



TD 30 - Lois de l'induction



application directe du cours



entraînement



perfectionnement

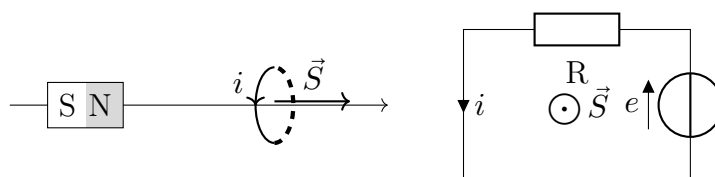


incontournable



Questions de cours

1. Donner l'expression du flux d'un champ magnétique uniforme à travers une surface s'appuyant sur un contour fermé orienté.
2. Donner l'expression de la loi de Faraday et l'expliquer.
3. Déterminer le signe de i lorsqu'on approche l'aimant et lorsqu'on l'éloigne du circuit.



4. Interpréter l'expérience précédente à l'aide de la loi de Lenz.

Ex. 1

Exercices d'application sur le cahier d'entraînement



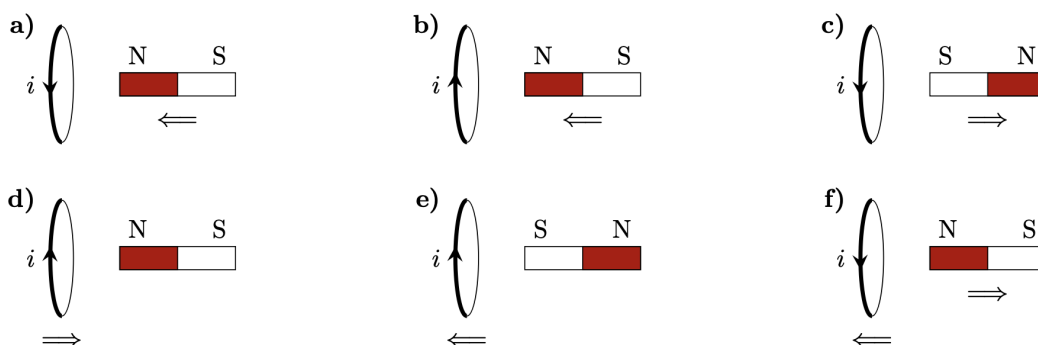
- Exercice 17.1: Flux à travers un solénoïde
- Exercices 17.2 & 17.4: Flux à travers des surfaces et des solides.
- Exercice 17.6: Induction et spires imbriquées.
- Exercice 17.9: Calcul de fém

Ex. 2

Signe du courant induit



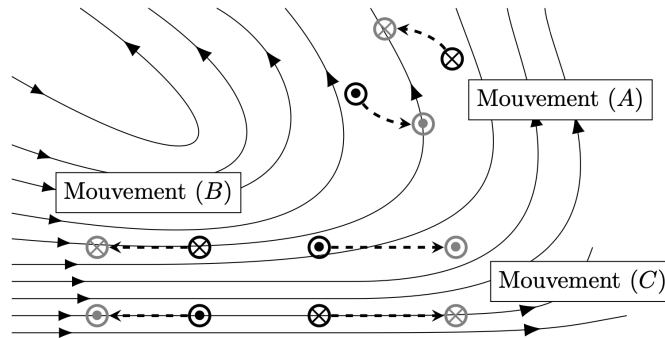
Dans chacun des circuits ci-dessous, la spire circulaire et/ou l'aimant sont déplacés dans le sens indiqué par la double flèche. Le courant apparaissant dans la spire pendant le déplacement est noté i .



1. Pour chacune des situations schématisées ci-dessus, dire si on a $i > 0$ ou si on a $i < 0$.

Des spires circulaires, orientées, perpendiculaires au plan de la figure, nommées (A), (B) et (C) sont placées dans une zone de l'espace où règne un champ magnétique (voir figure ci-dessous). Pour chacune d'elles, on veut prévoir par des considérations physiques le signe du courant i lorsque les spires sont déplacées (les déplacements sont indiqués par les flèches pointillées).

2. Pour chaque mouvement considéré, établir si le flux diminue, si le flux augmente ou si le flux ne varie pas.
3. Pour chaque mouvement considéré, en déduire si $i > 0$, si $i < 0$ ou si $i = 0$.

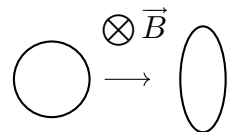


Ex. 3

Questions qualitatives



- On retourne un aimant placé devant une spire, sans changer la distance entre la spire et l'aimant. Observe-t-on un courant induit ?
- On déforme une spire plongée dans un champ magnétique (voir la figure ci-contre). Y-a-t-il du courant dans la spire lorsqu'on est en train de l'écraser ? Dans quel sens ? Et une fois qu'on a fini d'écraser la spire ?



