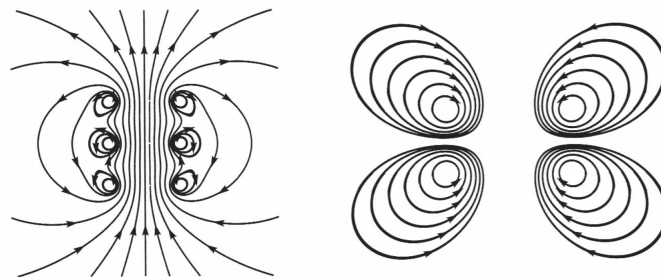


TD 1	Champ magnétique / Lois de l'induction Induction - Chap 1 / Chap 2	SUP Aux Lazaristes
------	---	--

Exercice 1 : Cartes de champ

1. Dans les cartes de champs magnétique suivantes, où le champ est-il le plus intense ? Où sont placées les sources ? Le courant sort-il ou rentre-t-il du plan de la figure ? Indiquer les plans de symétrie et d'antisymétrie du champ magnétique.
2. Appliquer les propriétés d'invariances et de symétries pour simplifier l'expression du champ magnétique créé par un solénoïde.



Exercice 2 : Mesure du champ magnétique terrestre

On dispose d'un solénoïde comportant $n = 100$ spires par mètre, parcouru par un courant d'intensité $I = 100$ mA. On le place sur un support horizontal et on oriente son axe dans la direction Est-Ouest. On introduit à l'intérieur une aiguille aimantée mobile en rotation autour d'un axe vertical. Cette aiguille s'oriente parallèlement à la composante horizontale du champ existant à l'endroit où elle se trouve. On donne $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H} \cdot \text{m}^{-1}$.

1. Calculer l'intensité du champ magnétique créé par le solénoïde.
2. Sachant que l'aiguille aimantée fait un angle $\theta = 58^\circ$ avec l'axe du solénoïde, déterminer la valeur de la composante horizontale B_H du champ magnétique terrestre.
3. On estime que l'incertitude sur l'angle est de 2° , et on néglige l'incertitude sur les autres grandeurs. Quelle est l'incertitude sur la valeur du champ ?

Exercice 3 : 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 .

1. Déterminer l'expression de la f.e.m induite e dans la spire.
2. Sachant que la spire a une résistance R , établir la valeur du moment magnétique de la spire.
3. En déduire le couple de Laplace instantané puis moyen qui s'exerce sur la spire.

Exercice 4 : Petites oscillations d'un aimant

Un aimant homogène, de moment magnétique $\vec{M}$, de moment d'inertie J par rapport à son centre de gravité G , est libre de tourner autour de G dans un plan horizontal. Il est soumis à l'action d'un champ magnétique $\vec{B}$ uniforme.

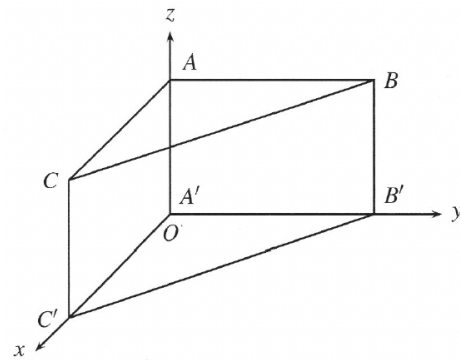
1. L'aimant est légèrement tourné par rapport à sa position d'équilibre stable, tout en restant dans le plan horizontal, puis lâché sans vitesse initiale. Quelle est la période T des petites oscillations ultérieures ?
2. Afin d'en déduire la valeur du champ magnétique $\vec{B}$, sans connaître ni le moment d'inertie, ni le moment magnétique de l'aimant, on ajoute au champ $\vec{B}$ un champ magnétique $\vec{B}'$ créé par une bobine. On place d'abord la bobine telle que $\vec{B}'$ et $\vec{B}$ soient parallèles et de même sens et l'on mesure la période T_1 des petites oscillations de l'aimant. On change ensuite le sens du courant dans la bobine et on mesure la nouvelle valeur T_2 de la période des petites oscillations.

