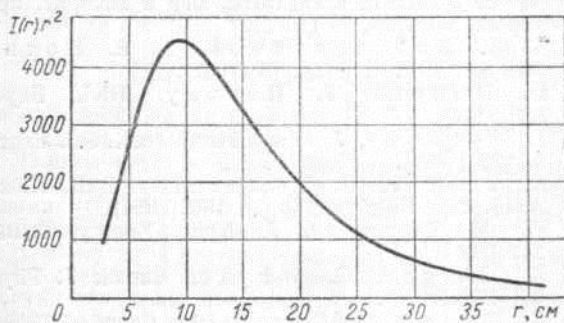


кривой, обусловленные экстраполяцией к нулю и бесконечности, ограничивают лишь около 7% общей площади под кривой $I(r)^2$

Константа F определялась в трех точках. Три золотые фольги подвешивались на расстояниях 3,5 и 9 см от источника и экспонировались в течение восьми



Кривая пространственного распределения плотности тепловых нейтронов в воде для Ra — Be-источника.

суток. Затем на этом же расстоянии ставились три другие, практически одинаковые по весу, золотые фольги, покрытые листовым кадмием толщиной 0,5 мм, и экспонировались такое же время.

Активность золотых фольг измерялась методом β — γ -совпадений на установке радиометрической лаборатории ВНИИМ. В качестве детекторов использовались сцинтилляционные счетчики с фотоэлектронными умножителями ФЭУ-13, кристаллом NaI в γ -счетчике и тонкой сцинтилляционной пластмассой в β -счетчике. Правильность измерений методом β — γ -совпадений проверялась по измерениям на 4 π -счетчике. Контрольные измерения показали, что оба метода дают одинаковые результаты в пределах 0,5%. В таблице приведены основные результаты измерений.

При измерениях выхода нейтронов Ra — Be-источника данным методом необходимо учитывать:

1. Поправку на самоэкранирование нейтронного потока в золотой фольге и возмущение истинного распределения нейтронов в замедлителе при вычислении коэффициента F . Для круглых фольг диаметром 20 и толщиной 0,02 мм эта поправка, по данным работы [2], составляет $(5 \pm 1)\%$.

Результаты измерений с Ra—Be-источником

Расстояние от источника до счетчика, см	Активность золотых фольг, расп/мин·г	Активность золотых фольг, покрытых кадмием, расп/мин·г	Число отсчетов борного счетчика, имп/мин
3	477 400	90 500	87 860
5	353 750	56 730	74 800
9	147 930	16 850	31 580

2. При вычислении коэффициента F должна быть введена поправка на резонансное поглощение нейтронов золотом. Эта поправка вычислялась на основании работы [3]. Для нашего случая она составляет $(0,5 \pm 0,1)\%$.

3. Поправку на поглощение тепловых нейтронов в самом источнике. Эта поправка вычисляется по макроскопическому сечению поглощения источника. Она составляет $(0,7 \pm 0,1)\%$.

4. Поправку на поглощение быстрых нейтронов в кислороде. На основании работ [4—5] она принята равной $(2,2 \pm 0,3)\%$. Кроме того, погрешность определения площади пространственного распределения нейтронов составляет $\pm 1,3\%$, а погрешность в определении сечений $\pm 0,3$ и $\pm 0,6\%$ для σ_{Au} и σ_H соответственно. Погрешность в абсолютном измерении активности равна 1%. Таким образом, среднеквадратичная погрешность метода составляет $\pm 2,1\%$.

С учетом перечисленных выше поправок мы определили, что выход нейтронов Ra—Be-источника Q равен $(3,22 \pm 0,07) \cdot 10^6$ нейтр/сек.

Поступило в Редакцию 18/IV 1963 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. K. Larsson. Arkiv fys., B7, 323 (1954).
2. G. Dalton and, R. Osborn. Nucl. Sci. Engng, No. 2, 198 (1961).
3. C. Tittle. Nucleonics, 9, No. 7, 60 (1951).
4. A. de Troeyer, G. Towerrier. Bull. cl. sci. Acad. roy. Belgique, 40, 2, 150 (1954).
5. K. Geiger, G. Whyte. Canad. J. Phys., 37, 256 (1959).

