

6
B-17



Ван Шу-фень, Т.Вишки, И.М.Граменицкий, В.Г.Гришин,
Н.Далхажав, Р.М.Лебедев, А.А.Номофилов,
М.И.Подгорецкий, В.Н.Стрельцов

P-526

НЕУПРУГИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ
ПРОТОНОВ С НУКЛОНАМИ
ПРИ ЭНЕРГИИ 9 БЭВ
ЖЭТФ, 1960, т 39, в. 4, с. 957-960.

P-526

Ван Шу-фень, Т.Вишки, И.М.Грамолицкий, В.Г.Гришин,
Н.Далхажав, Р.М.Лебедев, А.А.Номофитов,
М.И.Подгорецкий, В.Н.Стрельцов

НЕУПРУГИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ
ПРОТОНОВ С НУКЛОНАМИ
ПРИ ЭНЕРГИИ 8 БЭВ

Направлено в ЖЭТФ.

Объединенный институт
ядерных исследований
БИБЛИОТЕКА

706/10 гур.

А н н о т а ц и я

В работе показано, что угловые и импульсные распределения вторичных протонов и π -мезонов в $(p-p)$ - и $(p-\pi)$ - взаимодействиях мало меняются с изменением числа заряженных частиц.

Van Shu-fen', T. Visky, I.M. Gramenitskij, V.G. Grishin, N. Dalkhazhav,
R.M. Lebedev, A.A. Nomofilov, M.J. Podgoretkij, V.N. Streitsov

Изучение неупругих взаимодействий нуклон-нуклон при высоких энергиях может, по-видимому, дать некоторые сведения о структуре нуклона. В работе [1] были получены результаты, свидетельствующие о резкой анизотропии углового распределения вторичных нуклонов в системе центра инерции /с.ц.и./ и установлена нижняя граница доли энергии, идущей на образование π -мезонов. Однако отождествление частиц и измерение их энергии в работе [1] производилось только для медленных частиц / $\beta \geq 1,43$ /. Поэтому было целесообразно продолжить работу по изучению (p-p)- и (p-n) - взаимодействий в условиях, позволяющих проводить измерения многократного рассеяния быстрых частиц.

1. В эмульсионной стопке, составленной из слоев эмульсии НИКФИ тип "Р" и облученной внутренним пучком протонов с энергией $E_p \sim 9$ Бэв на синхрофазотроне Объединенного института ядерных исследований, проводился просмотр вдоль следов первичных протонов двумя способами: обычным и ускоренным, описанным в работе [2]. Было просмотрено 944 м следа и найдено 2647 ядерных взаимодействий и рассеяний на угол $\theta \geq 5^\circ$. Отбор неупругих (p-p)- и (p-n) - взаимодействий проводился согласно критериям, описанным в работе [1]. Были отобраны 161 случай / p-p / - взаимодействий и 94 случая (p-n) - взаимодействий. Распределение по числу заряженных частиц, приведенное в таблицах I и II, совпадает с данными работы [1].

Таблица 1

Распределение / p-p/-взаимодействий по числу заряженных частиц

Число лучей	2	4	6	8
Число взаимодействий в %	46,6 \pm 5,4	44,7 \pm 5,3	8,1 \pm 2,2	0,62 \pm 0,62

Т а б л и ц а 11

распределение / $p-n$ / - взаимодействий по числу заряженных частиц

Число лучей	1	3	5	7
Число взаимо- действий%	$35,1 \pm 6,1$	$53,2 \pm 7,5$	$9,6 \pm 3,2$	$2,1 \pm 1,5$

Среднее число заряженных частиц в / $p-p$ / и / $p-n$ / - взаимодействиях равно $3,25 \pm 0,10$ и $2,58 \pm 0,14$, соответственно.

2. Для идентификации быстрых частиц проводились измерения многократного рассеяния и плотности сгустков g на вторичных следах, имеющих угол погружения $\varphi \leq 3^\circ$. При определении величины $p\beta$ учитывалось влияние ложного рассеяния, которое было вычислено по измерениям на следах первичных протонов в каждом слое. Ложное рассеяние не позволяло измерять величины $p\beta$, большие 6 Бэв/с. Для идентификации частиц использовались кривые зависимости g/g_0 от $p\beta$ для π^- -мезонов и протонов, построенные по данным, приведенным в [3]. Проверка данных [3] проводилась по измерению плотности сгустков g на следах протонов, имеющих энергию 9 и 3 Бэв в одних и тех же эмульсионных слоях. Слои облучались протонами этих энергий практически одновременно. Полученные результаты согласуются с данными, приведенными в [3] с точностью 2%. Следует отметить, что в области пересечения "протонной" и " π^- -мезонной" кривых ($1,5 < p\beta < 2,5$ Бэв/с) идентификация не однозначна^{x/}. Угловые и энергетические распределения частиц из области пересечения, при предположении, что они являются π^- -мезонами, совпадают с такими же распределениями для надежно идентифицированных π^- -мезонов. При предположении, что эти частицы являются протонами, их угловые и энергетические распределения резко отличаются от распределений для надежно идентифицированных протонов.

