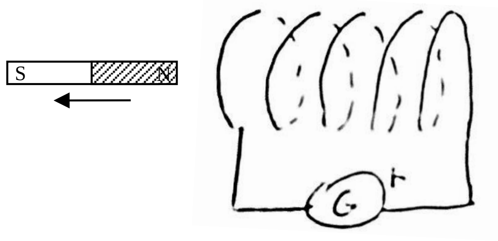
TD n°1

Exercice 1 :

Soit une bobine branchée sur un galvanomètre (ampèremètre pouvant mesurer des courants très faibles). On éloigne un aimant. Prévoir le signe du courant indiquée par le galvanomètre.



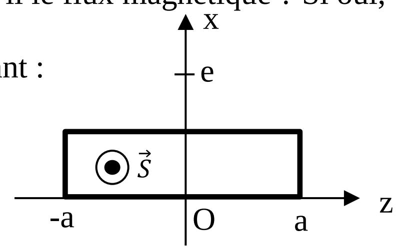
Exercice 2 :

Une répartition de courant crée un champ magnétique d'expression, en coordonnées cartésiennes :

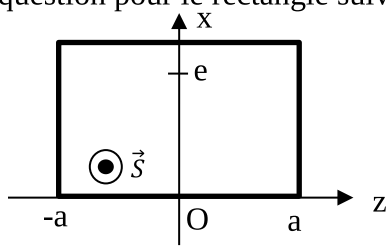
$$\begin{cases} \vec{B}(x) = kx\,\vec{e}_y \; pour \; |x| < e \\ \vec{B}(x) = B_0\,\vec{e}_y \; pour \; x > e \\ \vec{B}(x) = -B_0\,\vec{e}_y \; pour \; x < -e \end{cases}$$

Où k et B_0 sont des constantes positives.

1- Donner les unités de k et B_0.
2- Calculer le flux magnétique à travers un carré de côté a, de vecteur surface $\vec{S} = a^2\vec{e}_x$ et centré au point M de coordonnées $(x = 2e, y = 0, z = 0)$ avec $a < e$.
3- Même question pour un carré de vecteur surface $\vec{S} = a^2\vec{e}_y$ et centré au même point M. Si on inverse l'orientation de la surface, cela modifie-t-il le flux magnétique ? Si oui, comment ?
4- Calculer le flux magnétique à travers le rectangle suivant :



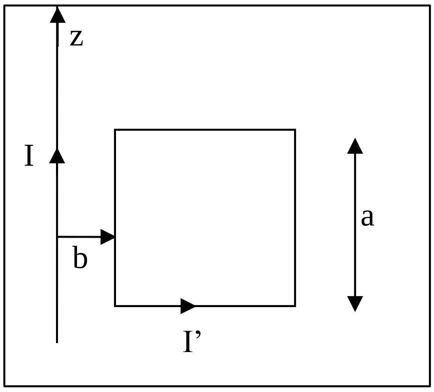
5- Même question pour le rectangle suivant :



Exercice 3 :

Soit un fil infini confondu avec l'axe z parcouru par un courant d'intensité I. Un cadre carré de côté a, parcouru par un courant d'intensité I' est placé à une distance b du fil (cf schéma).

On rappelle que le champ magnétique créé par le fil infini vérifie : $\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}\vec{u}_\theta$

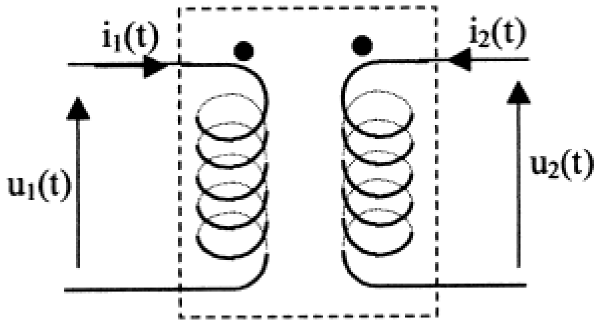


1- Calculer la résultante des forces de Laplace dû au champ magnétique créé par le fil infini et qui s'exerce sur le cadre.

2- Calculer le flux du champ magnétique créé par le fil infini à travers le cadre.

Exercice 4 :
Un cadre rectangulaire conducteur filiforme, fixe, de résistance R et de côtés a et b, placé dans le plan (xOy) baigne dans un champ magnétique $\vec{B}(t) = B_0 \cos \omega t\, \vec{u}_z$. Expliquer ce qu'il va se passer. Calculer l'intensité du courant induit et montrer que la loi de Lenz est bien vérifiée.

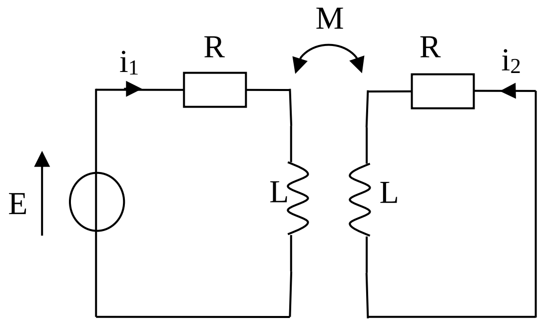
Exercice 5 :
Pour réaliser un capteur de tension, on utilise un transformateur constitué d'un bobinage primaire de n_1 spires et d'un bobinage secondaire de n_2 spires.
On suppose le transformateur parfait.