УДК 539.172.4.162.2:546.76

Сечения захвата нейтронов с энергией до 50 кэВ ядрами Cr, Cr⁵⁰, Cr⁵², Cr⁵³

С. П. Капцигашев, Ю. П. Попов

В настоящей работе приведены кривые энергетической зависимости сечений радиационного захвата нейтронов с энергией до 50 кэВ естественной смесью изотопов хрома и изотопами Cr⁵⁰, Cr⁵², Cr⁵³, измеренные на спектрометре по времени замедления нейтронов в свинце. Разрешение спектрометра $\sim 30\%$ в области $E \leq 1$ кэВ и $\sim 70\%$ при $E = 15$ кэВ. В качестве детектора γ -лучей захвата использовались сцинтилляционный и пропорциональный счетчики. Подробно методика измерений и обработка результатов описаны в рабо-

тах [1—3]. Абсолютная нормировка полученных данных проводилась по тепловым сечениям хрома и сечениям других элементов (уровни вольфрама и тепловое сечение меди).

В табл. 1 приведены данные образцов, используемых в настоящей работе. Измерения с образцами различной толщины из естественной смеси показывают, что эффект самоэкранирования во всей области энергий отсутствует. Малые количества вещества не позволили провести такие измерения с разделенными изотопами,

Таблица 1

Толщина и изотопный состав образцов

Элемент	Толщина, 10^{21} ядер/см ²	Химическое соединение	Изотопное содержание, %			
			Cr ⁵⁰	Cr ⁵²	Cr ⁵³	Cr ⁵⁴
Cr	6; 38	Cr ₂ O ₃	4,3	83,75	9,55	2,4
Cr ⁵⁰	5,9	Cr ₂ O ₃	87,7	11,0	0,9	0,3
Cr ⁵²	62	Металличе- ский	0,1	99,5	0,3	0,1
Cr ⁵³	7	Cr ₂ O ₃	0,2	6,2	92,8	0,8

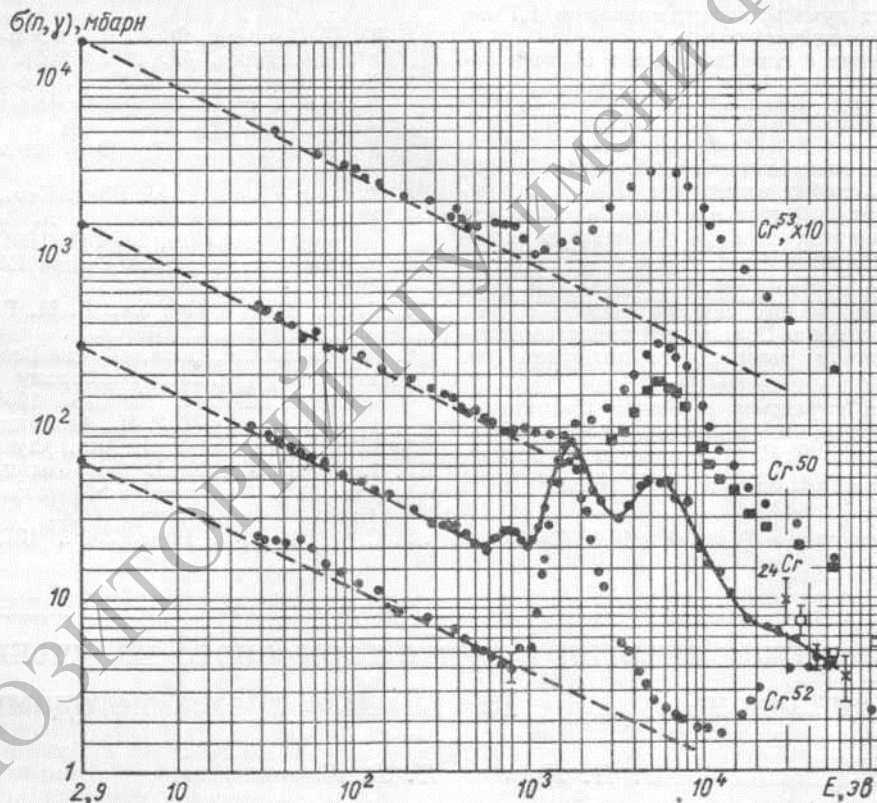
однако из сравнения значений сечений для изотопов хрома со значениями сечений для естественной смеси в наиболее вероятной для эффекта самоэкранировки

