

Φυσική Στερεάς Κατάστασης (ETY 305): Ειδική Εξέταση, 23/6/2014.

Θέμα 1 (4 μον.) Για τον στερεό Ag υπολογίστε

(α) την απόσταση γειτονικών ατόμων, d και την παράμετρο r_i .

(β) την μέση κινητική ενέργεια των ηλεκτρονίων σθένους.

(γ) την μέση ταχύτητα του ήχου, c .

(δ) τις ενέργειες των πλασμονίων, $\hbar\omega_p$ και $\hbar\omega_{pi}$. Δίνεται $\omega_p^2 = \frac{ne^2}{m\epsilon_0}$.

Θέμα 2 (2 μον.) Περιγράψτε το αντίστροφο πλέγμα και σχεδιάστε την ζώνη Brillouin για το ορθορομβικό πλέγμα. Υπενθυμίζεται ότι στο ορθορομβικό πλέγμα Bravais η θεμελιώδης κυψελίδα είναι ορθογώνιο παραλληλεπίπεδο με πλευρές a , b και c .

Θέμα 3 (4 μον.) Η ενέργεια του στερεού λόγω κίνησης των ιόντων δίνεται από την

$$U_i = \int_{-\infty}^{\infty} \epsilon(n(\epsilon) + \frac{1}{2})\phi(\epsilon)d\epsilon,$$

όπου $n(\epsilon)$ δίνεται από την κατανομή Bose και $\phi(\epsilon)$ είναι η πυκνότητα μονοφωονιακών καταστάσεων.

(α) Βρείτε μια προσεγγιστική έκφραση για την U_i σε ψηλές θερμοκρασίες, $\beta\epsilon \ll 1$. (Υπόδειξη: πάρτε το ανάπτυγμα Taylor του $\epsilon n(\epsilon)$). Έπειτα, αποδείξτε ότι, σε ψηλές θερμοκρασίες,

$$C_V \equiv \frac{\partial U_i}{\partial T} \approx 3N_i k_B \left(1 - \frac{F}{T^2}\right), \quad \text{όπου} \quad F = \frac{1}{36N_i k_B^2} \int_{-\infty}^{\infty} \epsilon^2 \phi(\epsilon) d\epsilon.$$

(β) Δείξτε ότι στο μοντέλο Debye η σταθερά F του ερωτήματος (α) έχει την τιμή $F = \frac{\Theta_D^2}{20}$.

Σταθερές και Ατομικές μονάδες :

$$R = 8.3145 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1},$$

$$\hbar = 1.05 \times 10^{-34} \text{ J s},$$

$$\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ F/m},$$

$$\alpha_B = \frac{4\pi\epsilon_0\hbar^2}{me^2} = 0.529 \text{ \AA},$$

$$\omega_0 = \frac{u_0}{\alpha_B} = 4.13 \times 10^{16} \text{ Hz},$$

Ανάπτυγματα Taylor: $f(x+x_0) = f(x_0) + f'(x_0)(x-x_0) + \frac{1}{2!}f''(x_0)(x-x_0)^2 + \dots$

$$\frac{x}{e^x - 1} = 1 - \frac{x}{2} + \frac{x^2}{12} - \dots$$

$$\zeta = 1$$

$$\rho_M = 10.5 \text{ g/cm}^3,$$

$$m = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kgr},$$

$$c = 3.00 \times 10^8 \text{ m/s},$$

$$k_B = 1.381 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1},$$

$$E_0 = \frac{\hbar^2}{ma_B^2} = 27.211 \text{ eV},$$

$$\rho_{\eta 0} = \frac{\hbar a_B^2}{e^2} = 2.17 \times 10^{-7} \text{ \Omega m},$$

$$(1+x)^a = 1 + ax + \frac{1}{2}a(a-1)x^2 + \dots$$

Ιδιότητες του μετάλλου Ag:

$$A = 107.9 \text{ g/mol}$$

$$\rho_{\eta} = 1.61 \times 10^{-8} \text{ \Omega m}$$

$$e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C},$$

$$N_A = 6.022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1},$$

$$m_p = 1836.2m,$$

$$u_0 = \sqrt{\frac{E_0}{m}} = 2187.77 \text{ km/s},$$

$$T_0 = \frac{E_0}{k_B} = 315773 \text{ K},$$

$$\sin x = x - \frac{x^3}{6} + \dots$$

$$\text{δομή fcc με } a = 4.09 \text{ \AA}$$

$$\Theta_D = 215 \text{ K}.$$