

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΖΩΝΗ

ΜΙΑ ΝΕΑ ΕΞΗΓΗΣΗ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ
ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΣΕ ΚΡΥΣΤΑΛΛΟΥΣ $\text{CaF}_2 : \text{Gd}^{3+}$

N. Γκούσκος, I. Γραμματικάκης, X. Λόντος,
N. Μπόγρης και A. Κυρτσής

Φυσικό Τμήμα

Τομέας Φυσικής Στερεάς Κατάστασης
Πανεπιστήμιο Αθηνών
Σδλωνος 104, 106 80 ΑΘΗΝΑ

Περίληψη

Με τη μέθοδο των ιοντικών θερμορευμάτων (I.T.C.) μελετήθηκαν τα φαινόμενα αποκατάστασης σε χαμηλής συμμετρίας σύνθετα δίπλα σε κρυστάλλους $\text{CaF}_2 : \text{Gd}^{3+}$. Για την ερμηνεία των λαμβανομένων φασμάτων προτείνουμε ένα νέο μηχανισμό ο οποίος βασίζεται στην αλλαγή της κατάστασης τσορροπίας του κρυσταλλικού πλέγματος υπό την επίδραση του εφαρμοζόμενου ηλεκτρικού πεδίου.

Abstract

The ionic thermocurrents (I.T.C.) method was used in order to study relaxation phenomena of low symmetry complexes in $\text{CaF}_2 : \text{Gd}^{3+}$ crystals. The interpretation of the received spectra is based on a new mechanism in which we suggest changes in the equilibrium condition inside the crystal lattice as an effect of the applied electric field.

Τα τελευταία τριάντα χρόνια ελκύει ιδιαίτερα το ενδιαφέρον πολλών ερευνητών η μελέτη των κρυστάλλων του τύπου MF_2 με προσμίξεις τρισθενών ιδιτων σπανίων γαιών, λόγω της ιδιαίτερης σημασίας που έχουν τα φαινόμενα αποκατάστασης στις εν γένει ιδιότητες των ιοντικών κρυστάλλων. Οι έρευνες αυτές [1-5] γίνονται με τις μεθόδους:

α) των ιοντικών θερμορευμάτων (I.T.C.), β) του ηλεκτρονικού παραμαγνητικού συντονισμού (E.P.R.), γ) των διηλεκτρικών απωλειών (D.L.), κ.ά.

Στη βιβλιογραφία [2,6,7,8] διαπιστώνεται μία μεγάλη διασπορά στις τιμές της ενέργειες ενεργοποίησης E (από 0.30-0.52 eV) και του προεκθετικού παράγοντα τ_0 (από 1.2×10^{-13} - 1.4×10^{-16}) η οποία κατά τη γνώμη μας δεν δικαιολογείται από πειραματικά σφάλματα.

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκαν με τη μέθοδο I.T.C. τα χαμηλής συμμετρίας σύνθετα δίπλα σε κρυστάλλους $\text{CaF}_2 + \text{Gd}^{3+}$.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ

Η χρησιμοποιηθείσα μέθοδος είναι η I.T.C.

Η πειραματική διάταξη αποτελείται από:

- 1.- Συσκευή τοποθέτησης του κρυστάλλου μέσα στην οποία επικρατεί υψηλό κενό. (Κρυοστάτης).
- 2.- Ηλεκτρόμετρο για τη μέτρηση του θερμορεύματος (Carry 401).
- 3.- Τροφοδοτικό υψηλής συνεχούς τάσης (Kettley Instruments 0-3 KV).
- 4.- Καταγραφικό για την καταγραφή της χρονικής εξέλιξης του θερμορεύματος.

Οι κρύσταλλοι που χρησιμοποιήθηκαν είχαν προσμέξεις Gd^{3+} με συγκεντρώσεις 0.1% mole που παρασκευάσθηκαν στο Πανεπιστήμιο του Καζάν (Σοβιετική Ένωση) με τη μέθοδο Bridgman-Stockbarger.

Το Σχ. 1 δείχνει το φάσμα I.T.C. για τον κρύσταλλο $CaF_2 + Gd^{3+}$.

