

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



14/5-74

P13 - 7512

K-926

141/2-74

А.В.Купцов, Г.И.Смирнов, Д.М.Хазинс

ОПРЕДЕЛЕНИЕ

СОСТАВА ПУЧКА МЕЗОННОГО ТРАКТА

СИНХРОЦИКЛОТРОНА

1973

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

P13 - 7512

А.В.Купцов, Г.И.Смирнов, Д.М.Хазинс

ОПРЕДЕЛЕНИЕ
СОСТАВА ПУЧКА МЕЗОННОГО ТРАКТА
СИНХРОЦИКЛОТРОНА

Направлено в ПТЭ

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
БИБЛИОТЕКА

Купцов А.В., Смирнов Г.И., Хазинс Д.М.

P13 - 7512

Определение состава пучка мезонного тракта синхроциклотрона

Относительное содержание пионов в пучке, имеющем в своем составе пионы, мюоны и электроны, определялось методом сравнения наблюдаемых дифференциальных сечений процесса упругого π^-p -рассеяния с результатами моделирования этого процесса.

Препринт Объединенного института ядерных исследований.
Дубна, 1973

Kuptzov A.V., Smirnov G.I., Khazins D.M. P13 - 7512

Cyclotron Meson Beam Contamination

The relative contamination of pions in the meson beam containing pions, muons and electrons was defined by the method which used comparison of the measured π^-p differential cross sections with the results of Monte Carlo simulation.

Preprint. Joint Institute for Nuclear Research.
Dubna, 1973

Для исследования процессов πp -взаимодействия необходимо знать долю пионов, содержащуюся в падающем пучке частиц. Для определения состава пучка мезонного тракта используется ряд методов [1]. Ниже описывается возможный метод определения доли пионов в пучке с точностью несколько процентов, основанный на том, что пионы в отличие от мюонов и электронов испытывают интенсивное рассеяние на большие углы, дифференциальное сечение которого хорошо известно.

Метод использует обычную процедуру измерения дифференциального сечения π^-p -рассеяния [2], схематически изображенную на рис. 1. Выражение для сечения

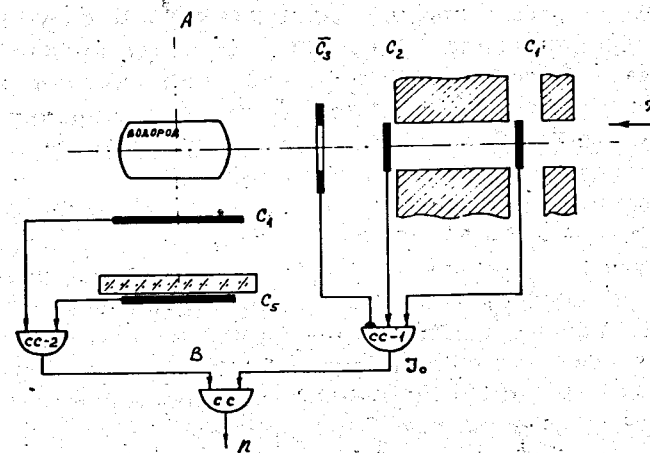


Рис. 1. Схема опыта по определению состава пучка. Водородная мишень ϕ 12 см x 24 см; счетчики C_1 и C_2 - $10 \times 10 \times 1$ см³; C_3 - $20 \times 20 \times 1$ см³ с отверстием ϕ 10 см; C_4 - $28 \times 20 \times 1$ см³; C_5 - $20 \times 20 \times 1$ см³.

упругого рассеяния пионов на водороде может быть записано в следующем виде:

$$\frac{d\sigma}{d\Omega} = \frac{n/J_0}{NtGf\gamma} \frac{v}{k\eta\zeta}, \quad /1/$$

где n и J_0 - скорости счета схем совпадений СС и СС-1, Nt - число протонов на 1 см^2 в мишени, G - геометрический фактор, учитывающий размеры мишени и счетчиков C_4 и C_5 , γ - поправка на расходимость пучка, f - доля пионов в пучке. Коэффициенты $\nu_{\text{фон}}$, κ , η и ζ учитывают соответственно: 1/ вклад фоновых процессов; 2/ многократное рассеяние и распад на лету рассеянных пионов; 3/ поглощение рассеянных пионов в водороде и боковых стенках мишени, в счетчике C_4 и полиэтиленовом фильтре; 4/ просчеты схем совпадений СС-1 и СС-2.