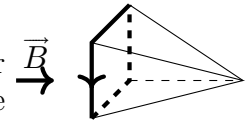
Ex. 4

Flux du champ magnétique à travers une spire carrée



On considère une spire carrée orientée plongée dans un champ magnétique uniforme. (figure ci-contre).

Montrer que le flux ϕ_1 du champ magnétique à travers le carré s'appuyant sur la spire est égal au flux ϕ_2 du champ magnétique à travers une pyramide à base carrée de hauteur quelconque s'appuyant sur la spire.



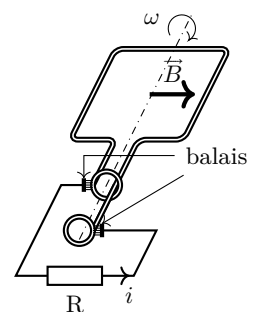
Cette propriété est très générale : on peut montrer que le flux du champ magnétique à travers une surface s'appuyant sur un contour fermé orienté donné dépend uniquement du contour et non pas de la forme exacte de la surface.

Ex. 5

Principe de fonctionnement d'un alternateur



Le schéma ci-contre donne le principe de fonctionnement d'un alternateur. Une boucle conductrice de surface S est en rotation à la vitesse angulaire ω dans un champ magnétique uniforme $\vec{B}$. Un système de bagues en contact avec des balais permet de relier la boucle à un circuit extérieur qui n'est pas plongé dans un champ magnétique.



Le système est représenté à l'instant $t = 0$.

- Déterminer l'expression du flux ϕ du champ magnétique à travers la boucle en fonction du temps t , de B et S et tracer son allure en fonction du temps.
- En déduire l'allure de la force électromotrice induite $e(t)$ dans la circuit, puis celle de l'intensité $i(t)$ circulant dans la résistance R .
- Quelle est la valeur maximale de la force électromotrice pour $B = 1 \text{ T}$, $f = \frac{\omega}{2\pi} = 50 \text{ Hz}$ et $S = 0,1 \text{ m}^2$. Commenter.

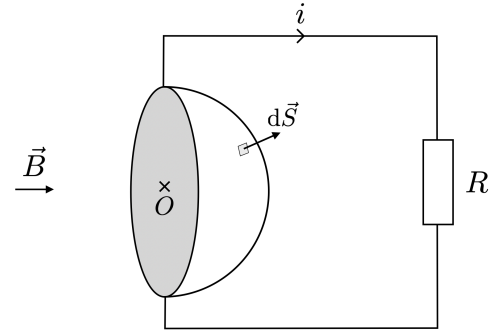
Dans un alternateur réel, on fait plutôt tourner un électro-aimant dans une armature sur laquelle sont enroulées de nombreuses boucles conductrices, ce qui permet d'atteindre des tensions beaucoup plus élevées.

Ex. 6

Flux à travers une demi-sphère



On considère une hémisphère de rayon r , conductrice, plongée dans un champ magnétique $\vec{B}$ uniforme selon $\vec{u}_y$ mais dépendant du temps $B(t) = B_0 \cos(\omega t)$. Cette demi-sphère est reliée à un circuit électrique contenant une résistance R alors parcourue par un courant i . On néglige le champ magnétique créé par le courant i et on considère seulement le flux de $\vec{B}$ à travers l'hémisphère comme source de tension.



1. Montrer que le flux de $\vec{B}$ à travers l'hémisphère est le même que son flux à travers la surface circulaire grisée de centre O .
2. Déterminer i en fonction de R , r , B_0 et ω .

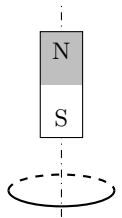
Ex. 7

Aimant dans un tuyau du cuivre



Un petit barreau aimanté, guidé sans frottements verticalement, tombe en chute libre vers une spire de cuivre fixe ayant le même axe qui lui (voir ci-contre).

1. Détailler les phénomènes d'induction et leurs conséquences sur la chute de l'aimant.
2. On introduit le même aimant dans un tuyau de cuivre vertical d'un mètre de longueur et on l'abandonne sans vitesse initiale. On constate qu'il met une dizaine de secondes pour parvenir en bas du tuyau. Interpréter.



Ex. 8

Influence du champ magnétique terrestre sur un téléphone portable



Estimer l'ordre de grandeur de la force électromotrice pouvant apparaître dans le circuit d'un téléphone portable lorsqu'on le déplace dans le champ magnétique terrestre. Commenter.



Éléments de réponse

Ex. 4: $\phi_2 = 4\phi_f = a^2 B = \phi_1$

Ex. 5: 1) $\phi = BS \sin(\omega t)$, 2) $i = \frac{e}{R} = -\frac{BS\omega}{R} \cos(\omega t)$, 3) $e_{\max} = 31 \text{ V}$

Ex. 8: $e \simeq 5 \times 10^{-3} \text{ V}$