

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



Б-204

2/2-74

Р1 - 8041

3947/2-74

Д.В.Балин, Ю.А.Батусов, В.И.Богатин,
В.К.Бондарев, В.Ф.Литвин, О.В.Ложкин,
К.О.Оганесян, С.Ю.Пороховой, Ю.П.Яковлев

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗОТОПНОГО ЭФФЕКТА
В ПРОЦЕССАХ ОБРАЗОВАНИЯ
ЗАРЯЖЕННЫХ ПИОНОВ
ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ПРОТОНОВ С ЯДРАМИ

1974

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

P1 - 8041

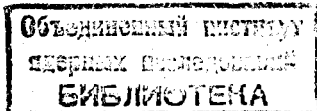
Д.В.Балин,¹ Ю.А.Батусов, В.И.Богатин,²
В.К.Бондарев,² В.Ф.Литвин,¹ О.В.Ложкин,
К.О.Оганесян, С.Ю.Пороховой, Ю.П.Яковлев¹

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗОТОПНОГО ЭФФЕКТА
В ПРОЦЕССАХ ОБРАЗОВАНИЯ
ЗАРЯЖЕННЫХ ПИОНОВ
ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ПРОТОНОВ С ЯДРАМИ

Направлено в ЯФ

¹ НИФИ Ленинградского государственного университета.

² Радиевый институт им. В.Г.Хлопина, Ленинград.



1. Введение

Проблема существования избытка нейтронов на поверхности ядра до настоящего времени остается предметом споров в многочисленных экспериментальных и теоретических исследованиях.

Одним из эффективных методов исследования ядра являются процессы образования пионов в соударениях пионов и нуклонов с ядрами. Анализ и сопоставление характеристик генерированных заряженных пионов представляются чувствительным способом изучения пространственного распределения протонов и нейтронов в ядре.

Цель настоящей работы - обнаружение влияния особенностей структуры ядра-мишени на выходы π^+ - и π^- - мезонов. Измерялись относительные выходы пионов из ядер разделенных пар изотопов ^{58}Ni , ^{64}Ni и ^{112}Sn , ^{124}Sn , обладающих значительной разницей в числах нейтронов. Выбор разделенных изотопов для сравнительного анализа позволяет надежнее выделять эффекты ядерной структуры.

2. Методика и результаты эксперимента

Эксперимент осуществлялся при помощи фотоэмulsionной методики, подобной использованной в работе ^{1/}.

Выведенный протонный пучок синхротронотрона Лабаратории ядерных проблем с энергией 660 МэВ проходил через систему линз и коллиматоров и направлялся на

мишень, выполненную из фольг разделенных изотопов ^{58}Ni , ^{64}Ni и ^{112}Sn , ^{124}Sn . Выбор мишеней диктовался соображениями наибольшей разницы в числе нейтронов у использованных изотопов, что должно было обеспечить максимальную величину искомого эффекта.

Мишени собирались из фольг толщиной ~ 10 мкм и имели параметры, указанные в табл. 1.

Таблица 1

Ядро-мишень	Вес мишени в граммах	Площадь мишени в см ²	Обогащение по основному изотопу, %
^{58}Ni	3,57	3,5 x 2,5	95,3
^{64}Ni	2,81	3,0 x 2,5	89,8
^{112}Sn	2,15	3,0 x 2,5	79,9
^{124}Sn	2,24	3,0 x 2,5	95,3

Мониторирование пучка осуществлялось с помощью ионизационной камеры и телескопа из сцинтилляционных счетчиков. Длительность экспозиции при облучении каждой мишени и фоновой экспозиции определялась загрузкой фотоэмульсионных камер, необходимой для удобства просмотра фотослоев детектора, и составляла 5-10 мин.

Пионы, образованные в мишени, регистрировались под углом 90° к пучку протонов в фотоэмульсионной стопке, составленной из слоев эмульсии типа НИКФИ БР-2, толщиной 600 мкм, ориентированной так, что ось стопки была направлена на центр мишени. Диапазон энергий детектируемых пионов был выбран от 37 до 42 МэВ. Поправка на не фиксировавшиеся нами безлучевые остановки π^- -мезонов вводилась по результатам работы^{1/2/}.

