Доклады Академии наук СССР
1955. Том 103, № 3

ФИЗИКА

А. Е. ИГНАТЕНКО, А. И. МУХИН, Е. Б. ОЗЕРОВ и Б. М. ПОНТЕКОРВО

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ π-МЕЗОНОВ С ЯДРАМИ БЕРИЛЛИЯ, УГЛЕРОДА И КИСЛОРОДА В ИНТЕРВАЛЕ ЭНЕРГИЙ ОТ 140 ДО 400 МЭВ*

(Представлено академиком Л. А. Арцимовичем 17 V 1955)

При изучении взаимодействия π-мезонов с ядрами большой интерес представляет вопрос о величине полного сечения взаимодействия и его зависимости от энергии.

Полные сечения, как известно, слагаются из сечений упругого рассеяния и сечений для неупругих столкновений. Большинство ([2]) ранее полученных экспериментальных данных касается сечений для неупругих столкновений π-мезонов с ядрами Be, C, Al, Cu и Pb и относится к энергиям от 30 до 150 Мэв. При энергиях больше 150 Мэв систематическое изучение взаимодействия π-мезонов с ядрами не производилось. Имеются только отдельные сообщения ([3-6]), большинство из которых касается взаимодействия π^--мезонов с ядрами элементов, входящих в состав фотопластинок. В настоящем сообщении изложены результаты исследования энергетической зависимости полных сечений для взаимодействия π^--мезонов с ядрами Be, C и O в интервале энергий от 140 до 400 Мэв.

Исследования были выполнены при помощи сцинтилляционных счетчиков. Сечения определялись по измерению ослабления пучка π^--мезонов в условиях «хорошей» геометрии. Описание условий опытов и аппаратуры, регистрирующей мезоны, приведено в работе ([7]). Результаты измерения представлены в табл. 1.

В первом столбце приведены значения энергии π^--мезонов в центре рассеивателя. В столбцах 2—4 даны сечения, измеренные в условиях одной и той же геометрии при всех значениях энергии. Расстояние от центра рассеивателя до последнего сцинтиллятора составляло 35 см, что соответствовало среднему углу θ регистрации последнего детектора около 8°.

Сечение для кислорода было найдено из измерений ослабления пучка π^--мезонов, проходящих через рассеиватели из C, CH_2 и H_2O. Данные приведены с учетом поправок, учитывающих: 1) число μ^--мезонов, присутствующих в пучке; 2) фон случайных совпадений; 3) просчеты в регистрирующей аппаратуре.

Указанные в табл. 1 погрешности включают как статистические ошибки, так и неопределенности в вышеприведенных поправках. Энергия π^--мезонов определялась из измерений пробегов в меди в каждом опыте. Из этих же измерений были найдены и примеси μ^--мезонов. Неопределенность в энергии, указанная в табл. 1, приведена с учетом замедления в рассеивателе и неоднородности падающего пучка.

---

* Это сообщение основано на результатах работы, выполненной в 1954 г. и ранее описанной в отчете Института ядерных проблем АН СССР ([1]).

Таблица 1

Энергия, Мэв	Измеренные сечения, 10^{-27} см²			Поправл. полные сечения σ_t (10^{-27} см²)		
	Be (3,6 г/см²)*	C (3,15 г/см²)*	O (8,0 г/см²)*	Be	C	O
140 ± 7	540 ± 31	610 ± 30	760 ± 31	560 ± 32	638 ± 31	792 ± 32
184 ± 7	562 ± 23	623 ± 23	783 ± 32	583 ± 24	654 ± 24	827 ± 34
197 ± 7	570 ± 25	619 ± 20	776 ± 31	594 ± 26	661 ± 21	826 ± 33
216 ± 7		624 ± 19	699 ± 23		666 ± 20	753 ± 25
226 ± 7		557 ± 21	680 ± 25		614 ± 23	739 ± 27
240 ± 7	495 ± 19			526 ± 20		
256 ± 7		499 ± 22	615 ± 28		547 ± 24	683 ± 31
290 ± 7		448 ± 18	564 ± 22		502 ± 20	640 ± 25
335 ± 7		380 ± 16	468 ± 20		469 ± 19	557 ± 24
350 ± 7	318 ± 18			368 ± 21		
363 ± 7		344 ± 9	427 ± 8		440 ± 11	523 ± 10
393 ± 7		307 ± 11	394 ± 11		411 ± 14	498 ± 14

* В скобках указана толщина использованного рассеивателя.