дится в согласии с данными других авторов [4,5]. Полный резонансный интеграл поглощения (табл. 2) в наших измерениях определен с точностью, на порядок лучшей, чем в работах [7, 8].

Cr⁵⁰. По измерениям полных сечений для Cr⁵⁰ в области $E < 11$ кэв известен лишь один очень сильный резонанс с $E_0 = 6,6$ кэв и $\Gamma_n = 1,7$ кэв [9]. В наших же измерениях полуширина этого пика оказалась больше разрешения спектрометра и максимум его сдвинут в область малых энергий ($E_0 = 5,5$ кэв, в работе [9] $E_0 = 6,6$ кэв).

Кроме того, анализ площади под резонансом с учетом поправок на захват после многократного рассеяния [10] дает величину $\Gamma_\gamma \geq 3$ эв, что существенно больше радиационных ширин, полученных для близких по атомному весу элементов хлора и меди (0,5 эв) [3]. Мы предположили, что в этой области энергий в изотопе Cr⁵⁰ имеется группа уровней ($n \geq 2$).

Cr⁵². В измерениях сечений захвата для этого изотопа при энергии 1,7 кэв проявился резонанс с величи-



Энергетическая зависимость сечений захвата нейтронов ядрами естественной смеси хрома и разделенных изотопов Cr⁵⁰, Cr⁵², Cr⁵³:

— — — тепловые сечения, экстраполированные по закону $1/v$; ● — данные настоящей работы; ■ — данные для Cr⁵⁰ с учетом поправки на захват после многократного рассеяния; ×, □ — данные работ [4] и [5] соответственно.

области ($E = 5 \div 6$ кэв) видно, что образцы тонкие. На рисунке показаны результаты усреднения нескольких измерений. В данные введены поправки на вклад других изотопов (примесей).

Cr. Полученное сечение захвата нейтронов естественной смесью изотопов хрома при $E \geq 30$ кэв нахо-

дой $\sigma_0 \Gamma_\gamma = 80 \pm 10$ барн·эв. Предположив, что Γ_γ мало меняется с атомным весом [11], и используя данные по радиационным ширинам для Cl³⁵, Cu⁶³, Cu⁶⁵ [3] ($\Gamma_\gamma \geq 0,5$ эв), находим $g \Gamma_n^0 \sim 10^{-3}$ эв, что значительно меньше величины $\Gamma_n^0 = 15 \pm 3$ эв, полученной усреднени-

Резонансные интегралы поглощения, бари

Элемент	$R_{\gamma} (1/v)^*$	R'_{γ} сверх $1/v$	$R_{\gamma}=R (1/v)+R'_{\gamma}$	Значение R_{γ} из других работ
Cr	$1,36 \pm 0,1$	$0,12 \pm 0,02$	$1,5 \pm 0,1$	$2,6 \pm 1,1$ [7]; 1,9 [8]
Cr ⁵⁰	$7,05 \pm 0,4$	$0,3 \pm 0,1$	$7,35 \pm 0,4$	—
Cr ⁵²	$0,35 \pm 0,04$	$0,08 \pm 0,01$	$0,43 \pm 0,04$	—
Cr ⁵³	$7,9 \pm 0,7$	$0,5 \pm 0,05$	$8,4 \pm 0,7$	—
Cr ⁵⁴	$< 0,13$	$< 10^{-2}$	$< 0,13$	—

* Рассчитано по тепловым сечениям, приведенным в работе [6].

