

- [4] T. Shimizu, F. O. Shimizu, R. Turner, T. Oka. J. Chem. Phys., 55, 2822, 1971.  
 [5] F. Shimizu. J. Chem. Phys., 52, 3572, 1970.  
 [6] В. П. Булычев, Ю. М. Ладвищенко, Э. Б. Ходос, М. О. Буланнин. Опт. и спектр., 41, 413, 1976.  
 [7] J. S. Margolis, S. Sarangi. J. Quant. Spectr. Rad. Trans., 16, 405, 1976.

Поступило в Редакцию 10 июля 1978 г.

УДК 539.184 : 546.665

## ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ СИЛ ОСЦИЛЛЯТОРОВ СПЕКТРАЛЬНЫХ ЛИНИЙ АТОМА ГОЛЬМИЯ

К. Б. Благов, А. К. Валтер и В. А. Комаровский

В настоящей работе продолжены систематические измерения сил осцилляторов спектральных линий атомов редкоземельных элементов с достраивающейся  $4f$ -оболочкой [1-4]. Методом крюков Рождественского были определены относительные значения сил осцилляторов ( $f_{\text{отн.}}$ ) 29 спектральных линий поглощения  $\text{HoI}$ , возникающих с основного  $4f^{11}6s^2 4I_{5/2}^{\circ}$  уровня.

Эксперимент проводился на интерферометрической установке, которая обычно используется при работе методом крюков [5]. Источником сплошного спектра служила лампа ГСВД-120. Столб паров гольмия создавался в фарфоровой трубке, которая вставлялась в электрическую печь сопротивления Т-40-600. Кусочки металлического гольмия в танталовых лодочках помещались внутри фарфоровой трубки по всей длине нагревательного участка печи. Для уменьшения диффузии паров гольмия из горячих частей объема к холодным и предотвращения их конденсации на кварцевых плоско-параллельных окошках, закрывающих трубку, она наполнялась аргоном до давления 10-15 тор. Температура в середине печи измерялась платина-платинородиевой термопарой и была около  $1250^{\circ}\text{C}$ . Во время съемки спектрограмм температура поддерживалась постоянной. Крюки около линий поглощения фотографировались с помощью спектрографа ДАС-1 с плоской дифракционной решеткой (1200 штр./мм) и вогнутым сферическим зеркалом ( $F=2$  м). Съемка спектрограмм проводилась в первом порядке, где

Относительные значения сил осцилляторов спектральных линий поглощения  $\text{HoI}$ , начинающихся с уровня  $4f^{11}6s^2 4I_{5/2}^{\circ}$

$\lambda$ , Å	Энергия верхнего уровня, $\text{см}^{-1}$	$f_{\text{отн.}}$	
		наши измерения	Львов [°]
6081.79	16438	3.8	
5982.90	16710	14	10
5973.52	16736	3.7	
5921.76	16882	4.2	
5860.28	17059	10	
4979.97	20075	15	
4939.01	20241	21	
4350.73	22978	54	
4264.05	23445	27	
4254.43	23498	87	33
4194.35	23835	37	
4173.23	23955	147	307
4163.03	24014	507	780
4120.20	24264	96	
4103.84	24360	1090	1300
4101.09	24377	40	108
4053.93	24660	1000	1000
4040.81	24740	200	250
*4037.62	24760	11	
3955.73	25273	44	29
*3579.12	27932	90	
*3570.44	27999	20	
*3541.41	28229	16	
*3451.23	28966	19	
*3206.17	31181	21	
*3201.00	31231	22	
*3186.37	31375	26	
*3157.35	31663	12	
*3153.82	31698	23	

величина обратной дисперсии составляла  $4 \text{ \AA}/\text{мм}$ . Для классификации ряда спектральных линий  $\text{HoI}$  в абсорбционной трубке зажегся разряд при помощи высокочастотного генератора ВГ-5 ( $\nu=1760 \text{ кГц}$ ). При зажигании высокочастотного разряда происходило дополнительное заселение нижних возбужденных уровней, первый из которых расположен в области  $5419 \text{ см}^{-1}$ . Концентрация нормальных атомов при этом практически не менялась. Сравнивая интерферограммы, полученные с разрядом и без разряда, можно было однозначно выделить спектральные линии поглощения, возникающие с нулевого уровня нормальной конфигурации  $4f^{11}6s^2$ , и опеределить для них энергию верхних уровней.

В таблице приведены результаты наших измерений  $f_{\text{отн}}$  спектральных линий  $\text{HoI}$ , начинающихся с уровня  $4f^{11}6s^2 1s/2$ . Длины волн и энергии верхних уровней взяты из работ [6-8]. Длины волн, отмеченные звездочками, классифицированы нами.