^{x/} Размеры этой области выбраны в соответствии с величиной ошибок в определении $p\beta$ и g/g_0 .

В качестве иллюстрации можно привести таблицу 111, где в строке I приведены данные по надежно идентифицированным частицам, в строке II прибавлены частицы из области пересечения, при предположении, что они являются π -мезонами и в строке III — при предположении, что они протоны.

Таблица 111

	\bar{E}_{pc} мэв	$\bar{\theta}_{pc}$	$\bar{E}_{\pi c}$ мэв	$\bar{\theta}_{\pi c}$
I	1520 ± 45	$/22 \pm 2/^\circ$	426 ± 30	$/38^\circ \pm 3/^\circ$
II			442 ± 23	$/38 \pm 2/^\circ$
III	1360 ± 45	$/37 \pm 3/^\circ$		

Кроме того число частиц, попавших в область пересечения, сильно растет с множественностью. Эти факты делают весьма правдоподобным предположение о том, что большинство частиц из области пересечения являются π -мезонами. Поэтому в дальнейшем все распределения приводятся в этом предположении.

3. Для вторичных протонов из $P-P$ взаимодействий было построено угловое распределение в с.ц.и. (рис. 1), которое оказалось резко анизотропным. Угловое распределение π -мезонов, приведенное на рис. 2, также анизотропно (см. также [4]), но значительно шире, чем распределение протонов. Импульсное распределение протонов, летящих в заднюю полусферу в с.ц.и., приведено на рис. 3. Используются данные по задней полусфере, так как среди частиц, летящих в переднюю полусферу, имеются протоны, у которых из-за влияния ложного рассеяния была определена лишь нижняя граница P_P . Среднее значение энергии протонов в с.ц.и. и среднее значение поперечного импульса равны $\bar{E}_{pc} = /1520 \pm 45/$ Мэв, $P_{\perp} = /372 \pm 25/$ Мэв/с. Коэффициент неупругости K и доля энергии, переходящая в π -мезоны в л.с., равны $K = 0,55 \pm 0,03$ и $E_{\pi}/E_0 = 0,39 \pm 0,02$ соответственно. Среднее число протонов на одно взаимодействие равно $\bar{n}_p = 1,24 \pm 0,28$, и среднее число заряженных π -мезонов $(\bar{n}_{\pi})_{зар.} = 2,01 \pm 0,31$. Предполагая, что число

нейтральных π -мезонов составляет половину от числа заряженных, можно оценить среднее число $\pi^{\pm,0}$ -мезонов на одно взаимодействие: $\bar{n}_\pi = 1,5(\bar{n}_\pi)_{\text{зар}} = 3,02 \pm 0,46$. Из этих данных легко получить среднюю энергию одного π -мезона в с.ц.и. $\bar{E}_{\pi c} = 475 \pm 78$ Мэв. Средняя энергия π -мезона в с.ц.и., полученная непосредственно по измерениям для частиц из задней полусферы, равна 432 ± 32 Мэв. Среди частиц, летящих в переднюю полусферу, имеются π -мезоны, у которых определены лишь нижняя граница величины p_β . Поэтому при вычислении средней энергии для π -мезонов, летящих в переднюю и заднюю полусферу, указывается нижняя и верхняя границы: 442 ± 23 Мэв $\leq E_{\pi c} \leq 490 \pm 30$ Мэв. Верхняя граница $E_{\pi c}$ получена при предположении, что π -мезоны, для которых определена нижняя граница, имеют максимально возможную энергию для данной множественности. Поперечный импульс π -мезонов оказался равным 232 ± 18 Мэв/с $\leq p_\perp \leq 259 \pm 20$ Мэв/с.

Угловое распределение протонов в с.ц.и. для / p-n / - взаимодействий приведено на рис. 4. Недостаточность статистики не позволяет сделать сколько-нибудь определенных заключений об асимметрии протонов. Среднее значение энергии протонов в / p-n / -взаимодействии равно 1480 ± 100 Мэв и не отличается от средней энергии протонов в /p-p/-взаимодействиях.

