

ХАРЬКОВСКИЙ ОРДЕНА ЛЕНИНА
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ АН УССР

511780 8462

ХФТИ 77-49

Б.В.МАЗАНЬКО, Н.Г.ШЕВЧЕНКО, А.Ю.БУКИ,
А.М.КУРИЩЕНКО

ИЗМЕРЕНИЕ ТОЛЩИН ЯДЕРНЫХ МИШЕНЕЙ
МЕТОДОМ ПОГЛОШЕНИЯ β^- - ЧАСТИЦ
ИСТОЧНИКА $Sz^{90} - \gamma^{90}$

Харьков 1977

УДК 539.1.07.621.384.664

Мазанько Б.В., Шевченко Н.Г., Буки А.Д., Куриценок А.М.

ИЗМЕРЕНИЕ ТОЛЩИН ЯДЕРНЫХ МИШЕНЕЙ МЕТОДОМ ПОГЛОЩЕНИЯ β -ЧАСТИЦ
ИСТОЧНИКА $Sr^{90} - Y^{90}$

Препринт ХФТИ АН УССР, ХФТИ 77-49, Харьков, 1977, с. 8.

Изложена методика измерения толщин изотопных ядерных мишеней неправильной формы.

Необходимость разработки данной методики вызвана низкой точностью (хуже 2 %) измерений для мишеней неправильной геометрической формы при использовании метода взвешивания.

Предложенная методика использует закономерности поглощения β -частиц в веществе. Показана возможность измерения данным методом толщин изотопных ядерных мишеней при наличии одного образца данного элемента с хорошо известной толщиной. Точность измерений около 2 %. Было проверено согласие результатов измерений предложенным методом (источник $Sr^{90} - Y^{90}$) и методом взвешивания для мишеней правильной геометрической формы изотопов $Cu^{63,65}$, $Fe^{54,56}$ и $Ni^{58,60}$. Приведены также результаты измерения толщин мишеней изотопов $Ce^{52,53,54}$. (2 ил., 2 табл., список лит. 2 назв.).

ХАРЬКОВСКИЙ ОРДЕНА ЛЕНИНА
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ АН УССР

ХФТИ 77-49

Б.В.МАЗАНЬКО, Н.Г.ШЕВЧЕНКО, А.Ю.БУКИ,
А.М.КУРИЩЕНКО

ИЗМЕРЕНИЕ ТОЛЩИН ЯДЕРНЫХ МИШЕНЕЙ
МЕТОДОМ ПОГЛОЩЕНИЯ β^- - ЧАСТИЦ
ИСТОЧНИКА $S_2^{90} - \gamma^{90}$

Харьков 1977

УДК 539.1.07.621.384.664

Работа посвящена частному вопросу исследования ядерных процессов с помощью ускоренных частиц: определению толщины ядерных мишеней неправильной геометрической формы. Работа носит методический характер. Рекомендуется научным сотрудникам, работающим в области исследования рассеяния частиц на ядрах.

© Харьковський фізико-технічний інститут (ХФТИ), 1977.

При исследовании ядер с помощью рассеяния электронов или других частиц, возникает необходимость измерения толщины мишени с точностью около $(1 \pm 2)\%$.

Обычно, когда мишень имеет правильную форму и однородна по толщине, число ядер на квадратный сантиметр может быть получено путем взвешивания. Если же мишень имеет геометрически неправильную форму, то метод взвешивания не может обеспечить достаточную точность. В этом случае можно воспользоваться методом поглощения β^- - частиц радиоактивного источника ядерной мишени [1].

Для определения толщины этим методом необходимо иметь для соответствующего элемента калибровочную кривую, зависимость поглощающей способности образца от его толщины. Однако получить такую кривую не всегда возможно, особенно если приходится измерять толщины дорогостоящих изотопных мишеней.

В настоящей работе показана возможность определения толщины изотопных мишеней с помощью β^- - источника при наличии одного образца данного элемента с хорошо известной толщиной.

