

## ВРЕМЕНА ЖИЗНИ ВОЗБУЖДЕННЫХ СОСТОЯНИЙ АТОМА САМАРИЯ

К. Б. Благов, В. А. Комаровский и Н. П. Пенкин

Многоканальным методом задержанных совпадений измерены времена жизни 13 уровней SmI, принадлежащих конфигурациям  $4f^6 6s 6p$  и  $4f^5 5d 6s^2$ . Полученные времена жизни позволили вычислить коэффициент для перевода в абсолютную шкалу относительных значений сил осцилляторов спектральных линий SmI, измеренных ранее методом крюков Рождественского.

В настоящей работе многоканальным методом задержанных совпадений измерены времена жизни 13 уровней атома самария. На рис. 1 приведена схема расположения электронных конфигураций атома самария.

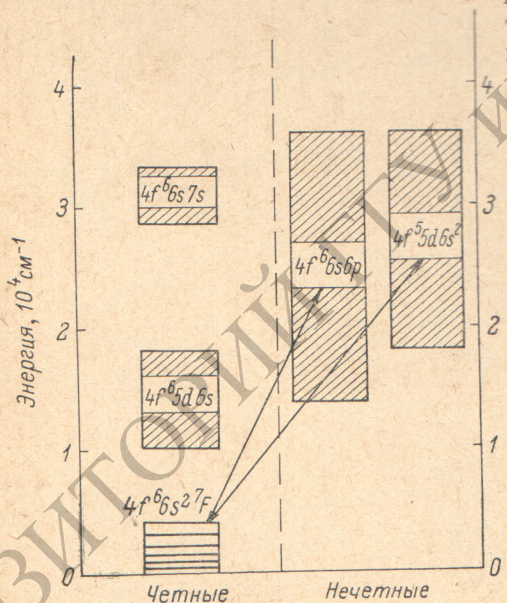


Рис. 1. Схема расположения электронных конфигураций SmI.

Эта работа позволила, во-первых, вычислить коэффициент для перевода относительных значений сил осцилляторов спектральных линий SmI в абсолютную шкалу, которые ранее нами [1-3] были измерены методом крюков Рождественского. Во-вторых, проверить независимым методом результаты измерений времен жизни 4 уровней SmI, полученные в работе [4] методом пересечения уровней.

Измерения времен жизни возбужденных уровней SmI производилось нами с помощью установки, обычно используемой в многоканальном методе задержанных совпадений [5]. В измерительной установке использовался эффузионный источник атомов самария, которые возбуждались электронным пучком. Расположение камеры возбуждения, источника паров са-

мария и электронной пушки представлено на рис. 2. Перед экспериментом камера возбуждения тщательно обезгаживалась до давления  $5 \cdot 10^{-7}$  тор. При измерениях она непрерывно откачивалась диффузионным насосом. Частота следования возбуждающих импульсов не превышала 3 МГц при длительности импульса от 10 до 40 нс. Энергия возбуждающих электронов изменялась в пределах от 20 до 30 эВ. Спектральные линии выделялись с помощью монохроматоров МДР-3 и регистрировались фотоумножителем ФЭУ-79. Сигнал с ФЭУ через усилитель и формирователь поступал на вход преобразователя «время—амплитуда», который имел 10 диапазонов. Мы работали на 2, 3 и 4 диапазонах, где на один



канал анализатора приходилось 0.506, 1.65 и 3.08 нс соответственно. Анализ и накопление информации производилось на амплитудном анализаторе АИ-256-6. Полученная информация выводилась на цифropечатающее устройство и обрабатывалась графически или на ЭВМ.

В качестве примера на рис. 3 изображена в полулогарифмическом масштабе типичная кривая распада уровня  $4f^{55}d6s^{25}F_1^0$  ( $20\,091\text{ см}^{-1}$ ). Аналогичный вид имеют кривые распада и для других уровней SmI, исследованных нами.