4. Весьма важным является вопрос об изменении углового и энергетического распределения нуклонов с множественностью. С точки зрения наличия двух типов соударений—"периферических" и "центральных"—следовало бы ожидать более широкое угловое распределение при большой множественности /см, например, [5]/. В дальнейшем для увеличения статистики будут рассмотрены совместные данные по /p-p/ и /p-n/ - взаимодействиям, так как угловые и энергетические характеристики нуклонов в этих взаимодействиях, по-видимому, не различаются. В таблице 1У приведены средние значения импульса, поперечного импульса и угла вылета в с.ц.и. протонов и π -мезонов для малой / n = 2 - 3 - 4/ и большой / n = 5 - 6 - 7/ множественности.

Т а б л и ц а 1У

Множе- ственность	\bar{p}_c мэв/с		\bar{p}_\perp мэв/с		$\bar{\theta}_c$	
	2-3-4	5-6-7	2-3-4	5-6-7	2-3-4	5-6-7
Протоны	1152±90	1028±80	365±35	349±35	23±2	21±6
π^- -мезоны	329±30	370±50	244±18	175±20	39±2	46±5

Приведенные данные показывают, что зависимость углового и импульсного распределений от множественности, если и существует, то весьма слабая^{х/}.

Величина $\alpha = \sqrt{p_{\perp}^2/2}$ характеризует поперечные размеры области взаимодействия. В таблице 1У приведены значения α для протонов и π^- -мезонов при различной множественности.

Т а б л и ц а У

Множествен- ность	α Мэв/с	
	2 - 3 - 4	5 - 6 - 7
Протоны	296	257
π^- -мезоны	198	140

Из таблицы У видно, что величина α мало зависит от множественности.

Вся совокупность изложенных экспериментальных данных свидетельствует, по-видимому, о том, что характер взаимодействия мало изменяется с ростом числа вторичных заряженных частиц. Если исходить из представления о наличии двух типов взаимодействий - "периферических" и "центральных", - то следует заключить, что основная часть экспериментального материала относится к одному из них. Можно, например, считать, что в "центральных" соударениях угловое распределение нуклонов должно быть близко к изотропному. В этом случае с "центральными" соударениями можно предположительно

^{х/} Аналогичные результаты были получены в работе [6], посвященной изучению (π^-p) и (π^-n) - взаимодействий.

связывать семи- и восьмилучевые события, поскольку в настоящей работе в силу малости статистики об их свойствах практически ничего не известно. Это позволяет оценить верхнюю границу размеров предполагаемого "ядра", которая не превышает 0,1-0,2 от радиуса нуклона. С другой стороны, не исключено, что в соответствии с [7] "периферические" соударения осуществляются очень редко. В этом случае подавляющее большинство экспериментально наблюдаемых взаимодействий следовало бы отнести к "центральному", которые характеризовались бы тем самым анизотропным распределением вторичных частиц.

Авторы рады выразить свою благодарность сотрудникам группы обслуживания ускорителя за помощь при облучении эмульсионной стопки и коллективу лаборантов за просмотр и участие в измерениях. Авторы благодарят также Д.И. Блохинцева и В.И. Векслера за участие в обсуждениях.

Рукопись поступила в издательский отдел
19 апреля 1960 года.

Л и т е р а т у р а

1. Н.П. Богачев, С.А. Бунятов, И.М. Граменицкий, В.Б. Любимов, Ю.П. Мерекон, М.И. Подгорецкий, В.Н. Сидоров, Д. Тувдендорж. ЖЭТФ, 37, 1225 /1959/.
2. Б.П. Банник, М.И. Подгорецкий. ПТЭ /в печати/.
3. W.H. Barkas, D.M. Young. UCRL - 2579 (1954).
4. Н.П. Богачев, С.А. Бунятов, Ю.П. Мерекон, В.Н. Сидоров, В.Я. Ярба. ЖЭТФ, 38, 1346 /1960/.
5. В.С. Барашенков, В.М. Мальцев, Э.К. Михул. ЖЭТФ, 37, 1484 /1959/.
6. В.А. Беляков, Ван Шу-фень, В.В. Глаголев, Н. Далхажав, Р.М. Лебедев, Н.Н. Мельникова, В.А. Никитин, В.А. Свиридов, В. Петржилова, М. Сук, К.Д. Толстов /в печати/.
7. Д.И. Блохинцев, В.С. Барашенков, Б.М. Барбашов. УФН, 68, 417, /1957/.

