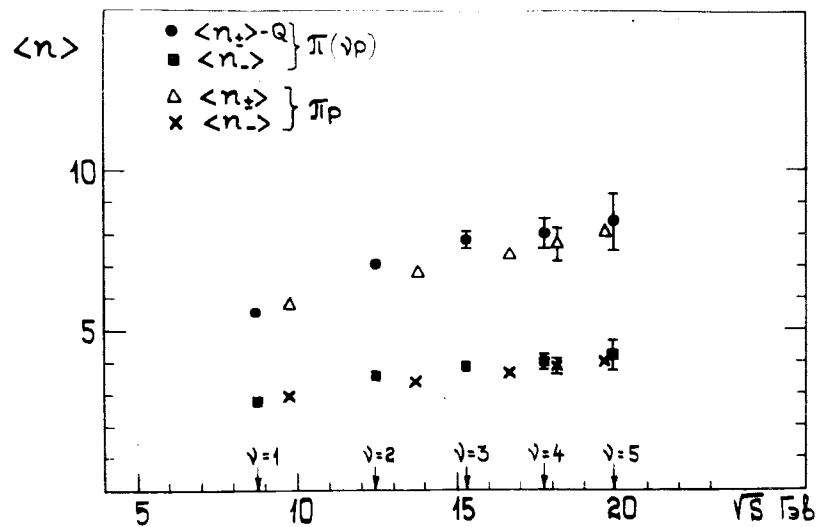


Рис. 1

$\langle n_{\pm} \rangle - Q$ и $\langle n_{-} \rangle$ в зависимости от полной энергии в системе центра масс $\pi^{-}(\nu p)$ -взаимодействий: $\sqrt{s} =$

$= \sqrt{(\nu m_p)^2 + 2\nu m_p E_0}$. Здесь же даны значения $\langle n_{+} \rangle$ и $\langle n_{-} \rangle$ для $\pi^{-}p$ -взаимодействий при различных значениях \sqrt{s} . Как видно из рисунка, значения $\langle n_{i} \rangle$ в $\pi^{-}(\nu p)$ и $\pi^{-}p$ -взаимодействиях одинаковы в пределах ошибок при одних и тех же значениях \sqrt{s} . Однако отсюда не следует, что пионы обязательно взаимодействуют с трубкой из ν -протонов^{/4/}. Действительно, последовательные взаимодействия пионов с протонами также дают увеличение множественности с ростом ν , которое согласуется с экспериментальным^{/2/}. На рис. 2 приводятся зависимости $R = \langle n_{i} \rangle_{\pi(\nu p)} / \langle n_{i} \rangle_{\pi p}$ от ν , с учетом ($\langle n_{+} \rangle$) и без учета ($\langle n_{-} \rangle$) "избыточного" заряда Q . Они удовлетворительно описываются функцией $R = \nu^{\alpha}$, где $\alpha = 0,25$ /сплошные кривые/^{/4/}.

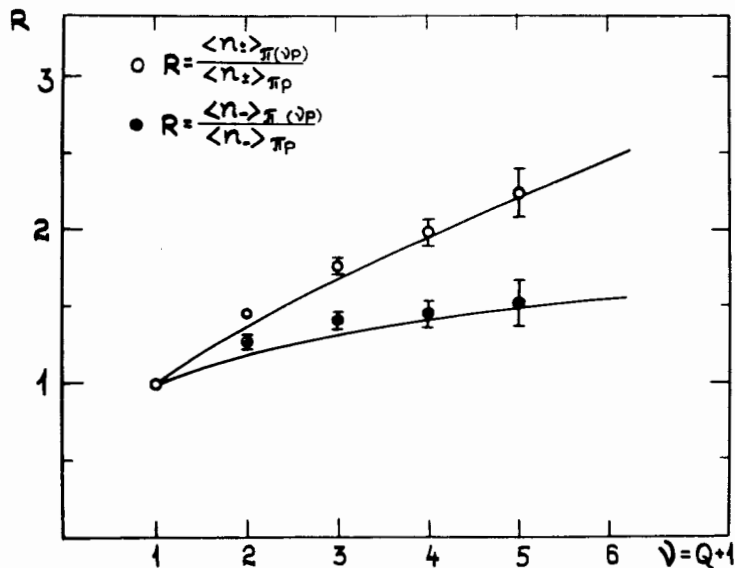


Рис. 2

§3. ЗАВИСИМОСТЬ ДИСПЕРСИИ ОТ ν И К.Н.О.-СКЕЙЛИНГ

Как известно, данные по зависимости $D = \sqrt{\langle n_{i}^2 \rangle - \langle n_{i} \rangle^2}$ от $\langle n_{i} \rangle$ хорошо описываются формулой Врублевского - $D = A \langle n_{i} \rangle + B$ ^{/5/}. Сначала это было установлено для адрон-адронных взаимодействий. В настоящее время закономерность наблюдается в адрон-ядерных соударениях и в столкновениях ядер с ядрами^{/6/}. На рис. 3 приведены наши данные для различных значений ν . Здесь же пунктиром показана зависимость Врублевского для $\pi^{-}p$ -взаимодействий / $A = 0,56$ и $B = -0,58$ /. Как видно из рисунка, эта зависимость удовлетворительно описывает и $\pi^{-}(\nu p)$ -взаимодействия.

