

"EFEITO DE TEMPERATURA NA INTENSIDADE DE OSCILADOR DAS TRANSIÇÕES PARA OS NÍVEIS  ${}^4G_{11/2}$ (Er) E  ${}^5G_6$ (Ho) EM CRISTAIS DE YLF"

Marly B. de Camargo, Laércio Gomes, Lília C. Courrol,  
Izilda M. Ranieri e Spero P. Morato - IPEN-CNEN/SP

Estudou-se a variação da intensidade de oscilador (OS) da transição  ${}^4I_{15/2} \rightarrow {}^4G_{11/2}$  do Er e  ${}^5I_8 \rightarrow {}^5G_6$  do Ho no  $\text{LiYF}_4$ (YLF) com o aumento da temperatura de 10 para 300K. Determinou-se a lei que rege este comportamento e um modelo fenomenológico é apresentado. Quando a concentração aumenta, (OS) permanece constante no caso do Er e decai no caso do Ho.

INTRODUÇÃO

Ultimamente o Er e o Ho no YLF têm sido intensamente estudados como ativadores para ação laser em: 0,85;1,23;1,54;1,73 e 2,74  $\mu\text{m}$  (Er) e 0,75; 2,06 e 2,85  $\mu\text{m}$  (Ho). Auzel et. al.[1] estudaram recentemente a variação da intensidade de oscilador (OS) a 300K, para vários multipletos do Érbio em função da concentração (para concentrações de até 40%). O objetivo do presente trabalho é estudar a variação de (OS) para as transições  ${}^4I_{15/2} \rightarrow {}^4G_{11/2}$ (Er) e  ${}^5I_8 \rightarrow {}^5G_6$ (Ho), em função da temperatura e da concentração. Estas transições foram escolhidas porque são intensas e estão situadas acima do primeiro nível metaestável;  ${}^4S_{3/2}$  (Er) e  ${}^5S_2$  (Ho), permitindo-nos observar todas as transições luminescentes do Érbio e do Holmio.

Também é nosso objetivo verificar se o mecanismo de interação do ion com a rede é do tipo mencionado por Di Bartolo[2], para uma transição de dipolo elétrico forçado induzida por fonons.

PARTE EXPERIMENTAL

Os cristais de Er:LiYF<sub>4</sub> e Ho:LiYF<sub>4</sub> foram medidos em um criostato refrigerador. Os espectros de absorção ótica foram medidos utilizando-se um espectrofotômetro de duplo feixe Cary 17D com resolução de 0,05 nm.

A variação da área de absorção dos multipletos  ${}^4G_{11/2}$ (Er) e  ${}^5G_6$ (Ho) com o aumento da temperatura de 10 para 300K pode ser vista nas Figuras 1 e 2. Devemos nos lembrar que a área sob a curva de absorção é proporcional à intensidade de oscilador (OS).

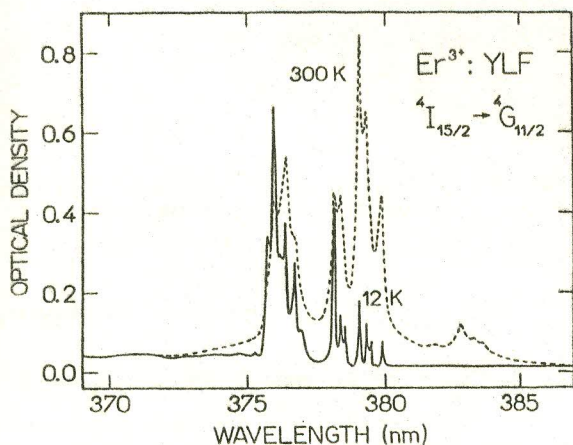


Figura 1: Espectro de absorção ótica para o cristal de Er:LiYF<sub>4</sub>, a 12 e a 300K(nível  ${}^4G_{11/2}$ ).

