Effet Hall

Soit un barreau conducteur de longueur ℓ et de section bc soumis à une différence de potentiel U et à un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ selon $\vec{y}$

Examen qualitatif : initialement, les électrons du conducteur ont un mouvement parallèle à $\vec{x}$ sous l'effet du champ électrique $\vec{E}$ provenant de U. Les électrons sont déviés vers la face inférieure sous l'effet du champ magnétostatique. Il y a une accumulation d'électrons sur la surface intérieure.
Il y a donc création d'un champ électrique $\vec{E}_H$ qui a pour fonction d'empêcher l'accumulation de diverger. Il y a donc à présent trois champs dans le matériau : $\vec{E}, \vec{B}$ et $\vec{E}_H$ selon $\vec{z}$.

On raisonne sur des électrons libres. Ils sont soumis à une force de viscosité (effet Joule) : $-\frac{m_e}{\tau}\vec{v}_e$
En régime permanant, PFD : $\vec{0} = -e\vec{E} - \frac{m_e}{\tau}\vec{v}_e - e\vec{E}_H - e\vec{v}_e \wedge \vec{B}$
On suppose que $\vec{v}_e = v_e\vec{x}$
On projette le PFD : $\vec{v}_e = -\frac{e\tau}{m_e}\vec{E}$ donc $\vec{v}_e$ est uniforme dans le barreau et $\vec{E}_H = -\vec{v}_e \wedge \vec{B} = -v_eB\vec{z}$ est également uniforme.

$\mathrm{div}(\vec{E}_H + \vec{E}) = 0 = \frac{\rho}{\varepsilon_0}$
Donc la distribution de charge est surfacique dans le barreau.
$V_{\mathrm{sup}} - V_{\mathrm{inf}} = -\int_{\mathrm{inf}}^{\mathrm{sup}} \vec{E}_H \cdot \mathrm{d}\vec{\ell} = -E_Hc = -v_eBc$
$I = \iint \vec{j} \cdot \mathrm{d}\vec{S} = \rho_e v_e S = -en_e v_e bc$
donc $v_e = -\frac{I}{en_ebc}$
$V_{\mathrm{sup}} - V_{\mathrm{inf}} = -\frac{B}{en_eb}I = R_H\frac{BI}{b}$
où $R_H = -\frac{1}{en_e}$ appelée constante de Hall du matériau
On a fabriqué un teslamètre !
En pratique, la constante de Hall est tellement faible qu'il ne peut fournir un teslamètre. Pour cela on utilise des semi-conducteurs à trous pour lesquels $R_H = \frac{1}{n_pe}$, cela fournit une bonne sonde magnétique.