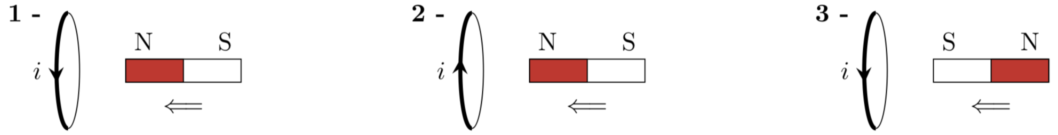
TD Révisions PTSI

Induction

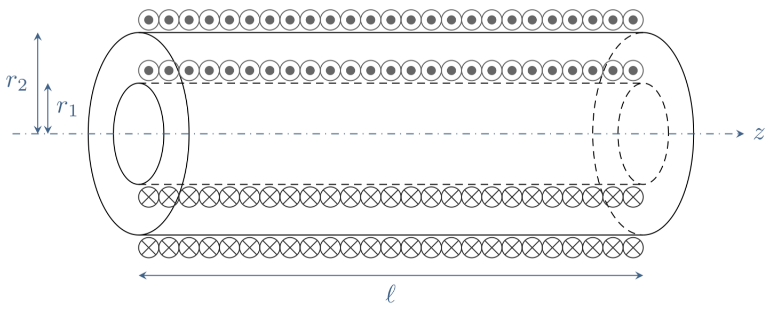
Exercice 1 - Utiliser la loi de Lenz pour orienter un circuit

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.



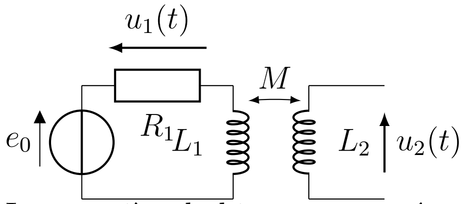
Exercice 2 - Solénoïdes imbriqués

Deux solénoïdes $\mathcal{S}_1$ et $\mathcal{S}_2$ de même axe (Oz), de même longueur l et de rayons r_1 et $r_2 > r_1$ sont emboîtés l'un dans l'autre, voir figure. Ils présentent tous deux le même nombre de spires N. On suppose que la longueur l est très supérieure aux rayons, si bien que le champ magnétique produit à l'intérieur du solénoïde p ($p = 1$ ou 2) est $\overrightarrow{B_p} = \mu_0 n i_p \vec{e}_z$ avec $n = \dfrac{N}{l}$.
La bobine intérieure est parcourue par un courant $i_1(t) = I\cos(\omega t)$, avec $I = 1$ A. La bobine extérieure est en court-circuit.



1. Déterminer les coefficients d'induction propre L_1, L_2, et le coefficient d'induction mutuelle M.
2. En négligeant les résistances internes des fils, déterminer le courant $i_2(t)$ parcourant la bobine extérieure. Quelle est son amplitude ?
3. Que vaut le champ magnétique à l'intérieur du solénoïde central ?

Exercice 3 - Méthode de mesure de M

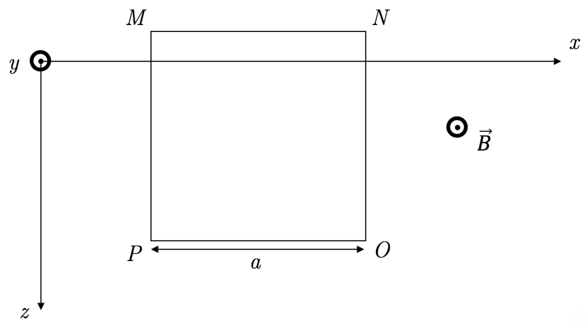


Le montage ci-contre permet de mesurer le coefficient d'inductance mutuelle entre deux circuits, représentés ici par deux bobines. Les deux bobines se font face comme sur la figure.