Παρατηρούνται τρεις κορυφές A, B, Γ με παραμέτρους:

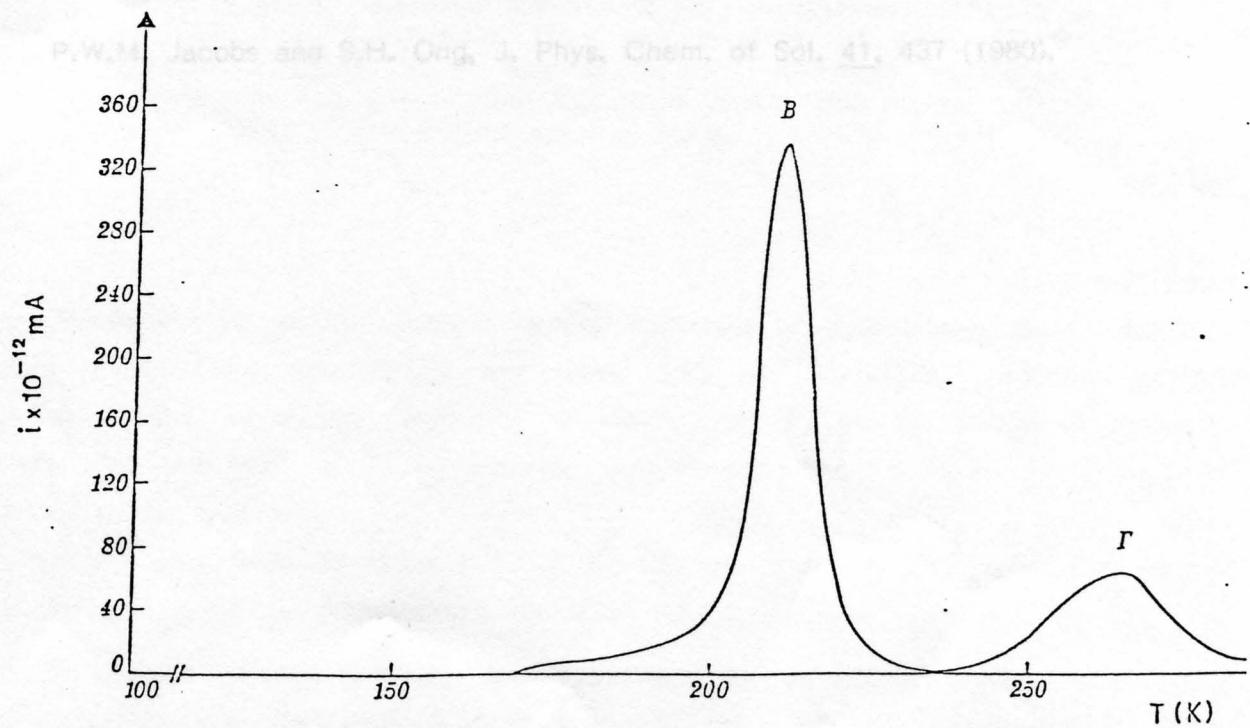
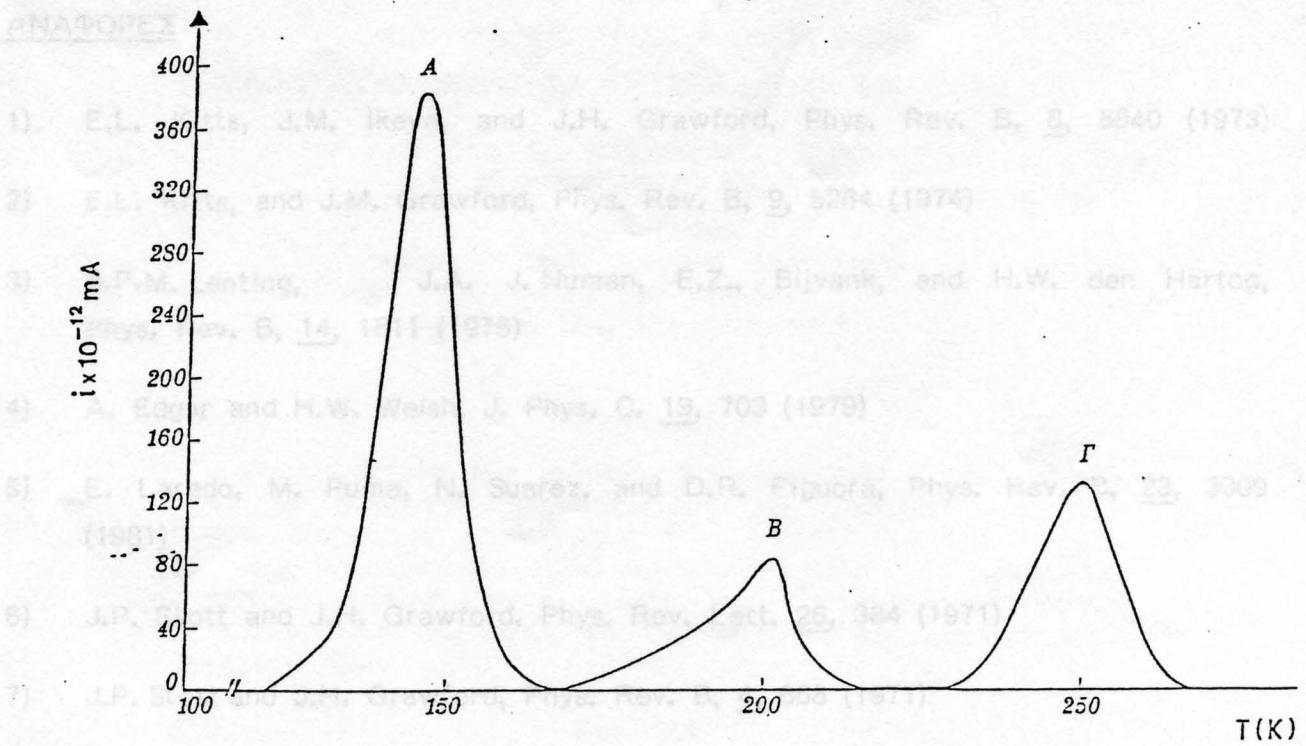
$$E_A = 0,32 \text{ eV}, \tau_{o_A} = 4.9 \times 10^{-10} \text{ sec}$$

