

Exercice 1 :

Lis le texte suivant et réponds aux questions.

<< Au début du XVIII^e siècle plusieurs physiciens ont tenté d'établir un lien entre phénomènes électriques et magnétiques. En 1820, Oersted trouve qu'un courant produisait un champ magnétique.

On chercha alors à démontrer l'effet inverse. En 1825 le physicien Colladon ayant fabriqué un solénoïde avec un grand nombre de spires et l'ayant branché sur un galvanomètre sensible, cherchait à détecter le courant que produirait la présence d'un aimant dans le solénoïde. Pour que l'aimant ne perturbe pas le galvanomètre, il le plaça dans une salle différente de celle où se trouvait le solénoïde. Il introduisait l'aimant dans le solénoïde puis rejoignait l'autre salle pour lire le galvanomètre.

Toutes les expériences furent négatives >>

a) Qu'observe-t-on quand on introduit un aimant à l'intérieur d'un solénoïde dont les extrémités sont reliées à un galvanomètre ? Nomme le phénomène.

Est-ce la seule présence de l'aimant dans le solénoïde qui encadre le phénomène ? Pourquoi le physicien Colladon n'a-t-il, lui, rien observé ?

b) Quelle est la grandeur qui varie pendant l'expérience ? Pourquoi utilise-t-on dans l'expérience citée dans le texte, un solénoïde avec un grand nombre de spires ?

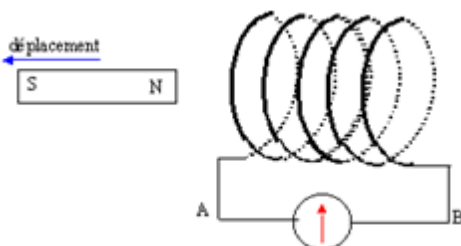
c) Que se passerait-il si on remplaçait ce solénoïde par un autre de même résistance mais ayant un nombre de spires double (tous les autres facteurs restant identiques) ?

d) Comment varie le phénomène si on introduit l'aimant deux fois plus vite dans le solénoïde (tous les autres facteurs restant identiques) ?

Exercice 2 :

En position initiale, à proximité de la bobine, l'aimant crée un flux de valeur absolue $|\phi_1| = 75 \text{ mWb}$. On éloigne l'aimant en 0,5 s de telle sorte qu'en position finale, le flux à travers les spires de la bobine devient négligeable. Calculer :

1. La valeur absolue de la f.e.m induite moyenne.
2. L'intensité moyenne du courant induit sachant que la résistance totale du circuit est $R = 75 \Omega$.
3. Donner le sens du courant induit dans la bobine. Justifier.

**Exercice 3 :**

On dispose d'une bobine de 10 cm de diamètre, elle est constituée d'un enroulement de 50 spires. Elle est initialement placée dans un champ magnétique, produit par un aimant, parallèle à l'axe de la bobine. $B = 15 \text{ mT}$.

1. Déterminer la surface de cette bobine en m^2 .
2. Calculer le flux ϕ_1 qui traverse la bobine dans ces conditions.
3. On fait faire à la bobine un demi-tour, calculer le flux ϕ_2 qui traverse maintenant la bobine.
4. La durée du demi-tour a été $t = 5 \text{ ms}$, en déduire la valeur absolue de la force électromotrice d'induction, e , qui est apparue dans la bobine.
5. Quelle est le nom de l'application principale de l'induction électromagnétique, et à quoi sert-elle ?
6. Dans le cas de l'expérience décrite dans cet exercice, qui est le rotor et qui est le stator ?

Exercice 4 :

Une bobine est constituée de $N = 10$ spires planes de surface $S = 100 \text{ cm}^2$. Sa résistance est $R = 1 \Omega$. Elle est soumise à l'action d'un champ magnétique uniforme orthogonal au plan des spires et dont la valeur varie linéairement de 0 à 1T en 10^{-2} s .

1. En utilisant la loi de Lenz, indiquer les sens (signes) du courant induit et de la f.é.m induite.
2. Quelle est la f.é.m induite dans la bobine au cours du temps ?
3. Quelle est l'intensité du courant induit ? On négligera le phénomène d'auto-induction.

