

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

Διδάσκοντες: Κ. Παρασκευαΐδης, I. Ράπτης

Διάρκεια 2 ώρες

8/7/2013

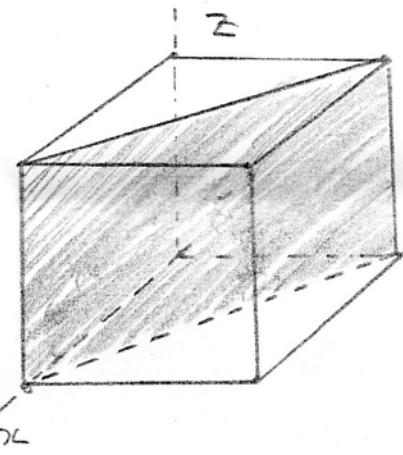
1) Δίνεται το επίπεδο $(1\bar{1}1)_{bcc}$ του χωροκεντρωμένου κυβικού πλέγματος (bcc).

(α) Ποιοι είναι οι δείκτες Miller αυτού του επιπέδου ως προς ένα απλό κυβικό πλέγμα (sc) και ως προς ένα εδροκεντρωμένο κυβικό πλέγμα (fcc);

(β) Να σχεδιάσετε ένα τέτοιο επίπεδο.

(γ) Να βρείτε τις αποστάσεις μεταξύ διαδοχικών επιπέδων όταν το πλέγμα είναι sc, bcc και fcc, και να σχεδιάσετε τα διαδοχικά επίπεδα.

(δ) Ποια γωνία σχηματίζει αυτό το επίπεδο, $(1\bar{1}1)_{bcc}$, με το επίπεδο που φαίνεται στο σχήμα;



2) Θεωρήστε ένα πλέγμα με θεμελιώδη διανύσματα βάσης $\vec{a} = 5a\hat{x}$, $\vec{b} = 3a\hat{y}$ και $\vec{c} = a\hat{z}$.

(α) Να βρείτε τα θεμελιώδη διανύσματα του αντιστρόφου πλέγματος \vec{a}^* , \vec{b}^* και \vec{c}^* .

(β) Να σχεδιάσετε, στο επίπεδο (x,y) , την πρώτη και τη δεύτερη ζώνη Brillouin.

(γ) Ηλεκτρόνια κινούνται σε αυτό το διδιάστατο «κενό πλέγμα» $U(\vec{r}) = 0$. Η καμπύλη σταθερής ενέργειας είναι $E = \frac{8\hbar^2}{225m} \left(\frac{\pi}{a}\right)^2$. Σε ποιες ζώνες Brillouin υπάρχουν ηλεκτρόνια; Αιτιολογήστε την απάντησή σας.

3) Ο τριψερής ημιαγωγός $Al_{0.38}Ga_{0.62}As$, χαρακτηρίζεται από τα παρακάτω τοπικά ελάχιστα της ζώνης αγωγμότητας, (σε σχέση με το μέγιστο της ζώνης σθένους): $E_\Gamma = E_X = 1.9\text{ eV}$ και $E_L = 1.98\text{ eV}$. Υποθέστε ότι οι ενεργές πυκνότητες καταστάσεων των ηλεκτρονίων, στα τρία ακρότατα, είναι $N_\Gamma = N_X = N_L / 10$ και $N_V = 2N_\Gamma$, (όπου, N_V = ενεργός πυκνότητα καταστάσεων οπών στο μέγιστο της ζώνης σθένους). (α) Να γραφεί η συνθήκη υπολογισμού της ενδογενούς στάθμης Fermi, (λαμβάνοντας υπόψη τα τρία ακρότατα, Γ , X , L) και να προσδιορισθεί η τιμή της, σε σχέση με το μέγιστο της ζώνης σθένους. (β) Πόσο διαφέρει η τιμή που υπολογίσατε από την τιμή που θα προέκυπτε, αν δεν λαμβάνατε υπόψη σας το ακρότατο στο σημείο L ; (γ) Αν υποθέσουμε ότι οι τιμές των E_Γ, E_X, E_L , (ως προς την E_V) καθώς και των ενεργών μαζών των ηλεκτρονίων, σε όλα τα ακρότατα, δεν μεταβάλλονται με τη θερμοκρασία, διερευνήστε αν υπάρχει η δυνατότητα, για κάποια θερμοκρασία, να υπάρχει στο ακρότατο του σημείου L ίσος ή περισσότερος πληθυσμός ηλεκτρονίων απ' ότι στα άλλα δύο ακρότατα Γ και X , μαζί. Αν OXI: γιατί; Αν NAI: σε ποια θερμοκρασία συμβαίνει αυτό; (δ) Αν είναι γνωστό ότι η ενδογενής συγκέντρωση φορέων είναι $n_i \approx 10^3 \text{ cm}^{-3}$, να υπολογιστούν τα N_Γ, N_X, N_L, N_V .