Так как сечение упругого π^-p -рассеяния $d\sigma(\theta)/d\Omega$ с достаточной степенью точности определяется результатами фазового анализа^{/3/}, то определение потока рассеянных пионов дает возможность найти долю пионов f . Отметим, что в формулу сечения упругого рассеяния входит произведение $x = f\gamma Nt$. Это же произведение содержится в формуле для определения сечения любого процесса πp -взаимодействия. Поэтому измерение упругого рассеяния обладает тем преимуществом, что позволяет непосредственно получить величину x и избежать необходимости дополнительных измерений расходимости пучка и числа ядер в мишени.

Частицы в мезонном тракте подвержены распадам на лету и взаимодействиям с веществом. В результате в разных точках тракта пучок имеет разный состав. На практике представляет интерес определение состава пучка именно в месте расположения экспериментальной установки. Методика упругого рассеяния отвечает этому условию, и величина f в формуле /1/ соответствует содержанию пионов в центре мишени.

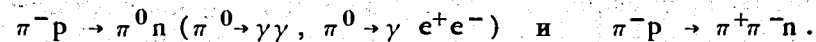
Настоящая работа была выполнена на пучке мезонного тракта синхроциклотрона Лаборатории ядерных проб-

лем ОИЯИ при энергии пионов 275 МэВ. Проводились измерения упругого π^-p -рассеяния под углом 90° в лабораторной системе для 11 положений счетчика C_5 на оси АВ/рис. 1/. В каждой из этих точек проводились измерения как с наполненной, так и с пустой мишенью. Для поглощения упруго рассеянных протонов /в нашем случае $E_p \leq 58 \text{ МэВ}$ / между счетчиками C_4 и C_5 помещался полиэтиленовый фильтр толщиной 4 г/см^2 . При измерении коэффициента поглощения пионов η толщина фильтра варьировалась от 0 до 15 г/см^2 . Зависимость скорости счета совпадений n от толщины фильтра после вычитания фона от пустой мишени показана на рис. 2. Просчеты схем совпадений СС-1 и СС-2 определялись путем изменения интенсивности пучка.

Величина вклада фоновых процесса

$$\nu_{\text{фон}} = 1 - \frac{n_{\text{фон}}}{(n_{\text{упр}} + n_{\text{фон}})}$$

определяется соотношением между потоками частиц, обусловленными процессом упругого рассеяния ($n_{\text{упр}}$) и фоновыми процессами ($n_{\text{фон}}$), которые измерены за полиэтиленовым фильтром. Основными фоновыми процессами при энергии пионов 275 МэВ являются



Мы воспользовались известными значениями дифференциальных сечений этих реакций /4,5/. При этом были учтены как поглощение π^\pm -мезонов в корпусе мишени, в водороде, в счетчике C_4 и фильтре, так и вероятность конверсии γ -квантов в этих веществах /6/. В таблице приведены полученные значения коэффициентов, входящих в формулу /1/ для вычисления сечения.

Мы не учитывали распад пионов на лету, а также многократное рассеяние пионов. Это приводит при наших условиях эксперимента к погрешности в величине $f \leq 0,5\%$.

Моделирование процесса упругого рассеяния пионов на водороде и фоновых процессов производилось с помощью программы FOWLOM /7/, представляющей собой вариант стандартной программы моделирования фазового

Таблица

J	Nt	η	ζ	ν	γ
$1,6 \cdot 10^7$	$0,946 \cdot 10^{24}$	$0,950 \pm 0,021$	$1,015 \pm 0,015$	$0,88 \pm 0,014$	0,864

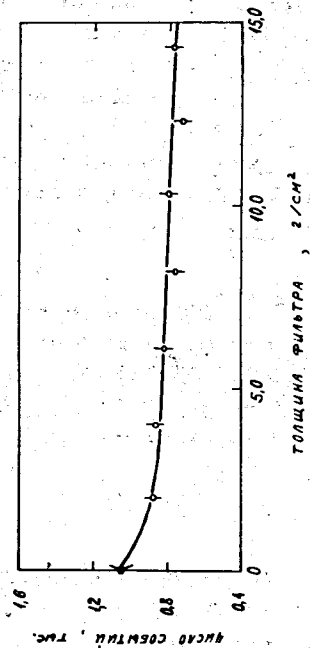


Рис. 2. Зависимость скорости счета n схемы совпадений СС от толщины полиэтиленового фильтра /фон от пустой мишени вычтен/.

