

# Φυσική Στερεάς Κατάστασης: Εισαγωγή

Τελική Εξέταση, 10/1/2013<sup>1</sup>

## Θέμα 1 (3μ)

Υπολογίστε για τον Ag την θερμοκρασία Fermi, την θερμοκρασία Debye και την θερμοκρασία όπου η θερμοχωρητικότητα λόγω ηλεκτρονίων ισούται με την θερμοχωρητικότητα λόγω φωνονίων. Δίνεται η σχέση των ταχυτήτων ήχου  $c = 0.58 c_0$ .

## Θέμα 2 (3μ)

Υπολογίστε την διηλεκτρική συνάρτηση υλικού,  $\epsilon(\omega)$ , όταν σε κάθε ηλεκτρόνιο του υλικού ασκούνται οι εξής δυνάμεις:

(α) ηλεκτρική,  $-eE$  ( $e$  το φορτίο ηλεκτρονίου και  $E$  η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου).

(β) τριβή  $-m\nu v$  ( $m$  η μάζα του ηλεκτρονίου,  $\nu$  η ταχύτητα και  $\tau$  παράμετρος του υλικού),

(γ) επαναφοράς,  $-m\omega_0^2 u^2$ , ( $\omega_0$  = παράμετρος του υλικού και  $u$  η μετατόπιση,  $v=du/dt$ ).

Θεωρήστε ότι η κίνηση είναι αρμονική ώστε  $a=dv/dt=-i\omega u$  και  $v=du/dt=-i\omega u$ .

Υπόδειξη: Γράψτε την εξίσωση του Νεύτωνα, και κατόπιν βρείτε την σχέση μεταξύ πυκνότητας ρεύματος ( $j=-nev$ ,  $n$  η συγκέντρωση ηλεκτρονίων) και έντασης ηλ. πεδίου,  $E$ . Χρησιμοποιήστε τον  $j=\sigma E$  για να βρείτε την  $\sigma$  και την  $\epsilon=\epsilon_0+i\sigma/\omega$  για να βρείτε την  $\epsilon$ .

## Θέμα 3 (3μ)

Ένα μονοδιάστατο νανοκαλώδιο Ag έχει μήκος 1 nm και η απόσταση γειτονικών ατόμων είναι 0.36 nm. Η αλληλεπίδραση μεταξύ γειτονικών ατόμων μπορεί να προσεγγιστεί από ελατήρια σταθεράς  $\kappa=50$  N/m. Η κίνηση των ηλεκτρονίων περιγράφεται από το μοντέλο Jellium. Υπολογίστε την ταχύτητα του ήχου και την ταχύτητα Fermi σε αυτό το σύστημα.

## Θέμα 4 (2μ)

Για τον στερό Ag θεωρήστε ένα άτομο στην αρχή των αξόνων. Γράψτε τις συνιστώσες των διανυσμάτων που συνδέουν το άτομο αυτό με τα πλησιέστερα γειτονικά του άτομα (πχ ένα τέτοιο διάνυσμα είναι το (2.04, 2.04, 0.0)).

Καλή επιτυχία!

---

<sup>1</sup>  $\hbar = 1.1 \times 10^{-34}$  J s,  $e = 1.6 \times 10^{-19}$  A s,  $m = 9.1 \times 10^{-31}$  kg,  $N_A = 6.0 \times 10^{23}$  mol<sup>-1</sup>,  
 $\epsilon_0 = 8.9 \times 10^{-12}$  A<sup>2</sup> s<sup>4</sup> kg<sup>-1</sup> m<sup>-3</sup>,  $c = 3.0 \times 10^8$  m s<sup>-1</sup>,  $k_B = 1.4 \times 10^{-23}$  J K<sup>-1</sup>.

$\alpha_B = 4\pi\epsilon_0\hbar^2/(me^2) = 0.53$  Å,  $\hbar^2/(m\alpha_B^2) = e^2/(4\pi\epsilon_0\alpha_B) = 27.2$  eV =  $4.36 \times 10^{-18}$  J.

Για τον Ag: δομή fcc με  $a=4.08$  Å,  $A=108$  g/mol,  $\zeta=1$ ,  $B=101$  GPa,