Коэффициенты вариации сил осцилляторов спектральных линий, представленных в таблице, не превышают 20%.

Кроме наших данных, в работе [9] измерены  $f_{\text{отн}}$  ряда спектральных линий  $\text{HoI}$  методом линейной абсорбции. Эти данные, пересчитанные в соответствующую шкалу, приведены для сравнения в последнем столбце таблицы. Как видно из сравнения, в ряде случаев наблюдаются значительные расхождения (2-3 раза) между нашими данными и результатами измерений Львова [9]. Причины этого расхождения пока не ясны.

В заключение авторы выражают глубокую благодарность Н. П. Пенкину за проявленный интерес к работе и полезное обсуждение результатов.

#### Литература

- [1] N. P. Penkin, V. A. Komarovskiy. JQSRT, 16, 217, 1976.
- [2] К. Б. Благоев, В. А. Комаровский, Н. П. Пенкин. Опт. и спектр., 40, 622, 1976.
- [3] К. Б. Благоев, В. А. Комаровский. Опт. и спектр., 42, 407, 1977.
- [4] К. Б. Благоев, В. А. Комаровский. Опт. и спектр., 42, 594, 1977.
- [5] Н. П. Пенкин. В сб.: Спектроскопия газоразрядной плазмы. Л., 1970.
- [6] V. G. Mossotti, V. A. Fassel. Spectrochim. Acta, 20, 1117, 1964.
- [7] W. F. Meggers, C. H. Corliss, B. F. Scribner. Tables of Spectral-Line Intensities, NBS-145, Part 1, Washington, 1975.
- [8] Gmelin Handbuch. Seltenerdelemente, 1976.
- [9] Б. В. Львов. Автореф. докт. дис. Л., 1972.

Поступило в Редакцию 23 марта 1978 г.

УДК 535.371+621.373:535

### ИССЛЕДОВАНИЕ КВАНТОВОГО ВЫХОДА ФЛУОРЕСЦЕНЦИИ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ МЕТОДОМ СВЕТОВОГО ТУШЕНИЯ

В. П. Клочков, В. Л. Богданов и О. В. Столбова

В [1] был предложен метод определения естественного времени жизни молекул по величине светового тушения флуоресценции ( $\tau_{\text{ф}}^q$ ), обусловленного вынужденным испусканием [2, 3]. Особенностью метода определения  $\tau_{\text{ф}}^q$  по световому тушению является независимость результата от способа заселения флуоресцентного состояния. Преимущества этого метода проявляются в тех случаях, когда наблюдается различие естественного времени жизни, найденного из флуоресцентных данных ( $\tau_{\text{ф}}^c = \tau/\eta_{\text{ф}}^c$ , где  $\tau$  — длительность затухания свечения,  $\eta_{\text{ф}}^c$  — квантовый выход флуоресценции) и по интегральному поглощению ( $\tau_{\text{ф}}^c$ ).

Явление светового тушения флуоресценции можно использовать также и для измерения квантового выхода флуоресценции  $\eta_{\text{ф}}^q$ . Принимая во внимание, что  $\eta_{\text{ф}}^q = \tau/\tau_{\text{ф}}^q$  [1], из соотношения для величины светового тушения  $q^{\text{ст}}$  при стационарных условиях возбуждения

$$q^{\text{ст}} = 1 + \tau \sigma_{\text{ф}} \Phi_{\text{ф}} \vartheta \quad (1)$$

можно получить формулу для определения квантового выхода флуоресценции по величине светового тушения

$$\eta_{\text{ф}}^q = \eta_{\text{ф}}^c \frac{S f_{\text{ф}} \vartheta \sigma_{\text{ф}} n^2 q^{\text{ст}} - 1}{S f_{\text{ф}} \vartheta \sigma_{\text{ф}} n^2 q^{\text{ст}} - 1} \quad (2)$$

Здесь  $S$  — площадь спектра квантовой интенсивности флуоресценции  $\varphi_{\text{ф}}$ ,  $f_{\text{ф}} = \varphi_{\text{ф}}/\varphi_{\text{макс}}$  на частоте тушащего излучения,  $\vartheta = (n^2 + 2)^2/9n$  — поправка на изменение плотности тушащего излучения  $\Phi_{\text{ф}}$  в среде,  $\sigma_{\text{ф}}$  — сечение вынужденного испускания на частоте тушащего излучения,  $n$  — показатель преломления растворителя. С индексом «э» — те же величины для эталона с известным  $\eta_{\text{ф}}^c$ .