Exercice 5 :

On dispose d'un solénoïde de 1000 spires et dont la surface d'une spire est 10 cm^2 . Les deux bornes du solénoïde sont reliées par un fil de connexion et un conducteur ohmique afin qu'une intensité puisse parcourir le circuit.

Un aimant est disposé à 50 cm du solénoïde, le pôle sud de l'aimant est orienté vers le solénoïde. On admettra que le champ généré par l'aimant, au centre du solénoïde est parallèle à l'axe du solénoïde. $B_1 = 5 \cdot 10^{-5} \text{ T}$.

Le champ terrestre est négligé dans cet exercice.

1. Faire un schéma du montage et représenter $\vec{B}_1$.
2. Déterminer le flux ϕ_1 qui traverse le solénoïde.

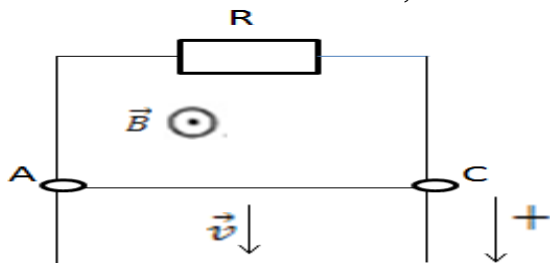
On approche brutalement l'aimant jusqu'à ce qu'il soit tout près du solénoïde. Le champ magnétique généré par l'aimant, au centre du solénoïde, a les mêmes caractéristiques qu'en début d'expérience sauf pour ce qui est de son intensité qui a augmentée : $B_2 = 1 \cdot 10^{-1} \text{ T}$. L'aimant a été approché en 10 ms.

3. Déterminer le flux φ_2 qui traverse maintenant le solénoïde.
4. Déterminer la valeur de la force électromotrice d'induction qui apparaît aux bornes de la bobine.
5. Déterminer le sens du champ magnétique induit qui est généré par la bobine et en déduire le sens de l'intensité induite qui parcourt la bobine.
6. Déterminer la valeur de cette intensité sachant que le conducteur ohmique a une résistance $R = 5 \Omega$ et que la bobine a une résistance $r = 2 \Omega$.

Exercice 6 :

Une barre conductrice AC horizontale de masse m et de longueur l , de résistance négligeable est lâchée sans vitesse initiale à l'instant $t = 0$. Elle tombe en restant parallèle à elle-même dans une région de l'espace où règne un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ horizontale et perpendiculaire à la barre. La chute de la barre est guidée par deux fils verticaux conducteurs, de résistance négligeable (voir figure).

On suppose que les forces de frottements sont nulles, bien que MN soit à chaque instant en contact avec les fils. Les extrémités supérieures des fils sont reliées à un résistor de résistance $R = 25 \Omega$. On donne : $B = 0,5 \text{ T}$.



1) Les rails sont métalliques.

- a) Donner l'expression de la f.é.m induite e qui apparaît dans la tige en fonction de B , l et v .
- b) En déduire l'expression du courant induit.
- c) Appliquer le théorème du centre d'inertie puis montrer que la tige atteint une vitesse limite v_L que l'on exprimera en fonction de m , B , l , g et R .

2) Les rails sont isolants.

- a) Calculer la différence de potentiel $u_{AC} = V_A - V_C$ entre les points A et C.
- b) Appliquer le théorème du centre à la tige. Quelle est la nature du mouvement de cette dernière ?

Exercice 7 :

Deux rails conducteurs horizontaux AA' et CC' sont distants de $l = 10 \text{ cm}$. Leur résistance est nulle. Les rails situés dans le plan horizontal sont placés dans un champ magnétique $\vec{B}$ uniforme et vertical ($B = 40 \text{ mT}$). Les points A et C sont reliés par une résistance $R = 10 \Omega$. Une

tige de cuivre de résistance nulle est placée perpendiculairement aux rails avec une vitesse constante $\vec{v}$ de valeur $v = 50 \text{ cm/s}$.

