

Diss. Nr. 4554

Crystallographic, Optical and Magnetic Properties of Eu_2SiO_4

A Dissertation submitted
to the

SWISS FEDERAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY
ZÜRICH

for the degree of
Doctor of Natural Science

Presented by

RENÉ VERREAULT

Bachelor of Science
born on 25. 3. 1937
citizen of Canada

Accepted on the recommendation of
Prof. Dr. G. Busch, Examiner
Prof. Dr. F. Laves, Coexaminer

Springer-Verlag
Berlin · Heidelberg · New York
1972

Crystallographic, Optical and Magnetic Properties of Eu_2SiO_4

R. VERREAULT*

Laboratorium für Festkörperphysik ETH
Zurich, Switzerland

Received January 1, 1971

The crystallographic properties of Eu_2SiO_4 are studied in terms of its isomorph Ca_2SiO_4 . The recently discovered monoclinic room-temperature phase is ferroelastic and simultaneously ferromagnetic at low temperatures ($T_c = 5.40^\circ\text{K}$). The optical absorption and the dispersion properties have been measured in spectral intervals ranging from 0.5 to 3.6 eV and partly for temperatures between 300 and 500 °K. This temperature range includes the ferroelastic-paraelastic phase-transition temperature ($T_e = 438^\circ\text{K}$). An anomaly of the dielectric constant at T_e suggests the presence of an unstable phase which would be ferroelectric. The Faraday rotation has been measured on either side of the absorption edge at 300 and 77 °K. The recent results on crystal structure allow an explanation of the magnetic behaviour of the two ferromagnetic phases known up to now.

Die kristallographischen Eigenschaften von Eu_2SiO_4 werden in Zusammenhang mit dem isomorphen Ca_2SiO_4 untersucht. Die neulich gefundene monokline Zimmertemperaturphase ist ferroelastisch und zugleich ferromagnetisch bei tiefen Temperaturen ($T_c = 5,40^\circ\text{K}$). Die optische Absorption und die Dispersionseigenschaften wurden in Spektralbereichen zwischen 0,5 und 3,6 eV und zum Teil für Temperaturen zwischen 300 und 500 °K gemessen. Dieser Temperaturbereich schließt die ferroelastisch-paraelastische Phasenumwandlungstemperatur ein ($T_e = 438^\circ\text{K}$). Eine Anomalie der DK deutet auf die Existenz einer instabilen ferroelektrischen Phase hin. Die Faraday-Drehung wurde auf beiden Seiten der Absorptionskante bei 300 und 77 °K gemessen. Die neuesten Angaben über die Kristallstruktur ermöglichen eine Erklärung des magnetischen Verhaltens der zwei bis jetzt bekannten ferromagnetischen Phasen.

Nous présentons une étude des propriétés cristallographiques de Eu_2SiO_4 en regard de son isomorphe Ca_2SiO_4 . La phase monoclinique découverte récemment comme étant stable à la température ambiante est ferro-élastique et de plus ferromagnétique aux basses températures ($T_c = 5,40^\circ\text{K}$). Nous avons mesuré l'absorption optique et les propriétés de dispersion dans des intervalles spectraux s'étendant de 0,5 à 3,6 eV et en partie à des températures s'échelonnant entre 300 et 500 °K. Ce domaine thermique comprend la température de transition entre les phases ferro-élastique et para-élastique ($T_e = 438^\circ\text{K}$). Une anomalie de la constante diélectrique à T_e suggère la présence d'une phase instable ferro-électrique. Nous avons mesuré la rotation de Faraday de part et d'autre de l'arête d'absorption à 300 et 77 °K. Les résultats obtenus récemment sur la structure cristalline fournissent une explication du comportement magnétique des deux phases ferromagnétiques présentement connues.

1. Introduction

The discovery of ferromagnetism in insulating CrBr_3 [1] in 1960 and especially the discovery of ferromagnetic EuO one year later [2] marked the start of an intensive search for magnetically ordering semi-conductors. A systematic investigation of the cubic rare-earth compounds showed in 1962 that magnetic ordering existed in the other chalcogenides of divalent europium [3]. The chalcogenide series

* Now at Université du Québec, Chicoutimi, Qué., Canada.