En déduire B en fonction de l'intensité B' du champ créé par la bobine et du rapport T_1/T_2 sachant que $B < B'$

Exercice 5 : Flux magnétique à travers un prisme

On considère le prisme droit suivant, où $a = AB = AC = 2$ m et $b = AA' = 1,5$ m. Évaluer le flux magnétique sortant à travers les différentes surfaces du prisme dans le cas d'un champ $\vec{B}$ de norme 0,2 T et de direction :

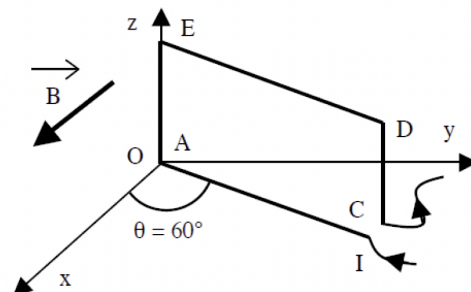
1. $\vec{B} = B\vec{u}_x$
2. $\vec{B} = -B\vec{u}_z$
3. $\vec{B}$ = dans le plan yOz tel que l'angle $(\vec{u}_y, \vec{B}) = \pi/3$



Exercice 6 : Spire rectangulaire

Une spire rectangulaire rigide ($AC=10$ cm, $AE=8$ cm) est mobile autour d'un axe passant par le cote AE. Elle est parcourue par un courant d'intensité $I = 10$ A et placée dans un champ magnétique uniforme $\vec{B} = B\vec{u}_x$ avec $B = 0,3$ T.

1. Donner dans le repère (O,x,y,z) les composantes du moment magnétique $\vec{M}$ de la spire.
2. En déduire l'expression du moment du couple $\vec{\Gamma}$ des forces d'origine électromagnétique s'exerçant sur la spire. Calculer numériquement sa norme Γ .
3. Retrouver ce résultat en déterminant sur chaque segment de la spire le moment par rapport à Oz des actions.



Exercice 7 : Règle du flux maximal

Une petite spire libre en rotation et parcourue par un courant constant I est suspendue dans le champ magnétique $\vec{B}$ d'un aimant. On constate alors que la spire s'oriente dans une direction particulière.

1. Interpréter cette observation et représenter la situation par un schéma pour différentes configurations (position de la spire par rapport à l'aimant, sens de circulation du courant...)
2. On constate de plus que si une translation est possible, la spire orientée se déplace en se rapprochant de l'aimant. Expliquer qualitativement cette observation.
3. Justifier la **règle du flux maximal** qui dit que *dans un champ magnétique extérieur, un circuit fermé tend se déplacer et s'orienter de manière à maximiser le flux de $\vec{B}$ à travers sa surface*, et montrer que les observations précédentes sont bien en accord.

Exercice 8 : Moteur synchrone

On considère un modèle simple pour décrire le moteur synchrone. Le rotor, caractérisé par un moment magnétique $\vec{M}$, est soumis à un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ tournant à vitesse angulaire constante Ω . Entraîné par le champ $\vec{B}$, le rotor tourne lui aussi à vitesse angulaire constante, notée ω . On note $\theta(t)$ l'angle interne $(\vec{M}, \vec{B})$ au cours du temps et $\vec{\Gamma}$ le couple exercé par le champ sur le rotor. On prendra $B = 0,2$ T ; $M = 8,0$ A.m² et $f = \frac{2\pi}{\Omega} = 50$ tours/s.

1. Le champ magnétique tournant est réalisé à l'aide de trois bobines identiques alimentées par trois courants $i_1(t)$, $i_2(t)$ et $i_3(t)$. Décrire précisément le dispositif et représenter sur un même graphe l'allure des 3 courants en fonction du temps.
2. Exprimer l'évolution, au cours du temps, du moment des forces subies par le rotor.
3. A quelle condition la valeur moyenne du couple $\vec{\Gamma}$ est-elle non nulle ? Commenter.
4. De quel paramètre angulaire dépend alors le couple moteur ? Étudier ses variations et en déduire l'existence d'un couple maximal Γ_M que l'on calculera.
5. Que se passe-t-il en présence d'une charge qui exerce un couple résistant de moment $\vec{\Gamma}_r$? Discuter notamment si le dipôle peut être entraîné par le champ, et quelle est alors la vitesse de rotation et l'angle entre $\vec{M}$ et $\vec{B}$...
6. Faire les applications numériques pour un couple résistant $||\vec{\Gamma}_r|| = 0,65$ N.m. Déterminer également dans ce cas la puissance P fournie par le moteur.