

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

ДУБНА



15/4-78

A-646

P1 - 11258

2134/2-78

Н.Ангелов, А.И.Аношин, В.Б.Любимов, М.И.Соловьев,
М.Сулейманов, Д.Тувдендорж

ПОЛНЫЙ РАЗВАЛ ЯДРА УГЛЕРОДА

π^- -МЕЗОНАМИ С ИМПУЛЬСОМ 40 ГэВ/с

1978

P1 - 11258

Н.Ангелов, А.И.Аношин,¹ В.Б.Любимов, М.И.Соловьев,
М.Сулейманов,² Д.Тувдендорж

ПОЛНЫЙ РАЗВАЛ ЯДРА УГЛЕРОДА

π^- -МЕЗОНАМИ С ИМПУЛЬСОМ 40 ГэВ/с

Направлено в ЯФ

¹ Научно-исследовательский институт ядерной физики
МГУ, Москва.

² Институт физики АН АзССР, Баку.

Ангелов Н. и др.

P1 - 11258

Полный развал ядра углерода π^- -мезонами с импульсом 40 ГэВ/с

На примере $\pi^-^{12}\text{C}$ -взаимодействий при $P_{\pi^-} = 40$ ГэВ/с, для которых были измерены импульсы и углы испускания всех вторичных заряженных частиц, изучалось явление полного развала ядра мишени. Определена вероятность полного развала ($7,0 \pm 0,3$)% и показано, что по основным характеристикам события с полным развалом не отличаются от "обычных" $\pi^-^{12}\text{C}$ -взаимодействий.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1978

Angelov N, et al.

P1 - 11258

Complete Disintegration of Carbon Nucleus by π^- Mesons with the Momentum of 40 GeV/c

The phenomenon of the complete disintegration of the target nucleus has been studied by the example of $\pi^-^{12}\text{C}$ interactions with $P_{\pi^-} = 40$ GeV/c, for which there were measured the momenta and the emission angles of all secondary charged particles. The probability of the complete disintegration was determined to be $(7.0 \pm 0.3)\%$, and it was shown that the events with the complete disintegration do not differ from "ordinary" $\pi^-^{12}\text{C}$ interactions on their main characteristics.

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

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research.

Dubna 1978

ВВЕДЕНИЕ

Исследование процесса полного распада ядер под действием элементарных частиц может дать существенную информацию о взаимодействии как первичной частицы, так и вторичных частиц с внутриядерной материей. Ранее эти явления изучались методом ядерной эмульсии^{*} на примере взаимодействий с ядрами Ag, Br, Pb^{1,2}. В этих работах обнаружено, что вероятность полного развала ядра не зависит от энергии налетающей частицы, причем нет существенных различий в характеристиках событий с полным развалом ядра "обычных" адрон-ядерных взаимодействий.

В настоящей работе явление полного развала /ПР/ ядра мишени изучалось для $\pi^-^{12}\text{C}$ -взаимодействий при $P_{\pi^-} = 40$ ГэВ/с в условиях, когда известны импульсы всех вторичных заряженных частиц. События отбирались^{**} на снимках с двухметровой пропановой камеры ОИЯИ, облученной пучком π^- -мезонов на серпуховском ускорителе. К ним были отнесены взаимодействия, в которых число идентифицированных протонов (N_p) /протоны с $P \leq 1$ ГэВ/с/ было больше или равно 4 /критерий I/, а также взаимодействия, в которых суммарный заряд вторичных частиц $Q \geq 4$ /критерий II/. Всего по двум критериям было отобрано 435 событий среди полного числа 6177 $\pi^-^{12}\text{C}$ -взаимодействий.

* К событиям с полным развалом ядра мишени относились взаимодействия, в которых число испущенных медленных протонов $N > Z/2$, где Z - заряд ядра.

