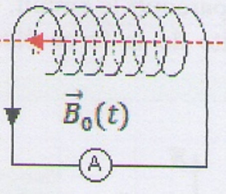
Série 2 bis
Induction magnétique

Exercice 1

On considère un solénoïde formé de N spires de rayon a, placé dans un champ magnétique $\mathbf{B_0}$ uniforme, parallèle à l'axe (Oz) et variable en fonction du temps sous la forme : $\vec{B}_0(t) = B_{0m}\cos(\omega.t)\vec{e}_z$.

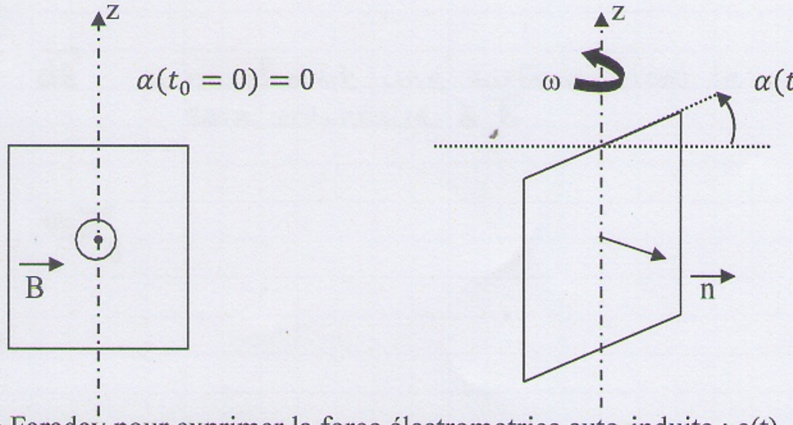


1- Calculer le flux magnétique traversant les N spires du solénoïde.
2- Déterminer le courant $i_0(t)$ induit par le champ variable $B_0(t)$. En déduire l'expression de la valeur du courant maximale i_{0m} en fonction de N, ω, R et B_{0m}. Sachant que R représente la résistance du solénoïde.
Faire le calcul, on donne : $N = 10^2$ $\omega = 10 rad.s^{-1}$, $a = 3cm$ et $B_{0m} = 0.1T$

Exercice 2 ***Etude d'une éolienne.***

L'axe de l'éolienne entraîne une génératrice qui fournit du courant électrique avec un rendement proche de l'unité. On schématise la génératrice par un cadre rectangulaire sur lequel on a enroulé N spires. Ce cadre tourne dans un champ magnétique **uniforme**, autour d'un axe vertical : axe (Oz). On note α l'angle entre le champ magnétique et la normale au cadre à un instant t quelconque. Le cadre est entraîné par l'axe de l'éolienne et tourne à la vitesse angulaire ω.

1- Etablir l'expression du flux magnétique $\Phi(t)$ à travers une spire en fonction de S_c : surface du cadre, **B** et **α**. En déduire le flux total à travers les **N** spires.

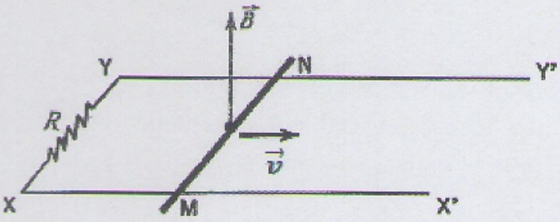


2- Utiliser la loi de Faraday pour exprimer la force électromotrice auto-induite : e(t). On rappelle : $\alpha = \omega.t$

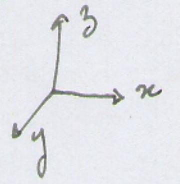
3- En déduire le courant induit maximal i_{max}, en fonction de N, B, Sc, ω et R. Sachant que R représente la résistance à laquelle est relié le cadre. La résistance de l'enroulement étant négligeable.

