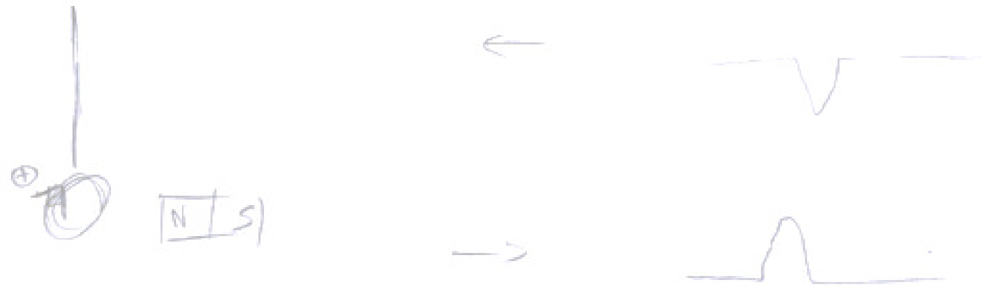
LP10 Induction électromagnétique

Niveau : CPGE
Prérequis : électrocinétique, magnétisme, diagramme de Bode RLC, force de Laplace.

exp :



insister sur sens du courant.

Intro historique

1820 : Oersted → i dans un fil crée un champ.

$i \circlearrowleft \to \vec{B}$ donnée par main droite.

1831 : Faraday a découvert → induire avec $\vec{B}$ un courant i.

MAIS → c'est les variations de $\vec{B}$ qui induisait

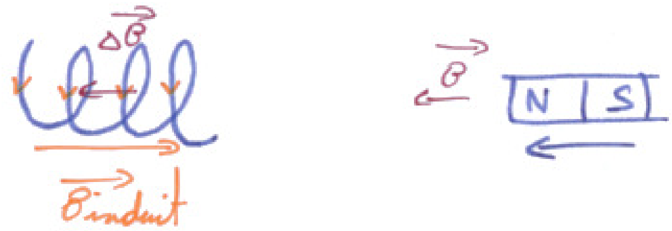
→ exp : insister sur sens du courant.

↳ "ce qu'il se passe c'est que i créé tel que le $\vec{B}$ associé s'oppose à la variation de $\vec{B}$.

I - Loi de l'induction

1.1. Loi de modération de Lenz.

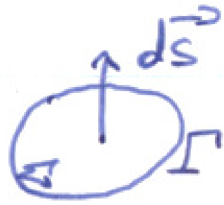
Le courant induit crée un champ magnétique qui s'oppose à la variation du champ.



1.2. Flux du champ magnétique

Le flux de $\vec{B}$ à travers une surface Σ

$$\boxed{\Phi_B = \iint_{\Sigma} \vec{B} \cdot d\vec{S}}$$

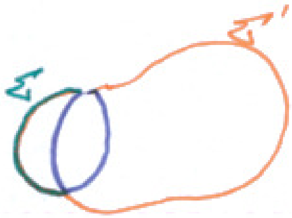


Rq : algébrique → dépend de l'orientation $d\vec{S}$.

Pourquoi on définit ça ? Car :...

Le flux à travers une surface fermé est nul. Donc le flux Φ_B ne dépend pas du choix de Σ mais seulement du contour Γ.

slides :



$\Phi_{\Sigma} + \Phi_{\Sigma'} = 0.$

1.3. Loi de Faraday.

on prend pour Γ → circuit délimite une surface.

"la variation du flux à travers cette surface crée une force électromotrice qui met en mouvement les charges.".

$$\boxed{e = -\frac{d\phi_B}{dt}} = -\frac{d}{dt}\iint_{\Sigma} \vec{B} \cdot d\vec{S}.$$

en V.

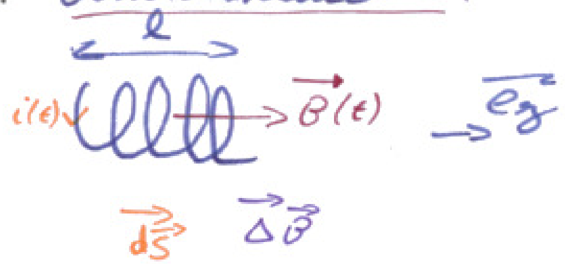
⚠ e est algébrique, le sens est donné par la règle de la main droite par rapport à $d\vec{S}$.

Deux manières de faire varié ϕ_B ↗ $B(t)$
↘ $\Sigma(t)$

induction Neumann ?
Lorentz

II - Cas d'un circuit fixe dans un champ variable

2.1. Autoinduction



" i augmente, $\vec{B}$ augmente, donc ϕ_B à travers la bobine augmente, induit une fem dans le sens contraire à i."

$$\Rightarrow \vec{B} = \frac{\mu_0 N i}{\ell} \vec{e_z} \qquad \text{dans la bobine}$$

$\rightarrow$ flux à travers bobine.

$$\phi_{1\,spire} \underset{\uparrow B_{unif}}{=} \vec{B} \cdot \vec{S} = \frac{\mu_0 N S}{\ell} \times i$$

$$\phi_{N\,spire} = N \, \phi_{1\,spire} = \frac{\mu_0 N^2 S}{\ell} \times i.$$

$\rightarrow$ fem :

$$e = -\frac{d\phi}{dt} = -\underbrace{\frac{\mu_0 N^2 S}{\ell}}_{L.} \times \frac{di}{dt}.$$

On reconnait l'inductance propre, et la tension au borne d'une bobine.

$$\boxed{u_L = L \frac{di}{dt}} \qquad \text{avec} \qquad \boxed{L = \frac{\mu_0 N^2 S}{\ell}.}$$

⚠ $u_L = - e$

conv récepteur.

conv gen → e de m̂ signe que i

2.2. Mesure de l'inductance propre.

exp avec resonnance RLC.

