

# Φυσική Στερεάς Κατάστασης: Εισαγωγή (ΕΤΥ 305)

Τελική Εξέταση, 25/1/2011

**Θέμα 1.** (2.5 μονάδες) Το άτομο του Κ έχει σθένος 1 και ατομικό βάρος 39.1 g/mol. Η κίνηση των ηλεκτρονίων στο μεταλλικό Κ περιγράφεται από το μοντέλλο Jellium με παράμετρο  $\gamma = 6.51 \text{ eV \AA}$ . Υπολογίστε: (α) Την πλεγματική σταθερά σε  $\text{\AA}$  (δομή bcc). (β) Το μέτρο ελαστικότητας σε GPa. (γ) Την ταχύτητα Fermi σε km/s. (δ) Την ενέργεια Debye σε meV. Δίνεται η παράμετρος:  $f = 1.2$ . (ε) Τον συντελεστή θερμικής διαστολής στους 300K σε  $\text{K}^{-1}$ .

**Θέμα 2.** (2.0 μονάδες) Υπολογίστε την ενέργεια Fermi σε διδιάστατο τετραγωνικό πλέγμα σταθεράς  $a$ : (α) Με μοντέλο Jellium:  $E = \frac{\hbar^2 k^2}{2m}$  και (β) Με μοντέλο LCAO με  $\epsilon = 4|V_2|$ ,  $V_2 = -\frac{\hbar^2}{2ma^2}$  και ενέργεια Fermi στο μέσον της ζώνης.

**Θέμα 3.** (3.0 μονάδες) Η μέση απομάκρυνση ατόμου από τη θέση ισορροπίας ισούται με

$$\langle x^2 \rangle = \frac{\hbar^2}{3N_i m_i} \int_0^\infty \left( n(\epsilon) + \frac{1}{2} \right) \frac{\phi(\epsilon)}{\epsilon} d\epsilon.$$

Στον παραπάνω τύπο,  $N_i$  είναι ο αριθμός ατόμων του υλικού,  $m_i$  η μάζα του κάθε ατόμου,  $\phi(\epsilon)$  η πυκνότητα καταστάσεων φωνονίων και  $n(\epsilon)$  ο μέσος αριθμός φωνονίων σε κάθε κατάσταση.

(α) (0.5) Δείξτε ότι το δεξί και το αριστερό μέρος έχουν ίδιες διαστάσεις.

(β) (1.5) Δείξτε ότι  $\langle x^2 \rangle = x_T^2 + x_0^2$ , με τιμές (στο μοντέλο Debye και για  $T > \Theta_D$ ):

$$x_0 = \sqrt{\frac{3\hbar^2}{4m_i\omega_D}}, \quad \text{και} \quad x_T \approx \sqrt{\frac{3k_B T}{m_i\omega_D^2}}.$$

(γ) (1.0) Πόσο είναι τα  $x_T, x_0$  σε  $\text{\AA}$  για ένα τυπικό μέταλλο στους 300 K; Τι συμπεραίνετε;

**Θέμα 4.** (2.0 μονάδες) Μεταλλικό πλακίδιο  $5\text{cm} \times 5\text{cm}$  και πάχους  $0.1\text{cm}$  συνδέεται από τα μέσα των δυο απέναντι πλευρών με πηγή ρεύματος 1 A, ενώ κάθετα στο πλακίδιο υπάρχει μαγνητικό πεδίο 1T. Εκτιμήστε τις τάσεις ανάμεσα στις απέναντι πλευρές του πλακιδίου.

Δίνονται οι ατομικές μονάδες:

$$\alpha_B = 0.53 \text{ \AA}, \quad E_0 = 27.2 \text{ eV}, \quad v_0 = 2.200 \times 10^6 \text{ m/s}, \quad P_0 = 2.9 \times 10^7 \text{ Pa}, \\ T_0 = 316000 \text{ K}, \quad B_0 = 2.4 \times 10^5 \text{ T}, \quad \rho_{\eta 0} = 2.19 \times 10^{-7} \text{ \Omega m}, \quad \mathcal{E}_0 = 51.4 \text{ V/m},$$

και οι σταθερές:

$$m = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}, \quad e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}, \quad \hbar = 1.05 \times 10^{-34} \text{ J s}, \quad c = 3.0 \times 10^8 \text{ m/s}, \\ N_A = 6.0 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}, \quad \epsilon_0 = 8.9 \times 10^{-12} \text{ F/m}, \quad k_B = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$$

Καλή επιτυχία!