

ΣΧΟΛΗ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΕΛΙΚΗ ΕΞΕΤΑΣΗ ΣΤΗ ΦΥΣΙΚΗ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΕΝΗΣ ΥΔΗΣ

Διδάσκων: Κ. Παρασκευαΐδης

Διάρκεια 2 ½ ώρες

10/2/2009

1) Δίνεται το επίπεδο (211) στο εδροκεντρωμένο κυβικό πλέγμα (fcc).

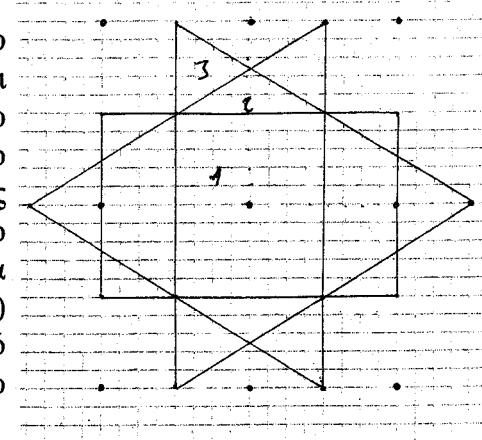
(α) Ποιοι είναι οι δείκτες Miller αυτού του επιπέδου ως προς ένα απλό κυβικό πλέγμα (sc) και ως προς ένα χωροκεντρωμένο κυβικό πλέγμα (bcc);

(β) Να σχεδιάσετε ένα τέτοιο επίπεδο.

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

(δ) Να βρείτε την πυκνότητα των πλεγματικών σημείων στο επίπεδο αυτό για τις περιπτώσεις fcc, sc και bcc.

2) Το σχήμα δείχνει τις τρεις πρώτες ζώνες Brillouin ενός διδιάστατου όρθογώνιου πλέγματος στο επίπεδο (x,y) με μήκη ακμών $a = 5\hat{a}$ και $b = 4\hat{a}$. (α) Να βρείτε τα θεμελιώδη διανύσματα του αντιστρόφου πλέγματος \mathbf{a}^* και \mathbf{b}^* . (β) Ηλεκτρόνια κινούνται σε αυτό το διδιάστατο «κενό πλέγμα» $[U(r) = 0]$. Σχεδιάστε την καμπύλη σταθερής ενέργειας για την περίπτωση $E = (\hbar^2/16m)(\pi/a)^2$ στο επεκταμένο σχήμα. Σχεδιάστε τα τιμήματα αυτών των καμπυλών σε σχήματα ανηγμένης ζώνης, για τη δύτερη και την τρίτη ζώνη Brillouin. (γ) Πώς τροποποιούνται οι καμπύλες αν υπάρχει ένα ασθενές δυναμικό $U(r) \neq 0$; Να γραμμοσκιάστε τις περιοχές των ηλεκτρονίων που προκύπτουν στα ερωτήματα (α) και (β).

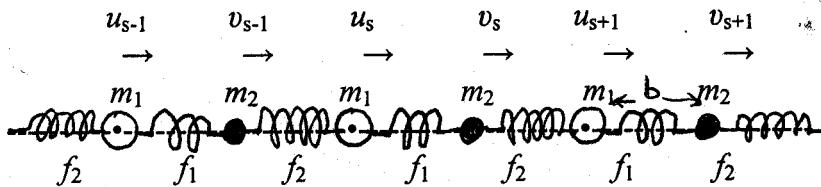


3) Ένα ηλεκτρόνιο κινείται σε διδιάστατο κρύσταλλο, ο οποίος έχει τετράγωνο πλέγμα με θεμελιώδη διανύσματα $\mathbf{a} = a\hat{x}$, $\mathbf{b} = a\hat{y}$.

Η ενέργειά του είναι $E(\mathbf{k}) = \hbar^2/(ma^2)[1 - \cos(k_x a) + \sin^2(k_y a/2)]$.

Να υπολογίσετε την ταχύτητα ομάδας v_g και τον τανυστή ενέργον μάζας m_{ij} του ηλεκτρονίου. Να βρείτε τις τιμές τους στο $\mathbf{k}=0$ και στο άκρο της ζώνης Brillouin. Να επαληθεύσετε τις ιδιότητες της ενέργειας $E(-\mathbf{k}) = E(\mathbf{k})$ και $E(\mathbf{k+G}) = E(\mathbf{k})$, όπου \mathbf{G} είναι διάνυσμα του αντιστρόφου πλέγματος.

4) 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 $f_1 = f$, $f_2 = 2f$, $m_1 = 2m$, και $m_2 = m$

(βι) Να βρείτε τη σχέση διασποράς. (βii) Να βρείτε τις τιμές του ω για $q = 0$ και στα άρια της ζώνης Brillouin και να κάνετε μία γραφική παράσταση της σχέσης διασποράς.

(βiii) Να περιγράψετε πώς ταλαντώνεται το σύστημα για κάθε τιμή του $\omega (q=0)$.

ΤΑ ΘΕΜΑΤΑ ΕΙΝΑΙ ΙΣΟΔΥΝΑΜΑ

ΜΠΟΡΕΙΤΕ ΝΑ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΕΤΕ ΒΙΒΛΙΟ: ΦΥΣΙΚΗ ΣΤΕΡΕΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ (Τόμος 1)

του Σ.-Η. ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΥ

ΚΑΛΗ ΕΠΙΤΥΧΙΑ