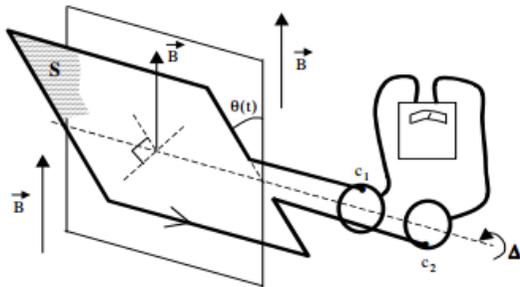


TD Loi de l'induction

Exercice 1 : Alternateur (266, 269)

Une spire de cuivre de surface S tourne autour d'un axe Δ dans un champ magnétique \vec{B} uniforme. Les contacts c_1 et c_2 de la spire tournent dans deux bagues isolées l'une de l'autre et qui sont connectées à une ampoule de résistance R . La vitesse de rotation ω de l'axe Δ est constante et conduit à $\theta(t) = \omega t - \frac{\pi}{2}$. A l'instant initial, la spire se trouve dans le plan vertical. La spire est orientée dans le sens de la flèche.



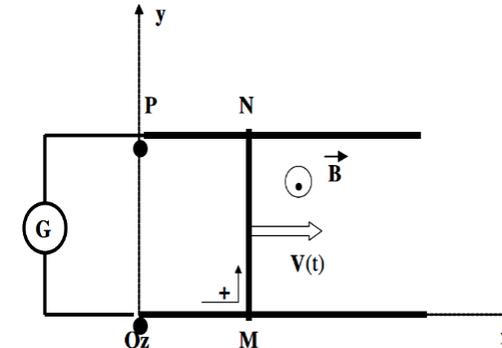
- Déterminez la f.e.m induite à l'aide de la Loi de Faraday.
- Représentez $e(t)$ pour une vitesse de rotation ω et 2ω .
- Pour une valeur fixée de ω , quelle serait la valeur maximum de $e(t)$ s'il y avait deux spires entre les contacts c_1 et c_2 ? Représentez $e(t)$ dans ce cas.
- Déterminer la puissance moyenne reçue par l'ampoule.
- Faire l'application numérique avec $S = 15 \text{ cm}^2$; $N = 20 \text{ spires}$; une fréquence de rotation du cadre $f = 50 \text{ Hz}$; $B = 0,4 \text{ T}$; $R = 1 \Omega$.

Exercice 2 : Frein à induction (266, 268, 269)

Un barreau conducteur MN , placé perpendiculairement à deux longs rails conducteurs, parallèles et distants de L , peut glisser sans frottements sur ceux-ci. L'ensemble est plongé dans un champ magnétique uniforme et stationnaire $\vec{B} = B_0 \vec{e}_z$ ($B_0 > 0$), perpendiculaire au plan des rails. Les extrémités O et P des

rails sont connectées à un galvanomètre G de résistance R . On négligera la résistance des rails et du barreau devant R .

A l'instant $t = 0$, on communique au barreau occupant la position initiale $x(0) = 0$ une vitesse initiale $\vec{v} = v_0 \vec{e}_x$ ($v_0 > 0$).



- Calculer la f.e.m $e(t)$ induite à l'instant t dans le circuit fermé comprenant le barreau mobile.
- Proposer un schéma électrique équivalent au circuit. En déduire l'expression de l'intensité $i(t)$ du courant induit dans le circuit, comptée algébriquement selon le sens indiqué sur la figure. Montrer que le sens de circulation du courant est conforme à la loi de Lenz.
- Calculer la force de Laplace agissant sur le barreau et montrer qu'elle agit sur ce dernier comme un frein électromagnétique. On étudie le mouvement du barreau de masse m après lui avoir communiqué la vitesse $\vec{v} = v_0 \vec{e}_x$.
- Montrer que le barreau finira par s'arrêter sans qu'il soit besoin de prendre en compte le frottement sur les rails. On introduira la constante de temps $\tau = \frac{mR}{B_0^2 L^2}$.
- Quelle distance aura-t-il parcouru ?
- Calculer l'énergie U_j dissipée par effet Joule dans la résistance R en fonction de m et v_0 , lors du mouvement du barreau. Conclusion ?

Exercice 3 : Dissipation, Effet Joule (266, 268, 269)

Une spire circulaire métallique de rayon a et d'axe Ox a son centre situé à l'origine O de l'espace. Un champ magnétique uniforme de valeur B en O est animé d'un mouvement de rotation, à vitesse Ω constante, dans le plan xOy .

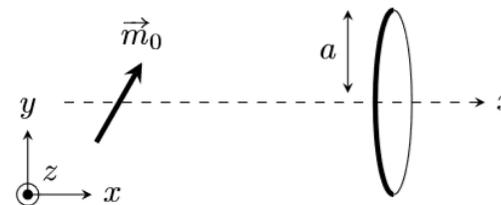
1. Faire un schéma de la situation.
2. Comment créer un champ magnétique tournant ?
3. Justifier l'existence d'un courant induit dans la spire. Son intensité i est-elle constante, variable et périodique ou autre ?
4. On note R la résistance électrique de la spire et on néglige son inductance propre. Exprimer i .
5. En déduire l'expression de la puissance perdue par effet Joule dans la spire. Cette puissance ne peut être générée spontanément ! Quelle est son origine ?

Résolution de problème

Un expérimentateur tient son téléphone portable dans sa main. Son bras passe rapidement d'une position horizontale à une position verticale afin d'entrer en communication. On tient compte de la composante horizontale du champ magnétique terrestre, d'environ $2 \cdot 10^{-5} T$. En modélisant le problème de façon raisonnable, évaluer l'ordre de grandeur de la f.é.m. induite dans le téléphone lors de son déplacement. Commenter.

Oral de concours : CCP MP 2015

Un aimant de moment magnétique \vec{m}_0 est placé dans le plan (Oxy) . Un système mécanique le met en rotation à vitesse angulaire ω constante autour de l'axe (Oz) . Une spire circulaire de rayon a et de résistance R est placée sur l'axe (Ox) à distance $x \gg a$.



Donnée : en coordonnées polaires d'axe colinéaire à \vec{m} , un moment magnétique \vec{m} placé à l'origine crée en un point M quelconque un champ magnétique

$$\vec{B}(M) = \frac{\mu_0 m}{4\pi r^3} (2 \cos(\theta) \vec{u}_r + \sin(\theta) \vec{u}_\theta)$$

1. Déterminer l'intensité i du courant induit dans la spire. En déduire la puissance électrique qu'elle reçoit.
2. Exprimer le couple magnétique subi par l'aimant.
3. Quel puissance le système mécanique doit-il fournir à l'aimant pour maintenir la vitesse constante ? Conclure : en quoi a-t-on modélisé un générateur électrique rudimentaire ?