

Thème I. Ondes et signaux (Induction) TD n°25 Lois de l'induction

💡 Méthode : Comment travailler des exercices ?

Avant la séance de TD :

- ★ Sur une feuille de brouillon, avec un crayon à la main et le chapitre ouvert sous les yeux.
- ★ Essayer des « trucs » même si cela n'aboutit pas.
- ★ Faire des schémas complets et suffisamment grands.
- ★ Ne rien écrire sur l'énoncé de TD afin de pouvoir refaire les exercices après la correction en classe.
- ★ Réfléchir environ 10 à 15 min sur chaque exercice demandé. Si vous bloquez complètement sur une question/un exercice, passez à la suite au bout de 10 min, et me poser des questions soit directement soit par mail nvalade.pcsi@gmail.com.

Après la séance de TD :

- ★ Refaire les exercices corrigés ensemble, sans regarder le corrigé dans un premier temps.
- ★ Une fois l'exercice terminé ou si vous êtes totalement bloqué, reprendre avec le corrigé.

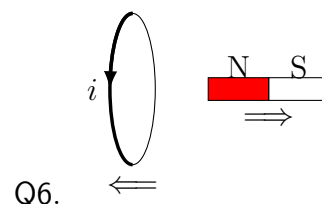
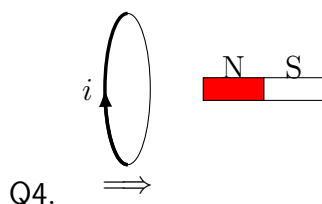
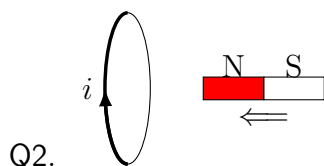
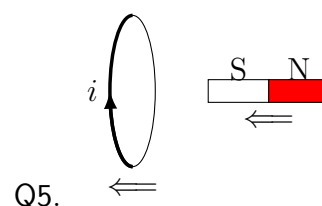
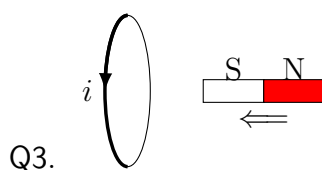
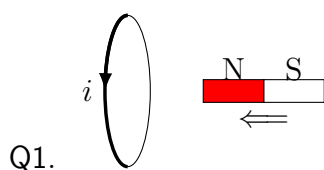
I Exercices d'applications directes du cours

Exercice n°1 Signe du courant induit

Capacité exigible :

- ✓ Utiliser la loi de Lenz pour prédire les phénomènes physiques observés.

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



Exercice n°2 Calculer des courants induits

Capacités exigibles :

- ✓ Évaluer le flux d'un champ magnétique uniforme à travers une surface s'appuyant sur un contour fermé orienté plan.
- ✓ Utiliser la loi de Faraday en précisant les conventions d'algébrisation.

Dans chacun des six cas suivants, calculer la valeur efficace du courant induit dans la spire d'axe Δ , de surface 10 cm^2 et de résistance $0,5 \Omega$.

- Q1. Cas 1 : la spire est immobile dans un champ magnétique uniforme parallèle à son axe, d'amplitude $0,1 \text{ T}$ et de fréquence 50 Hz .
- Q2. Cas 2 : la spire est immobile dans un champ magnétique uniforme orthogonal à son axe, d'amplitude $0,1 \text{ T}$ et de fréquence 50 Hz .
- Q3. Cas 3 : la spire se translate sans changer d'orientation avec une vitesse de 2 m/s , parallèle à son axe dans un champ magnétique constant et uniforme de $0,1 \text{ T}$.
- Q4. Cas 4 : la spire se translate sans changer d'orientation avec une vitesse de 2 m/s orthogonale à son axe, dans un champ magnétique constant et uniforme de $0,1 \text{ T}$.
- Q5. Cas 5 : la spire tourne avec une vitesse angulaire de 5 rad/s autour de son axe, dans un champ magnétique constant et uniforme parallèle à son axe de $0,1 \text{ T}$.
- Q6. Cas 6 : la spire tourne avec une vitesse angulaire de 5 rad/s autour d'un de ses diamètres dans un champ magnétique constant et uniforme parallèle à son axe (à $t = 0$) de $0,1 \text{ T}$.

