

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

Διάρκεια 2 ½ ώρες

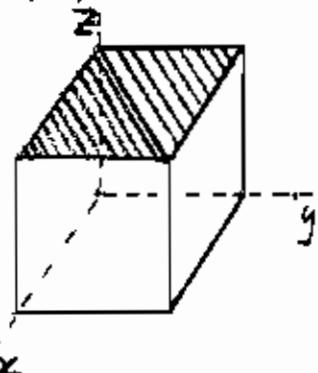
30/5/2007

Να γράψετε 4 από τα 5 θέματα

✓ 1) Σε ένα δείγμα με δύκο V και αριθμό ηλεκτρονίων N , η πυκνότητα καταστάσεων των ηλεκτρονίων, $g(E)$, δίνεται από τη σχέση $g(E) = g_0$ για $E > 0$ και $g(E) = 0$ για $E < 0$, όπου g_0 είναι μία σταθερή ποσότητα. (α) Να υπολογίσετε την ενέργεια Fermi, E_F . (β) Να υπολογίσετε την ολική ενέργεια των ηλεκτρονίων, καθώς και την ειδική θερμότητα για πολύ χαμηλές θερμοκρασίες.

2) Για το επίπεδο που δείχνει το σχήμα:

✓ (α) Να βρείτε τους δείκτες Miller για τις περιπτώσεις που το πλέγμα είναι απλό κυβικό (sc) και εδροκεντρωμένο κυβικό (fcc). ✓ (β) Να βρείτε τις αποστάσεις μεταξύ διαδοχικών επιπέδων για κάθε μία από τις περιπτώσεις του (α) και να σχεδιάσετε τα διαδοχικά επίπεδα. (γ) Να βρείτε την πυκνότητα των πλεγματικών σημείων στο επίπεδο αυτό για κάθε μία από τις περιπτώσεις του (α).



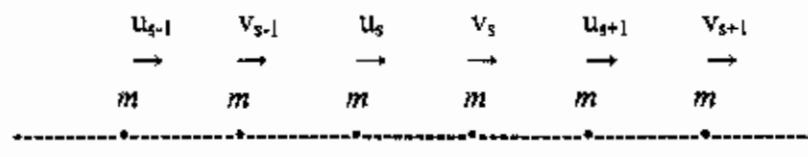
3) Θεωρήστε, ένα πλέγμα με $a = 2a\hat{x}$, $b = a\hat{y}$ και $c = \hat{z}$. Υποθέστε ότι τα ηλεκτρόνια κινούνται σε διδιάστατο «κενό πλέγμα» (με $V(r) = 0$). Να σχεδιάσετε ποιοτικά τις πλήρεις καμπύλες σταθερής ενέργειας των ηλεκτρονίων για την περίπτωση $E = (2\hbar^2/9m)(\pi/a)^2$ στα σχήματα ανηγμένης και επαναλαμβανόμενης ζώνης. Πώς διαμορφώνονται οι καμπύλες αν υπάρχει ένα ασθενές δυναμικό;

✓ 4) Ένα ηλεκτρόνιο κινείται σε διδιάστατο κρύσταλλο (τετράγωνο πλέγμα με θεμελιώδη διανυσματα $a = a\hat{x}$, $b = a\hat{y}$).

Η ενέργειά του είναι $E(\mathbf{k}) = (\hbar^2/m a^2)[5/6 - \cos(k_x a) + (1/6) \cos(2k_x a) + \sin^2(k_x a/2)]$

Να υπολογίσετε την ταχύτητα ομάδας v_g και τον τανυστή ενεργού μάζας m^* του ηλεκτρονίου. Να βρείτε τις τιμές τους στο $\mathbf{k} = \mathbf{0}$ και το άκρο της ζώνης Brillouin. Να επιβεβαιώσετε τις ιδιότητες της ενέργειας: $E(-\mathbf{k}) = E(\mathbf{k})$ και $E(\mathbf{k}+\mathbf{G}) = E(\mathbf{k})$

5) Δίνεται μία γραμμική αλυσίδα με άτομα που έχουν ίσες μάζες m . Τα άτομα αλληλεπιδρούν μόνο με τους πλησιέστερους γείτονές τους. Οι σταθερές ελατηρίου μεταξύ διαδοχικών μαζών έχουν τις τιμές f_1 και f_2 ενωλάξ, όπως δείχνει το σχήμα. Υποθέτουμε ότι αλληλεπιδρούν μόνο οι πλησιέστεροι γείτονες και ότι $f_1 > f_2$. Η απόσταση μεταξύ διαδοχικών μαζών είναι b .



$$f_2 \quad f_1 \quad f_2 \quad f_1 \quad f_2 \quad f_1 \quad f_2$$

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

(β) Να βρείτε την εξίσωση που δίνει τη σχέση διασποράς $\omega(q)$. Πόσους τρόπους ταλάντωσης έχει αυτό το σύστημα;

(γ) Να βρείτε τα ω για $q=0$ και στα άρια της ζώνης Brillouin. Να κάνετε μία γραφική παράσταση της σχέσης διασποράς.

Πώς ταλαντώνεται το σύστημα για την 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