пространства FOWL/8/. При этом для вычисления углового распределения рассеянных π^- -мезонов использовалась стандартная программа PSCS/9/, вычисляющая дифференциальные сечения π p-рассеяния по заданным фазовым сдвигам. Программа моделирования точно учитывала геометрию опыта, а также уменьшение интенсивности пучка вдоль мишени и вычисляла величину $1/(4\pi) G_i d\sigma_i/d\Omega_i$ ($i = 1, 2, \dots, 11$). Использование этих результатов совместно с величинами скорости счета n_i схемы совпадений СС дает 11 значений коэффициента f /рис. 3/. Усредненное значение доли пионов в пучке равно:

$$f = 0,78 \pm 0,03.$$

Точность настоящего результата определяется статистическими ошибками и разбросом отдельных значений коэффициента f . Корректно вычислить погрешность определения дифференциального сечения $\Delta\sigma(\theta)$ по данным фазового анализа нам не удалось, так как в использованной нами работе /3/ не приведены ошибки значений фаз. Анализ ошибок в значении дифференциальных сечений, измеренных в работе /10/, которая выполнена при

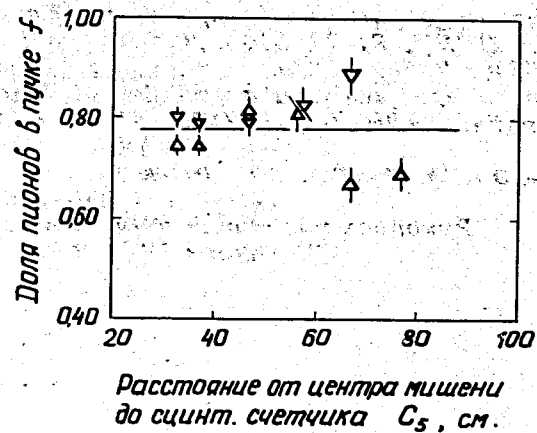


Рис. 3. Значения доли пионов f в пучке, полученные при различных положениях счетчика C_s . Δ - рассеяние направо, ∇ - рассеяние налево.

$T_{\pi} = 310 \text{ МэВ}$ и использована при фазовом анализе /3/, приводит к оценке: $\Delta\sigma(0) \leq 3\%$.

В заключение авторы выражают глубокую признательность Л.Л.Неменову за помощь, оказанную на различных этапах настоящей работы, А.В.Куликову и Г.Г.Мкртчяну за участие в измерениях и В.Г.Зинову за полезные обсуждения.

Литература

1. В.Г.Варламов, Ю.М.Грашин, А.В.Демьянов, Б.А.Долгошеин, В.С.Роганов. ПТЭ, 3, 210 /1969/;
В.Д.Бобров, В.Г.Варламов, Ю.М.Грашин, Б.А.Долгошеин, В.Г.Кириллов-Угрюмов, В.С.Роганов, А.В.Самойлов. ПТЭ, 3, 55 /1963/.
2. См., например, В.Г.Зинов, С.М.Коренченко. ЖЭТФ, 38, 1099 /1960/.
3. πN -Partial-Wave Amplitudes. A Compilation. Particle Data Group. UCRL-20030 πN Febr. 1970.
4. В.Г.Зинов, С.М.Коренченко. ЖЭТФ, 38, 1399 /1960/.
5. Ю.А.Батусов, С.А.Бунятов, В.М.Сидоров, В.А.Ярба. ЯФ, 1, 526 /1965/.
6. Я.Бэм, В.Г.Гришин. ОИЯИ, Р-2636, Дубна, 1966.
7. С.Ф.Бережнев, Л.С.Вертоградов. ОИЯИ, Р11-6175, Дубна, 1971.
8. Библиотека программ на фортране, т.2. Депонированные публ. ОИЯИ, Б1-11-5145, Дубна, 1969;
Б1-11-5649, Дубна, 1970.
9. Библиотека программ на фортране, т. 2. Депонированные публ. ОИЯИ, Б1-11-7198, Б1-11-7200, Дубна, 1972.
10. H.R.Rugge, O.T.Vik. Phys.Rev., 129, 2300 (1963).

Рукопись поступила в издательский отдел
22 октября 1973 года.