

# Absorptions- und Emissionsspektren von Samariumgranaten

P. GRÜNBERG

Institut für Technische Physik der Technischen Hochschule Darmstadt

Eingegangen am 16. Mai 1969

## *Absorption and Emission Spectra of Samariumgarnets*

From the absorption and emission spectra of samariumgalliumgarnet and of samarium-aluminiumgarnet (both diluted with yttrium) the crystal field levels of the  ${}^6F$  and the  ${}^6H$  multiplets of the  $\text{Sm}^{3+}$ -ion have been deduced. The crystal field calculations showed by far better results, when using different parameters for the levels of the  ${}^6H$  and the  ${}^6F$  multiplets, instead of fitting them jointly.

### 1. Einleitung

Bis vor kurzer Zeit schien die Anwendung der statischen Kristallfeldtheorie (KF-Theorie) nach der Methode von STEVENS<sup>1</sup> bei der Beschreibung der Kristallspektren von Selten-Erd-Granaten (SE-G) zu versagen. HUTCHINGS und WOLF<sup>2</sup> und später BUCHANAN u. a.<sup>3</sup> gelang es zum erstenmal, Spektren und  $g$ -Faktoren einiger Zustände des dreiwertigen Ytterbiums im Gallium- und Aluminiumgranat nach dem Stevensschen Verfahren mit befriedigender Genauigkeit darzustellen.

Auch der, wegen der weit größeren Anzahl von Meßwerten zwar kompliziertere, für die mathematische Zuverlässigkeit der Parameter aber auch günstigere Fall des Dysprosiums konnte einer Lösung zugeführt werden<sup>4</sup>.

Somit scheint nunmehr die Anwendung des Stevensschen Verfahrens auf die SE-G zu Ergebnissen zu führen, die vergleichbar sind mit den bei den Chloriden oder Äthylsulfaten gewonnenen, die bisher immer als Beispiele für die Anwendbarkeit des Verfahrens angesehen wurden. Wir haben daher dieses Verfahren auch bei der Analyse der Spektren des dreiwertigen Samariums in den Granaten angewendet.

### 2. Experimente

Untersucht wurden Einkristalle von Yttrium-Samarium-Aluminium-Granat ( $\text{Y}(\text{Sm})\text{AlG}$ ) und Yttrium-Samarium-Gallium-Granat ( $\text{Y}(\text{Sm})\text{GaG}$ ). Wir geben im Folgenden, wenn es von Bedeutung ist, den

1. STEVENS, K. W. H.: Proc. Phys. Soc. (London) A **65**, 209 (1952).
2. HUTCHINGS, M. T., and W. P. WOLF: J. Chem. Phys. **41**, 617 (1964).
3. BUCHANAN, R. A., K. A. WICKERSHEIM, J. J. REARSON, and G. F. HERRMANN: Phys. Rev. **159**, 245, 251 (1967).
4. GRÜNBERG, P., S. HÜFNER, E. ORLICH u. J. SCHMITT: In Vorbereitung.

Dotierungsgrad des Sm in den Klammern mit an; ( $n\%$  Sm) bedeutet, daß  $n\%$  der  $Y^{3+}$ -Ionen durch  $Sm^{3+}$ -Ionen ersetzt sind. Die für Y(Sm)GaG gemessenen Termniveaus weichen von denen, die von VEYSSIE u. a. in<sup>5</sup> für den konzentrierten Kristall (SmGaG) angegeben werden, zum Teil erheblich ab. Die Abweichungen (maximal  $92\text{ cm}^{-1}$ ) bleiben jedoch im Rahmen der auch bei den Dysprosiumgranaten festgestellten Unterschiede zwischen den konzentrierten und verdünnten Kristallen.

Die Kristalle wurden nach dem von NIELSEN<sup>6</sup> angegebenen Verfahren im Institut hergestellt. Das Meßverfahren wurde bereits früher<sup>7</sup> beschrieben. Für die Fluoreszenzanregung wurde wieder eine Xenon-Hochdrucklampe XBO 950 von Osram und wahlweise die Glasfilter BG 3, BG 18 und BG 38 von Schott & Gen. verwendet. In den Fluoreszenzspektren kamen bei  $4,2$  und  $77^\circ\text{K}$  nur Übergänge vor, die von der bei  $\tilde{\nu}=17594,4\text{ cm}^{-1}$  im Y(Sm)AlG und  $\tilde{\nu}=17566,7\text{ cm}^{-1}$  im Y(Sm)GaG gelegenen tiefsten Kristallfeldkomponente des Terms  $^5G_{5/2}$  ausgehen. In den Absorptionsspektren wurden außer Übergängen, die von der tiefsten Komponente des Grundterms ausgehen, bei  $77^\circ\text{K}$  noch Übergänge von der ersten angeregten Komponente des Grundterms gefunden. So wurden entweder in Absorption oder in Emission sämtliche zu den Multipletts  $^6F$  und  $^6H$  (Bezeichnung nach WYBOURNE<sup>8</sup>) gehörenden Terme vermessen, jedoch wurde bei einigen Termen wegen zu schwacher Intensitäten nicht die nach dem  $J$ -Wert zu erwartende volle Anzahl von  $(2J+1)/2$  kramersentarteten Kristallfeldkomponenten gefunden. Die Meßergebnisse sind in Tabelle 1 und 2 zusammengefaßt.

Tabelle 1. Die Kristallfeldkomponenten in  $\text{cm}^{-1}$  von  $Sm^{3+}$  im Y(Sm)AlG bei  $T=77^\circ\text{K}$

Term	Absorption		Fluoreszenz
	Y(20 % Sm)AlG	Y(1 % Sm)AlG	Y(1 % Sm)AlG
$^6H_{5/2}$			0
			141,9
			251,1
$^6H_{7/2}$			1017,3
			1238,2
			1368,5
			1412,1
$^6H_{9/2}$			2251,0
			2396,6
			2460,6
			2564,2
			2610,2

5. VEYSSIE, M., and B. DREYFUS: J. Phys. Chem. Solids **28**, 449 (1967).

6. NIELSEN, J. W.: J. Appl. Phys. **31**, 51 S (1960).

7. GRÜNBERG, P., K. H. HELLWEGE u. S. HÜFNER: Phys. kondens. Materie **6**, 95 (1967).

8. WYBOURNE, B. G.: J. Chem. Phys. **36**, 2301 (1962).