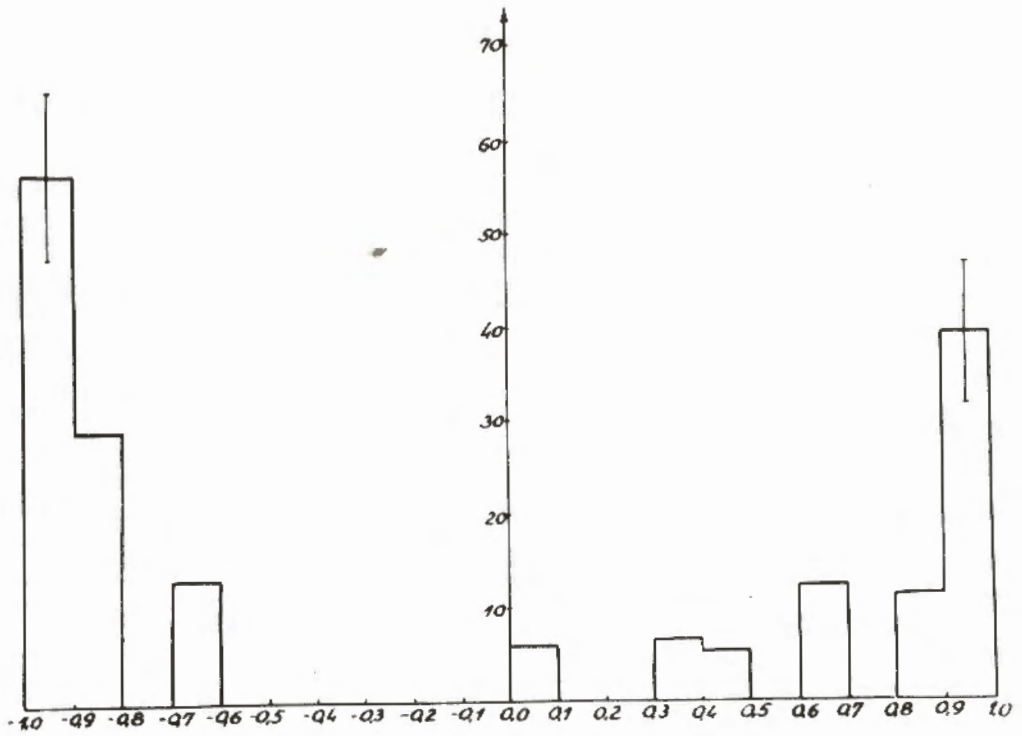


Рис. 1. Угловое распределение протонов в с.ц.и. для /p-p/-взаимодействий.

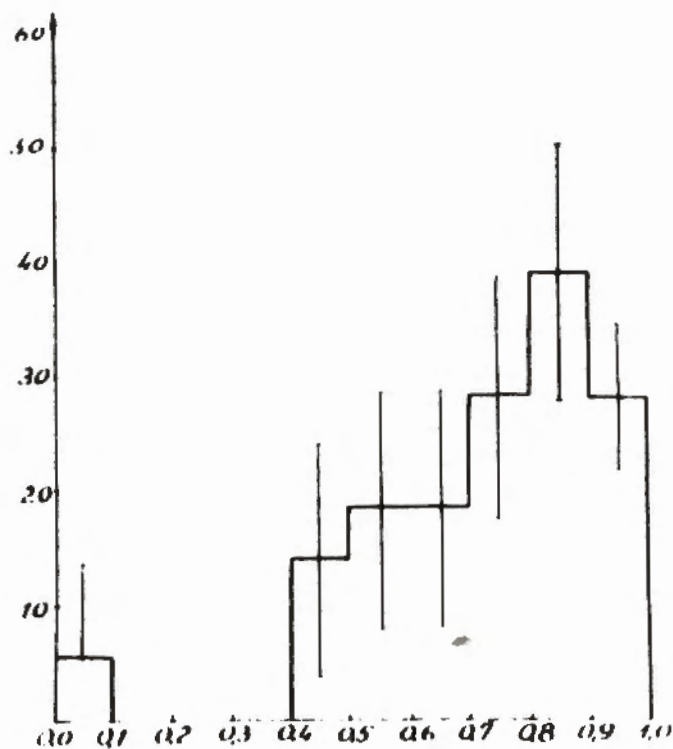


Рис. 2. Угловое распределение π -мезонов в с.ц.и. для /p-p/-взаимодействий.

