

ВЛИЯНИЕ ВОЗБУЖДЕННЫХ КОНФИГУРАЦИЙ НА СИЛЫ ЛИНИЙ АБСОРБЦИОННЫХ ПЕРЕХОДОВ ИОНА ТЕРБИЯ В ОКСИДНЫХ КРИСТАЛЛАХ

А. А. Корниенко¹, Е. Б. Дунина¹, Л. А. Фомичева²

¹ Витебский государственный технологический университет, Витебск
E-mail: a_a_kornienko@mail.ru; L.Dun@mail.ru

² Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Минск,
E-mail: Famichova@mail.ru

Большой интерес к материалам, активированным ионами Tb³⁺, вызван перспективами создания твердотельного лазера, работающего на длине волны 544 нм. Излучение этой длины волны реализуется на переходе ⁵D₄ → ⁷F₅. Время жизни метастабильного уровня ⁵D₄ по разным литературным данным сильно изменяется в пределах от 1 мс до 5 мс. В связи с этим в данной работе выполнено описание сил линий абсорбционных переходов с учетом межконфигурационного взаимодействия.

Силы линий абсорбционных переходов вычислялись в приближении аномально сильного конфигурационного взаимодействия (ASCI) по формуле [1, 2]

$$S_{JJ'}^{ed} = \frac{e^2}{4} \sum_{k=2,4,6} \left\langle \gamma J \left\| U^k \right\| \gamma' J' \right\rangle^2 \times \left| O_{dk} \left(\frac{\Delta_d}{\Delta_d - E_J} + \frac{\Delta_d}{\Delta_d - E_{J'}} \right) + O_{ck} \left(\frac{\Delta_C}{\Delta_C - E_J} + \frac{\Delta_C}{\Delta_C - E_{J'}} \right) \right|^2. \quad (1)$$

Здесь $\left\langle \gamma J \left\| U^k \right\| \gamma' J' \right\rangle^2$ – приведенные матричные элементы единичного тензора U^k , параметры O_{dk} и энергия Δ_d соответствуют возбужденной конфигурации противоположной четности $4f^{N-1}5d$, а параметры O_{ck} , Δ_C обусловлены эффектами ковалентности или возбужденными конфигурациями с переносом заряда.

Вычисленные по формуле (1) силы линий сравнивались с экспериментальными значениями и силами линий вычисленными в приближении слабого конфигурационного взаимодействия или по теории Джадда – Офельта (J-O) [3,4]

$$S_{JJ'}^{ED} = e^2 \sum_{k=2,4,6} \Omega_k \left\langle \gamma J \left\| U^k \right\| \gamma' J' \right\rangle^2, \quad (2)$$

где Ω_k – параметры интенсивности. Результаты описания силы линий абсорбционных переходов иона Tb^{3+} в кристалле $TbAlO_3$ представлены в таблице.

Таблица

Переход ${}^5F_6 \rightarrow {}^{2S+1}L_J$	Энергии переходов в cm^{-1}	Эксперимент [5]	J-O, (2)	ASCI, (1)
		$S_{\text{эксп}} \times 10^{20}$	$S_{\text{выч}} \times 10^{20}$	$S_{\text{выч}} \times 10^{20}$
5D_4	20618	0.011	0.047	0.026
${}^5D_3 + {}^5G_6$	26385	0.195	0.141	0.194
${}^5L_{10}$	27247	0.186	0.131	0.176
5G_5	27777	0.039	0.084	0.066
5G_2	27855	0.034	0.002	0.031
5G_4	28328	0.158	0.027	0.159
5L_9	28653	0.035	0.133	0.044
σ_{EXP}			0.086	0.024

Из таблицы следует, что целый ряд мультиплетов иона Tb^{3+} аномально сильно взаимодействуют с возбужденными конфигурациями и только применение соответствующего приближения позволяет уменьшить среднеквадратичное отклонение от 0.086 в методе Джадда – Офельта до 0.024 в приближении аномально сильного конфигурационного взаимодействия. Среднеквадратичное отклонение уменьшилось на 72 %. Такое существенное уменьшение достигнуто, прежде всего, более точным описанием переходов ${}^5F_6 \rightarrow {}^5D_4$, ${}^5F_6 \rightarrow {}^5G_4$, ${}^5F_6 \rightarrow {}^5L_9$ в приближении аномально сильного конфигурационного взаимодействия.

1. Dunina E. B., Kornienko A. A., Fomicheva L. A. // Cent. Eur. J. Phys. 2008. Vol. 6, No. 3. P.407–414.
2. Dunina E. B., Kornienko A. A. // Optics & Spectr. 2014. Vol. 116, No. 5. P.706–711.
3. Judd B. R. // Phys. Rev. 1962. Vol. 127, No. 3. P. 750–761.
4. Ofelt G. S. // J. Chem. Phys. 1962. Vol. 37, No. 3. P.511–520.
5. Sardar D. K., Nash L. K., Yow R. M. et al // J. Appl. Phys. 2006. Vol. 100. P. 083108–083113.