1. Rappeler les hypothèses du transformateur parfait.
2. Donner et démontrer la relation qui relie la tension primaire $u_1(t)$ à la tension secondaire $u_2(t)$, ainsi que la relation entre $i_1(t)$ et $i_2(t)$.
3. Pour une tension efficace de 230V au primaire, on souhaite une tension efficace de 5V au secondaire. Calculer la valeur du rapport de transformation n_2/n_1.

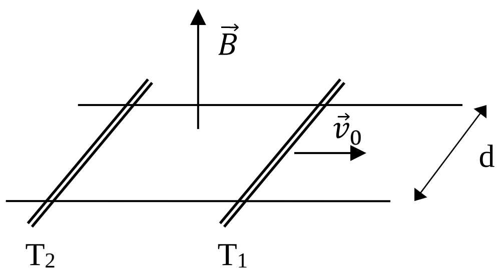
On bobine 500 spires au primaire ; calculer le nombre de spires que doit comporter le secondaire.

Exercice 6 :
Soit le circuit représenté par le schéma suivant :



1) Trouver le système d'équations différentielles vérifié par i_1 et i_2.
2) En posant $x = i_1 + i_2$ et $y = i_1 - i_2$ résoudre ce système. On supposera qu'initialement les courants sont nuls.
3) On se place dans le cas du régime sinusoïdal forcé. Dans ce cas la tension délivrée par le générateur peut s'écrire :
$E(t) = E_0 \cos (\omega t)$.
En déduire $\underline{I}_2$ l'amplitude complexe de l'intensité du courant circulant dans le second circuit.

Exercice 7 :
Deux tiges T_1 et T_2 identiques de masse m et de résistance R glissent sans frottement sur deux rails parfaitement conducteurs.
Le tout baigne dans un champ magnétique uniforme et stationnaire vertical.
A l'instant initial, la tige T_1 est animée d'une vitesse v_0, tandis que T_2 reste immobile.

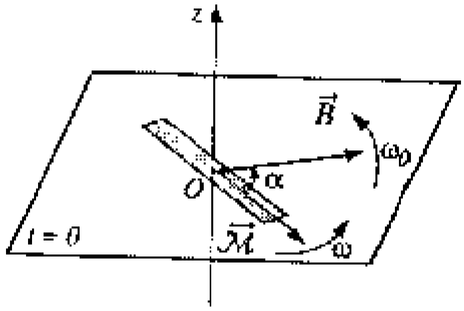


1- Par une analyse qualitative, montrer que la tige T_2 va se mettre en mouvement et que la tige T_1 va ralentir.

2- Etablir l'expression des vitesses de chacune des tiges en fonction du temps.

<u>Exercice 8 :</u>

Un montage non représenté produit dans un certain volume un champ magnétique $\vec{B}$ supposé uniforme, d'amplitude B_0, qui tourne dans le plan *xOy* autour de l'axe *Oz* avec la pulsation ω_0 constante.
D'autre part, une pièce mobile autour de l'axe *Oz* (le rotor) constituée d'un petit aimant portant un moment magnétique permanent $\vec{M}$, orthogonal à *Oz*, tourne dans le plan *xOy* d'un mouvement de rotation uniforme de pulsation ω.



La valeur de l'angle $(\vec{M},\vec{B})$ à l'instant initial est notée α comme indiqué sur la figure.
On note $\vec{u}_z$ le vecteur unitaire de l'axe *Oz*.

1) Calculer la valeur instantanée du couple magnétique $\vec{\Gamma}(t)$ exercé par le champ $\vec{B}$ sur la pièce mobile. En déduire sa valeur moyenne au cours du temps $<\vec{\Gamma}>$ et commenter le résultat en distinguant le cas $\omega = \omega_0$ du cas $\omega \neq \omega_0$.

2) Pour quelles valeurs de ω et α ce dispositif fonctionne-t-il en moteur ? Justifier la terminologie de « moteur synchrone » ; l'aimant suit-il ou précède-t-il alors le champ magnétique dans son mouvement ?
Quelle est dans ce cas la puissance maximale P_m que peut fournir le moteur en régime permanent ? Où est précisément la source d'énergie dans ce montage ?

3) On note $\Gamma = \| <\vec{\Gamma}> \|$ le module de la valeur moyenne du couple magnétique, Γ_m la valeur maximale de Γ et $\Gamma_u \leq \Gamma_m$ le couple utile fourni par le moteur en régime permanent.
Tracer le graphe $\Gamma(\alpha)$ pour les valeurs de α correspondant à un dispositif fonctionnant en moteur.
Quelle relation lie Γ et Γ_u en régime permanent de fonctionnement du moteur ? Que constate-t-on alors graphiquement pour une valeur donnée de Γ_u ?

4) Enoncer le critère de stabilité de fonctionnement du moteur en régime permanent (lorsque par exemple celui-ci prend accidentellement de l'avance ou du retard sur son régime permanent), puis déterminer qualitativement à partir du graphe $\Gamma(\alpha)$ le domaine de α correspondant à un régime stable.

5) Ce type de moteur peut-il démarrer seul ? Expliquer.

Exercice 9 :

Un cadre de côté a, de masse m, de résistance R et d'inductance négligeable, est suspendu à un ressort de raideur k. Il peut se déplacer selon un mouvement de translation verticale. Dans la zone grisée existe un champ magnétique uniforme et stationnaire $\vec{B} = B\vec{e}_x$.
A l'équilibre la moitié supérieure du cadre est en dehors du champ et la moitié inférieure dans le champ.
On veut étudier les petits mouvements du cadre autour de sa position d'équilibre.
Déterminer l'expression de la hauteur z du cadre en fonction du temps.