Так как в нашем эксперименте измерения  $\tau$  производились по спектральным линиям, оканчивающимся на уровнях основного  $4f^{66}s^{27}F$ -состояния SmI, которые расположены в интервале от 0 до  $4021\text{ см}^{-1}$ , необходимо было изучить и, если нужно будет, исключить влияние пленения излучения в источнике на измеряемое время жизни. Особенно это отно-

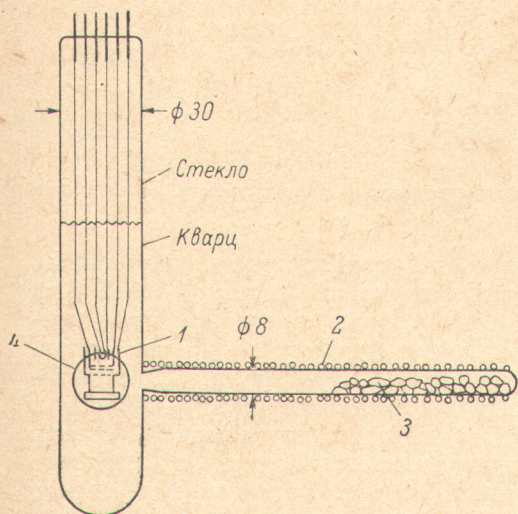


Рис. 2. Схема расположения электронной пушки и источника паров самария.

1 — электронная пушка, 2 — электрическая печь, 3 — металлический самарий, 4 — окно для наблюдений.

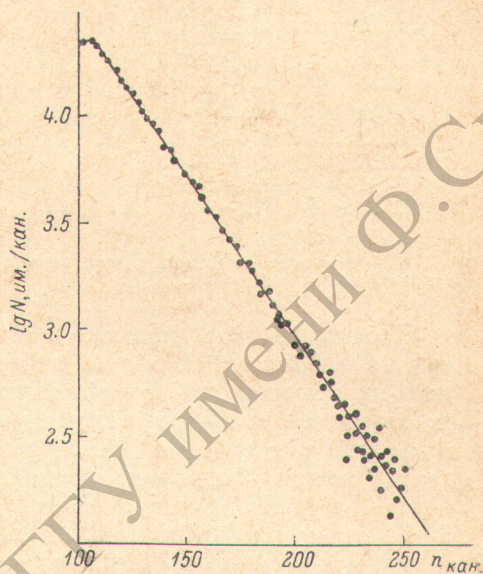


Рис. 3. Зависимость логарифма числа импульсов в канале от номера канала анализатора для уровня  $4f^{55}d6s^{25}F_1^0$  ( $20\,091\text{ см}^{-1}$ ) ( $\lambda=4975.96\text{ \AA}$ ; ширина канала 1.65 нс).

силось к линиям, оканчивающимся на основном уровне SmI. С указанной целью нами были проведены измерения времен жизни при различных температурах источника паров самария в интервале от 975 до 1090 К. При таком изменении температуры давление паров в источнике менялось на порядок величины. В указанном интервале изменения температур значения времен жизни исследованных нами уровней в пределах ошибок измерений оставались постоянными, что указывало на отсутствие заметного влияния пленения излучения. Кроме того, в тех случаях, где это было возможно, мы проводили измерения времени жизни уровня по разным линиям, начинающихся с этого уровня. Времена жизни, измеренные по разным линиям, в пределах ошибок измерений также имели одинаковую величину.

В таблице приведены результаты наших измерений. В этой же таблице помещены данные, полученные в работе [4]. Из таблицы видно, что наши данные удовлетворительно согласуются с результатами работы [4]. Однако следует отметить, что результаты, полученные методом пересечения уровней, систематически ниже времени жизни, измеренных методом задержанных совпадений. Известно, что аналогичные расхождения наблюдаются и для атомов других элементов. Причина этих расхождений до конца не выяснена.



