

TD EM17 : Mouvement de charges dans un conducteur

Exercice 1 : vitesse des électrons dans un fil de cuivre

On étudie la conduction dans un fil de cuivre. Soit :

- S , la section du fil : $S = 1.0\text{mm}^2$;
- I , l'intensité du courant qui parcourt celui-ci : $I = 1.0\text{A}$;
- γ , la conductivité du cuivre ;
- d , sa densité : $d = 8.95$;
- M , sa masse molaire : $M = 63.5\text{g.mol}^{-1}$;
- ρ_0 , la masse volumique de l'eau : $\rho_0 = 1.0\text{kg.L}^{-1}$;
- N_A , le nombre d'Avogadro : $N_A = 6.02 \times 10^{23}\text{mol}^{-1}$;

Chaque atome de cuivre libère un électron de conduction de charge $q = -e$ ($e = 1.6 \times 10^{-19}\text{C}$).

1. Quelle est l'expression et la valeur de la densité volumique des porteurs de charges mobiles n_p ?
2. Quelle est l'expression et la valeur de la densité volumique de courant j ?
3. En déduire la valeur de la vitesse des électrons de conduction dans le cuivre.

Exercice 2 : calcul de résistance électrique

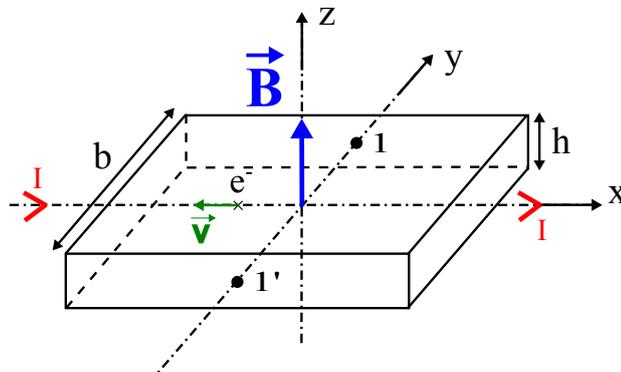
Soit un conducteur constitué d'une couche cylindrique conductrice comprise entre les rayons R_1 et R_2 ($R_2 > R_1$). Sa longueur est l et sa conductivité γ .

Établir l'expression de sa résistance.

Exercice 3 : effet hall dans un semi-conducteur

Soit une plaque semi-conductrice de type N (les porteurs de charges sont des électrons de charge $-e$) de largeur b et de hauteur h , parcourue dans le sens de sa longueur par un courant d'intensité I répartie sur toute la section de la plaque : on peut donc définir un vecteur densité de courant, $\vec{j} = j \vec{u}_x$ avec $j > 0$. Le nombre de porteurs de charges par unité de volume est n .

On place cette plaque dans un champ magnétique uniforme $\vec{B} = B \vec{u}_z$ avec $B > 0$. Ce champ est grand devant le champ créé par le courant I .



En régime permanent, le vecteur densité a toujours pour expression $\vec{j} = j \vec{u}_x$.

1. Établir l'expression du vecteur vitesse \vec{v} des électrons dans la plaque en fonction de \vec{j} , n et e .

2. Expliquer l'apparition d'un champ électrique de Hall entre les deux faces de la plaque. Indiquer son sens et sa direction.
3. Le régime permanent étant établi, trouver l'expression vectorielle du champ électrique de Hall \vec{E}_H en réalisant le bilan des forces dans la direction \vec{u}_y sur un électron.
4. Donner l'expression de l'intensité de ce champ en fonction des données de l'énoncé (I, n, e, B, h, b) .
5. Calculer la différence de potentiel $V(1) - V(1')$ qui est égale à la tension de Hall U_H . Montrer qu'elle peut s'écrire :

$$U_H = \frac{C_H}{h} IB \quad (10)$$

et expliciter la constante C_H .

6. Sachant que pour le semi-conducteur "antimoniure d'indium", $C_H = 385 \times 10^{-6} m^3 \cdot C^{-1}$, $I = 0.1 A$, $h = 0.3 mm$ et $B = 1 T$; calculer U_H et la densité volumique d'électrons n .