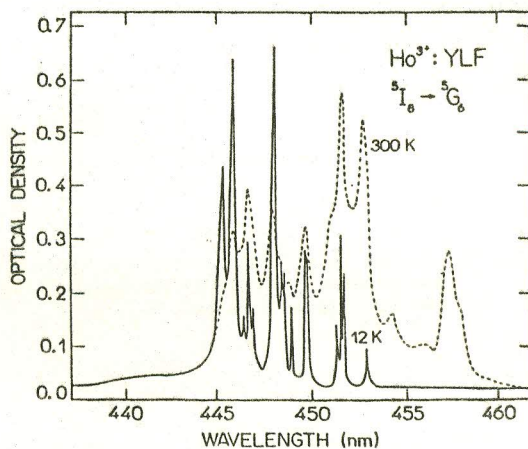


Figura 2: Espectro de absorção ótica para o cristal de Ho:LiYF<sub>4</sub>, a 12 e a 300K(nível  ${}^5G_6$ ).

RESULTADOS

Nas Figuras 3 e 4 podemos observar como a intensidade oscilador varia com a concentração para o Érbio e o Holmio.

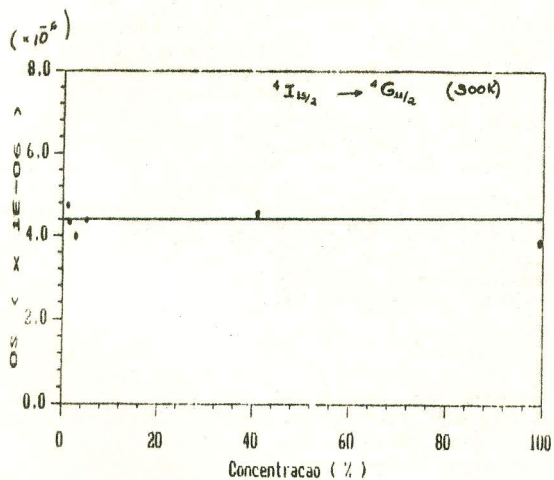


Figura 3: Variação da intensidade de oscilador em função da concentração de Er, para o nível  ${}^4G_{11/2}$ .

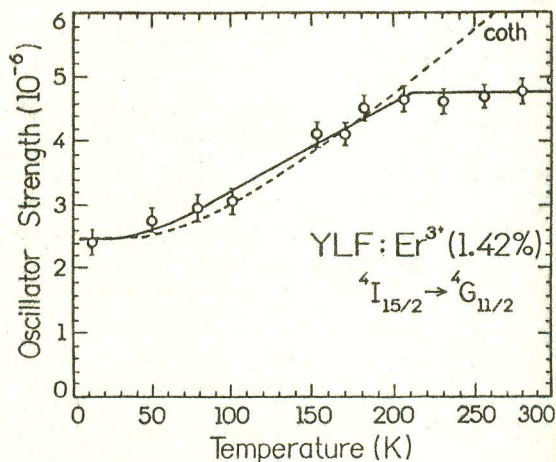


Figura 5: Intensidade de oscilador em função da temperatura para o nível  ${}^4G_{11/2}$  do  $\text{Er}^{3+}$  no YLF. A curva cheia representa o modelo proposto.

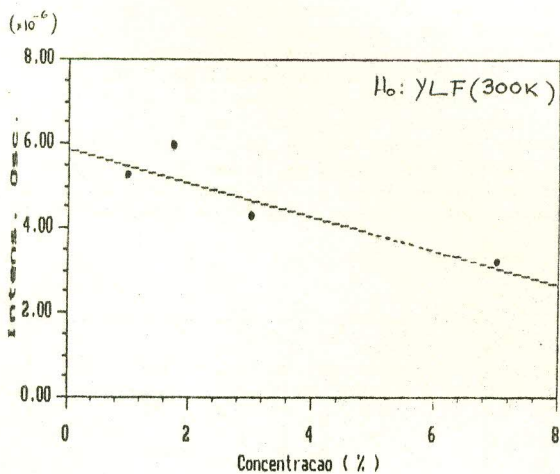


Figura 4: Variação da intensidade de oscilador em função da concentração de Ho, para o nível  ${}^5G_6$ .

Na Figura 5 vemos a variação de (OS) em função da temperatura para o Erbó, assim como a função ajustada.

