

Φυσική Στερεάς Κατάστασης (ΕΤΥ 305), 7/9/2016.

Θέμα 1 (4 μονάδες) Το μέταλλο Co σχηματίζει δομή hcp με σταθερές $a = 0.25 \text{ nm}$ και c . Το ατομικό του βάρος είναι $A = 58.9 \text{ g/mol}$. Δίνονται και τα $r_s = 1.1 \text{ \AA}$ και $r_i = 1.4 \text{ \AA}$. Υπολογίστε:

- την πλεγματική σταθερά c .
- την συγκέντρωση ηλεκτρονίων σθένους, n ,
- την ταχύτητα Φέρμι, v_F .
- τον κυματάριθμο Debye, q_D .

Θέμα 2 (3 μονάδες) Οξειδίο που περιέχει Ba, Ti και O κρυσταλλώνεται σε ορθορομβική δομή. Η μοναδιαία κυψελίδα (σχήμα) περιέχει ένα άτομο Ba σε κάθε κορυφή, ένα άτομο Ti στο κέντρο, και ένα άτομο O στο μέσον κάθε έδρας.

- γράψτε τον χημικό τύπο του υλικού
- υπολογίστε την πυκνότητα του υλικού
- υπολογίστε τον όγκο ανά άτομο, V_i .

Δίνονται οι πλεγματικές σταθερές $a = 0.398 \text{ nm}$ και $c = 0.403 \text{ nm}$ και τα ατομικά βάρη $A_{Ti} = 47.9 \text{ g/mol}$, $A_{Ba} = 137.3 \text{ g/mol}$, $A_O = 16.0 \text{ g/mol}$.

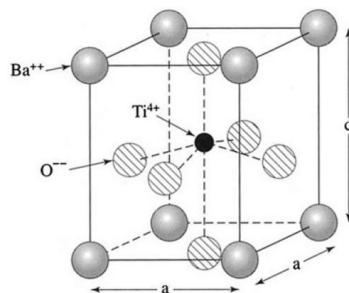
Θέμα 3 (2 μονάδες) Μελετάμε με την μέθοδο LCAO κάποιο υλικό από άτομα C στο οποίο η μέση απόσταση γειτόνικών ατόμων είναι $d = 1.4 \text{ \AA}$. (α) Υπολογίστε τις ποσότητες ϵ και V_2 θεωρώντας ότι όλοι οι χημικοί δεσμοί του υλικού προέρχονται από ηλεκτρόνια του ατόμου C στο τροχιακό $2s$ και (β) Επαναλάβετε την άσκηση θεωρώντας τροχιακά $2p$ σε δεσμό σ .

Δίνονται τα δυο πρώτα έργα ιονισμού του C, $E_1 = 11.3 \text{ eV}$ και $E_2 = 24.4 \text{ eV}$ και ο ορισμός των παραμέτρων LCAO:

$$\langle \phi_{\mathbf{R}} | H | \phi_{\mathbf{R}'} \rangle = \int \phi^*(\mathbf{r} - \mathbf{R}) H \phi(\mathbf{r} - \mathbf{R}') dV = \begin{cases} \epsilon & \text{εάν } \mathbf{R} = \mathbf{R}' \\ V_2 & \text{εάν } \mathbf{R}, \mathbf{R}' \text{ είναι πρώτοι γειτονες} \\ 0 & \text{αλλιώς.} \end{cases}$$

Θέμα 4 (2 μονάδες) Το χαρτί που έχετε μπροστά σας έχει μάζα ανά επιφάνεια 80 g/m^2 . Εκτιμήστε την πυκνότητα του χαρτιού αυτού σε g/cm^3 . Δικαιολογήστε όποιες προσεγγίσεις κάνετε για να βρείτε την λύση.

$$m = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}, \quad e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}, \\ \hbar = 1.1 \times 10^{-34} \text{ J s}, \quad N_A = 6.0 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$



Καλή επιτυχία!

Απαντήσεις θεμάτων 7/9/16

$$1\alpha) \quad \frac{4}{3}\pi r_i^3 = \frac{\sqrt{3}a^2c}{2} \Rightarrow c = 0.42 \text{ nm.}$$

$$1\beta) \quad n = \frac{1}{\frac{4}{3}\pi r_s^3} = 1.8 \times 10^{23} \text{ cm}^{-3}.$$

$$1\gamma) \quad \frac{1}{2}mv_F^2 = \frac{\hbar^2 k_F^2}{2m} \quad \mu\epsilon \quad k_F = (3\pi^2 n)^{1/3} = \frac{1.92}{r_s} \Rightarrow v_F = 2.1 \times 10^6 \text{ m/s.}$$

$$1\delta) \quad q_D = (6\pi^2 n_i)^{1/3} = \frac{1.92}{r_i} \Rightarrow q_D = 1.13 \text{ \AA}^{-1}.$$

2α) BaTiO₃.

$$2\beta) \quad \rho_M = \frac{137.3 + 47.9 + 3 \cdot 16.0}{6.02 \times 10^{23} \cdot (0.398 \times 10^{-7})^2 \cdot 0.403 \times 10^{-7}} = 6.1 \text{ g/cm}^3$$

$$2\gamma) \quad V_i = \frac{3.98^2 \cdot 4.03}{5} = 12.8 \text{ \AA}^3$$

$$3\alpha) \quad \epsilon = -24.4 \text{ eV}, V_2 \approx -\frac{\hbar^2}{2md^2} = -1.9 \text{ eV.}$$

$$3\beta) \quad \epsilon = -11.3 \text{ eV}, V_2 \approx \frac{\hbar^2}{2md^2} = 1.9 \text{ eV.}$$

4) Το πακέτο A4 έχει 500 φύλλα και πάχος περί τα 5cm, άρα το πάχος του φύλλου είναι περίπου 5cm/500= 0.01 cm . Πυκνότητα=μάζα / όγκο = μάζα / (πάχος επί εμβαδόν) =

$$(\text{μάζα}/\text{εμβαδόν})/\text{πάχος} \text{ άρα } \rho_M = \frac{80 \text{ g/m}^2}{0.01 \text{ cm}} \Rightarrow \rho_M = 0.8 \text{ g/cm}^3.$$