

Physique des Matériaux I
Devoir 6 : Théorie de Drude pour les métaux

Correction

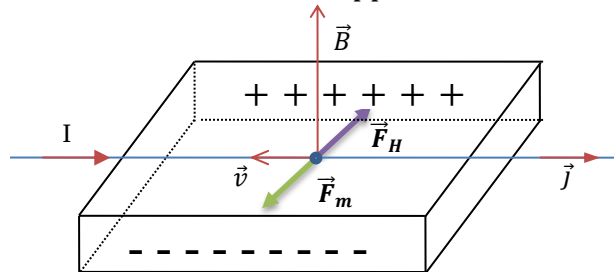
Devoir 6 : Effet Hall dans les métaux

1. Champ électrique de Hall.

a. On a :

$$\vec{j} = -nq\vec{v} = -ne\vec{v}$$

b. Représentation de l'accumulation de charge en présence du champ magnétique. Les électrons sont soumis à une force magnétique $\vec{F}_m$ vers l'avant il apparait alors un excès de charges négatives sur la face avant et un excès de charge positives vers l'arrière. Les deux faces jouent alors le rôle d'un condensateur d'où l'apparition d'une force électrique $\vec{F}_H$.



c. En régime permanent le vecteur $\vec{j}$ est porté par l'axe Ox, les deux forces magnétique et électrique se compensent :

$$\vec{F}_m + \vec{F}_H = \vec{0}$$

$$q\vec{v} \wedge \vec{B} + q\vec{E}_H = \vec{0}$$

On déduit alors :

$$\vec{E}_H = \frac{1}{ne} \vec{j} \wedge \vec{B}$$

d. En calculant le produit vectoriel on obtient :

$$\vec{E}_H \begin{pmatrix} 0 \\ jB \\ -\frac{jB}{ne} \\ 0 \end{pmatrix}$$

2. Tension de Hall

a. On a :

$$U_H = V_N - V_M = \int_M^N dV = \int_M^N -E_H dy = |E_H|b = \frac{jBb}{ne}$$

b. On a :

$$U_H = \frac{jBb}{ne} = \frac{IBb}{(bh)ne} = \frac{1}{ne} \frac{IB}{h} = R_H \frac{IB}{h}$$

D'où :

$$R_H = \frac{1}{ne}$$

3. Application

a. Dans le cadre du modèle de Drude on peut calculer les valeurs approximatives de R_H à partir de la formule :

$$R_H = \frac{M_{\text{métal}}}{eN_A\rho_{\text{métal}}}$$

Métal	$(R_H)_{\text{exp}}$ (m ³ .C ⁻¹)	$(R_H)_{\text{calc}}$ (m ³ .C ⁻¹)	Ecart relatif %
Li	1,32 10 ⁻¹⁰	1,89 10 ⁻¹⁰	43
Na	2,36 10 ⁻¹⁰	2,07 10 ⁻¹⁰	12
K	4,46 10 ⁻¹⁰	4,23 10 ⁻¹⁰	5,2
Rb	5,45 10 ⁻¹⁰	5,04 10 ⁻¹⁰	7,5

b. L'accord entre le modèle de Drude et les mesures expérimentales s'améliore lorsque le numéro atomique du métal alcalin augmente.