Для определения толщины изотопных мишеней $Cr^{52,53,54}$, мы воспользовались радиоактивным источником $Sr^{90} - Y^{90}$, который испускает β^- - частицы с максимальными энергиями 0,6 и 2,35 МэВ и периодом полураспада 30 лет и 62 часа соответственно [1].

Как известно, число β^- - частиц N после прохождения слоя вещества толщиной X , определяется соотношением [2]

$$N = N_0 e^{-\mu x}, \quad (1)$$

где μ - коэффициент поглощения, зависящий от энергии β^- - частиц и материала мишени.

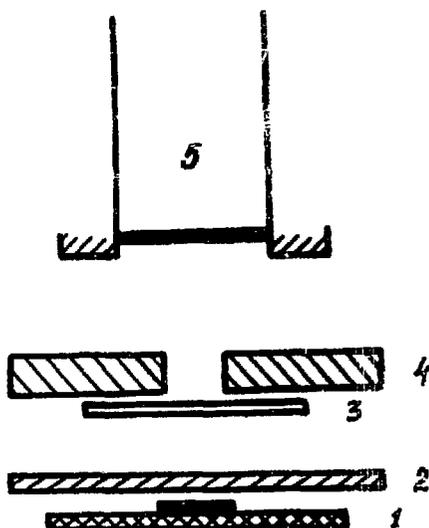


Рис. 1. Схема измерений: 1 - источник β^- ; 2 - поглотитель; 3 - измеряемая мишень; 4 - коллиматор; 5 - газоразрядный счетчик

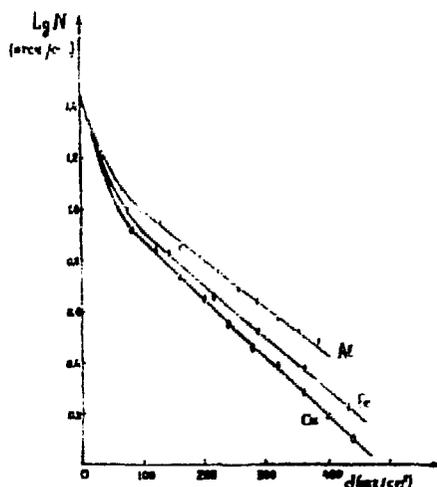


Рис. 2. Зависимость логарифма интенсивности прошедших образцов частиц от его толщины для Al, Cu и Fe

Схема измерения величины поглощения β^- - частиц веществом показана на рис. 1.

Мы получили кривые поглощения β^- - частиц испускаемых источником $Sr^{90} - Y^{90}$ для Al, Fe и Cu (рис. 2).

Видно, что для всех трех элементов в диапазоне от 100 до 400 mg/cm^2 на кривых имеется линейный участок. Чтобы работать на линейном участке кривой поглощения, был использован дополнительный поглотитель из меди толщиной 160 mg/cm^2 .

Если для измеряемых образцов мы не имеем калибровочной кривой, то, исходя из выражения (1), можно записать следующее отношение для двух образцов толщиной d_1 и d_2 одного и того же элемента ($\mu_1 = \mu_2$):

$$\frac{\ln(N_0'/N_1)}{\ln(N_0'/N_2)} = \frac{\mu_1 d_1}{\mu_2 d_2} = \frac{d_1}{d_2}, \quad (2)$$

где N_0' - интенсивность источника, после прохождения частиц через дополнительный поглотитель, а N_1 и N_2 - интенсивности частиц после прохождения мишени толщиной d_1 и d_2 .

Для изотопов, как показали наши измерения, величина $\mu \cdot d$ с хорошей точностью пропорциональна числу ядер мишени на квадратный сантиметр N_A .

Выражение (2), в этом случае, может быть записано следующим образом:

$$\frac{\ln(N_0'/N_1)}{\ln(N_0'/N_2)} = \frac{N_A^{(1)}}{N_A^{(2)}}$$

где 1, 2 - индексы мишеней.

Методика измерений относительных толщин методом поглощения β^- - частиц проверялась на образцах изотопных мишеней железа, никеля и меди с хорошо известными толщинами. Результаты приведены в табл. 1. В табл. 2 приведены результаты измерения толщин мишеней изотопов хрома, которые нам не удавалось с удовлетворительной точностью измерить другими методами.