** Критерии отбора $\pi^-^{12}\text{C}$ -взаимодействий изложены в работе³.

§1. СРЕДНИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СОБЫТИЙ С ПОЛНЫМ РАЗВАЛОМ ЯДРА УГЛЕРОДА

Вероятность ПР ядра углерода во взаимодействиях

$$\pi^- \text{-мезонов с углеродом оказалась равной } W = \frac{N_{\text{ПР}}}{N_{\pi^{-12}\text{C}}} =$$

$= 7,0 \pm 0,3\% / N_{\text{ПР}}$ - число событий с полным развалом, отобранных по указанным выше критериям, $N_{\pi^{-12}\text{C}}$ - полное число всех $\pi^{-12}\text{C}$ -взаимодействий/. Использование только критерия I дает для вероятности ПР значение $2,7 \pm 0,2\%$, которое в пределах ошибок совпадает с результатами, полученными для ядер Ag и Br^{1/} в диапазоне энергий налетающих π^- -мезонов 20-60 ГэВ.

В табл. 1 для π^+ -, π^- -мезонов и протонов приведены средние значения множественности (\bar{n}), средние значения импульсов (\bar{P}_L) в лабораторной системе координат /л.с.к./, средние значения углов вылета в л.с.к. (θ_L), средние значения перпендикулярных импульсов (\bar{P}_\perp), а также доля π^+ - и π^- -мезонов, испущенных в заднюю полусферу в л.с.к. (W_1). В последней колонке таблицы приведена доля π^+ - и π^- -мезонов с поперечным импульсом $P_\perp > 1 \text{ ГэВ/с}$ (W_2).

В табл. 2 приведены отношения указанных величин для событий ПР и всех остальных /"обычных"/ $\pi^{-12}\text{C}$ -взаимодействий. Видно, что основные характеристики обоих типов взаимодействий совпадают за исключением некоторых характеристик π^+ -мезонов. Возможно, это связано с большим числом неидентифицированных энергичных протонов в событиях ПР.

§2. ИНКЛЮЗИВНЫЕ СПЕКТРЫ ВТОРИЧНЫХ ЧАСТИЦ В СОБЫТИЯХ С ПОЛНЫМ РАЗВАЛОМ

На рис. 1 показано импульсное распределение π^+ -мезонов в событиях ПР и для сравнения - в остальных $\pi^{-12}\text{C}$ -взаимодействиях. Превышение числа π^- -мезо-

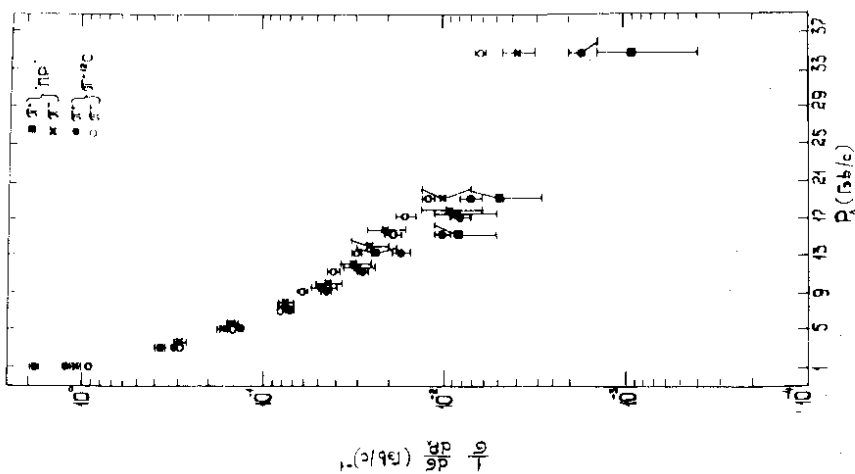
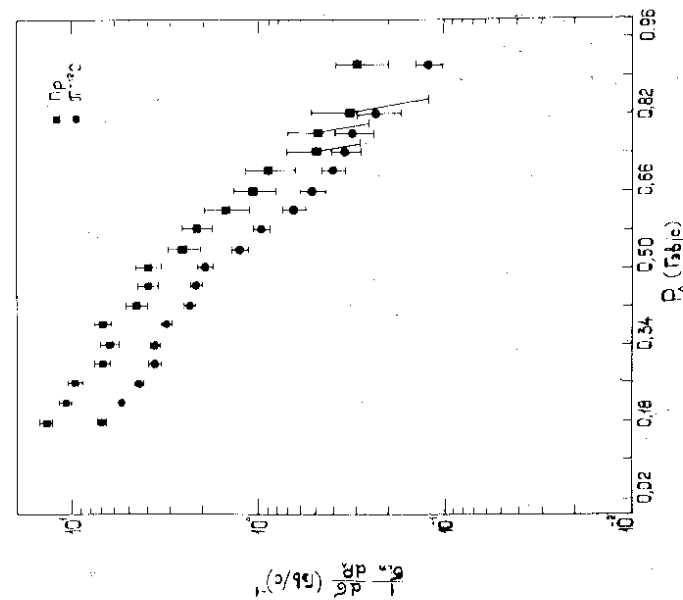