__Exercice3__ ***Freinage par induction***

Deux rails XX' et YY', parallèles et horizontaux, distants de 2 m (voir figure ci-dessous), ont une résistance négligeable. L'ensemble est placé dans un champ magnétique **uniforme**, verticale, d'intensité $B = 4.10^{-5} T$. Leurs extrémités sont reliées par une résistance R égale à 1 Ω. Une tige métallique cylindrique de longueur MN = L, de résistance négligeable, est placée sur les rails perpendiculairement à leur direction.
On déplace la barre, parallèlement à elle-même, à une vitesse constante $v = 50 cm.s^{-1}$.
1-a) Utiliser la loi de Faraday pour exprimer la tension e induite par la variation du flux traversant la surface (YNMX).
b) En déduire l'intensité du courant induit qui parcourt le circuit.
2- Déterminer la direction, le sens et l'intensité de la force électromagnétique qu'exerce le champ sur le conducteur MN au cours du déplacement.



$\vec{B} = 4, 10^{-5} T$



Inductance magnétique

Le flux magnétique

$$\phi_B = \iint \vec{B} \cdot \vec{dS}$$

La force électromotrice

(en Volt V)

$$\mathcal{E} = -N \frac{d\phi_B}{dt}$$

• N = nb de spires

$$\mathcal{E} = RI \quad \text{(loi d'Ohm)}$$

Exercice 1

1- $\phi_B = \iint \vec{B} \cdot \vec{dS}$ → on choisit une surface dont le vecteur normal sera colinéaire à $\vec{B}$

$$\phi_B = \iint B\vec{e_z} \cdot dS\vec{e_z}$$

$$\phi_B = \iint B\,dS$$

$$\phi_B = B\pi r^2 = B_{om}\cos(\omega t)\pi r^2$$

- $Ri_{om} = \mathcal{E} = -N \dfrac{d\phi_B}{dt}$

$i_{om} = -\dfrac{N}{R} \dfrac{d\phi_B}{dt}$

$i_{om} = -\dfrac{N}{R} \dfrac{d}{dt}\left(B_{om} \cos(\omega t) \pi r^2\right)$

$i_{om} = \dfrac{N}{R} B_{om} \omega \sin(\omega t) \pi r^2$

Pour i_{max} : $\sin(\omega t) = 1 \Rightarrow i_{om\,max} = \dfrac{N B_{om} \omega \pi a^2}{R}$

Exercice 2

1 $\phi = \iint \vec{B} \cdot \vec{dS} = B \times S \times \cos(\theta)$

$= B \times S_c \times \cos(\alpha(t))$

2- $\mathcal{E} = -N \dfrac{d\phi}{dt}$ $\qquad \dfrac{d\phi}{dt} = BS_c \times (-\dot{\alpha}(t) \sin(\alpha(t)))$

$= -BS_c \dot{\alpha}(t) \sin(\alpha(t))$

$\mathcal{E} = NBS_c \sin(\alpha(t)) \dot{\alpha}(t)$

$= NBS_c \omega \sin(\omega t)$

3- $\mathcal{E} = Ri = NBS_c \omega \sin(\omega t)$

$i = \dfrac{N}{R} BS_c \omega \sin(\omega t)$

Pour i_{max}, $\sin(\omega t) = 1 \Rightarrow i_{max} = \dfrac{N}{R} BS_c \omega$

Rappel de cours

$e(t) = B \times l \times v$

- l = longueur de la tige électrique
- v = vitesse

$e(t) = \mathcal{E}$ en fonct° du tps

Exercice 3

1a $e(t) = B\ell v$

$= 4.10^{-5} \times 2 \times 0,5$

$= 4 \times 10^{-5}$ V

1b $e(t) = R\,i(t)$

$i(t) = \frac{e(t)}{R}$

$i(t) = 4 \times 10^{-5}$ A

2. $\vec{F} = q\vec{V} \wedge \vec{B}$

$= qV\vec{e_x} \wedge B\vec{e_z}$

$= \vec{F}\,\vec{e_y}$