Из «измеренных» сечений, приведенных в табл. 1, можно получить полные сечения, если ввести поправки, учитывающие мезоны, испытавшие упругое и неупругое рассеяние в пределах угла θ, и вторичные заряженные частицы, способные зарегистрироваться в последнем детекторе. Для того чтобы ослабить влияние медленных заряженных частиц, в основном протонов, освобождающихся при расщеплении ядер исследуемого элемента под действием π^--мезонов, перед последним детектором был поставлен свинцовый фильтр толщиной около 3 г/см². Поправки, связанные с упруго рассеянными мезонами при всех энергиях, рассчитывались по теории дифракционного рассеяния для непрозрачного ядра. Другие упомянутые выше поправки не вводились ввиду их малости. Поправленные полные сечения σ_t даны в столбцах 5—7 табл. 1.

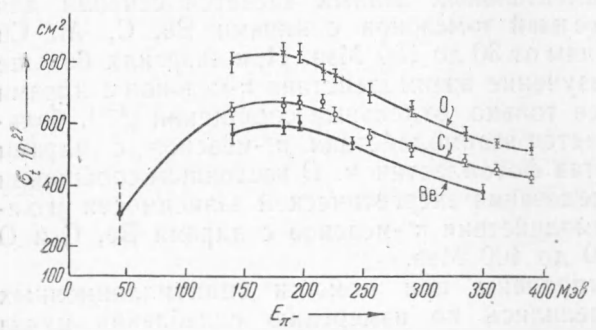


Рис. 1. Энергетическая зависимость полных сечений для взаимодействия π^--мозонов с ядрами Be, C и O

На рис. 1 показана энергетическая зависимость полных сечений σ_t. Там же для сравнения приведено полное сечение для углерода, полученное в работе ([8]) при энергии π-мезонов 48 Мэв. Как видно из рис. 1, энергетическая зависимость полных сечений для ядер в общих чертах напоминает зависимость от энергии полных сечений для рассеяния π^--мезонов на водороде и дейтерии ([7,9]). В интервале энергий от 140 до 230 Мэв величины сечений слабо зависят от энергии, а при энергиях больше 230 Мэв сечения сравнительно быстро падают. Быстро уменьшаются сечения и при энергиях меньше 140 Мэв ([2]). Заслуживает внимания то обстоятельство, что полные сечения для ядер проходят через максимум в той области энергий, где достигают максимальных значений полные сечения для рассеяния π-мезонов на водороде и дейтерии. Из постоянства полных сечений в этой области энергий можно, в принципе, получить сведения о размерах ядер, аналогично тому, как это делается в опытах с нуклонами в области

энергий ($E \sim 20$ Мэв), где ядра «непрозрачны». В интервале энергий от 140 до 230 Мэв величины полных сечений σ_t для ядер Be, C и O совпадают с величинами $2\pi R^2$, если зависимость радиуса ядра R от его массового числа A взять в виде $R = 1{,}4 \cdot 10^{-13} A^{1/3}$ см.

Из сравнения энергетической зависимости σ_t для ядер в интервале энергий от 30 до 400 Мэв с энергетической зависимостью полных сечений рассеяния π-мезонов на водороде и дейтерии в том же интервале энергий следует, что взаимодействие π-мезонов в ядре происходит, в основном, с отдельными нуклонами ядра.

В заключение считаем своим приятным долгом поблагодарить Г. Н. Тентюкову за помощь, оказанную при выполнении некоторых вычислений.

Институт ядерных проблем
Академии наук СССР

Поступило
17 V 1955

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

[1] А. Е. Игнатенко, А. И. Мухин, Е. Б. Озеров, Б. М. Понтекорво, Отчет Инст. ядерных проблем АН СССР, 1954. [2] Проблемы современной физики, в. 8, ИЛ, 1954, стр. 168. [3] L. Yuan, S. Lindenbaum, Phys. Rev., **92**, 1578 (1953). [4] A. Morrish, Phys. Rev., **90**, 674 (1953). [5] Н. Митин, Отчет Инст. ядерных проблем АН СССР, 1954. [6] M. Blau, M. Caulton, Phys. Rev., **96**, 150 (1954). [7] А. Е. Игнатенко, А. И. Мухин, Е. Б. Озеров, Б. М. Понтекорво, ДАН, **103**, № 1 (1955). [8] A. Shapiro, Phys. Rev., **84**, 1063 (1951). [9] А. Е. Игнатенко, А. И. Мухин, Е. Б. Озеров, Б. М. Понтекорво, ДАН, **103**, № 2 (1955).