В данной работе приводятся только результаты измерений отношений выходов пионов, не чувствительных к возможным систематическим ошибкам измерений абсолютных выходов пионов. Полученные значения двойных дифференциальных сечений $Y = d^2\sigma/d\Omega dE$ для интервала

энергий пионов 37-42 МэВ под углом 90° представлены в табл. 2 и 3. В табл. 2 приведены отношения выходов π^+ -к π^- -мезонам для каждого из исследованных изотопов, в табл. 3 - выходов пионов одного знака для исследованных изотопов данного элемента.

Таблица 2

	^{58}Ni	^{64}Ni	^{112}Sn	^{124}Sn
Y_A^+/Y_A^-	$3,17 \pm 0,31$	$2,03 \pm 0,17$	$1,95 \pm 0,19$	$1,10 \pm 0,10$

Таблица 3

	$^{64}\text{Ni}/^{58}\text{Ni}$	$^{124}\text{Sn}/^{112}\text{Sn}$
Y_A^+/Y_A^+	$1,03 \pm 0,06$	$1,00 \pm 0,10$
Y_A^-/Y_A^-	$1,52 \pm 0,17$	$1,80 \pm 0,18$

В значения отношений внесены поправки, учитывающие процентное содержание исследуемых изотопов в образце.

3. Обсуждение результатов эксперимента

Экспериментальные данные показывают наличие сильного изотопного эффекта в выходах π^- -мезонов и в отношениях выходов π^+ - к π^- -мезонам для исследуемых элементов.

В выходах π^+ -мезонов изотопный эффект в пределах точности измерений не обнаруживается. Последнее обстоятельство отражает преимущественную роль соударений протонов с протонами при образовании π^+ -мезонов в ядре.

Отношение выходов π^- -мезонов на крайних изотопах никеля и олова значительно превышает величину отношения чисел нейтронов для этих же элементов, равную

1,20. Интересно сопоставить полученные данные с результатами работы ^{/3/}, где исследовалось образование пионов на широком круге ядер при бомбардировке протонами с энергией 730 МэВ. В этой работе для ядер от Al до Th /естественная смесь изотопов/ получена зависимость сечения образования π^- -мезонов от числа нейтронов N в этих ядрах, близкая к функции $N^{2/3}$ как для полных, так и для двойных дифференциальных сечений $d^2\sigma/d\Omega dE$ под углом 90° в интервале энергий пионов 30-50 МэВ. Применяя такую зависимость к исследованным нами ядрам, получим для отношений выходов π^- -мезонов величины /для крайних изотопов никеля - 1,13 и для крайних изотопов олова - 1,14/, явно расходящиеся с определенными в настоящей работе значениями $1,52 \pm 0,17$ и $1,80 \pm 0,18$.

Необходимо отметить, что полученные в настоящей работе отношения Y_A^+/Y_A^- для ^{58}Ni и ^{112}Sn хорошо совпадают с результатами работы ^{/3/} для Cu и Ag.

Факторами, увеличивающими выход π^- -мезонов на нейтроноизбыточных изотопах, являются процессы перезарядки падающих протонов и генерированных ими π^0 -мезонов на дополнительных нейтронах. Важная роль последнего фактора отмечалась в работе ^{/4/}. Однако такими относительно простыми механизмами трудно объяснить наблюдающийся сильный изотопный эффект, в особенности для олова. Чтобы объяснить это, представляется необходимым привлечение деталей ядерной структуры. В частности, важную роль могут играть эффекты, связанные с избытком нейтронов на поверхности ядра.

Полученные результаты делают перспективным дальнейшее исследование изотопных эффектов в рождении пионов на ядрах с целью извлечения информации о деталях ядерной структуры. Для надежных количественных сопоставлений с расчетами важное значение имеют измерения энергетических спектров под различными углами.

Авторы благодарны сотрудникам просмотровой группы НИФИ Ленинградского государственного университета за просмотр фотозмульсий.

Литература

1. К.О.Оганесян, В.А.Ярба. ЖЭТФ, 45, 1835 /1963/.
2. A.Alumkal et al. Nuovo Cim., 17, 316, 1960.
3. D.R.F.Cochran et al. Phys.Rev., 6D, 3085, 1972.
4. К.О.Оганесян. ЖЭТФ, 54, 1273 /1968/.

Рукопись поступила в издательский отдел
24 июня 1974 года.