

**Φυσική Στερεάς Κατάστασης (ETY 305): Επαναληπτική Εξέταση, 10/9/2014.**

**Όνοματεπώνυμο:**

**ΑΜ:**

**Θέμα 1 (4 μον.)**

Συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα για μέταλλο δομής **bcc**. Σε κάθε κυψέλη, δώστε τη σχέση που δίνει την ποσότητα της γραμμής αν γνωρίζουμε **μόνο** την ποσότητα της αντίστοιχης στήλης. Ο αριθμός ηλεκτρονίων σθένους,  $\zeta$ , και το ατομικό βάρος,  $A$  θεωρούνται γνωστά. Δίνεται για παράδειγμα η σχέση που δίνει το  $n$  αν γνωρίζουμε το  $\alpha$ .

	$\rho_M$	$\alpha$	$d$	$n$	$n_i$	$r_s$	$r_i$	$V_i$
$\rho_M$	-							
$\alpha$		-						
$d$			-					
$n$		$n = \frac{2\zeta}{\alpha^3}$		-				
$n_i$					-			
$r_s$						-		
$r_i$							-	
$V_i$								-

*Ορισμοί:*  $\rho_M$ : πυκνότητα μάζας,  $\alpha$ : πλεγματική σταθερά,  $d$ : απόσταση γειτονικών ατόμων,  $n$ : αριθμός ηλεκτρονίων σθένους ανά μονάδα όγκου,  $n_i$ : αριθμός ατόμων ανά μονάδα όγκου,  $r_s$ : η ακτίνα σφαίρας με όγκο ίσο με τον όγκο ανά ηλεκτρονιο σθένους,  $r_i$ : η ακτίνα σφαιρας με όγκο ίσο με τον όγκο ανά άτομο,  $V_i$ : ο όγκος ανά άτομο.

**Θέμα 2 (3 μον.)**

Θεωρήστε **μονοδιάστατο** νανοκαλώδιο αποτελούμενο από αλυσίδα ατόμων μετάλλων. Οι παρακάτω **λανθασμένες** προτάσεις αφορούν την πυκνότητα καταστάσεων των ηλεκτρονίων σθένους ανά ηλεκτρονιο,  $\rho_e(E) \equiv \rho(E)/N$ , τον κυματάριθμο Fermi,  $k_F$  και την ενέργεια Fermi,  $E_F$ . Βρείτε το λάθος σε κάθε περίπτωση.

1)  $E = ak$  και  $\rho_e(E) = bE^{-2}$ , όπου  $a, b$  είναι σταθερές.

2)  $\rho_e(E) = \begin{cases} 0, & E < 0 \\ 1.4E^{-\frac{1}{2}} \times 10^{10} J^{-1}, & E \geq 0 \end{cases}$ ,  $E$  σε J και  $E_F = 3.6 \times 10^{-18} J$ .

3)  $k_F = 1.4 \times 10^{-10} m$ .

*Το θέμα συνεχίζεται στην επόμενη σελίδα.*

4)  $E_F = ak_F^3$ , όπου  $a = 7.2 \times 10^{-29} \text{ m}^5 \text{ kg} / \text{s}$ .

5)  $E_F = 5.8 \times 10^{-22} \text{ J}$ .

6)  $2 \int_0^{E_F} \rho_e(E) E dE = 1.3 E_F$ .

**Θέμα 3** (3 μον.)

Η θερμοκρασία τήξεως,  $T_m$ , μπορεί να εκτιμηθεί θεωρώντας ότι το στερεό λιώνει όταν τα άτομα ταλαντώνονται τόσο πολύ ώστε η μέση απομάκρυνση από τη θέση ισορροπίας,  $r_\theta$ , ενός ατόμου σε ένα στερεό γίνει ίση με το ένα δέκατο της απόστασης γειτονικών ατόμων, δηλαδή ίση με  $d/10$ . Δίνεται ότι στο μοντέλο Debye ισχύει  $r_\theta = \sqrt{\frac{9\hbar^2 k_B T}{m_i \epsilon_D^2}}$ .

(α) Δειξτε ότι η έκφραση που δίνει το  $T_m$  ενός μετάλλου δομής fcc συναρτήσει του ατομικού βάρους,  $A$ , της πλεγματικής σταθεράς,  $\alpha$  και της θερμοκρασίας Debye,  $\Theta_D$  είναι  $T_m = CA\alpha^2\Theta_D^2$ . Προσδιορίστε την σταθερά  $C$ .

(β) Υπολογίστε την θερμοκρασία τήξεως για τα παρακάτω μέταλλα δομής fcc:

Μέταλλο	$A$ (g/mol)	$\alpha$ (Å)	$\Theta_D$ (K)	$T_m$ (K)
Al	27.0	4.05	428	
Cu	63.5	3.61	344	
Au	197	4.08	170	
Pb	207	4.95	105	

Σταθερές και Ατομικές μονάδες :

$R = 8.3145 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ,	$m = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kgr}$ ,	$e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ ,
$\hbar = 1.05 \times 10^{-34} \text{ J s}$ ,	$c = 3.00 \times 10^8 \text{ m/s}$ ,	$N_A = 6.022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ ,
$\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ F/m}$ ,	$k_B = 1.381 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$ ,	$m_p = 1836.2m$ ,
$\alpha_B = \frac{4\pi\epsilon_0\hbar^2}{me^2} = 0.529 \text{ Å}$ ,	$E_0 = \frac{\hbar^2}{ma_B^2} = 27.211 \text{ eV}$ ,	$u_0 = \sqrt{\frac{E_0}{m}} = 2187.77 \text{ km/s}$ ,
$\omega_0 = \frac{u_0}{\alpha_B} = 4.13 \times 10^{16} \text{ Hz}$ ,	$\rho_{\eta 0} = \frac{\hbar a_B^2}{e^2} = 2.17 \times 10^{-7} \text{ Ω m}$ ,	$T_0 = \frac{E_0}{k_B} = 315773 \text{ K}$ ,