

玻璃中 Cr³⁺ 的多声子辐射跃迁

刘慧民 于福熹

(中国科学院上海光学精密机械研究所)

提 要

采用多条激光窄线激发,由 Cr³⁺ 的荧光谱线斯托克斯位移与激发光能量之间的线性关系,分析并导出了氟磷酸盐玻璃中 Cr³⁺ 的一些运动晶场参数。

关键词: 玻璃, Cr³⁺, 辐射跃迁。

无机玻璃中掺杂离子的格位有严重的对角和非对角畸变^[1],导致激活离子的光谱带有很宽的振动本质和严重的不均匀加宽。我们采用不同波长的多条激光窄线激发来研究不均匀加宽体系中的离子-声子相互作用及其多声子光跃迁机理,从而可获得一些运动晶场参数。

样品为掺 Cr³⁺ 氟磷酸盐玻璃,化学成分见文献[2]。实验采用铜蒸气激光、闪光灯泵浦可调谐染料激光和 He-Ne 激光等多条激光线以及氙灯的宽带脉冲激发,使 Cr³⁺ 产生从基态 ⁴A_{2g} 到激发态 ⁴T_{2g} 的一级光学跃迁。用 Boxcar Averager 记录了不同温度下的积分荧光,它是第一激发态 ⁴T_{2g} 的振动基态向基态 ⁴A_{2g} 的辐射跃迁。所得荧光信号相对于吸收都有一个斯托克斯位移。从激发光能量 ν_E 的变化和斯托克斯位移 ν_s 之间可找到一定的规律性,即当激发光能量每改变一定数值 $\Delta\nu_E$ 时(例如以 5782 Å 这条激发线为基准),相应的斯托克斯位移也有相似的改变量 $\Delta\nu_s$ 。将室温和 77 K 下的 ν_E 与 ν_s 作图可得到两条近乎直线。 $\nu_E \sim \nu_s$ 的线性关系说明,假如 $\Delta\nu_E$ 约等于平均声子能量 $\hbar\omega$ 时,则被 ν_E 或 $(\nu_E + \Delta\nu_E)$ 两种激发光所激发的离子,它们的格位分布并未改变,而仅仅只有受激离子到激发态 ⁴T_{2g} 的振动态有所改变。反之,若 $\Delta\nu_E \neq \hbar\omega$,则激发光会引起另一组不同格位的离子被激发。前者发射能量不变,且 $\Delta\nu_s \sim \hbar\omega$; 后者发射能量也改变。

Table 1 Stokes shift ν_s at different excited wavelength

excited wavelength (Å)	excited energy (cm ⁻¹)	fluorescent peak (Å)		Stokes shift ν_s (cm ⁻¹)		change of excited $\Delta\nu_E$ (cm ⁻¹)	change of Stokes shift $\Delta\nu_s$ (cm ⁻¹)	
		77 K	room temp.	77 K	room temp.		77 K	room temp.
5782	17290	8400	8300	5390	5247	0	0	0
5912	16910	8400	8300	5009	4867	380	380	380
6114	16360	8440	8300	4508	4308	550	500	560
6328	15800	8560	8330	4121	3812	560	380	500
bandband	—	8680	8550	—	—	—	—	—

收稿日期: 1987年2月27日; 收到修改稿日期: 1987年3月9日

由 $\nu_E \sim \nu_s$ 的线性关系外推, 使 $\nu_E = 15400 \text{ cm}^{-1}$ (相当于 Cr^{3+} 的 $10D_q^{[3]}$), 可求得此时的 $\nu_s(77 \text{ K}) = 3660 \text{ cm}^{-1}$ 。根据氟磷酸盐和氟化物玻璃振动光谱 $\text{R}^{3+}-\text{F}$ 的振动频率^[4], 取平均值 $\hbar\bar{\omega} \sim 440 \text{ cm}^{-1}$ 。按线性近似 $2S\hbar\bar{\omega} = \nu_s$, 求得玻璃中 Cr^{3+} 的电子-声子耦合强度 $S \sim 4.2$ 。 ${}^4T_{2g}$ 与 ${}^4A_{2g}$ 两个态的振动基态之间相距 $E_{11} = \nu_E - \nu_s + S\hbar\bar{\omega} = 13570 \text{ cm}^{-1}$ 。激活能 $\Delta E = [(E_{11} - S\hbar\bar{\omega})^2 / 4S\hbar\bar{\omega}] = 18800 \text{ cm}^{-1}$ 。表明, 氟磷酸盐玻璃中激活离子与晶格之间有较强的相互作用和晶格弛豫。但是与其它玻璃基质相比, 耦合强度和无辐射跃迁几率都较低。

参 考 文 献

- [1] D. L. Huber; *Coherence and Energy Transfer in Glasses*, (Ed. by P. A. Fleury and B. Golding, Plenum Pr., New York, 1984), 129.
 [2] 刘慧民, 干福熹; *科学通报*, 1986, **30**, No. 9 (May), 666.
 [3] 干福熹, 刘慧民; *J. de Physique (Suppl. 12)*, 1982, **43**, C9-303.
 [4] 干福熹, 陈世正等; *光学学报*, 1982, **2**, No. 3 (May), 252~258.

Multiphonon-assisted radiative transition of Cr^{3+} in glass

LIU HUIMIN AND GAN FUXI

(Shanghai Institute of Optics and Fine Mechanics, Academia Sinica)

(Received 27 February 1987; revised 9 March 1987)

Abstract

By using laser narrow line excitation at different wavelengths the linear relationship between excitation energy and fluorescent Stokes shift of Cr^{3+} in glass could be found. Therefore, the crystalline dynamic field parameters of Cr^{3+} are deduced.

Key Words: glass, Cr^{3+} , radiative transition.



Continue from back cover

Book Reviews

- Optical Waves in Crystals—Preparation and Control of Laser Radiation.....Wo Xinneng (500)
 Shearing Interferometer and Its ApplicationsZhou Haixing (510)

Meeting Information

- Topical Meeting on "LASER MATERIALS & LASER SPECTROSCOPY" will held in
 Shanghai Yi Min (551)