

ORDRE DES INGÉNIEURS DU QUÉBEC

SESSION DE NOVEMBRE 2011

Toute documentation permise
Calculatrices : modèles autorisés seulement
Durée de l'examen : 3 heures

98-Phys-A6 PHYSIQUE DE L'ÉTAT SOLIDE

Question 1 (10 points)

Quel type de liaison chimique possède usuellement un métal (6 points)? Énumérer les caractéristiques principales de ces liaisons (4 points).

Question 2 (10 points)

- a) Expliquer brièvement la variation de la conductivité électrique avec la température dans les métaux (5 points).
- b) Expliquer brièvement la variation de la conductivité électrique avec la température (pour des températures supérieures à 273 K) dans les semiconducteurs (5 points) .

Question 3 (10 points)

Le béryllium est un métal ayant une densité électronique de $2,46 \cdot 10^{23} \text{ cm}^{-3}$. Le temps de relaxation moyen du béryllium à la température ambiante est de $5,1 \cdot 10^{-15} \text{ s}$. Estimer la conductivité électrique du béryllium à cette température. On donne : constante de Planck, $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ Js}^{-1}$, masse de l'électron, $m = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$.

Question 4 (10 points)

L'énergie de migration de lacunes dans le cuivre est de 0,8 eV. Le coefficient de diffusion de cuivre dans un réseau de cuivre étant de $3,43 \cdot 10^{-15} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ à la température de 700 K, calculer la concentration de lacunes à cette température.

Question 5 (10 points)

Expliquer brièvement pourquoi les ondes sonores se propagent plus vite que les ondes de chaleur dans un solide.

Question 6 (10 points)

Expliquer brièvement pourquoi la susceptibilité magnétique d'un métal ne varie pas fortement quand la température varie.

Question 7 (20 points)

Le silicium cristallin possède une bande interdite de 1,14 eV. Les masses effectives des électrons et de trous sont respectivement 0,26m et 0,5m où m est la masse de l'électron. La masse de l'électron, m est $9,11 \cdot 10^{-31}$ kg et la constante de Boltzmann, k_B , est $1,38 \cdot 10^{-23}$ JK⁻¹.

- Calculer la concentration intrinsèque de ce matériau à la température de 300 K (10 points).
- On dope ce matériau avec des atomes de phosphore à une concentration de 10^{23} cm⁻³. Quels sont alors les porteurs majoritaires de charge mobiles (5 points)? Calculer la conductivité électrique de ce silicium dopé si les mobilités des électrons et des trous sont respectivement de 1500 et 500 cm² V⁻¹ s⁻¹ (5 points).

Question 8 (10 points)

Dans une expérience d'effet Hall, on détermine la résistivité du matériau semiconducteur ainsi que la mobilité des porteurs majoritaires en fonction de la température.

- Fournir une méthode de calcul qui pourrait identifier le semiconducteur (5 points).
- Expliquer pourquoi la mobilité aux basses températures est plus élevée que la mobilité à la température ambiante (5 points).

Question 9 (10 points)

Fournir une définition précise pour les termes suivants :

- Effet Meissner (5 points).
- Longueur de cohésion (5 points).