Рис. 1. Импульсное распределение π^+ -мезонов.

Рис. 2. Импульсное распределение идентифицированных протонов.



нов над числом π^+ -мезонов в области импульсов $P_{\perp} \geq 14$ ГэВ/с связано с наличием "сохранившихся" или лидирующих π^- -мезонов, но оно меньше в событиях ПР, чем в обычных $\pi^-^{12}\text{C}$ -взаимодействиях.

Спектры идентифицированных протонов /рис. 2/ качественно не отличаются для обоих типов взаимодействий, т.е. механизм испускания этих протонов из ядра углерода при полном развале такой же, как и в "обычных" $\pi^-^{12}\text{C}$ -взаимодействиях. Этот же вывод следует из сравнения угловых распределений идентифицированных протонов /рис. 3/.

Нет существенных различий между событиями ПР и "обычными" $\pi^-^{12}\text{C}$ -взаимодействиями в угловых распределениях π^{\pm} -мезонов /рис. 4/, а также в распределениях по величине $a = \frac{\sum E_i}{E_0}$, где $\sum E_i$ - суммарное

энерговыведение, приходящееся на заряженные частицы во взаимодействии данного типа, E_0 - энергия налетающего π^- -мезона /см. рис. 5 и табл. 3/. То же самое относится к распределениям средних значений величин \bar{a} для π^{\pm} -мезонов в событиях с разным числом идентифицированных протонов /рис. 6/.

Основные выводы работы можно сформулировать следующим образом:

1. При взаимодействии π^- -мезонов с импульсом $P_{\perp} = 40$ ГэВ/с с ядрами углерода явление полного развала ядра мишени наблюдается в 7% случаев.

2. По разным характеристикам /угловые и импульсные распределения π^{\pm} -мезонов и протонов и пр./ не наблюдается существенной разницы между событиями с полным развалом ядра и "обычными" $\pi^-^{12}\text{C}$ -взаимодействиями.

3. Эффект лидирования в событиях с полным развалом ядра мишени слабее, чем во всех остальных $\pi^-^{12}\text{C}$ -взаимодействиях.

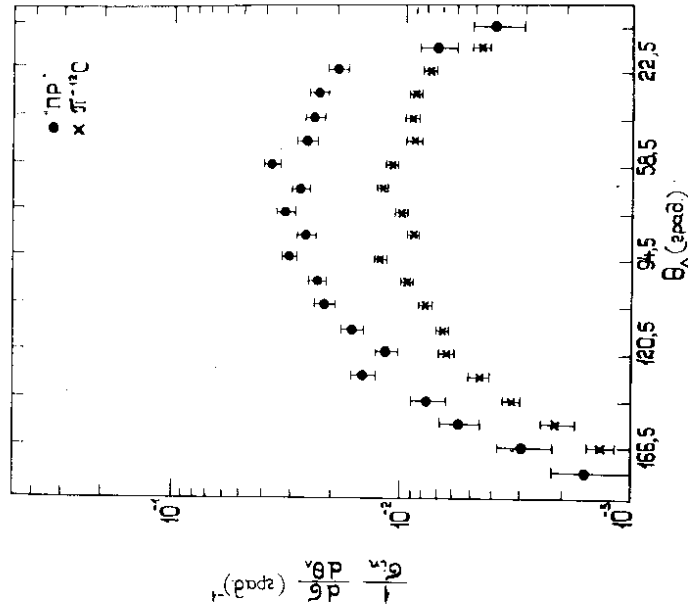


Рис. 3. Угловое распределение идентифицированных протонов.

