

Magnétorésistance

On s'intéresse à un conducteur constitué d'un cylindre métallique de rayon b , percé en son centre d'une cavité cylindrique de rayon a (figure 3).

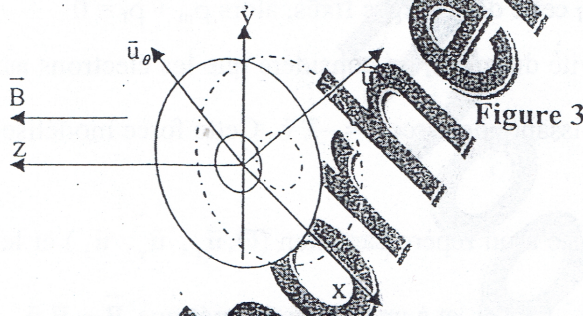
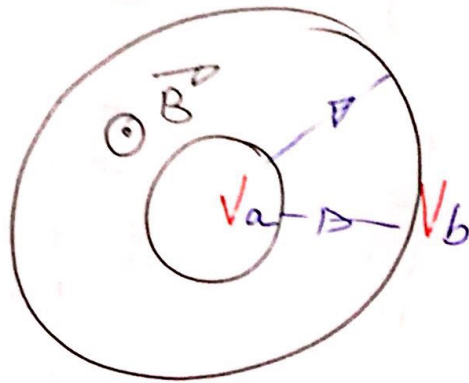


Figure 3

L'espace est ici rapporté à un repère cylindrique $(O, \bar{u}_r, \bar{u}_\theta, \bar{u}_z)$. Les cylindres de rayon a et b sont respectivement maintenus aux potentiels constants V_a et V_b . On impose ainsi un champ électrique radial est en outre soumis à un champ magnétique $\bar{B} = B \bar{u}_z$.

- 1- En utilisant la base cylindrique, appliquer le principe fondamental de la dynamique à un électron et en déduire en régime permanent une relation matricielle liant $\bar{j}$ et $\bar{E}$.
- 2- Montrer que le champ électrique radial impose une relation entre j_r et j_θ . En déduire l'équation $r(\theta)$ des lignes de champ de $\bar{j}$. Quelles est l'allure des ces lignes de champ ?
- 3- Exprimer E_r en fonction de j_r et en déduire la résistance par unité de longueur du conducteur métallique compris entre les deux cylindres de rayon a et b .
- 4- Calculer cette même résistance en l'absence de champ magnétique et en déduire la variation relative de la résistance lorsqu'on applique un champ magnétique sur $\bar{u}_z$. AN : $B = 1\text{T}$, $\gamma = 5.8 \cdot 10^7 \text{ S.m}^{-1}$.

Magnéto résistance



$$\begin{cases} j_r + \frac{\gamma B}{ne} j_\theta = \gamma E_r \\ j_\theta - \frac{\gamma B}{ne} j_r = \gamma E_\theta \end{cases} \quad j_z = \gamma E_z$$

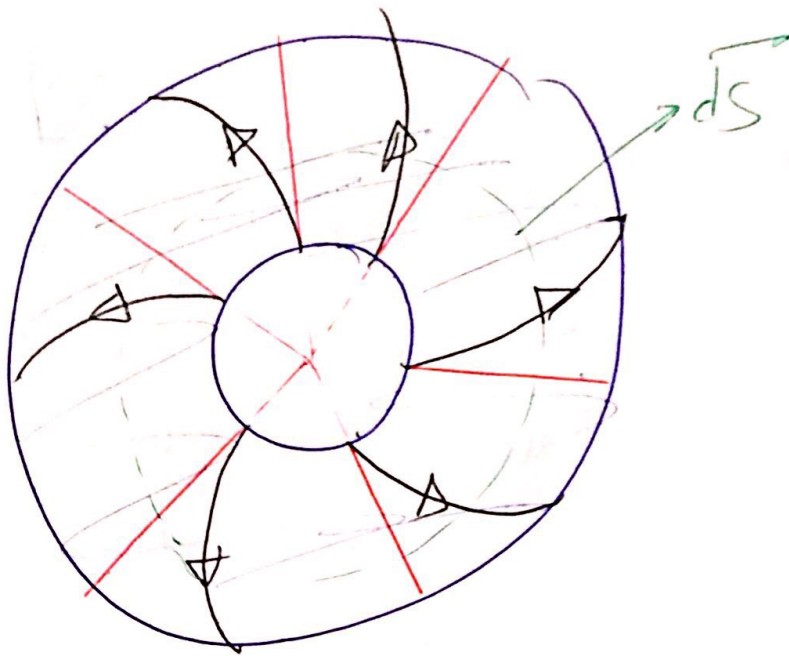
2) $\vec{E} = E_r \vec{u}_r$, $E_\theta = 0$, $E_z = 0$