ем параметров известных резонансов этого изотопа [9]. Это позволяет думать, что уровень при 1,7 кэв обусловлен захватом нейтронов с $l=1$.

Cr⁵³. В измерениях с этим изотопом в области 4–8 кэв проявился очень широкий пик с $\sum_{i=1}^n \left(\frac{\delta_0 \Gamma_{\gamma}}{E_0} \right)_i = 327 \pm 36$ бари. По измерениям полных сечений [12] здесь имеется семь слабых резонансов. Оценка по кривой сечения работы [12] дает величину $\Gamma_n \gg 70$ эв, что позволяет предположить, что $\Gamma_n \gg \Gamma_{\gamma}$. Отсюда из значения $\sigma_0 \Gamma_{\gamma}$ можем получить $\Gamma_{\gamma} = 1 \pm 0,2$ эв.

Измерения проводились также с изотопом Cr⁵⁴, но вследствие очень малого сечения захвата трудно выделить эффект из фона. Поэтому мы приводим только верхнюю границу резонансного интеграла (см. табл. 2).

В заключение выражаем глубокую признательность Ф. Л. Шапиро за постоянное внимание к работе, а также благодарность В. С. Золотареву и его сотрудникам, предоставившим нам разделенные изотопы хрома.

Поступило в Редакцию 13/VIII 1963 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ю. П. Попов, Ф. Л. Шапиро. «Ж. эксперим. и теор. физ.», 42, 988 (1962).
2. Н. Т. Кашукеев, Ю. П. Попов, Ф. Л. Шапиро. В сб. «Нейтронная физика». М., Госатомиздат, 1961, стр. 354.
3. Ю. П. Попов. «Тр. Физ. ин-та АН СССР», 24, (1962).
4. J. Gibbons et al. Phys. Rev., 122, 182 (1961).
5. Ю. П. Стависский, А. В. Шапарь. «Атомная энергия», 10, 264 (1961).
6. Neutron Cross Sections. Second Edition, BNL, 325, 1958.
7. В. Б. Климентов, В. М. Грязев. «Атомная энергия», 3, 507 (1957).
8. Р. Маклин. В кн. «Труды Второй международной конференции по мирному использованию атомной энергии. Женева, 1958». Избр. докл. иностр. ученых. Т. 2. М., Атомиздат, 1959, стр. 216.
9. E. Bilpuch et al. Ann. phys., 14, 387 (1961).
10. J. Dгарег. Nucl. Sci. Engng, 1, 522 (1956).
11. Дж. Юз. Нейтронные эффективные сечения. М., Изд-во иностр. лит., 1959.
12. C. Hibdon. Phys. Rev., 108, 414 (1957).

УДК 621.384.6+539.107.6

Измерения энергии в пучке тормозного излучения в диапазоне $E_{\gamma \text{макс}} = 15 \div 80$ Мэв тремя методами

С. П. Круглов, И. В. Лопатин

При количественных исследованиях физики излучения, фотоядерных реакций и фоторождения мезонов необходимо точное измерение энергии в пучке тормозного излучения. Чаще всего такие измерения в физических лабораториях осуществляются калориметром или методом переходных (каскадных) кривых. Как показано в работах [1, 2], эти методы дают совпадающие в пределах ошибок результаты, если правильно учитываются радиационные утечки энергии из поглотителей, а также потери в ионизации из-за рассеяния электронов из зазора камеры в стороны. В работе [2] отмечается, что метод переходных кривых (ПК) является

менее непосредственным, так как при его применении необходимо знать некоторые физические величины, характеризующие процесс взаимодействия γ -лучей с веществом. Поскольку зависимость этих величин от энергии квантов недостаточно хорошо изучена, интересно сравнить результаты калориметрических и ионизационных измерений в широком диапазоне энергий γ -излучения.

Успешным развитием метода ПК является «квантометр» — прибор, получивший за последние годы широкое распространение. Если обычно при измерении энергии пучка методом ПК определяют последователь-