

Φυσική Στερεάς Κατάστασης (ΕΤΥ 305), 17/1/2017.

Σε μονοδιάστατο νανοκαλώδιο με πλεγματική σταθερά $a = 2 \text{ \AA}$, τα φωνόνια έχουν ενέργειες από 0 έως 50 meV. Δίνεται $\hbar = 4.1 \times 10^{-15} \text{ eV s}$.

1. Βρείτε (με όποια μέθοδο θέλετε) την ταχύτητα του ήχου, c , στο νανοκαλώδιο.

Το Cr έχει θερμοκρασία Debye $\theta_D = 630 \text{ K}$, ατομικό βάρος $A = 52.0 \text{ g/mol}$, πυκνότητα $\rho_M = 7.14 \text{ g/cm}^3$, μέτρο ελαστικότητας $B = 160 \text{ GPa}$, σχηματίζει κρυσταλλική δομή bcc και ο λόγος των ταχυτήτων εγκάρσιων προς διαμηκών ταλαντώσεων είναι $c_t/c_l = 0.6$. Δίνεται $\frac{k_B}{\hbar} = 1.3 \times 10^{11} \text{ s}^{-1} \text{ K}^{-1}$. Υπολογίστε στο Cr τις ταχύτητες του ήχου

2. c_0

3. c

4. c_l και c_t .

5. Αποδείξτε ότι σε κάθε κρυσταλλικό στερεό ισχύει ο τύπος

$$d = \lambda \left(\frac{A}{\rho_M N_A} \right)^{1/3} \quad \text{όπου} \quad \lambda = \frac{d}{V_i^{1/3}}.$$

Στον παραπάνω τύπο d , A , ρ_M , N_A , V_i είναι η απόσταση γειτονικών ατόμων, το μέσο ατομικό βάρος των ατόμων, η πυκνότητα του υλικού, ο αριθμός Avogadro και ο όγκος ανά άτομο, αντίστοιχα.

6. Υπολογίστε την αριθμητική τιμή του λ για κάθεμιά από τις δομές fcc, bcc, sc και hcp. Για η hcp θεωρήστε ότι ισχύει $\frac{c}{a} = \sqrt{\frac{8}{3}}$ όπου a, c οι πλεγματικές σταθερές.

Bonus: συγκρίνετε τα λ για fcc και hcp και σχολιάστε.

7. Το V έχει $\rho_M = 6.1 \text{ g/cm}^3$, $d = 2.62 \text{ \AA}$ και $A = 50.9 \text{ g/mol}$. Από αυτά τα δεδομένα και μόνο, βρείτε αν το V σχηματίζει δομή fcc, bcc, sc ή hcp.

Συμπιέζουμε ένα μέταλλο δομής fcc ώστε η πλεγματική σταθερά να γίνει $a' = 0.9a$ όπου a η πλεγματική σταθερά σε μηδενική πίεση. Βρείτε πώς θα αλλάξει

8. Η θερμοκρασία Φέρμι, T_F και

9. Η θερμοκρασία Ντιμπάι, θ_D .

Δώστε απάντηση της μορφής $T'_F = xT_F$.

Θερμαίνουμε ένα μέταλλο το οποίο έχει αμελητέα θερμική διαστολή δηλαδή η πλεγματική σταθερά δεν αλλάζει με την θέρμανση. Βρείτε εαν θα αλλάξει (και γιατί)

10. (α) Ο αριθμός φωνονίων (β) η μέση ενέργεια των φωνονίων.

11. (α) Ο αριθμός ηλεκτρονίων (β) η μέση ενέργεια των ηλεκτρονίων.

Καλή επιτυχία!

Απαντήσεις

1. 760 ή 1200 m/s.
2. 4700 m/s.
3. 4800 m/s.
4. 7200 και 4300 m/s.
6. 1.12, 1.09, 1.00, 1.12, αντίστοιχα.
7. bcc
8. $T'_F = 1.2T_F$
9. $\Theta'_D = 1.2\Theta_D$.
10. (α) Ναι, (β) Ναι.
11. (α) Όχι, (β) Ναι.