Времена жизни возбужденных уровней атома самария

$\lambda, \text{Å}$	Переход, $\text{см}^{-1}$	Обозначение верхнего уровня	$\tau, \text{нс}$	
			настоящая работа	[4]
5659.86	812—18475	$4f^5 5d 6s^2 \ ^7F_1^0$	$69 \pm 4$	—
5271.39	812—19777	$4f^5 5d 6s^2 \ ^7G_3^0$	$41 \pm 2$	—
5200.59	1489—20713	$4f^5 5d 6s^2 \ ^7G_4^0$	$36 \pm 2$	$34 \pm 3$
4975.95	0—20091	$4f^5 5d 6s^2 \ ^5F_4^0$	$49 \pm 3$	$44 \pm 4$
4728.43	1490—22632	$4f^6 6s 6p^7 D_3^0$	$9.1 \pm 0.5$	—
4717.07	0—21194	$4f^6 6s 6p^7 D_1^0$	$*8.8 \pm 0.5$	$7.9 \pm 0.7$
4783.12	293—21194			
4645.40	293—21813	$4f^6 6s 6p^7 D_2^0$	$*10 \pm 0.6$	—
4760.27	812—21813			
4918.99	1490—21813	$^7F_0^0$	$12 \pm 1$	—
4596.74	293—22041			
4480.32	0—22314	$^7F_1^0$	$*12 \pm 1$	—
4649.49	812—22314			
4362.91	0—22914	$^7G_1^0$	$*8.3 \pm 0.5$	$7.1 \pm 0.7$
4419.33	293—22914			
4330.02	293—22381	—	$13 \pm 1$	—
3974.66	2273—27425			
3925.28	812—26281	$^7F_0^3$	$12 \pm 1$	—
		$^7F_1^3$	$13 \pm 1$	—

\* Усредненные значения  $\tau$ , полученные при измерении по разным линиям, возникающим с одного и того же уровня.

Используя относительные значения сил осцилляторов, полученных нами в работах [1-3], мы по измеренным временам жизни уровней SmI вычислили переводной коэффициент в абсолютную меру. При этом учитывались все возможные переходы с данного уровня на уровни основного  $4f^6 6s^2 \ ^7F$ -состояния SmI. При расчете мы пренебрегли ИК переходами, которые имеются между конфигурациями  $4f^6 6s 6p - 4f^5 5d 6s$  и  $4f^5 5d 6s^2 - 4f^6 5d 6s$ . Анализ работ [6, 7], в которых изучался ИК спектр SmI в диапазоне от 0.8 до 4.1 мкм, показал, что эти переходы достаточно слабы, особенно те из них, для которых  $\Delta l > 1$ . Величина переводного коэффициента оказалась равной  $(18 \pm 1) \cdot 10^{-5}$ .

Погрешность абсолютных значений чисел  $f$ , которые можно получить, умножив на полученный коэффициент  $f_{\text{отн.}}$ , опубликованные в работах [1-3], зависит от величины  $f_{\text{отн.}}$ , от того, с какого энергетического уровня возникает данная линия поглощения, а также от погрешности измерений времен жизни возбужденных уровней SmI. Суммарная ошибка  $f_{\text{абс.}}$  в зависимости от вышеуказанных причин колеблется в пределах от 10 до 20%.

Авторы выражают благодарность лаборатории фотометрии НИФИ ЛГУ и ее сотрудникам М. Л. Бурштейну и Н. И. Колыжеву за оказанную ими помощь при создании экспериментальной установки метода задержанных совпадений.

Литература

- [1] В. А. Комаровский, Н. П. Пенкин, Г. П. Никифорова. Опт. и спектр., 29, 220, 1970.
- [2] Н. П. Пенкин, В. А. Комаровский. JQSRT, 16, 217, 1976.
- [3] К. Б. Благоев, В. А. Комаровский. Опт. и спектр., 42, 407, 1976.
- [4] E. Handrich, A. Stendel, R. Wallenstein, H. Walther. J. de Phys., 30, № 1, suppl., 18, 1969.
- [5] А. Л. Ошерович, М. Л. Бурштейн, Я. Ф. Веролайн, А. Я. Николаич. ПТЭ, 6, 240, 1975.
- [6] J. Blaise, C. Morillon, M.-G. Schweighofer, J. Verges. Spectrochim. Acta, B24, 405, 1969.
- [7] C. Morillon. Spectrochim. Acta, B25, 513, 1970.

Поступило в Редакцию 1 апреля 1976 г.