

Durée: 2h
Sans Document
Avec Calculatrice

PHYSIQUE DU SOLIDE

Cristallographie (≈ 5 points)

Pour le cristal bidimensionnel donné en annexe, constitué d'atomes A et B,

1. Préciser en fonction de a et représenter les données cristallographiques suivantes :

- Vecteurs de base du réseau direct fournissant une maille élémentaire,
- Motif primitif associé.

On exprimera les vecteurs dans le repère orthonormé sans dimension (\vec{i}, \vec{j}) .

2. Déterminer les vecteurs de base du réseau réciproque associé et dessiner la forme de la première zone de BRILLOUIN.

Modèle d'électrons libres (≈ 10 points)

On désignera par m la masse de l'électron, par N_e le nombre et par n la concentration (1D, 2D ou 3D) en électrons libres .

1. Retrouver l'expression de la densité d'états $n(E)$ pour un gaz d'électrons libres en dimension 1, 2 et 3 (on choisit de ne pas inclure la dégénérescence de spin dans $n(E)$). On notera V le volume du solide 3D, S la surface du solide 2D et L la longueur du solide 1D.

2. Calculer en fonction de la concentration n d'électrons la position du niveau de Fermi E_F à 0°K en 1D, 2D et 3D. On mettra ces expressions sous la forme :

$$E_F = \frac{\hbar^2 k_F^2}{2m}$$

et on précisera dans chacun des cas l'expression de k_F .

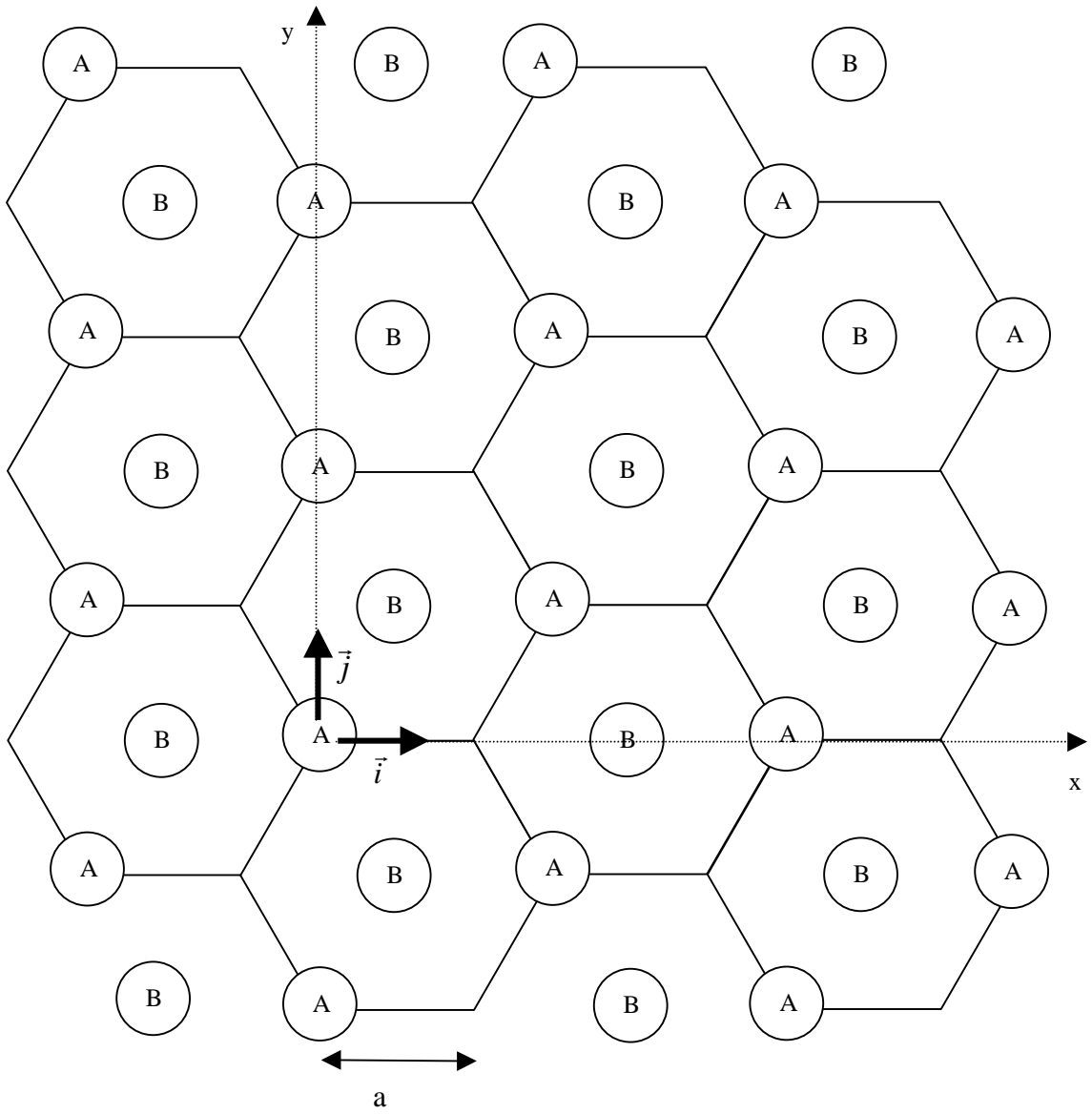
3. Calculer en fonction des dimensions du solide et de E_F , puis exprimer en fonction de n et des dimensions du solide, l'énergie totale E_T du système électronique (des N_e électrons) à 0°K .

Méthode des liaisons fortes pour la chaîne linéaire monoatomique (≈ 5 points)

Donner et représenter la structure de bandes $E(k)$ obtenue pour une chaîne linéaire cristalline monoatomique de longueur L (distance inter-atomique a) en ne retenant pour chaque atome n qu'une fonction « s » $\psi_{s,n} = \psi_s(x - na)$, où $x=na$ repère la position de l'atome n . On traitera le problème par la méthode des liaisons fortes et on se limitera aux interactions entre premiers voisins.

On définira $E_S = \langle \psi_{s,n} | \hat{H}_c | \psi_{s,n} \rangle$ et $\beta = \langle \psi_{s,n} | \hat{H}_c | \psi_{s,n+1} \rangle < 0$ où \hat{H}_c est l'Hamiltonien cristallin monoélectronique.

NOM :



NOM :

Réseau réciproque et Zone de Brillouin