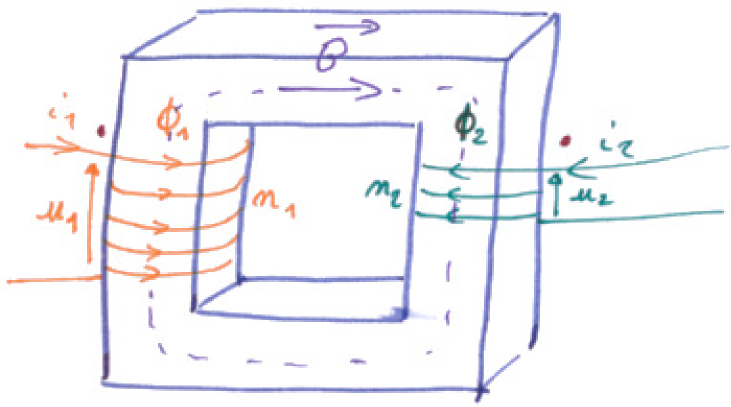
2. 3. Applications.

• le transformateur

"on peut induire un courant dans une bobine secondaire, la tension depend du nombre de spire".

"pour maximiser on utilise un noyaux de fer doux qui a la particularité de condiser les lignes de champ".

slides:



Le flux se conserve :

$$\phi_1 = \phi_2$$

$$u_2 = n_2 \frac{d\phi_2}{dt} = n_2 \frac{d\phi_1}{dt}.$$

$$= \frac{n_2}{n_1} n_1 \frac{d\phi_1}{dt}$$

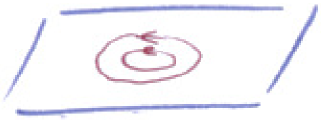
$$\boxed{u_2 = \frac{n_2}{n_1} u_1}$$

"on peut transformer une tension u_1 en u_2
→ 220 V → ≃ 10 V → chargeur portable"
↳ slide.

• courant de Foucault et détection de défaut.

→ slide

"si on colle une bobine à un conducteur → création de courant de Foucault dans le conducteur."



→ par effet Joule permet plaque à induction

→ application a détection de défaut

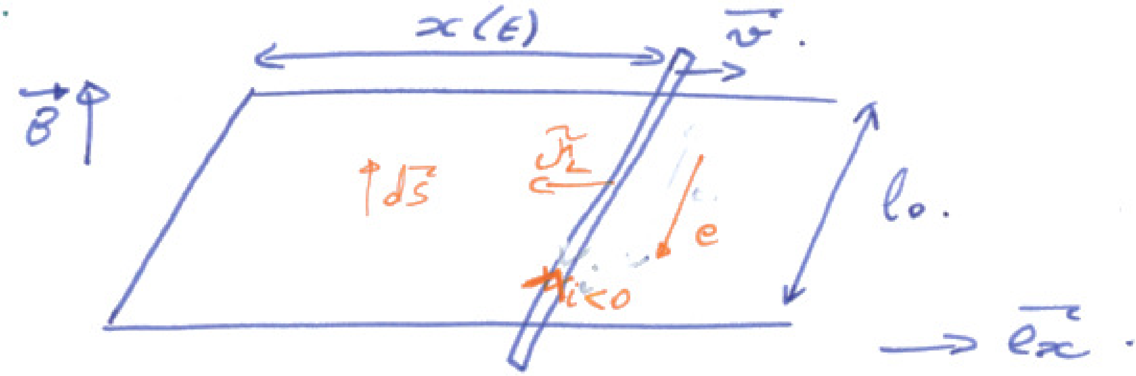
↳ le courant de F. induit un champ B_{induit} dans l'autre sens, qui s'oppose à B_{bobine} → $L \searrow$.

Si défaut courant plus petit, $B_{induit} \searrow$.

→ L plus proche L propre.

III - Circuit mobile dans un champ constant.

slide.



__Version courte :__

$x \nearrow$, $S \nearrow$ pour B uniforme.

$\phi_B \nearrow$

$e < 0 \rightarrow i = \frac{e}{R}$.

$\rightarrow \vec{F_L} = \int_{barreau} i \, \vec{dl} \wedge \vec{B}$ → force de freinage du barreau.

→ application au freinage.

__Version longue :__

$\Phi = \vec{B} \cdot S \vec{e_z} = B \, l_0 \, x(t)$

Loi de Faraday : $e = - B l_0 v$.

$\rightarrow i = \frac{e}{R} = - \frac{B l_0}{R} v$.

Force de Laplace sur le barreau.

$\vec{F_L} = \int_{barreau} i \, \vec{dl} \wedge \vec{B}$

$= i l_0 \times B \, \vec{e_x}$.

$\boxed{\vec{F_L} = - \frac{B^2 l_0^2}{R} \vec{v}}$ frottement fluide.