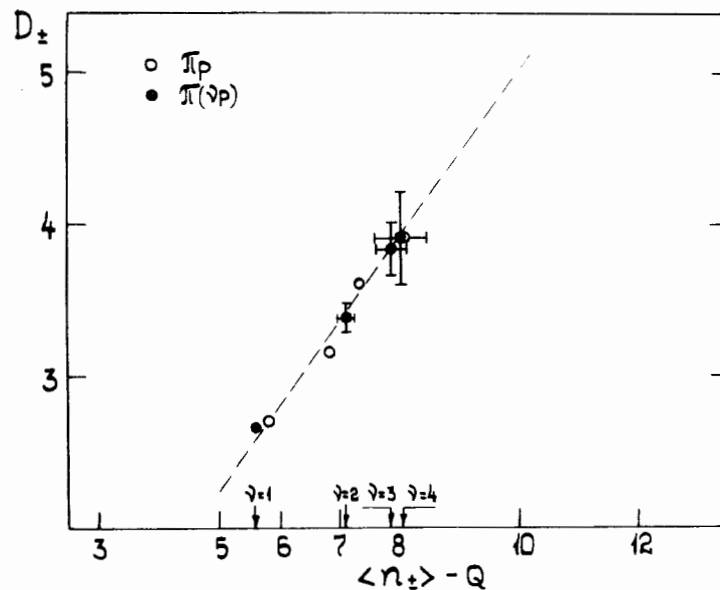


Рис. 3

На рис. 4 данные по $\langle n_{i} \rangle$ представлены в переменных К.Н.О.скейлинга^{/7/}:

$$(\langle n_{\pm} \rangle - Q) \frac{\sigma_{n_{\pm}}(\nu p)}{\sigma_{in}(\nu p)} = f\left(\frac{n_{\pm} - Q}{\langle n_{\pm} \rangle - Q}\right).$$

Здесь же приведены данные для π^-p -взаимодействий при $p = 40$ ГэВ/с. Как видно из рисунка, имеется скейлинг по множественности и для многонуклонных взаимодействий.

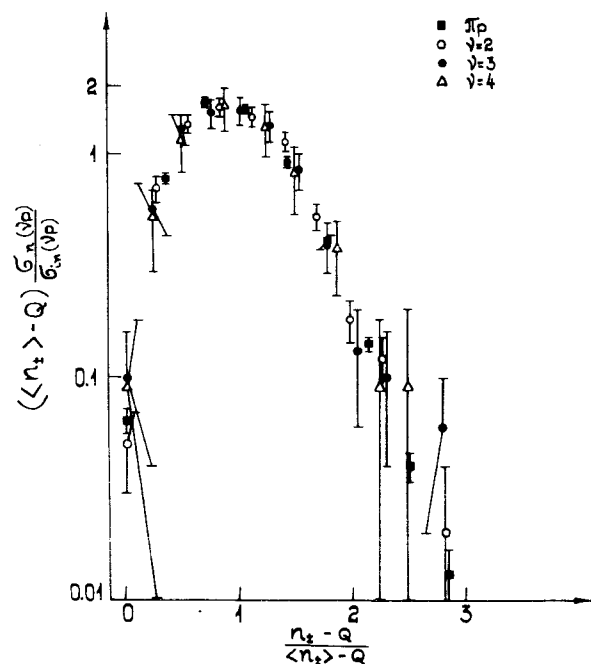


Рис. 4

Таким образом, множественности вторичных частиц, образованных в $\pi^-(\nu p)$ -взаимодействиях при $p = 40$ ГэВ/с, подчиняются общим закономерностям, наблюдаемым как в пион-нуклонных соударениях, так и при изучении взаимодействий адронов с ядрами. Возможность выделения неупругих соударений с ν -протонами при взаимодействии пионов с ядрами, имеющими определенный атомный вес, позволяет изучать характеристики многонуклонных взаимодействий в зависимости от числа нуклонов, участвующих в этих взаимодействиях. Данные по множественности $\pi^-(\nu p)$ -соударений не являются критическими по отношению к двум

альтернативным механизмам взаимодействия: коллективному и последовательному. Поэтому необходимо исследовать импульсные и угловые характеристики вторичных частиц для выяснения роли коллективных взаимодействий.

Мы признательны участникам сотрудничества по исследованию множественных процессов в пион-нуклонных взаимодействиях при $p = 40$ ГэВ/с за помощь в работе и полезные обсуждения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абдурахимов А.У. и др. ОИЯИ, P1-6326, Дубна, 1972.
2. Ангелов Н.С. и др. ОИЯИ, P1-10324, Дубна, 1976; ЯФ, 1977, 26, с.811.
3. Busza W. e.a. Phys.Rev.Lett., 1975, v.34, p.836.
4. Halliwell C. e.a. Phys.Rev.Lett., 1977, v.39, p.1499.
5. Berlad G. e.a. Phys. Rev., 1976, D13, p.161.
6. Wroblewski A. Proceedings of VIII International Symposium on Multiparticle Dynamics, A-1, Kaysersberg, 1977.
7. Аникина М.Х. и др. ОИЯИ, P1-10590, Дубна, 1977.
7. Koba Z., Nielsen H.B., Olesen P. Nucl.Phys., 1972, B40, p.633.

Рукопись поступила в издательский отдел
14 февраля 1978 года.