

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

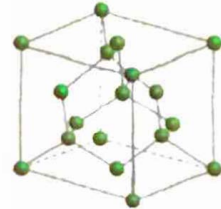
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΥ 2018  
ΦΥΣΙΚΗ ΤΗΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΕΝΗΣ ΥΛΗΣ

Διδάσκοντες: Β. Γιαννόπουλος, Ι. Ράπτης Διάρκεια: 2 ώρες

7/2/2018

**ΘΕΜΑ 1 (3Μ)**

Υπολογίστε το γεωμετρικό παράγοντα δομής για κρύσταλλο με δομή αδάμαντα. Βρείτε, σε ποιες περιπτώσεις ο παράγοντας δομής (και άρα η ανακλώμενη δέσμη) μηδενίζεται και σε ποιες μεγιστοποιείται.



**ΘΕΜΑ 2 (3Μ)**

Το μεταλλικό νάτριο κρυσταλλώνεται σε δομή bcc, όπου το μήκος του κύβου είναι  $4.25 \cdot 10^{-8}$  cm. Βρείτε τη συγκέντρωση των ηλεκτρονίων αγωγιμότητας. Θεωρώντας ότι τα ηλεκτρόνια αγωγιμότητας περιγράφονται από το πρότυπο των ελευθέρων ηλεκτρονίων, βρείτε την ενέργεια Fermi στους  $T=0K$  και δείξτε, ότι εξαρτάται, μόνο, από τη συγκέντρωση των ηλεκτρονίων αγωγιμότητας και όχι από τη μάζα του κρυστάλλου.

**ΘΕΜΑ 3 (4Μ)**

(α) Ένας ημιαγωγός, με ενεργειακό χάσμα  $E_c - E_v \equiv E_g = 1.0eV$ , έχει πυκνότητα ενδογενών ηλεκτρονίων, σε θερμοκρασία δωματίου,  $n_i = 10^{10} cm^{-3}$ , ενώ οι ενεργές πυκνότητες καταστάσεων ικανοποιούν τις σχέσεις  $N_c = 2N_v$ . Να υπολογισθεί η απόσταση της στάθμης Fermi από την ζώνη σθένους και οι τιμές των  $N_c, N_v$ .  
[  $\ln(2) = 0.693$  ]

(β) Στην μπροστινή επιφάνεια του ημιαγωγού εμφυτεύουμε προσμίξεις τύπου Δότες, με συγκέντρωση  $N_D = 10^{15} cm^{-3}$ , μέχρι βάθος μερικά μικρόμετρα. Να υπολογιστεί, στην περιοχή εμφύτευσης, η απόσταση της στάθμης Fermi από τη ζώνη σθένους σε θερμοκρασία δωματίου, θεωρώντας ότι υπάρχει ολικός ιονισμός των προσμίξεων.

(γ) Αν υποθεθεί ότι η τιμή του ενεργειακού χάσματος δεν εξαρτάται από τη θερμοκρασία, να προσδιορισθεί η θερμοκρασία πάνω από την οποία και οι δύο περιοχές (χωρίς- και με-προσμίξεις) συμπεριφέρονται ως ενδογενής ημιαγωγός.

Για να συμπεριφέρονται και οι δύο περιοχές ως ενδογενής ημιαγωγός θα πρέπει η θερμοκρασία να είναι τέτοια ώστε οι ενδογενείς φορείς να είναι τουλάχιστον όσοι και οι φορείς πλειονότητας στην εξωγενή περιοχή (περιοχή με προσμίξεις).