II Exercices d'approfondissement

Exercice n°3 Cadre en translation

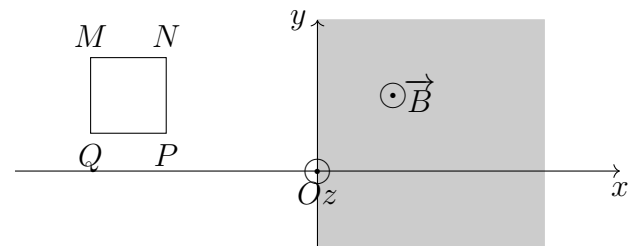
Capacités exigibles :

- ✓ Évaluer le flux d'un champ magnétique uniforme à travers une surface s'appuyant sur un contour fermé orienté plan.
- ✓ Utiliser la loi de Faraday en précisant les conventions d'algébrisation.

Un champ constant et uniforme $\vec{B} = B\vec{u}_z$ ($B > 0$) règne dans le demi espace $x \geq 0$.

Un cadre conducteur $MNPQ$ carré (de côté a), rigide, de résistance totale R , se translate à la vitesse $\vec{v} = v\vec{u}_x$, $v > 0$ (cette vitesse est maintenue constante par un opérateur).

À l'instant $t = 0$, le fil NP est confondu avec l'axe Oy .



- Q1. À partir de quel instant t_1 le cadre est-il entièrement dans la zone avec champ ?

On se place à un instant $t \in [0, t_1]$ quelconque.

- Q2. Établir la fém d'induction e en fonction de B , v et a .
- Q3. En déduire le courant i qui circule dans le cadre.
- Q4. Exprimer la force de Laplace en fonction de B , a , R et $\vec{v}$.
Comment se manifeste ici la loi de modération de Lenz ?
- Q5. Que se passe-t-il pour $t > t_1$?

Exercice n°4 Spire en rotation

Capacités exigibles :

- ✓ Évaluer le flux d'un champ magnétique uniforme à travers une surface s'appuyant sur un contour fermé orienté plan.
- ✓ Utiliser la loi de Faraday en précisant les conventions d'algébrisation.
- ✓ Exprimer le moment magnétique d'une spire plane.
- ✓ Exprimer le couple résultant des actions mécaniques de Laplace s'exerçant sur une spire en rotation.

Une spire circulaire de surface S est en rotation, à la vitesse angulaire constante ω , autour d'un de ses diamètres, qui constitue l'axe Δ . Elle est placée dans un champ magnétique uniforme et stationnaire $\vec{B}$, orthogonal à Δ .

On posera $\theta = (\vec{B}, \vec{S})$, l'angle allant de $\vec{B}$ au vecteur surface $\vec{S}$ de la spire.

Q1. Exprimer θ en fonction de ω et t .

Q2. Établir l'expression de la f.é.m. induite e dans la spire en fonction de B , S , ω et t .

Q3. On note R la résistance électrique de la spire, établir l'expression de l'intensité du courant induit en fonction de B , S , ω , R et t .

Q4. En déduire l'expression du moment magnétique de la spire.

Q5. En déduire le couple de Laplace instantané puis moyen qui s'exerce sur la spire.

Dans quel sens est-il selon le sens du mouvement (c'est-à-dire le signe de ω) ? Faire le lien avec la loi de Lenz.

Exercice n°5 Allumer une LED

Capacités exigibles :

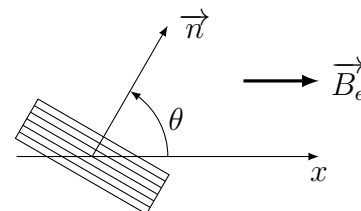
- ✓ Évaluer le flux d'un champ magnétique uniforme à travers une surface s'appuyant sur un contour fermé orienté plan.
- ✓ Utiliser la loi de Faraday en précisant les conventions d'algébrisation.

