

ΣΧΟΛΗ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
Ε.Μ.Π.

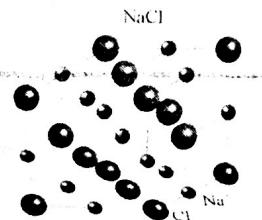
ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΗ ΕΞΕΤΑΣΗ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ 2016
ΦΥΣΙΚΗ ΤΗΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΕΝΗΣ ΥΛΗΣ

Διδάσκοντες: Β. Γιαννόπαπας, I. Ράπτης Διάρκεια: 2 ώρες

9/9/2016

ΘΕΜΑ 1 (3M)

Το χλωριούχο νάτριο (NaCl) είναι ένα κυβικό πλέγμα όπου περιέχονται 4 κατιόντα Na+ και 4 ανιόντα Cl- στη μοναδιαία κυψελίδα. Τα ανιόντα Cl- καταλαμβάνουν τις κορυφές της μοναδιαίας κυψελίδας καθώς και τα μέσα των πλευρών. Τα κατιόντα Na+ καταλαμβάνουν το κέντρο της κυψελίδας και τα μέσα των ακμών. Υπολογίστε το γεωμετρικό παράγοντα δομής για το NaCl. Βρείτε σε ποιες περιπτώσεις ο παράγοντας δομής μηδενίζεται (ελάχιστη ανάκλαση) και σε ποιες μεγιστοποιείται.



ΘΕΜΑ 2 (3M)

Θεωρήστε ένα 1Δ μέταλλο με πλεγματική σταθερά b και 1 ηλεκτρόνιο, ανά άτομο. Η ηλεκτρονική δομή του 1Δ μετάλλου περιγράφεται από το πρότυπο των ιωχυρά δέσμων ηλεκτρονίων. Η ατομική κυματοσυνάρτηση είναι της μορφής $\psi(r - R_i)$, όπου $R_i = lb$ η θέση του πυρήνα του i -οστού ατόμου. Υποθέστε, επίσης, ότι:

$$\int \psi^*(r - R_i) H \psi(r - R_i) d^3 r = -E_0,$$

$$\int \psi^*(r - R_i) H \psi(r - R_{i+1}) d^3 r = -V,$$

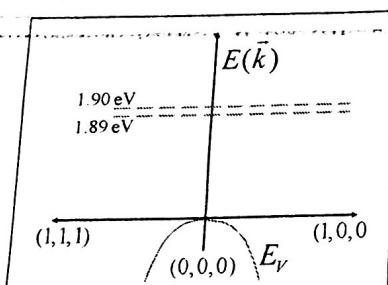
$$\int \psi^*(r - R_i) H \psi(r - R_{i+j}) d^3 r = 0 \text{ για } j \geq 2,$$

όπου H είναι η Χαμιλτονιανή. Υπολογίστε τις σχέσεις διασποράς των ηλεκτρονίων (ενεργειακές ζώνες) καθώς και στην πυκνότητα καταστάσεων των ηλεκτρονίων.

ΘΕΜΑ 3 (4M)

Ο τριμερής ημιαγωγός Al0.4Ga0.6As, χαρακτηρίζεται από τα παρακάτω τοπικά ελάχιστα της ζώνης αγωγιμότητας, (σε σχέση με το μέγιστο της ζώνης σθένους): $E_\Gamma = E_X = 1.89 \text{ eV}$ και $E_L = 1.90 \text{ eV}$.

Οι ενεργές πυκνότητες καταστάσεων των ηλεκτρονίων, στα τρία ακρότατα, είναι $N_\Gamma = N_X = 0.1 \times N_L$ και $N_\nu = N_\Gamma$, (όπου, N_ν = ενεργός πυκνότητα καταστάσεων οπών στο μέγιστο της ζώνης σθένους).



- (α) Να σχεδιαστεί ποιοτικά η σχέση $E_c = E_c(\vec{k})$ σε ένα σχήμα όπως το διπλανό, 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_ν) καθώς και των ενεργών μαζών των ηλεκτρονίων, σε όλα τα ακρότατα, δεν μεταβάλλονται με τη θερμοκρασία, διερευνήστε αν υπάρχει περιοχή θερμοκρασιών για την οποία στο ακρότατο του σημείου L υπάρχει ίσος ή και περισσότερος πληθυσμός ηλεκτρονίων απ' ότι στα άλλα ακρότατα Γ και X μαζί. Αν OXI: γιατί; Αν NAI: σε ποια περιοχή θερμοκρασιών συμβαίνει αυτό; Σχολιάστε.

Άρθρος Διαμήργους φορτίων
σε - πω τινέ στην αγωγωμάτης είται στην την
λείπουν ως την αθετίας - $E_0 - 2V \cos(kb)$

$kT = 26 \text{ meV}$ για $T = 300 \text{ K}$