$$j_\theta = \frac{\gamma B}{ne} j_r$$

$$\star d\vec{l} \wedge \vec{j} = \vec{0} \Rightarrow \frac{dr}{j_r} = \frac{r d\theta}{j_\theta}$$

$$\frac{dr}{r} = \frac{j_r}{j_\theta} d\theta = \frac{ne}{\gamma B} d\theta$$

$$r(\theta) = r_0 \exp\left(\frac{ne}{\gamma B} \theta\right) : \text{c'est une spirale logarithmique (16)}$$



$$3) \quad j_r = \frac{\gamma E_r}{\left(1 + \frac{\gamma^2 B^2}{n^2 c^2}\right)}$$

$$I = \iint \vec{j} \cdot d\vec{S} = \iint j_r \cdot (r d\theta dz)$$

$$I = 2\pi L \frac{r \gamma E_r}{\left(1 + \frac{\gamma^2 B^2}{n^2 c^2}\right)}$$

$$E_r = \left(1 + \frac{\gamma^2 B^2}{n^2 c^2}\right) \frac{I}{2\pi L} \frac{1}{r} = -\frac{dV}{dr}$$

$$-\int_{V_a}^{V_b} dV = \left(1 + \frac{\gamma^2 B^2}{n^2 c^2}\right) \frac{I}{2\pi L} \int_a^b \frac{dr}{r}$$

(17)

$$V_a - V_b = I \left(1 + \frac{\gamma^2 B^2}{n^2 e^2} \right) \left(\frac{\cancel{A}}{2\pi L} \ln\left(\frac{b}{a}\right) \right)$$

$$R_{(B)} = R_0 \left(1 + \frac{\gamma^2 B^2}{n^2 e^2} \right)$$

$$\frac{R_B - R_0}{R_0} = \frac{\gamma^2 B^2}{n^2 e^2} = 0,13\%$$

$$n \simeq 10^{29} \text{ e}^-/\text{m}^3 \quad \text{Cuirre}$$

$$n \simeq 10^{12} \text{ e}^-/\text{m}^3 \quad \text{Semi-conducteur}$$

Si — Ge

(18)

Synthese Inducteur

$$\left\{ \begin{array}{l} \vec{J} = -\frac{\vec{A}}{\mu_0 \lambda^2} \Rightarrow \text{rot } \vec{J} = -\frac{\vec{B}}{\lambda^2 \mu_0} \\ \vec{B} = \text{rot } \vec{A} \end{array} \right. \quad \underline{\text{London}}$$

RFD: $m \frac{\partial \vec{v}}{\partial t} = -e \vec{E}$; $\vec{J} = -ne \vec{v}$

$$m \frac{\partial \vec{J}}{\partial t} = +ne^2 \vec{E}$$

$$\frac{\partial \vec{J}}{\partial t} = \frac{ne^2}{m} \vec{E}$$

$$b) \lambda^2 = \frac{m}{\mu_0 n q^2} = \frac{m c^2}{\mu_0 c^2 q^2 \frac{1}{l^3}}$$

$$\lambda^2 = \frac{(m c^2)}{\left(\frac{1}{\epsilon_0} \frac{q^2}{l}\right) \frac{1}{l^2}}$$

$$\sim l^2$$

$$\lambda = \underline{\text{en m}\acute{\text{e}}\text{tr}}e$$

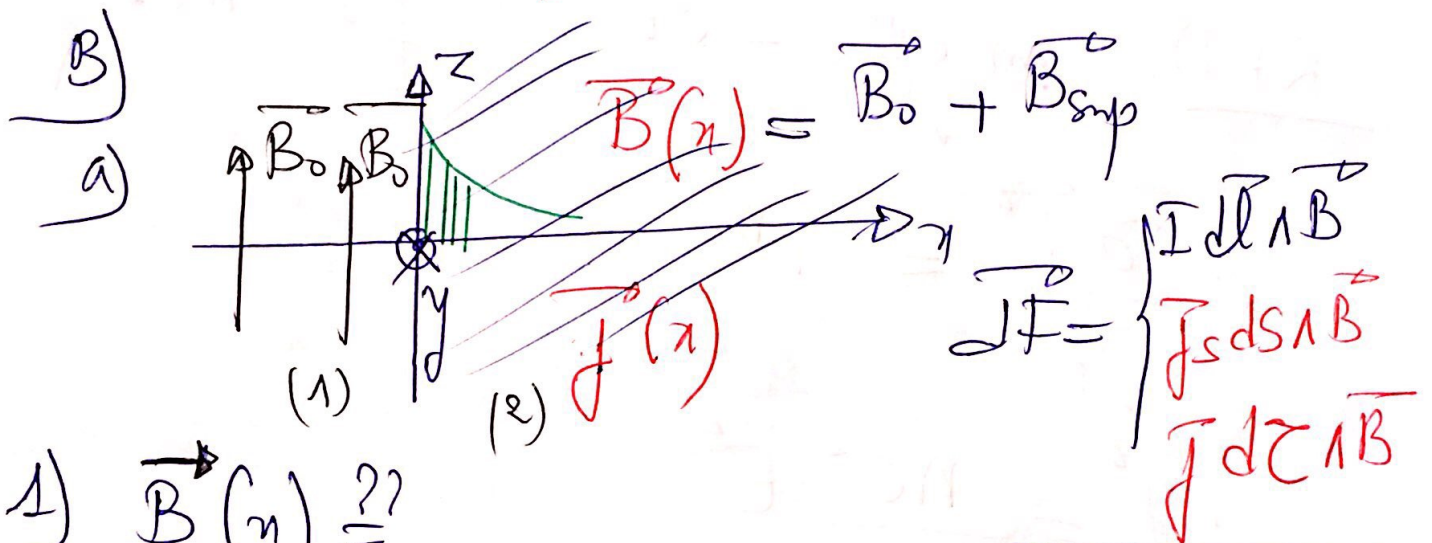
$$\frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 l} = q V = q \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r}$$