$$E_B = 0,62 \text{ eV}, \tau_{o_B} = 4.8 \times 10^{-15} \text{ sec}$$

$$E_\Gamma = 0,81 \text{ eV}, \tau_{o_\Gamma} = 3.1 \times 10^{-15} \text{ sec}$$

Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία [2,6,7] η κορυφή A οφείλεται στο τετραγωνικό σύνθετο δίπολο $Gd^{3+} - F_i(C_{4V})$ τύπου I (n n). Η κορυφή B οφείλεται στο τριγωνικό σύνθετο δίπολο $Gd^{3+} - F_i(C_{3V})$ τύπου II (n n n). Για την κορυφή Γ δεν υπάρχει ομοφωνία. Μία άποψη είναι [9] διτι αυτή οφείλεται σε σχηματισμούς διπόλων (quadrupole dimers) χωρίς δμως να εξηγείται ο τρόπος προσανατολισμού των σε εφαρμοζόμενο ηλεκτρικό πεδίο.

Το Σχ. 2 δίδει το φάσμα I.T.C. δπως διαμορφώθηκε μετά από διαδοχικές λήψεις των φασμάτων I.T.C. κάτω από τις ίδιες πειραματικές συνθήκες. Παρατηρούμε διτι η κορυφή A έχει εξαφανισθεί ενώ η κορυφή B έχει αυξηθεί σημαντικά. Δηλαδή ένα ποσοστό των διπόλων τύπου I (n n) έχει μετατραπεί σε δίπολα τύπου II (n n n). Το φαινόμενο αυτό κατά τη γνώμη μας οφείλεται στο γεγονός διτι η εφαρμογή του ηλεκτρικού πεδίου δημιουργεί νέα κατάσταση στον κρύσταλλο με αποτέλεσμα οι εξουδετερωτές F^- (compensator) να πηγαίνουν σε διαφορετικές θέσεις από τις αρχικές.



$\Sigma \chi.2$

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- 1) E.L. Kitts, J.M. Ikeya, and J.H. Grawford, Phys. Rev. B, 8, 5840 (1973)
 - 2) E.L. Kitts, and J.M. Grawford, Phys. Rev. B, 9, 5264 (1974)
 - 3) B.P.M. Lenting, J.A. J. Numan, E.Z., Bijvank, and H.W. den Hartog, Phys. Rev. B, 14, 1811 (1976)
 - 4) A. Edgar and H.W. Welsh, J. Phys. C, 19, 703 (1979)
 - 5) E. Laredo, M. Puma, N. Suarez, and D.R. Figuora, Phys. Rev. B, 23, 3009 (1981)
 - 6) J.P. Stott and J.H. Grawford. Phys. Rev. Lett. 26, 384 (1971)
 - 7) J.P. Stott and J.H. Grawford, Phys. Rev. B, 4, 668 (1971)
 - 8) D.R. Stiefold and R.A. Huggins, J. Solid State Chem. 5, 15 (1972)
 - 9) P.W.M. Jacobs and S.H. Ong, J. Phys. Chem. of Sol. 41, 437 (1980).