

Corrigé du DS de l'interrogation de physique du solide ISEM3 du 16 mai 2001
Durée: 2^h - Sans Document - Avec Calculatrice

1. L'élargissement des niveaux atomiques en bandes d'énergie dans les solides a pour origine:

- la périodicité cristalline
- l'interaction des niveaux de cœur avec les électrons périphériques des atomes
- l'interaction entre les électrons de valence des atomes
- l'interaction entre les électrons et les vibrations cristallines
- pas de réponse

2. La différence essentielle entre un isolant et un semi-conducteur intrinsèque provient :

- de la largeur de leur bande interdite
- du nombre de porteurs libres disponibles à 0°K
- de l'évolution de leur conductivité avec la température
- de la position du niveau de FERMI
- pas de réponse

3. La masse effective d'un électron libre dans un solide traduit:

- l'effet de la structure de bandes sur le comportement dynamique de l'électron
- le ralentissement dû au trou créé en même temps que l'électron libre
- le fait que l'électron subit des collisions sur les imperfections du solide
- les interactions électron-électron entre électrons libres
- pas de réponse

4. Lors du calcul de la structure de bandes, l'approximation des liaisons fortes consiste:

- à ne retenir que les interactions les plus fortes entre les orbitales d'atomes premiers voisins
- à limiter l'étude aux électrons périphériques des atomes
- à négliger l'influence des surfaces sur la relation de dispersion
- à négliger les termes de recouvrement entre orbitales atomiques distinctes
- pas de réponse

5. Dans un semi-conducteur intrinsèque:

- le nombre d'électrons dans la bande de conduction dépend peu de la température
- le nombre d'électrons de la bande de conduction égale le nombre de trous de la bande de valence
- le nombre de trous dans la bande de valence diminue fortement si la température augmente
- la concentration en trous libres (lourds + légers) est le double de celle d'électrons libres
- pas de réponse

6. D'un point de vue optique, un semi-conducteur intrinsèque:

- a des propriétés proches de celles des métaux
- possède un seuil d'absorption en énergie correspondant à l'énergie de la bande interdite
- absorbe à basse fréquence et devient transparent à haute fréquence
- n'absorbe des photons que si leur énergie égale exactement celle de la bande interdite
- pas de réponse

7. Le nombre de relations de dispersion (bandes d'énergie) issues d'un calcul en liaisons fortes:

- ne dépend que du nombre d'électrons de valence par maille
- ne dépend que du nombre d'atomes du motif
- ne dépend que de la dimension du cristal
- est donné par le nombre de fonctions atomiques retenues pour faire le calcul dans chaque maille
- pas de réponse

8. Dans un cristal tridimensionnel de volume $V=1\text{cm}^3$ décrit par une maille cubique simple de côté $a=0.2\text{nm}$, le nombre de places disponibles par bande d'énergie (hors dégénérescence accidentelle autre que la dégénérescence de spin) est:

- 2.5×10^{23}
- 10^{19}
- 1.45×10^{10}
- 10^{22}
- pas de réponse

9. La différence entre la masse effective d'un trou lourd et un trou léger dans les semi-conducteurs provient :

- de la position des extrema de la bande de valence auxquels ils sont liés dans la zone de Brillouin
- des courbures différentes des 2 relations $E(k)$ confondues au sommet de la bande de valence
- d'une différence de charge entraînant un frottement différent sur les noyaux atomiques
- d'une différence de masse entre les électrons dont ils caractérisent l'absence
- pas de réponse

10. Dans le silicium autour de la température ambiante, la concentration intrinsèque de porteurs libres n_i est approximativement multipliée par 2 tous les:

- 0.1°
- 1°
- 5°
- 20°
- pas de réponse

11. Parmi les expressions suivantes dans un semi-conducteur cristallin tridimensionnel, laquelle dépend directement du choix des conditions aux limites de BORN-VON KARMAN

- $\Psi(\vec{r}) = e^{i\vec{k} \cdot \vec{r}} u_{\vec{k}}(\vec{r})$ avec $u_{\vec{k}}(\vec{r})$ périodique dans le réseau direct
- $n(\vec{k}) = \frac{V_{cristal}}{8\pi^3}$
- $\forall \vec{K} \in \text{Rés. Réciproque}, E(\vec{k} + \vec{K}) = E(\vec{k})$
- $\forall \vec{R} \in \text{Rés. Direct}, c(\vec{R}) = e^{i\vec{k} \cdot \vec{R}} c(0)$, où $c(\vec{R})$ est le coefficient de la maille \vec{R} en CLAO
- pas de réponse

12. Dans un semi-conducteur, la concentration intrinsèque de porteurs n_i représente :

- la concentration résiduelle de porteurs libres dans le matériau à 0°K
- le nombre maximum d'électrons libres que peut accueillir la bande de conduction
- la valeur "moyenne" du nombre d'électrons dans la bande de conduction à l'équilibre
- la concentration totale d'électrons issus des niveaux de valence des atomes constituant le cristal
- pas de réponse

13. Parmi ces expressions, laquelle représente la probabilité qu'un trou se trouve sur un niveau E de la bande de valence d'un semi-conducteur:

- $\exp\left(\frac{E - E_V}{kT}\right)$
- $\exp\left(-\frac{E - E_F}{kT}\right)$
- $\frac{1 - \exp\left(\frac{E - E_F}{kT}\right)}{1 + \exp\left(\frac{E - E_F}{kT}\right)}$
- $\frac{1}{1 + \exp\left(\frac{E_F - E}{kT}\right)}$
- pas de réponse

14. La résistivité intrinsèque d'un semi-conducteur :

- augmente lorsque la bande interdite du semi-conducteur diminue
- ne dépend que de la concentration intrinsèque de porteurs
- **diminue exponentiellement lorsque la température augmente**
- est comparable à température ambiante à celle d'un conducteur tel que l'Aluminium
- pas de réponse

15. Dans le cas d'un semi-conducteur isotrope bi-dimensionnel à gap direct, l'expression générale de la densité effective d'états dans la bande de conduction N_C ou dans la bande de valence N_V dans l'approximation de la masse effective est :

- $\frac{m^* kT}{p h^2}$
- $\frac{S}{4p^2}$
- $\frac{m^* S}{2p h^2}$
- $\frac{1}{\sqrt{2}} \left(\frac{m^* kT}{p h^2} \right)^{\frac{3}{2}}$
- pas de réponse

16. Dans un semi-conducteur intrinsèque, le niveau de FERMI :

- est toujours situé exactement au milieu de la bande interdite indépendamment de T
- **bouge, mais très peu, du mid-gap vers la bande de conduction si $N_V > N_C$ lorsque T augmente**
- bouge très peu du sommet de la bande de valence lorsque la température varie
- se situe vers le bas de la bande de conduction dès que des électrons s'y trouvent
- pas de réponse