

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΕΜΦΕ - ΤΟΜΕΑΣ ΦΥΣΙΚΗΣ
Τελική Εξέταση στο Μάθημα «Φυσική Συμπυκνωμένης Ύλης»
(5^o εξάμηνο)

24/02/2004

Διδάσκων: Σ.Κ. Παπαδόπουλος

Διάρκεια εξέτασης: 2 ½ ώρες

ΕΠΙΤΡΕΠΕΤΑΙ Η ΧΡΗΣΗ ΜΟΝΟ ΤΟΥ ΒΙΒΛΙΟΥ ΦΣΚ (ΣΠ ή Kittel)
ΟΧΙ ΠΡΟΖΩΠΙΚΕΣ ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ.

ΘΕΜΑ 1^o

α) Με την υπόθεση ότι ο νόμος Wiedemann – Franz ισχύει για την περιοχή των θερμοκρασιών T που ενδιαφέρομαστε στο πρόβλημα αυτό, υπολογίστε τον συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας κ για τον χαλκό σε θερμοκρασία δωματίου ($T=300$ K). Ο χαλκός κρυσταλλούται στο fcc, με ακμή μοναδιαίας κυψελίδας $a = 3.61 \text{ Å}$, και έχει ειδική αντίσταση $\rho = 1.55 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$ στη θερμοκρασία δωματίου.

β) Θεωρήστε τώρα ότι στο δείγμα χαλκού που διαθέτουμε εφαρμόζουμε ηλεκτρικό πεδίο έντασης $E = 10^2 \text{ V/m}$. Πόση είναι η ταχύτητα μετατόπισης v_s του ηλεκτρονίου;

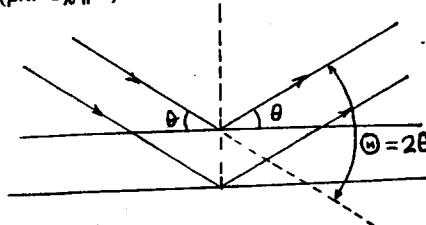
γ) Υπολογίστε την ταχύτητα Fermi v_F στο εν λόγω δείγμα και συγκρίνετε το μέτρο της με εκείνο της ταχύτητας μετατόπισης. Συγκεκριμένα υπολογίστε τον λόγο v_F / v_s . (Υπενθυμίζεται ότι ο νόμος του Ohm στη πιο κομψή του μορφή είναι: $J = \sigma E$, και ότι $1 \text{ Å} = 10^{-10} \text{ m}$.)

ΘΕΜΑ 2^o

Ακτίνες X μήκους κύματος $\lambda = 0.09 \text{ nm}$, προσπίπτουν υπό γωνία σε απλό κυβικό κρύσταλλο.

Ο κρύσταλλος περιστρέφεται και μετράνται οι γωνίες των ανακλάσεων Bragg.

α) Ποιά σύνολα επιπέδων $\{hkl\}$ δίνουν ανάκλαση πρώτης τάξης, με τη μικρότερη γωνία σκέδασης $\Theta = 2\theta$ (βλ. σχήμα)



β) Αν η γωνία αυτή είναι $\Theta_{min} = 8.9^\circ$ προσδιορίστε την απόσταση μεταξύ δύο παράλληλων

διαδοχικών τέτοιων επιπέδων (hkl) .

γ) Σε ποιά γωνία προκύπτει ανάκλαση Bragg πρώτης τάξης από τα επίπεδα (hkl) αυτού του κρυστάλλου; $(hkl) = (110)$

ΘΕΜΑ 3^o

Ένα ηλεκτρόνιο κινείται σε μονοδιάστατο κρύσταλλο σταθεράς πλέγματος a. Η σχέση διασποράς της ζώνης αγωγιμότητας είναι,

$$E(k) = E_0 - 2A \cos ka$$

α) Προσδιορίστε τη σταθερά A. Έτσι ώστε η ενεργός μάζα του ηλεκτρονίου στον πυθμένα της ζώνης αυτής να είναι ίση με τη μάζα (ηρεμίας) m.

β) Σχεδιάστε την καμπύλη διασποράς $E=E(k)$ στο ανηγμένο σχήμα ζώνης

γ) Υπολογίστε το εύρος της ζώνης αγωγιμότητας.

δ) Υπολογίστε την ταχύτητα του ηλεκτρονίου και συγκρίνετε την με την ταχύτητα ομάδας του. Μηδενίζεται για κάποιες τιμές του k η ταχύτητα του ηλεκτρονίου; (σχόλια)

ΘΕΜΑ 4^o

Θεωρούμε ενα δισδιάστατο δείγμα αερίου Fermi το οποίο καταλαμβάνει τετραγωνική επιφάνεια εμβαδού L^2 . Το αέριο περιέχει N ηλεκτρόνια τα οποία προέρχονται από ισάριθμα άτομα.

Βρείτε την εξάρτηση της στάθμης Fermi από την θερμοκρασία T.

Δικαιολογείστε όλα σας τα βήματα.

Kαλή επιτυχία!