

Electricité et magnétisme - TD n°6

$$\text{Force de Lorentz : } \vec{F} = q \left(\vec{E} + \vec{v} \wedge \vec{B} \right)$$

1. Rappels: Produit vectoriel

On considère les vecteurs \vec{a} , \vec{b} , \vec{c} , \vec{d} , dont les coordonnées cartésiennes sont: $\vec{a} = (-u, 0, u)$, $\vec{b} = (u, 0, 0)$, $\vec{c} = (2u, -u, u)$, $\vec{d} = (-u, 0, 0)$.

- Calculer les produits vectoriels: $\vec{a} \wedge \vec{b}$, $\vec{a} \wedge \vec{c}$, $\vec{b} \wedge \vec{c}$, $\vec{b} \wedge \vec{d}$.
- Calculer l'angle entre les vecteurs \vec{a} et \vec{d} . Même chose pour les vecteurs \vec{b} et \vec{c} .
- Calculer l'aire du parallélogramme formé par les vecteurs \vec{a} et \vec{b} . Même chose pour celui formé par les vecteurs \vec{a} et \vec{c} .
- Est-ce que $\vec{a} \wedge (\vec{b} \wedge \vec{c})$ est égale à $(\vec{a} \wedge \vec{b}) \wedge \vec{c}$? Calculer également les produits mixtes: $\vec{a} \cdot (\vec{b} \wedge \vec{c})$ et $(\vec{a} \wedge \vec{b}) \cdot \vec{c}$.

2. Force de Lorentz : Fréquence de cyclotron -

Des électrons avec vitesse de 10^6 m/s entrent dans une région avec un champ magnétique uniforme. Ils suivent une trajectoire circulaire de rayon 10 cm.

- Quel est le champ magnétique ?
- Quel est la vitesse angulaire de l'électron ?

3. Force de Lorentz : Séparation d'isotopes -

Une façon de séparer les isotopes ^{235}U et ^{238}U d'uranium (92 protons) était basée sur la différence de rayons de leurs trajectoires dans un champ magnétique. On suppose que les atomes, une fois ionisés, partent d'une source commune et bougent perpendiculairement au champ. Trouver la séparation spatiale maximale des faisceaux avec un rayon de 0,5 m pour le ^{235}U dans un champ de 1,5 Tesla si :

- les isotopes ont la même vitesse
- les isotopes ont la même énergie.

4. Effet Hall

L'effet Hall, découvert en 1880, est lié à l'apparition d'une différence de potentiel (i.e. d'un champ électrique) quand un champ magnétique $\vec{\mathbf{B}}$ est appliqué perpendiculairement à un conducteur parcouru par un courant $\vec{\mathbf{j}}$ (figure 1).

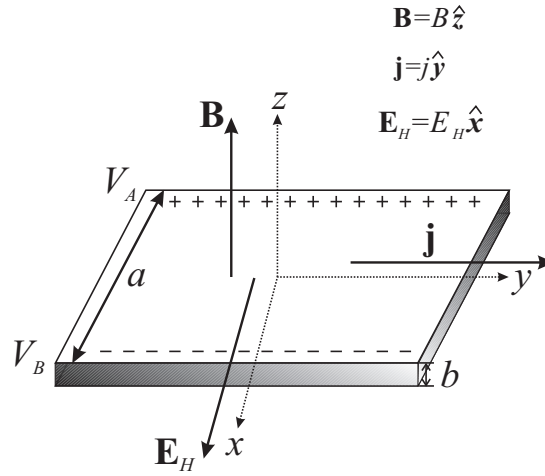


Figure 1: *Effet Hall*

- Calculer le champ de Hall à partir de la condition d'annulation de la force de Lorentz sur un électron du conducteur (condition d'équilibre).
- Déterminer la constante de Hall A_H en fonction du nombre de porteurs (n densité volumiques des porteurs) ; par définition on écrit $\vec{\mathbf{E}} = A_H \vec{\mathbf{B}} \wedge \vec{\mathbf{j}}$. La relation entre la densité des porteurs n et la densité volumique de courant \mathbf{j} :
- Application numérique (figure 1) : sur une sonde à arséniure d'indium InAs on applique un champ magnétique de $B = 37 \text{ mT}$, et on mesure un courant $I = 150 \text{ mA}$, pour une différence de potentiel de $V = 4,7 \text{ mV}$ (épaisseur $b = 0,12 \text{ mm}$), calculer la constante de Hall et le nombre de porteurs par unité de volume.