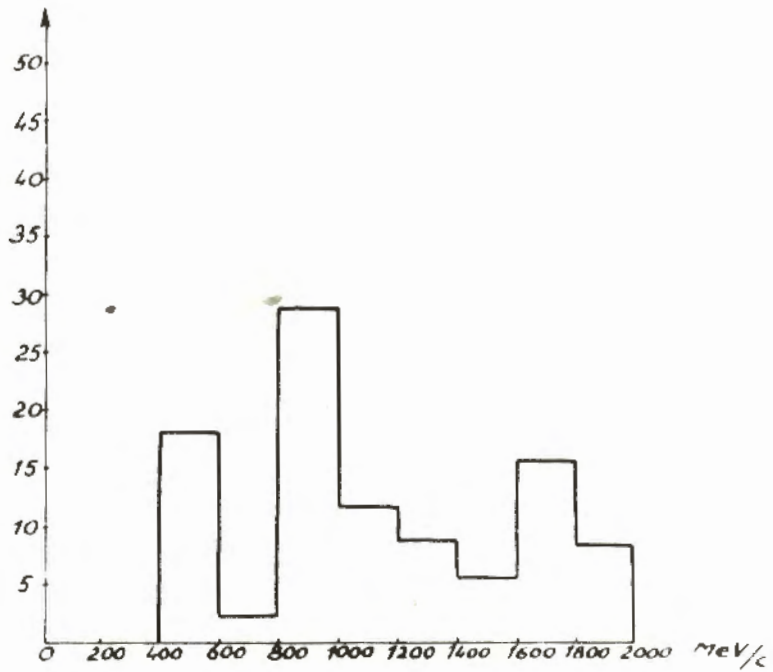


Рис. 3. Импульсное распределение протонов, члтящих в заднюю полусферу в с.ц.и.

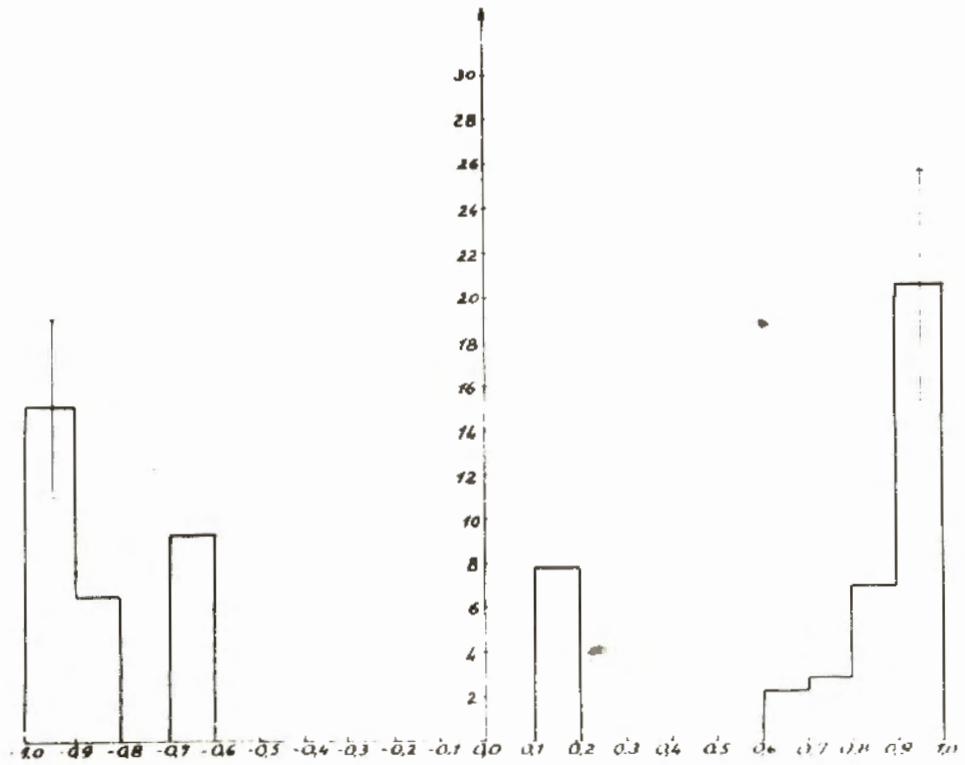


Рис. 4. Угловое распределение протонов в с.ц.м. для / p-n /-взаимодействий.