

2023/2026

21/11 (M) (M) (M) (M)

Serie III (Chapitre III) Propriétés électroniques et bandes d'énergies

- 1) On considère N électrons libres dans une boîte carrée de côté L et on désigne par n le nombre d'électrons par unité de surface.
- 1) Vérifier que les fonctions d'onde de la forme :

$$\psi(x, y) = A e^{ik_x x} e^{ik_y y}$$
sont solution de l'équation de Schrödinger.
- 2) En déduire la densité d'états en énergie $D(E)$. Tracer $D(E)$ en fonction de E . Les N électrons sont répartis sur un réseau carré de paramètre a .
- 3) Représenter les trois premières zones de Brillouin.
- 4) Exprimer K_F en fonction de N (eV).
- 5) Exprimer n en fonction de a et en déduire K_F .
- 6) Tracer sur le schéma de (a) la surface de Fermi.
- 7) Représenter en zones réduites, les courbes de dispersion $E(k)$, dans les directions ΓX et ΓM , où $\Gamma(0,0)$, $X(\frac{\pi}{a}, 0)$ et $M(\frac{\pi}{a}, \frac{\pi}{a})$.
- 8) Exprimer l'énergie de Fermi E_F et indiquer son niveau sur la courbe de $E(k)$.
- 9) On considère un gaz d'électrons libres à 3D, occupant un volume $V = L^3$, on utilise les conditions aux limites périodiques (BVK).
- 10) Rappeler l'expression de la fonction d'onde $\psi(x, y, z)$.
- 11) Donner les conditions de quantification pour les composantes de $\vec{k}$.
- 12) Représenter le volume des états occupés à $T=0K$ dans l'espace des $\vec{k}$.
- 13) On introduira le vecteur d'onde de Fermi.
- 14) Donner la densité d'états dans l'espace de $\vec{k}$ ($g(k)$).
- 15) En déduire que la densité d'états en énergie s'exprime sous la forme $D(E) = A E^{\frac{1}{2}}$. On donnera l'expression de A .
- 16) Exprimer ($n = \frac{N}{V}$) en fonction de E_F .
- 17) Calculer E_F en (eV), puis K_F dans le cas du cuivre, $n_a = 8 \times 10^{28} / m^3$.