

Письма в ЖЭТФ, том 16, вып. 7, 371–374.

5 октября 1972 г.

КОГЕРЕНТНАЯ ГЕНЕРАЦИЯ СИСТЕМЫ $2\pi^- \pi^+$ НА ЯДРАХ

*А. Д. Василькова, М. Г. Горнов, В. Г. Кириллов-Угрюмов,
В. И. Левина, В. П. Протасов, Ф. М. Сергеев*

В работе получены новые данные о процессе когерентной генерации тройки π -мезонов ($\pi^+ 2\pi^-$) на легких ядрах (C, F, Cl) π^- -мезоном с импульсом $\sim 3,9$ $\mu\text{eV}/c$. Некоторые экспериментальные подробности можно найти в [1].

Увеличение статистики позволило изучить группу реакций (202 события) с $t' = |t - t_{\min}| < 0,03$ $(\mu\text{eV}/c)^2$, в которой доля когерентных событий по самым строгим оценкам не ниже 40%. Общие характеристики этой группы можно видеть на рис. 1. Приведенные массовые

распределения качественно совпадают с соответствующими распределениями, наблюдаемыми в подобных экспериментах при более высоких энергиях.

В нашем случае выход когерентной реакции зависит от массы рождающейся тройки. Так, для значений $M_{3\pi} \gtrsim 1,2 \text{ гэв}$ когерентный процесс отсутствует. Этот результат подтверждает оценки основополагающих работ [2]. Массы систем $(\pi^+ 2\pi^-)$ и $(\pi^+ \pi^-)$ также взаимозависимы. В интервале $0,95 \text{ гэв} < M_{3\pi} < 1,2 \text{ гэв}$ виден ρ^0 -мезон; в области $M_{3\pi} \leq 0,95 \text{ гэв}$ его нет. Поскольку для реакций с $M_{3\pi} < 0,95 \text{ гэв}$ есть четкий дифракционный пик, указанный факт можно рассматривать как следствие когерентной генерации тройки некоррелированных π -мезонов.

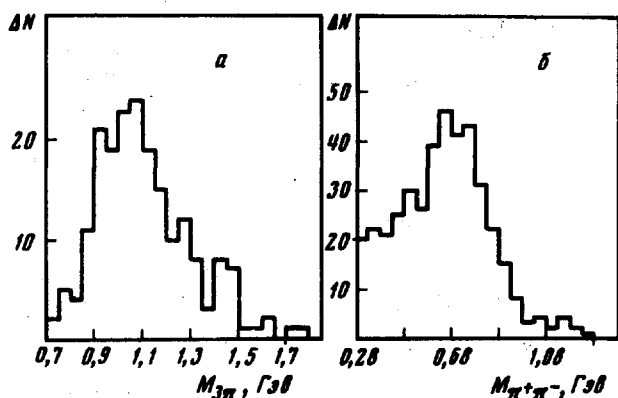


Рис. 1. Массовые распределения систем $(\pi^+ 2\pi^-)$ (а) и $(\pi^+ \pi^-)$ (б) для событий с $t' \leq 0,03 (\text{гэв}/c)^2$ (реакция $\pi^- + A \rightarrow A + \pi^+ + 2\pi^-$)

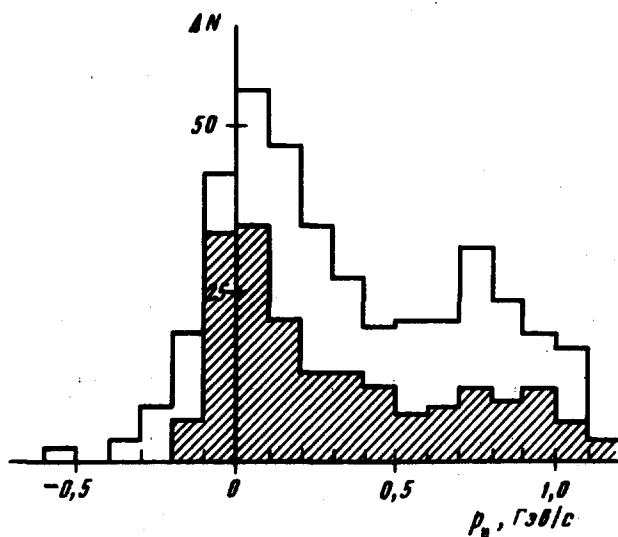


Рис. 2. Распределение продольных импульсов π^+ - и π^- -мезонов для событий с $t' \leq 0,03 (\text{гэв}/c)^2$. Система центра масс "налетающая частица-нуклон". Светлая часть — π^- -мезоны (404 комб), заштрихованная часть — π^+ -мезоны (202 соб.)

Чувствительным средством исследования оказались импульсные распределения вторичных частиц.

На рис. 2 даны распределения продольной составляющей импульса в системе "налетающая частица-нуклон". Для π -мезонов обоих знаков имеются группы "мягких" и "быстрых" частиц, отчетливо разделяющиеся границей $p_{\parallel} \approx 0,5 \text{ гэв}/c$. В 95% случаев быстрая частица толь-

ко одна, две другие имеют $p_{\parallel} < 0,5$ гэв/с. Это позволяет сделать вывод: полное количество быстрых частиц соответствует количеству реакций.

