

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ ПЕРЕХОДОВ С ОТДЕЛЬНЫХ КОМПОНЕНТ ВОЗБУЖДЕННОГО МУЛЬТИПЛЕТА ПО ТЕМПЕРАТУРНОЙ ЗАВИСИМОСТИ ВРЕМЕНИ ЖИЗНИ

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

¹Витебский государственный технологический университет,
Витебск, Беларусь

²Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники, Минск, Беларусь

E-mail: a_a_kornienko@mail.ru

Время жизни возбужденного мультиплета – важная характеристика, которая учитывается при конструировании лазеров. Измерения времени жизни иногда дополняются измерениями ее температурной зависимости. Первые измерения температурной зависимости были выполнены более 50 лет назад и продолжают выполняться и в настоящее время. Однако, последовательное теоретическое описание экспериментальной температурной зависимости выполнено недавно в работе [1]. В этой работе для корректного описания излучательных и абсорбционных переходов с учетом температурной зависимости предложена следующая формула для силы осцилляторов:

$$f_{J,J'} = \frac{f_{J,J'}^{J=0}}{(2J+1)} \sum_j \sum_i \frac{Kc(\Gamma_i) SR(\Gamma_i, \Gamma_j) g(\Gamma_i) g(\Gamma_j) \cdot \exp\left(-\frac{\Delta E_{\Gamma_i}}{kT}\right)}{Z} \quad (1)$$

Здесь в качестве $f_{J,J'}^{J=0}$ можно использовать силы осцилляторов, определенные по теории Джадда – Офельта, Kc – корректирующие коэффициенты, $SR(\Gamma_i, \Gamma_j)$ – матрица правил отбора излучательных переходов, $\Delta E_{\Gamma_i} = E_{\Gamma_i} - E_{\Gamma_1}$ – энергия компоненты с неприводимым представлением Γ_i мультиплета J относительно компоненты с наименьшей энергией этого мультиплета, k – постоянная Больцмана, через Z обозначена статистическая сумма.

Результаты описания экспериментальной температурной зависимости [2] времени жизни мультиплета $^4F_{3/2}$ иона Nd^{3+} в $LiYF_4$ с использованием формулы (1) представлены на рисунке.

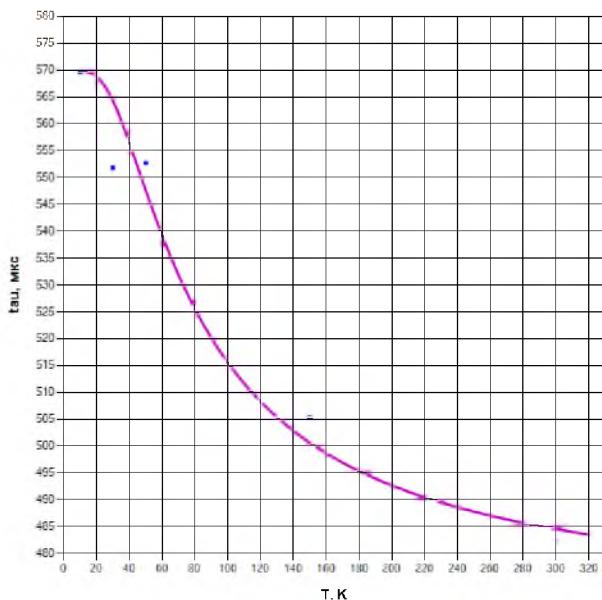


Рис. Точками обозначены экспериментальные значения

В качестве варьируемых параметров выбраны $K_c[\Gamma_{7,8}] = 1$, $K_c[\Gamma_{5,6}] = 1.4$. Им соответствуют следующие вероятности переходов $W(\Gamma_{7,8}) = 1755 \text{ с}^{-1}$; $W(\Gamma_{5,6}) = 2457 \text{ с}^{-1}$.

Таким образом, получено хорошее описание экспериментальной зависимости и вероятности переходов с компонент возбужденного мультиплета.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. Ant. Kornienko, P. Loiko, E. Dunina, L. Fomicheva, A. Kornienko, Opt. Mat. **148**, 114808 (2024).
2. Demirbas, J. Thesinga, M. Kellert et al., Opt. Mat. Expr. **12**, 4712–4730 (2022).