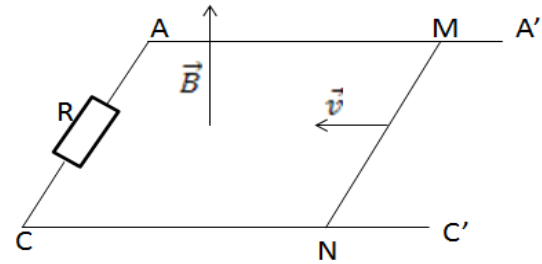
1. Déterminer la f.é.m d'induction qui prend naissance dans le circuit.

1.1 A partir du flux à travers le circuit.

1.2 A partir du champ électromoteur de MN.

2. En déduire l'intensité et le sens du courant induit.

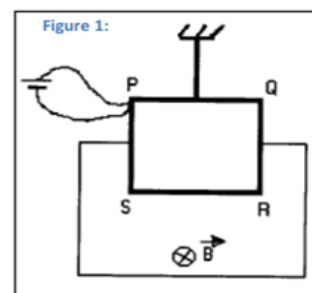
Retrouver le sens du courant induit en appliquant la loi de Lenz.

**Exercice 8:**

On prendra $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$.

Une spire ayant la forme d'un cadre vertical carré PQRS de côté $a = 10 \text{ cm}$, de masse $m = 100 \text{ g}$ est parcouru par un courant d'intensité $I = 4 \text{ A}$. Cette spire est plongée dans un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ de valeur $B = 0,2 \text{ T}$ (Voir figure 1).

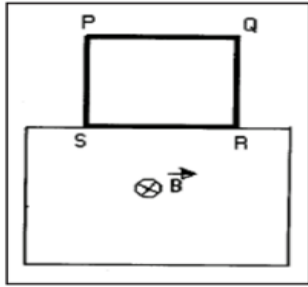
La spire est suspendue par un fil vertical de masse négligeable.



1. Déterminer les caractéristiques des forces électromagnétiques qui s'exercent sur les côtés du cadre.
2. Quelle est la valeur de la tension du fil à l'équilibre ?
3. On supprime le courant dans le cadre et on coupe le fil à la date $t = 0$. La spire tombe alors en chute libre. Le schéma ci-dessous représente la corde à l'origine des temps. Dans la suite, on néglige les forces électromagnétiques.

a) Représenter la spire lorsqu'elle est partiellement plongée dans le champ magnétique et exprimer à la date t correspondante la surface de la partie plongée dans le

- champ magnétique et exprimer à la date t correspondante la surface de la partie plongée dans le champ magnétique.
- b) Exprimer le flux magnétique à travers la corde à la date t .
- c) En déduire l'expression de la f.é.m induite et préciser le sens du courant traversant la spire.
- d) Calculer l'intensité de ce courant à $t=0,5$ s, si la résistance totale du cadre est $r=3\Omega$.



Exercice 9 :

Un solénoïde d'inductance L est formé de 10 couches superposées de spires jointives de fil conducteur de diamètre $d = 0,5$ mm (y compris l'isolant). Les spires occupent une longueur $l = 50$ cm et le rayon moyen des spires est $R = 2,5$ cm. On donne : $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ SI. Calculer l'inductance du solénoïde et l'énergie électromagnétique mise en jeu quand l'intensité qui le parcourt est $i = 20$ A.

Exercice 10 :

Une bobine de longueur $l = 1$ m, comportant $N = 1600$ spires de rayon $R = 20$ cm, assimilable à un solénoïde est parcourue par un courant d'intensité $I = 1$ A.

- Donner les caractéristiques du vecteur champ magnétique $\vec{B}$ à l'intérieur de la bobine.
- Montrer que l'inductance de la bobine a pour expression : $L = \mu_0 \frac{N^2}{l} \pi R^2$.
- La norme $\vec{B}$ décroît de $2 \cdot 10^{-2}$ T à 10^{-2} T en 6 ms. Calculer la valeur moyenne $\langle e \rangle$ de la f.é.m. induite qui apparaît dans la bobine.

Exercice 11 :

Une bobine a pour résistance $R = 10 \Omega$ et pour inductance $L = 1$ H. On établit à ses bornes, à la date $t = 0$, une tension $U = 6$ V, délivrée par un générateur de tension continue G .

- Vérifier que l'intensité du courant électrique, dans le circuit est donnée par la relation :

$$i = \frac{U}{R} (1 - \exp(-\frac{R}{L}t)) \quad (1)$$

On vérifiera que (1) est bien solution de l'équation différentielle régissant l'établissement du courant i dans le circuit.

