

**ΣΧΟΛΗ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**  
**ΤΕΛΙΚΗ ΕΞΕΤΑΣΗ ΣΤΗ ΦΥΣΙΚΗ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΕΝΗΣ ΥΔΗΣ**

Διδάσκοντες: Κ. Παρασκευαδης, Ι. Ράπτης

Διάρκεια 2 ώρες

2/7/2012

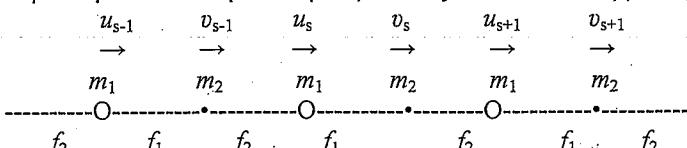
1. (30%) Δίνεται το επίπεδο  $(010)_{bcc}$  του χωροκεντρωμένου κυβικού πλέγματος (bcc).  
 (α) Ποια γωνία σχηματίζει αυτό το επίπεδο με το  $(010)_{sc}$  του απλού κυβικού πλέγματος (sc);  
 (β) Ποιοι είναι οι δείκτες Miller αυτού του επιπέδου ως προς ένα απλό κυβικό πλέγμα (sc) και ως προς ένα εδροκεντρωμένο κυβικό πλέγμα (fcc);  
 (γ) Να σχεδιάσετε ένα τέτοιο επίπεδο.  
 (δ) Να βρείτε τις αποστάσεις μεταξύ διαδοχικών επιπέδων όταν το πλέγμα είναι sc, bcc και fcc, και να σχεδιάσετε τα διαδοχικά επίπεδα.

2. (30%) Ημιαγωγός με έμμεσο ενεργειακό χάσμα  $E_g=1.2$  eV έχει ενεργές μάζες πυκνότητας καταστάσεων ηλεκτρονίων ( $m_{e,Dos}^*$ ) και οπών ( $m_{h,Dos}^*$ ) ίσες μεταξύ τους και ίσες με τη μισή μάζα του ελεύθερου ηλεκτρονίου. (α) Να υπολογίσετε την ενδογενή πυκνότητα φορέων του ημιαγωγού σε θερμοκρασία  $T=300K$ . (β) Αν οι ευκινησίες ηλεκτρονίων και οπών, σε θερμοκρασία  $T=300K$ , είναι αντίστοιχα  $\mu_e = 1000 \text{ cm}^2/Vs$  και  $\mu_h = 500 \text{ cm}^2/Vs$ , να υπολογίσετε: (β<sub>1</sub>) την αγωγιμότητα του υλικού, (β<sub>2</sub>) τις οριακές ταχύτητες ολίσθησης ηλεκτρονίων και οπών, όταν ευρίσκονται σε περιοχές όπου έχουν εφαρμοσθεί τυπικές διαφορές δυναμικού  $\Delta V = 1 \text{ Volt}$ , μεταξύ τυπικών αποστάσεων  $\Delta l = 1 \mu m$ , και να τις συγκρίνετε με τις τυπικές θερμικές ταχύτητες σε θερμοκρασία  $T=300K$ . (γ) Από των παραπάνω ημιαγωγό κατασκευάζουμε επαφή  $p-n$ , με προσμίξεις, στις αντίστοιχες περιοχές,  $N_A = 10^{15} \text{ cm}^{-3}$  και  $N_D = 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ , που θεωρούνται ολικά ιονισμένες. Να υπολογίσετε: (γ<sub>1</sub>) το είδος και την συγκέντρωση φορέων μειονότητας (μειοψηφίας) σε κάθε περιοχή  $(p,n)$ , (γ<sub>2</sub>) το δυναμικό επαφής, και (γ<sub>3</sub>) να κάνετε ένα σχεδιάγραμμα των ενεργειακών ζωνών στην περιοχή της επαφής  $p-n$ .

Μάζα ελεύθερου ηλεκτρονίου:  $m_0 = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$ , Φορτίο ηλεκτρονίου:  $e = -1.6 \times 10^{-19} C$

$$kT(300K) \approx 26 \text{ meV}, \quad 1eV = 1.6 \times 10^{-19} J, \quad \hbar = 6.58 \times 10^{-16} eVs$$

3. (40%) Δίνεται μία γραμμική αλυσίδα με άτομα που έχουν μάζες  $m_1$  και  $m_2$ . Τα άτομα αλληλεπιδρούν μόνο με τους πλησιέστερους γείτονές τους. Οι σταθερές ελατηρίου μεταξύ διαδοχικών μαζών έχουν τις τιμές  $f_1$  και  $f_2$  εναλλάξ, όπως δείχνει το σχήμα. Υποθέτουμε ότι αλληλεπιδρούν μόνο οι πλησιέστεροι γείτονες. Η απόσταση μεταξύ διαδοχικών μαζών είναι  $b$ .



- (α) Να γράψετε τις εξισώσεις κίνησης για τα άτομα με απόκλιση  $u_s$  και  $v_s$  από τη θέση ισορροπίας τους.

(β) Θεωρήστε ότι  $f_1 = 2f$ ,  $f_2 = f$ ,  $m_1 = m$ , και  $m_2 = 2m$

(βi) Να βρείτε τη σχέση διασποράς. (βii) Να βρείτε τις τιμές του ω για  $q = 0$ , για  $q = \pi/(4b)$  και στα όρια της ζώνης Brillouin και να κάνετε μία γραφική παράσταση της σχέσης διασποράς.

(βiii) Επιτρέπεται το σύστημα να ταλαντώνεται με  $\omega = \sqrt{\frac{f}{m}}$ ; Εάν ΟΧΙ: Γιατί; Εάν ΝΑΙ: σε ποιον κλάδο ανήκει η ταλάντωση αυτή;

ΜΠΟΡΕΙΤΕ ΝΑ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΕΤΕ ΒΙΒΛΙΟ: **ΦΥΣΙΚΗ ΣΤΕΡΕΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ** (Τόμος 1)  
 του Σ. -Η. ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΥ

**ΚΑΛΗ ΕΙΝΤΥΧΙΑ**