La première bobine est montée en série avec une résistance $R = 100\,\Omega$ et un générateur de tension e_0 harmonique de fréquence $f = 2,0$ kHz. Les tensions u_1 et u_2 sont mesurées grâce à un oscilloscope supposé idéal, c'est-à-dire de résistance d'entrée infinie.

1. Justifier pourquoi l'intensité circulant dans la bobine 2 est nulle.
   D'après la loi de comportement habituelle de la bobine, que vaudrait alors la tension u_2 ?
   Pourquoi cette loi n'est elle pas applicable telle quelle ici ?
2. Exprimer la tension u_2 en fonction de M, R et u_1.
3. Calculer M sachant que les tensions lues à l'oscilloscope ont des amplitudes $U_1 = 3,00$ V et $U_2 = 0,50$ V.
4. Comment faut-il placer les deux bobines pour que le coefficient M soit le plus grand possible ?

Exercice 4 - Chute d'un cadre



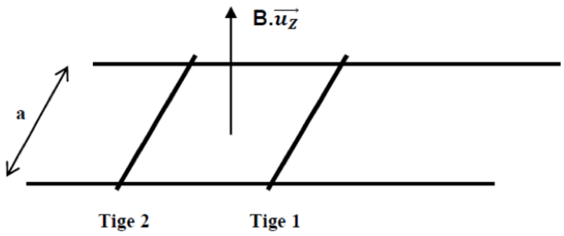
Un cadre carré de côté a, de masse m est constitué d'un fil conducteur de résistance R ; il est placé dans le plan vertical xOz où Oz est la verticale descendante, où z est la cote du côté inférieur du cadre et son inductance propre est négligeable. Il n'y a pas de frottements dus à l'air.
Dans la zone de l'espace $z > 0$ règne un champ magnétique permanent et uniforme.
On note z la position verticale du côté inférieur.
A $t = 0$, le cadre est lâché dans le champ de pesanteur avec une vitesse initiale nulle et $z = 0$.

1. Prévoir le sens du courant induit dans le cadre dans les cas suivants :
   - la spire n'est pas intégralement dans la zone de champ magnétique.
   - la spire est intégralement entrée dans la zone de champ magnétique.
2. Déterminer la force électromotrice induite e dans le cadre et en déduire le courant induit i dans chaque cas.
3. Etablir l'équation différentielle du mouvement.
4. Etablir l'expression de $v(t)$ et tracer l'allure de $v(t)$. On note $t_1 < \dfrac{R}{(Bl)^2}$ l'instant où tout le cadre est immergé dans la zone $z > 0$.

Exercice 5 - Double rails de Laplace

Deux tiges métalliques identiques parallèles, de résistance électrique R et de masse m chacune, peuvent glisser sans frottement sur deux rails conducteurs parallèles et écartés d'une distance a.

L'ensemble, horizontal, est soumis à un champ magnétostatique uniforme vertical $B\overrightarrow{u}_z$. Le système est initialement au repos. A l'instant $t = 0$, un opérateur déplace la première tige le long des rails à une vitesse $\overrightarrow{v_{10}}$ de sorte qu'elle s'éloigne de la seconde tige. On note x_1 l'abscisse de la tige 1 et x_2 celle de la tige 1, l'axe (Ox) étant l'axe horizontal orienté vers la droite. L'inductance propre du circuit est négligée.



1. Faire une étude qualitative du problème à l'aide de la loi de Lenz (prédire le mouvement des deux barres ainsi que l'état final).
2. Donner l'expression de la f.e.m induite en fonction de B, a, la vitesse de la première barre v_1 et la vitesse v_2 de la seconde barre.
3. En déduire l'intensité et le sens du courant dans le circuit composé des barres et des rails.
4. Appliquer le PFD au système constitué des deux tiges. En déduire une relation simple entre v_1 et v_2.
5. Établir l'équation différentielle vérifiée par v_1.
6. Donner l'expression de $v_1(t)$ ainsi que de $v_2(t)$. Tracer leur allure.