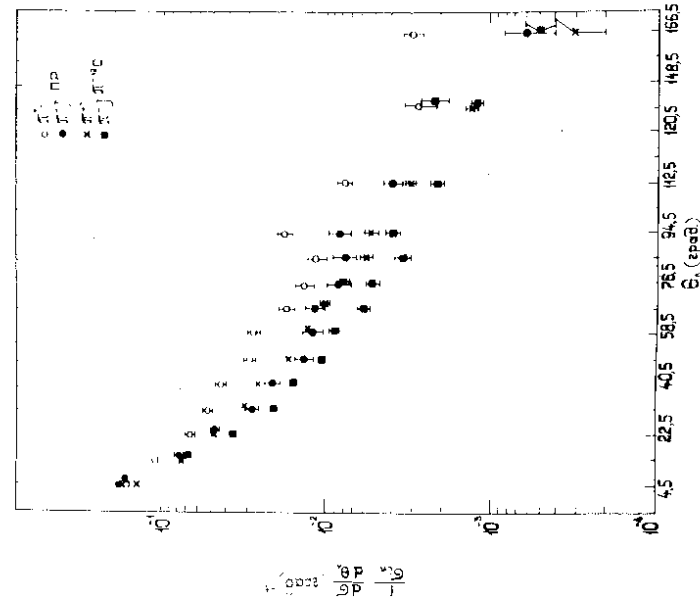


Рис. 4. Угловое распределение π^{\pm} -мезонов.

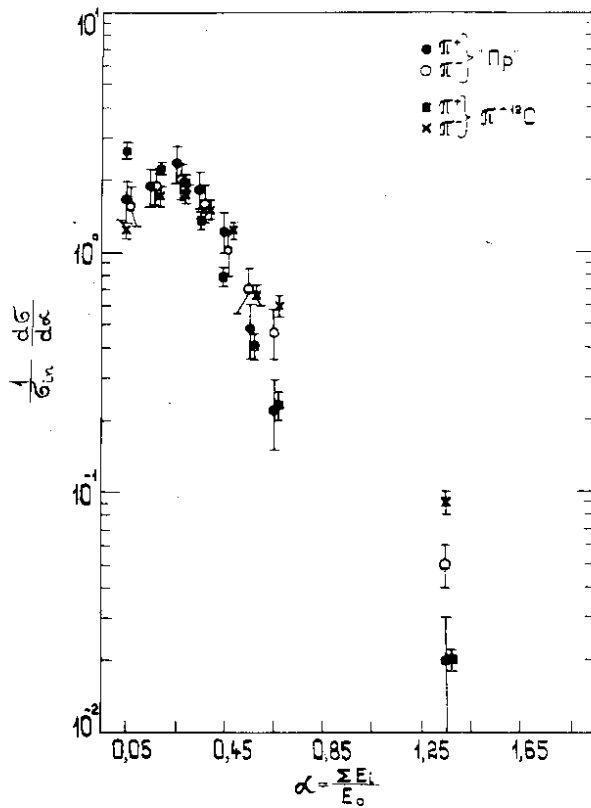


Рис. 5. Распределение событий по величине

$$\alpha = \frac{\sum E_i}{E_0}$$

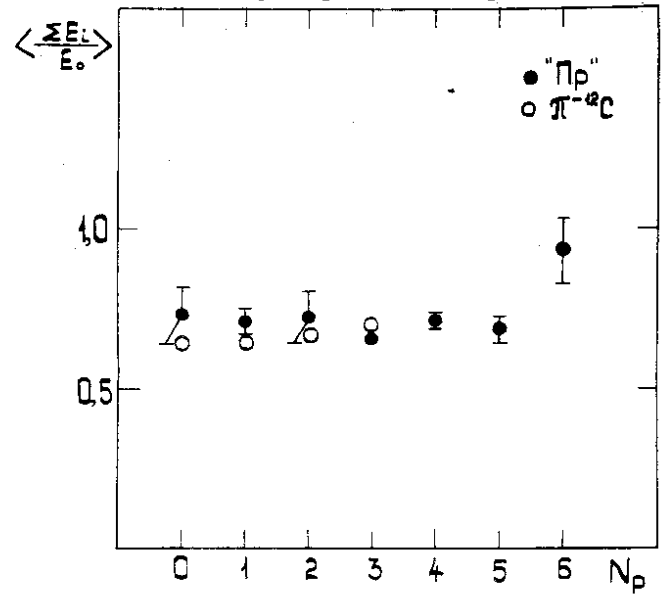
Рис. 6. Зависимость $\bar{a} = \frac{\langle \sum E_i \rangle}{E_0}$ от числа идентифицированных протонов.