MODELO PARA A DEPENDENCIA DE (OS) COM A TEMPERATURA

Propomos que na matriz de  $\text{LiYF}_4$ , o  $\text{Li}^+$  esteja sujeito a um potencial local incluindo posições "off-centre" em temperaturas baixas (10K). Sucessivamente o  $\text{Li}^+$  vai para a

posição "in-centre" com o aumento da temperatura até 300K. O potencial local é descrito pela Figura 6.

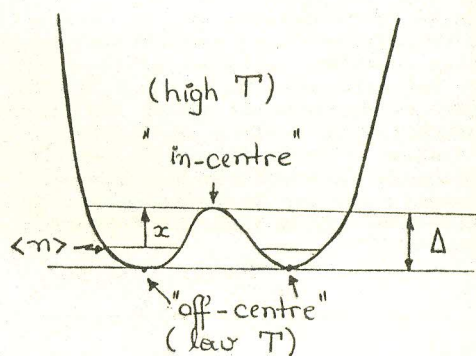


Figura 6: Potencial local a que o  $\text{Li}^+$  está sujeito no cristal de  $\text{LiYF}_4$ .

Este potencial envolve os seguintes parâmetros físicos:

$\Delta$  + Barreira de potencial de tunelamento na posição "off-centre".

$\langle n \rangle$  + Número médio de ocupação térmica do oscilador harmônico do potencial local.

O  $\text{Li}^+$  na posição "off-centre" a 10K induz uma polarização na vizinhança de F- provocando uma transferência de carga fracionária do íon  $\text{TR}^{3+}$  para a vizinhança de flúor a fim de compensar a polarização inicial. Nesse modelo,  $\alpha$  é a fração máxima de

transferência de carga, e é modulada pela temperatura. Consequentemente, a intensidade de oscilador da transição estudada sofre uma diminuição com o aumento da fração de transferência de carga. Nesse caso, temos:

$$f = f_0 [1 - \alpha (1 - \exp(-x/kT))]^2 \quad (1)$$

onde:

$f_0$  → intensidade de oscilador do íon com carga 3+

$$x = \Delta - (\langle n \rangle + 1/2)\hbar\omega \quad (2)$$

onde:  $\hbar\omega$  → energia do fonon

$$\langle n \rangle = 1 / (\exp(\hbar\omega/kT) - 1) \quad (3)$$

Para o Érbio, os valores ajustados são:

$$\hbar\omega = 119,7 \text{ cm}^{-1}$$

$$\Delta = 150,7 \text{ cm}^{-1}$$

$$\alpha = 0,279$$

O presente modelo se ajusta bem aos dados experimentais, como é mostrado pela curva cheia da Figura 5. Observamos um crescimento inicial para (OS) com o aumento da temperatura, seguido de uma saturação a 200K. Este comportamento difere do esperado para uma transição induzida por fonons, representado pela curva tracejada na Figura 5, que é do tipo coth:

$$f = f_0 \coth(\hbar\omega/2kT) \quad (4)$$

#### CONCLUSÕES

Esta é primeira vez que se mede a variação da intensidade de oscilador de uma transição do Érbio em cristais iônicos em função da temperatura. Nenhum modelo foi encontrado na literatura que justificasse um tal comportamento. Também não existe nenhum modelo fenomenológico na literatura que explique o comportamento observado.

O modelo proposto, além de se ajustar bem aos dados experimentais, prevê uma saturação da intensidade de oscilador da transição estudada para temperaturas da ordem de 200K.

#### SUMMARY

It was measured the oscillator strength as function of the temperature for the transition  $^4I_{15/2} \rightarrow ^4G_{11/2}$  for Er:LiYF<sub>4</sub> crystal. The behavior observed for the experimental data does not correspond to the proposed model for a transition induced by phonons. We proposed a model for the charge fraction exchanged among the RE<sup>3+</sup>-ions and the F<sup>-</sup>-neighborhood, which fits very well the data and explains the saturation observed in the high-temperature range.

#### BIBLIOGRAFIA

- [1] S. Hubert, D. Meichenin, B. W. Zhou and F. Auzel, J. Luminescence 50, p. 7 (1991).
- [2] B. Di Bartolo, Optical Interactions in Solids, J. Wiley & Sons Inc., 1<sup>st</sup> ed., NY, (1968).

APOIO: FINEP, FAPESP, CNPq