- Quelle est l'intensité du courant en régime permanent ?
- On mesure l'intensité du courant en fonction du temps. On obtient le tableau suivant :

t (s)	0	0,05	0,10	0,15	0,30
i (A)	0	0,24	0,38	0,47	0,57

Tracer la courbe représentative de la fonction $i = f(t)$.

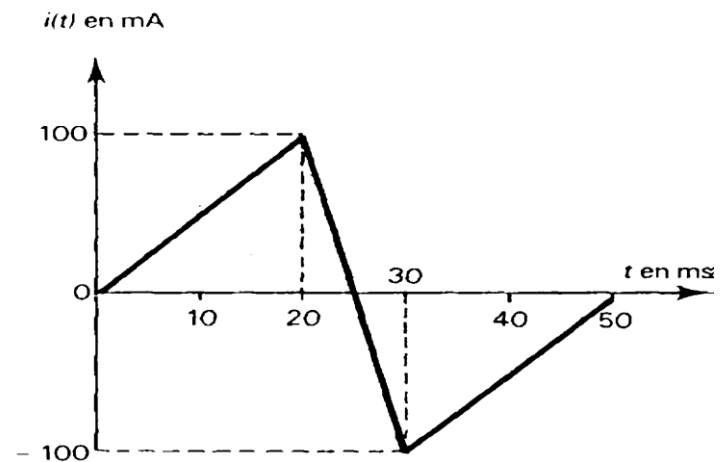
- Quelle est la signification physique du rapport $\tau = \frac{L}{R}$, appelé constante de temps? Que vaut i pour $t = \tau$?

Exercice 12

On considère une bobine assimilable à un solénoïde théorique ayant les caractéristiques suivantes :

- Rayon moyen des spires : $R = 10$ cm.
- Nombre total de spires : $N = 500$.
- Longueur de la bobine $l = 1$ m.

- Calculer l'inductance L de la bobine.
- Le courant qui circule dans la bobine est caractérisé, successivement par les valeurs suivantes exprimées en ampères : $i_1 = 2$ A, $i_2 = 5t + 2$ et $i_3 = 2\sqrt{2} \sin(100\pi t)$ (t en s). Calculer la force électromotrice d'auto-induction dans la bobine dans chacun des trois cas.
- Un courant $i(t)$ traverse la bobine (représentation de la figure ci-contre).



Tracer la représentation graphique de la tension $u = V_M - V_N$ aux bornes de la bobine sachant que le sens positif sur le conducteur va de M vers N et que la résistance interne est négligeable.

Exercice 13

On néglige le champ magnétique terrestre ; $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ S.I.

On considère une bobine de longueur $L = 50$ cm comportant $n = 1000$ spires de rayon moyen $r = 2$ cm.

- La bobine est traversée par un courant d'intensité I . L'intensité B_b du vecteur champ magnétique au centre de cette bobine est 10^{-2} T.

1.1. Peut-t-on utiliser la relation $B_b = \mu_0 NI$? Justifier. Calculer I .

1.2. Indiquer par un schéma clair comment se placerait une aiguille aimantée au centre de la bobine en choisissant un sens de parcours du courant ?

2. Un aimant droit situé dans le plan horizontal est placé perpendiculairement à l'axe de la bobine horizontale, toujours traversée par le même courant.

2.1. Représenter au centre de la bobine les vecteurs champs $\vec{B}_0$ créé par l'aimant droit et $\vec{B}_b$ créé par la bobine en précisant les pôles de l'aimant et le sens du courant. $B_0 = 10^{-2} \text{ T}$.

2.2. Préciser la nouvelle orientation de l'aiguille. Quelle est l'intensité B_r du champ résultant ?

3. La bobine est maintenant en circuit ouvert. Dans le champ magnétique uniforme horizontal $\vec{B}_0$, un dispositif approprié permet de faire tourner librement la bobine autour d'un axe vertical passant par son centre avec une vitesse angulaire constante $\omega = 4\pi \text{ rad/s}$.

3.1. A l'instant $t = 0$, l'axe de la bobine et $\vec{B}_0$, sont parallèles. La normale aux spires étant orientée dans le sens de $\vec{B}_0$, calculer le flux, φ_0 de la bobine.