Les bornes d'une bobine plate sont reliées à une LED qui s'allume dès que la tension efficace à ses bornes atteint la valeur de 1,6 V.

La bobine est constituée de $N = 14$ spires circulaires de rayon $a = 5,0$ cm, son axe étant orienté par le vecteur unitaire $\vec{n}$.

Elle est plongée dans un champ magnétique uniforme $\vec{B}_e = B_e \cos(\omega t) \vec{u}_x$, avec $B_e = 50$ mT et $\omega = 6,0 \cdot 10^2$ rad $\cdot$ s $^{-1}$.

L'angle θ est réglable.



Q1. Exprimer le flux de $\vec{B}_e$ à travers la bobine.

Q2. En déduire la force électromotrice induite aux bornes de la bobine.

Q3. Déterminer l'inégalité que doit vérifier $|\cos(\theta)|$ pour que la LED puisse s'allumer.

En déduire l'intervalle de θ qui permet à la LED de s'allumer.

III Résolution de problème

Exercice n°6 Influence du champ terrestre sur un téléphone portable

Capacités exigibles :

- ✓ Évaluer le flux d'un champ magnétique uniforme à travers une surface s'appuyant sur un contour fermé orienté plan.
- ✓ Utiliser la loi de Lenz pour prédire ou interpréter les phénomènes physiques observés.
- ✓ Utiliser la loi de Faraday en précisant les conventions d'algébrisation.

Un expérimentateur tient son téléphone portable dans sa main. Il fait passer son téléphone 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.

Évaluer l'ordre de grandeur de la f.é.m. induite dans le téléphone lors de son déplacement. Commenter.

Pour répondre à cette question, vous êtes libre de modéliser le phénomène de manière personnelle, mais crédible.

Exercice n°7 Autoroute A43 et stimulateur cardiaque

L'autoroute A43 longe les bâtiments de l'usine de production d'aluminium de Saint-Jean-De-Maurienne. Un panneau suggère aux porteurs de stimulateurs cardiaques de modérer leur vitesse en longeant l'usine. Proposer une explication de ce principe de précaution, sachant que les cuves d'électrolyse utilisées dans l'usine sont alimentées par des courants de grande intensité pouvant atteindre quelques centaines de kA.

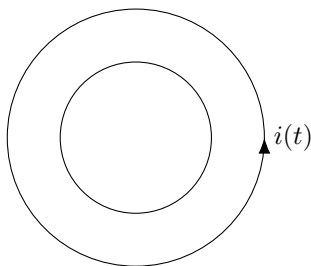
IV Extraits du cahier d'entraînement de physique-chimie

Entraînement 17.6 — Boucles imbriquées.



Deux boucles circulaires se trouvent dans le même plan.

Si le courant $i(t)$ dans la boucle externe est dans le sens trigonométrique et augmente avec le temps, que vaut le courant induit dans la boucle interne ?



- (a) Il n'y a pas de courant induit.
- (b) Le courant induit est dans le sens des aiguilles d'une montre.
- (c) Le courant induit est antihoraire.
- (d) La direction du courant induit dépend des dimensions des boucles.

.....



Entraînement 17.9 — Calcul de fém avec champ magnétique variable.



On plonge une spire de surface $S(t)$ dans une zone où règne un champ magnétique $B(t)$. Déterminer la force électromotrice $e = -\frac{d\Phi}{dt}$ induite pour les flux suivants :

a) $\Phi_1 = B_0 S_0 \cos(\omega t + \varphi)$

b) $\Phi_2 = B_0 S_0 \times \left(1 + \frac{t}{\tau}\right) \exp^{-\frac{t}{\tau}}$

c) $\Phi_3 = B_0(1 - \cos(2\omega t))S_0 \sin^2(\omega t)$

d) $\Phi_4 = B_0 \cos(\omega t)S_0 \sin(3\omega t)$