

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

Διδάσκοντες: Κ. Παρασκευαΐδης, Ι. Ράπτης

Διάρκεια 2 ώρες

25/9/2012

- 1) Δίνεται το επίπεδο $(112)_{fcc}$ του εδροκεντρωμένου κυβικού πλέγματος (fcc) και το επίπεδο $(\bar{1}11)_{bcc}$ στο χωροκεντρωμένο κυβικό πλέγμα.
- (α) Να βρείτε τους δείκτες Miller αυτών των επιπέδων ως προς το απλό κυβικό πλέγμα.
 (β) Να σχεδιάσετε αυτά τα δύο επίπεδα.
 (γ) Να βρείτε τη γωνία μεταξύ αυτών των δύο επιπέδων.
 (δ) Να βρείτε τους δείκτες Miller ως προς το απλό κυβικό πλέγμα ενός επιπέδου το οποίο είναι κάθετο στα δύο προαναφερθέντα επίπεδα. Να σχεδιάσετε το επίπεδο αυτό
- 2) Το σχήμα δείχνει τις δύο πρώτες ζώνες Brillouin ενός ορθογωνίου πλέγματος στο επίπεδο (x,y) , το οποίο έχει μήκος ακμών $\vec{a} = 2a\hat{x}$ και $\vec{b} = 3a\hat{y}$.
- (α) Να βρείτε τα θεμελιώδη διανύσματα του αντιστρόφου πλέγματος \vec{a}^* και \vec{b}^* .
 (β) Να σχεδιάσετε την τρίτη ζώνη Brillouin.
 (γ) Να κάνετε την αναγωγή της τρίτης ζώνης Brillouin στην πρώτη ζώνη Brillouin.
 (δ) Ηλεκτρόνια κινούνται σε αυτό το διδιάστατο «κενό πλέγμα» $U(\vec{r}) = 0$. Η καμπύλη σταθερής ενέργειας είναι $E = \frac{2\hbar^2}{9m} \left(\frac{\pi}{a}\right)^2$. Σε ποιες ζώνες Brillouin υπάρχουν ηλεκτρόνια; Αιτιολογήστε την απάντησή σας.
- 3) Ημιαγωγός τύπου IV έχει, σε $T=300K$, ενεργειακό χάσμα $E_g=1.1$ eV, και ενεργές πυκνότητες καταστάσεων: $N_V=1.04\times10^{19}$ cm $^{-3}$, $N_C=2.8\times10^{19}$ cm $^{-3}$. (α) Υπολογίστε την ενδογενή πυκνότητα φορέων του ημιαγωγού, σε θερμοκρασία $T=300K$. (β) Αποδείξτε την σχέση που συνδέει την ενδογενή στάθμη Fermi του ημιαγωγού, με τα μεγέθη E_C , E_V , N_C , N_V , T , και υπολογίστε την τιμή του, σε θερμοκρασία $T=300K$. (γ) Ο ημιαγωγός νοθεύεται με δότες, συγκέντρωσης 10^{15} cm $^{-3}$. Η ενεργειακή στάθμη δοτών, στον ημιαγωγό αυτόν, βρίσκεται 0.025 eV κάτω από το ελάχιστο της ζώνης αγωγιμότητας. (γ₁) Εξηγήστε, με ποιοτικά επιχειρήματα, γιατί τα παραπάνω δεδομένα επιτρέπουν την παραδοχή του ολικού ιονισμού των προσμείξεων. (γ₂) Αποδείξτε, στην προσέγγιση του ολικού ιονισμού, την σχέση που συνδέει την στάθμη Fermi του νοθευμένου ημιαγωγού με την συγκέντρωση προσμείξεων, N_D , και τα E_C , N_C , T , και υπολογίστε την τιμή της, σε θερμοκρασία $T=300K$. (γ₃) Με βάση το αποτέλεσμα της ερώτησης (γ₂), υπολογίστε το ποσοστό ιονισμού των δοτών και ελέγξτε την ορθότητα της παραδοχής του ολικού ιονισμού.