3.2. A une date quelconque, la bobine a tourné de l'angle $\theta = \omega t$. Exprimer, en fonction des données, le flux magnétique $\varphi(t)$ à travers la bobine. Le calculer à la date $t = 0,25 \text{ s}$.

3.3. Montrer que la bobine est le siège d'une force électromotrice d'induction $e(t)$. Calculer sa valeur maximale.

Exercice 14 :

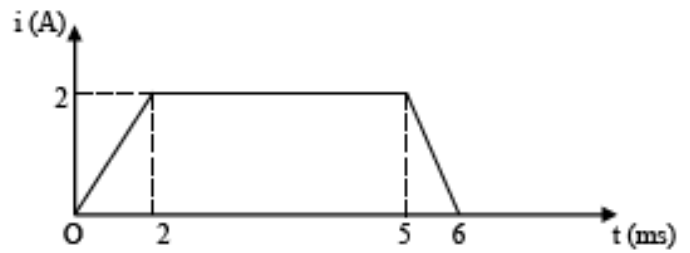
Soit un solénoïde de longueur $l = 40 \text{ cm}$, comportant 1250 spires par mètre, de rayon $R = 2 \text{ cm}$, parcouru par un courant $i = 5 \text{ A}$.

1) Calcule le champ magnétique au centre O du solénoïde par le passage du courant.

2) En supposant le champ magnétique uniforme à l'intérieur du solénoïde, calcule le flux propre de ce solénoïde. En déduis son inductance L .

3) Le solénoïde est à présent parcouru par un courant d'intensité variable en fonction du temps comme l'indique la figure ci-dessous.

4) Détermine la force électromotrice auto-induite e qui apparaît aux bornes de la bobine pour chacune des trois phases. Trace le graphe $e = f(t)$ pour $t \in [0 ; 6 \text{ ms}]$.



Exercice 15 :

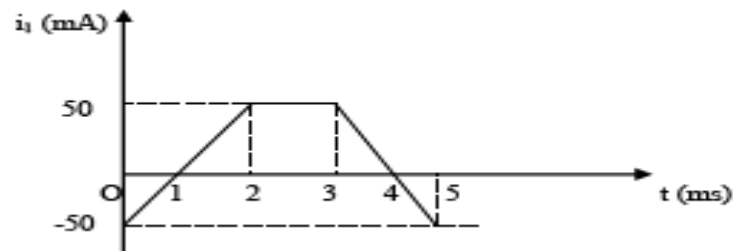
Un solénoïde possède deux enroulements entrelacés de rayon $R = 2,5 \text{ cm}$ et de longueur $l = 41,2 \text{ cm}$. En utilise respectivement $N_1 = 500$ spires pour le premier et $N_2 = 100$ spires pour le deuxième. Le premier est parcouru par un courant d'intensité variable i_1 (voir figure)

1) Donne l'expression du champ magnétique créé dans le premier solénoïde en fonction de μ , N_1 , l et i_1 .

2) Exprime le flux magnétique créé à travers le second solénoïde en fonction de μ , N_1 , N_2 , R , l et i_1 .

3) Détermine la force électromotrice e_2 lorsque : $0 < t < 2 \text{ ms}$; $2 \text{ ms} < t < 3 \text{ ms}$; $3 \text{ ms} < t < 5 \text{ ms}$.

4) Représente $e_2(t)$ sur le même graphe que $i(t)$



Exercice 16:

Sur un manchon isolant de 10 cm de diamètre et 4 m de longueur, on enroule régulièrement 2586 m de fil de cuivre.

1) Calcule le champ magnétique B à l'intérieur de la bobine en considérant que celle-ci est infiniment longue.

On donnera B en fonction de l'intensité i du courant circulant dans le fil (les spires sont quasiment jointives).

2) On place au centre de cette bobine une petite bobine plate comportant 500 spires de 5 cm de diamètre. Les deux bobines ont le même axe. On relie la petite bobine à un oscilloscope afin d'observer la tension à ses bornes. Le courant I est périodique. Calcule la f.é.m. induite dans la bobine plate. Quel est le signal observé sur l'oscilloscope ?