Таблица 1

Тип частиц	Характеристики	\bar{n}	\bar{P}_\perp (ГэВ/с)	$\bar{\theta}_\perp$ (град)	\bar{P}_\perp (ГэВ/с)	$W_1(\theta_\perp > 90^\circ)$	$W_2(P_\perp > 1)$
		π^+	$5,2 \pm 0,3$	$2,2 \pm 0,1$	$32,7 \pm 0,6$	$0,407 \pm 0,009$	$0,067 \pm 0,005$
π^-		$3,7 \pm 0,1$	$3,5 \pm 0,3$	$26,8 \pm 0,7$	$0,356 \pm 0,010$	$0,051 \pm 0,005$	$0,032 \pm 0,005$
P		$3,6 \pm 0,3$	$0,32 \pm 0,01$	$78,2 \pm 1,0$	$0,245 \pm 0,004$	$0,340 \pm 0,020$	-

Таблица 2

Тип частиц	Характеристики	\bar{n} (ПР)	\bar{P}_\perp (ПР)	$\bar{\theta}_\perp$ (ПР)	\bar{P}_\perp (ПР)	$W_1(\theta_\perp > 90^\circ, \text{ ПР})$	$W_2(P_\perp > 1, \text{ ПР})$
		$\bar{n}(\pi^- 12\text{C})$	$\bar{P}_\perp(\pi^- 12\text{C})$	$\bar{\theta}_\perp(\pi^- 12\text{C})$	$\bar{P}_\perp(\pi^- 12\text{C})$	$W_1(\theta_\perp > 90^\circ, \pi^- 12\text{C})$	$W_2(P_\perp > 1, \pi^- 12\text{C})$
π^+		$1,44 \pm 0,03$	$0,81 \pm 0,05$	$1,25 \pm 0,03$	$1,07 \pm 0,03$	$1,52 \pm 0,18$	$1,47 \pm 0,17$
π^-		$1,09 \pm 0,04$	$0,78 \pm 0,07$	$1,30 \pm 0,04$	$0,98 \pm 0,03$	$1,38 \pm 0,20$	$0,94 \pm 0,16$
P		$2,42 \pm 0,18$	$0,91 \pm 0,08$	$1,02 \pm 0,02$	$1,00 \pm 0,03$	$0,97 \pm 0,06$	-

Таблица 3

Тип частиц	Характеристики	$\bar{a}(\text{ПР}) = \frac{\sum E_i}{E_0}$	$\frac{\bar{a}(\text{ПР})}{\bar{a}(n^{-12}\text{C})}$
	π^+	0,291±0,002	1,19±0,02
	π^-	0,333±0,020	0,88±0,05
	P	0,073±0,002	2,28±0,09

В заключение авторы выражают благодарность коллективу Сотрудничества по обработке снимков с 2-метровой пропановой камеры ЛВЭ ОИЯИ за помощь в наборе экспериментального материала и за обсуждения полученных результатов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гагарин Ю.Ф. и др. Изв. АН СССР /сер. физ/, 1974, т.38, №5, с.988-992.
2. Ахроров О. и др. ОИЯИ, P1-9963, Дубна, 1976.
3. Будапешт - Бухарест - Дубна - Краков - София - Тбилиси - Ташкент - Улан-Батор - Ханой. Сотрудничество. ЯФ, 1977, 25, с.1013.
4. Аношин А.И. и др. ОИЯИ, 1-10804, Дубна, 1977.

Рукопись поступила в издательский отдел
17 января 1978 года.