

Φυσική Στερεάς Κατάστασης (ΕΤΥ 305), 27/1/2016.

(14 ερωτήματα συν τυπολόγιο δίνουν συνολικά $14 \times 0.8 + 0.5 = 11.7$ μονάδες).

Θέμα 1: Ο Cu έχει πυκνότητα $\rho_M = 9.0 \text{ g/cm}^3$, κρυσταλλική δομή fcc, σθένος $\zeta = 1$ και ατομικό βάρος $A = 63.5 \text{ g/mol}$. Υπολογίστε:

1. Την πλεγματική σταθερά, a .
2. Την θερμοκρασία Φέρμι, T_F .
3. Την ειδική θερμότητα (θερμοχωρητικότητα δια μάζα, στους 500 K).
4. Το μήκος του μικρότερου, μη μηδενικού, διανύσματος του αντιστρόφου πλέγματος.

Θέμα 2: Ο Fe φτιάχνει υπό κανονικές συνθήκες κρυσταλλική δομή bcc, αλλά υπάρχει και σε δομή fcc καθώς και σε δομή sc. Η απόσταση γειτονικών ατόμων είναι ίδια και στις τρεις δομές. Σε κάθενα από τα παρακάτω θέματα, σας δίνεται μια ιδιότητα του Fe στην δομή bcc. Υπολογίστε την τιμή της ίδιας ποσότητας 1) για την δομή fcc και 2) για την δομή sc.

1. Πλεγματική σταθερά $a = 2.9 \text{ \AA}$.
2. Ταχύτητα Φέρμι, $2.0 \times 10^6 \text{ m/s}$.
3. Μέτρο ελαστικότητας, 173 GPa.
4. Ειδική θερμότητα (θερμοχωρητικότητα δια μάζα, στους 500 K), $450 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$.

Θέμα 3: Σε μονοδιάστατο νανοκαλώδιο με πλεγματική σταθερά $a = 2 \text{ \AA}$ και ένα ηλεκτρόνιο σθένους ανά άτομο, η ζώνη ενεργειών των ηλεκτρονίων βρίσκεται στο διάστημα από -7 eV έως -3 eV . Βρείτε:

1. Την σχέση ενέργειας-κυματάριθμου των ηλεκτρονίων του συστήματος στο μοντέλο LCAO.
2. Την ενεργό μάζα των ηλεκτρονίων διά την μάζα τους, m_*/m , για μεγάλα μήκη κύματος.
3. Την ενέργεια Φέρμι, E_F .
4. Την πυκνότητα καταστάσεων στην ενέργεια Φέρμι, $\rho(E_F)/N$ (N = αριθμός ηλεκτρονίων).

Θέμα 4: Η τρίτη γραμμή του περιοδικού πίνακα περιέχει κατά σειρά τα στοιχεία Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl, Ar. Ο αριθμός σύνταξης, z , είναι ο μέσος αριθμός γειτόνων των ατόμων του υλικού.

1. Σε ποιο από τα υλικά AlP, NaMg, Ar, NaAl, έχουμε τον μικρότερο z και γιατί;
2. Σε ποιο από τα υλικά NaAl, AlP, Si, MgS, έχουμε τον μεγαλύτερο z και γιατί;

Σταθερές και Ατομικές μονάδες :

$$\begin{aligned} R &= 8.3 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}, & m &= 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}, & e &= 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}, \\ \hbar &= 1.1 \times 10^{-34} \text{ J s}, & c &= 3.0 \times 10^8 \text{ m/s}, & N_A &= 6.0 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}, \\ \epsilon_0 &= 8.9 \times 10^{-12} \text{ F/m}, & k_B &= 1.4 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}, & m_p &= 1840m, \\ \alpha_B &= \frac{4\pi\epsilon_0\hbar^2}{me^2} = 0.53 \text{ \AA}, & E_0 &= \frac{\hbar^2}{ma_B^2} = 27.2 \text{ eV}, & T_0 &= \frac{E_0}{k_B} = 316000 \text{ K}, \end{aligned}$$

Απαντήσεις

Θ1

1. 3.6 \AA
2. 51500 K
3. 390 J/(kg K)
4. $3 \times 10^{10} \text{ m}^{-1}$.

Θ2

1. $\text{fcc}=3.6 \text{ \AA}$, $\text{sc}=2.5 \text{ \AA}$.
2. $\text{fcc}=2.5 \times 10^6 \text{ m/s}$, $\text{sc}=1.6 \times 10^6 \text{ m/s}$
3. $\text{fcc}=544 \text{ GPa}$, $\text{sc}=54 \text{ GPa}$.
4. ίδια σε όλες τις δομές.

Θ3

1. $E(k) = -5 - 2 \cos 2k$ (k σε \AA^{-1} , E σε eV).
2. 0.96
3. -5 eV .
4. 0.16 eV^{-1} .

Θ4

1. AlP.
2. NaAl.