(19)

$$c) \overrightarrow{\text{rot}}(\overrightarrow{\text{rot}} \vec{B}) = -\Delta \vec{B} = \overrightarrow{\text{rot}}/\mu \vec{J}$$

$$\overrightarrow{\text{rot}}(\overrightarrow{\text{rot}} \vec{B}) = -\frac{\vec{B}}{\lambda^2} \quad (\text{London})$$

$$\Delta \vec{B} - \frac{\vec{B}}{\lambda^2} = 0$$



1) $\vec{B}(z) = ?$

$$\begin{cases} \vec{n}_{12} \wedge (\vec{B}_2 - \vec{B}_1) = \mu_0 \vec{J}_s \quad \text{tg} \\ \vec{n}_{12} \cdot [\vec{B}_2 - \vec{B}_1] = 0 \quad \text{normale} \end{cases}$$

$$\boxed{\lambda = \frac{1}{\gamma} \frac{L}{S}}$$

Drücke

$$B_{2x} = B_{1x} = 0$$

$$B_{2T} = B_{1T}$$

$$B_{2z} = B_{1z}$$

$$B_{2y} = B_{1y} = 0$$

$$\Rightarrow \boxed{\vec{B}(z) = \frac{B_z(z)}{z} \vec{u}_z}$$

(20)

$$\frac{d^2 B(r)}{dr^2} - \frac{B(r)}{\lambda^2} = 0; \quad r^2 - \frac{1}{\lambda^2} = 0$$

$$B(r) = \alpha e^{-r/\lambda} + \beta e^{+r/\lambda} \quad r = \pm \frac{1}{\lambda}$$

$$\beta \rightarrow \infty \text{ diverge: } B(r) = \alpha e^{-r/\lambda}$$

$$r \rightarrow \infty; \quad B(r) = B_0 e^{-r/\lambda}$$

$$\cdot \text{rot } \vec{B} = \mu_0 \vec{j}_c = \vec{\nabla} \wedge \vec{B} = \begin{vmatrix} \frac{\partial}{\partial r} & 1 & 0 \\ 0 & 0 & B(r) \end{vmatrix}$$

$$\vec{j}(y) = -\frac{1}{\mu_0 \lambda} \frac{dB(r)}{dr}$$

$$\vec{j}(y) = \frac{B_0}{\mu_0 \lambda} e^{-r/\lambda} \quad \vec{y}$$

$$\vec{j}_B = \frac{\int I d\vec{l} \wedge \vec{B}}{4\pi r^3}$$

$$* d\vec{F} = \vec{j}_v d\vec{\tau} \wedge \vec{B}$$

$$\vec{F} = \oint q \vec{v} \wedge \vec{B} = e d\vec{\tau} \vec{v} \wedge \vec{B} \quad (21)$$

$$d\vec{F}_{\text{mag}} = \frac{B_0^2}{\mu\lambda} \int_0^\infty e^{-x/\lambda} \vec{u}_x dx$$

$$\frac{dF_{\text{mag}}}{dS} = \frac{B_0^2}{\mu\lambda} \frac{\lambda}{2} = \frac{+B_0^2}{2\mu} = p_{\text{magé}}$$

$$j_s = \int_0^\infty j_v(x) dx ; \quad \nabla = \int_0^\infty f(x) dx$$

$$j_s = \int_0^\infty \frac{B_0}{\mu\lambda} e^{-x/\lambda} dx = \frac{B_0}{\mu_0}$$

$$p = \frac{\mu_0 j_s^2}{2} \longleftrightarrow \boxed{p_e = \frac{\nabla^2}{2\epsilon_0}}$$

$$\frac{N}{m^2} = Pa = \frac{J}{m^3} = \frac{F \cdot m}{m^3}$$

(22)