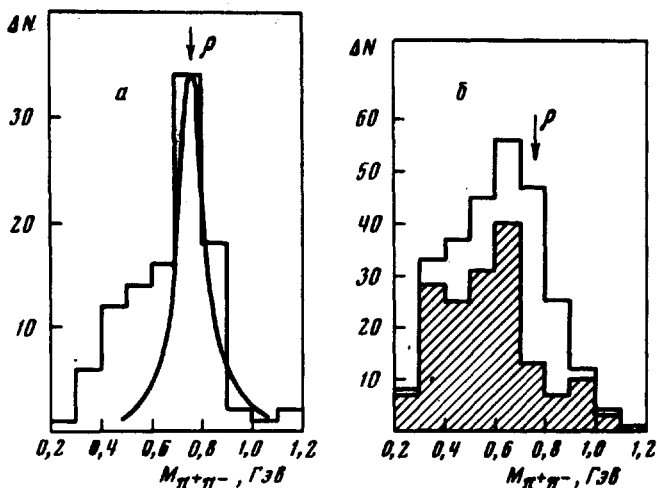


Рис. 3. Спектр масс системы $(\pi^+\pi^-)$ для событий с π^+ -мезоном, у которого $p_{\parallel} > 0,5$ гэв/с (а); (б) то же для событий с быстрым π^- -мезоном. Заштрихована разность распределений (б) и (а). Гладкая кривая — распределение Брейта — Вигнера, соответствующее ρ -мезону

Быстрые π^+ -мезоны связаны с периферийным рождением ρ^0 -мезона. Это подтверждается рис. 3, а. Пик ρ^0 -мезона выражен отчетливо. С помощью угловых распределений показано, что генерируемый ρ -мезон выстроен в направлении, перпендикулярном движению первичного π -мезона. Это должно приводить к появлению быстрых π^- -мезонов в количестве, равном количеству быстрых π^+ . Из рис. 2 видно, что одной этой причины недостаточно для объяснения наблюдаемого количества π^- -мезонов с $p_{\parallel} > 0,5$ гэв/с. Дополнительной иллюстрацией к этому выводу служит рис. 3, б. В массовом распределении системы $(\pi^+\pi^-)$ для событий с быстрыми π^- -мезонами ρ -мезон на фоне сопутствующих спектров не выделяется. Разность рис. 3, б и рис. 3, а сосредоточена, в основном, левее $M_{\pi^+\pi^-} \sim 0,7$ гэв, т. е. вообще не связана с ρ -мезоном.

Таким образом, рис. 2 и 3 свидетельствуют о существовании реакции, приводящей к образованию быстрой выделенной частицы, совпадающей с первичной, т. е. "лидера".

Существование "лидера" подтверждается также массовым распределением системы $N\pi^-$. Наблюдаемые особенности этого спектра целиком обусловлены влиянием группы быстрых частиц с $p_{\parallel} > 0,5$ гэв/с.

Роль изобары $N^*(1238)$ в формировании массового спектра $N\pi^-$ незаметна, что может указывать на более высокую долю когерентных реакций в рассматриваемой выборке.

Нами был выполнен качественный анализ угловых распределений вторичных π -мезонов. Анализ выявил генерацию троек $(\pi^+2\pi^-)$ в состояниях $1^P = 0^-, 1^+$, ожидаемых для когерентного процесса. Распределение по углу вылета π^- -мезона относительно пучка в с.ц.л. тройки $(\pi^+2\pi^-)$ согласуется со схемой распада $1^P = 0^-, 1^+ \rightarrow 0^- + 0^- + 0^-$.

Полное сечение когерентного процесса, определенное с помощью стандартной экстраполяции распределения $d\sigma/dt'$ в область малых

передач и отнесенное к среднему ядру ($A = 22,5$), оказалось равным $\sigma_k = (630 \pm 290) \text{ мкбн/ядро}$. Эта величина была использована для оценки сечения взаимодействия тройки пионов с внутриядерным нуклоном $\sigma_{3\pi N}$ в соответствии с процедурой работы [3]. Расчет дает $\sigma_{3\pi N} > 2\sigma_{\pi N}$. Оценка свидетельствует о том, что вклад связанных состояний трех π -мезонов в когерентный процесс невелик.

Таким образом, вся совокупность экспериментальных данных указывает на то, что нами наблюдается когерентная генерация тройки некоррелированных π -мезонов.

Нельзя исключить также и значительный вклад когерентного процесса, приводящего к образованию пары $\rho^0 \pi^-$.

Что касается первого утверждения, то перечисленные выше факты можно объяснить, если представить процесс как срыв виртуальных пионов с первичной частицы — "лидера" полем ядра. Как известно, таковой пионный "бремштралюнг" предсказан, по существу, еще Померанчуком и сотрудником [2], а также в недавних работах Бенекке и др. и Фейнмана [4], развивающих идеи физики космических лучей.

Мы благодарим В.В.Фролова за постоянное внимание и поддержку, а также А.Т.Бедеркина, А.К.Поносова, Т.А.Рогожину, Г.А.Максимову и В.В.Пяткову за большую помощь в работе.

Московский
инженерно-физический институт

Поступила в редакцию
4 августа 1972 г.

Литература

- [1] В.Ф.Кириллов-Угрюмов, В.И.Левина, А.К.Поносов, В.П.Протасов, Ф.М.Сергеев. Письма в ЖЭТФ, 14, 168, 1971.
- [2] И.Я.Померанчук, Е.Л.Фейнберг. ДАН СССР, 93, 439, 1953; M.E.Good, W.D.Walker. Phys. Rev., 120, 1857, 1960.
- [3] T.F.Noang. Nuovo Cim., 69, 327, 1970.
- [4] I.Benecke, T.T.Chou, C.N.Yang, C.Yen. Phys. Rev., 188, 2159, 1969; R.Feynman. Phys. Rev. Lett., 23, 1415, 1969.