Т а б л и ц а I

Отношение числа ядер на 1 см² для изотопов Cu, Fe и Ni

Отношение числа ядер мишеней	Метод взвешивания	Метод поглощения β^- -частиц
$\frac{N_A(Cu^{65})}{N_A(Cu^{63})}$	$0,9726 \pm 0,0008$	$0,9752 \pm 0,0107$
$\frac{N_A(Fe^{54})}{N_A(Fe^{56})}$	$0,8808 \pm 0,0007$	$0,8723 \pm 0,0104$
$\frac{N_A(Ni^{60})}{N_A(Ni^{58})}$	$0,9796 \pm 0,0008$	$0,9859 \pm 0,0197$

На точность измерения относительных толщин мишеней влияют также факторы, как статистика отсчетов, воспроизводимость геометрии опыта, стабильность эффективности регистрации β^- - частиц счетчиком, лкнейность кривой поглощения.

В наших условиях ошибка в измерениях определялась главным образом статистикой отсчетов.

Т а б л и ц а 2

Отношение числа ядер на 1 см² для изотопов Cr

Отношение числа ядер мишеней	Метод взвешивания (дается оценка величины)	Метод поглощения β^- - частиц
$\frac{N_{\text{я}}(\text{Cr}^{52})}{N_{\text{я}}(\text{Cr}^{50})}$	1,3438	$1,1823 \pm 0,0165$
$\frac{N_{\text{я}}(\text{Cr}^{53})}{N_{\text{я}}(\text{Cr}^{50})}$	1,006	$0,9838 \pm 0,0128$
$\frac{N_{\text{я}}(\text{Cr}^{54})}{N_{\text{я}}(\text{Cr}^{50})}$	0,9016	$0,9100 \pm 0,0118$

Для получения абсолютного значения толщины мишени необходимо иметь калибровочную пластинку того же элемента известной толщины. В нашем случае это был Cr⁵⁰.

По предложенной методике можно измерять не только усредненную по всей поверхности толщину мишени, а также локальную толщину (в месте попадания пучка), используя различной формы коллиматоры.

Этим методом можно измерять и более тонкие мишени. Для этого необходимо использовать источник β^- - частиц с меньшей максимальной энергией вылетающих электронов.

Для измерения очень тонких мишеней необходим источник частиц с меньшей проникающей способностью, а именно источник α - частиц. В обоих этих случаях значение μ будет больше, и кривые, приведенные на рис. 2, будут спадать круче, что увеличивает разрешение по толщине при использовании данного метода.

Авторы выражают благодарность Красникову А.А. за проявленное внимание и помощь в работе.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. β^- - толщинометры. Сб. ст. под редакцией Васильева В.Г. Применение метода меченных атомов в физике и технике. М., Изд. иностр. лит., 1955, с. 350-359.
2. Пауль В. и Втайнведель Х. Взаимодействие электронов с веществом. Сб. ст. под редакцией Зигбана К. Бета- и γ - спектроскопия. М., Физматгиз, 1959, с. 19-39.



Борис Валентинович Назарько, Николай Гаврилович Мовченко,
Александр Львович Буки, Александр Михайлович Кушченко

ИЗМЕРЕНИЯ ТОЛЩИН ЯДЕРНЫХ ПЛЕНКИ МЕТОДОМ ПОГЛОЩЕНИЯ
 β^- - ЧАСТИЦ ИСТОЧНИКА $Sz^{90} - Y^{90}$

Ответственный за выпуск Н.Г.Мовченко

Редактор, корректор Е.Г.Белоусова

Подписано к печати 25.II-77 г., Т-12355. Сдано в набор 9.XI-77 г.
Формат 60x84/16, 0,5 усл.л.л., 0,4 уч.-изд.л. Тираж 240.
Заказ 925. Цена 5 коп. Индекс 3624.

Харьков-108, роталит ИЭТИ АН УССР.

Индекс 3624