TD 4

Ex1 : Champ crée par une bobine longue

On considère une bobine de longueur $L = 60$ cm, de rayon $R = 4$ cm, parcourue par un courant d'intensité $I = 0,6$ A.

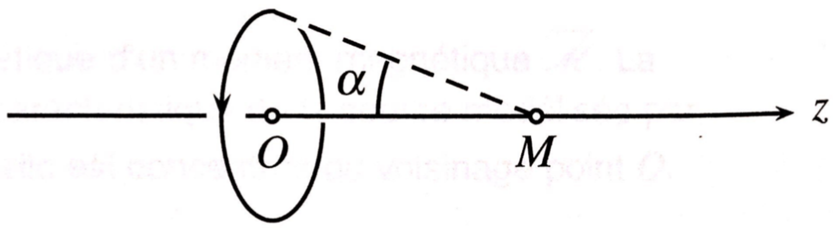
1. La formule du champ dans un solénoïde est-elle valable ?

2. Déterminer le nombre de spires nécessaires pour obtenir un champ magnétique de $0,1.10^{-2}$ T.

3. La bobine est réalisée en enroulant un fil de $1,5$ mm de diamètre autour d'un cylindre en carton. Combien de couches faut-il bobiner pour obtenir le champ précédent ?

Ex2 : Champ crée par une spire sur son axe

Une spire de centre O et de rayon R, parcourue par un courant d'intensité I, crée en tout point M de son axe (Oz) un champ parallèle à $\overrightarrow{u}_z$ de norme : $B_{spire} = \frac{\mu_0|I|}{2R}\sin^3\alpha$ où α est l'angle sous lequel on voit la spire depuis le point M.



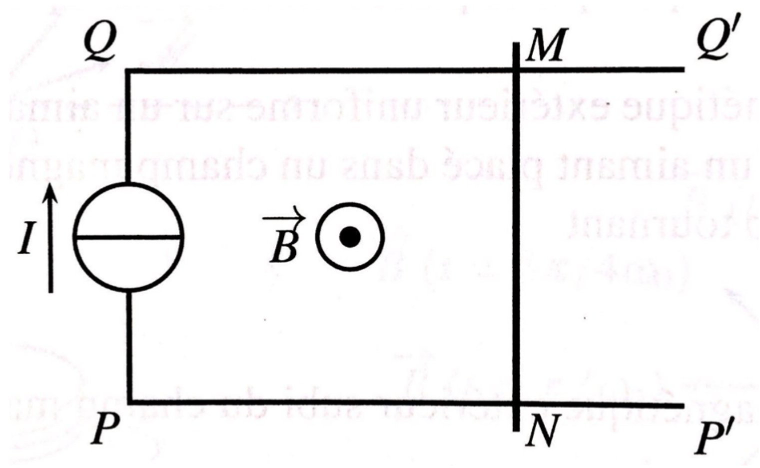
1. Le sens réel du courant étant celui indiqué sur la figure, le champ est-il dirigé suivant $+\overrightarrow{u}_z$ ou suivant $-\overrightarrow{u}_z$?

2. On choisit pour sens conventionnel positif le sens représenté sur la figure. Exprimer le champ $\overrightarrow{B}(M)$ en fonction de la coordonnée z de M.

3. Représenter l'allure de la courbe $B_{spire}(z)$. Calculer numériquement la norme du champ magnétique à 10 cm du centre de la spire, sachant que $R = 20$ cm et $I = 0,50$ A.

Ex3 : Canon magnétique

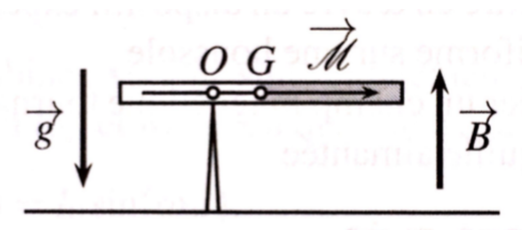
On considère le circuit électrique plan ci-dessous, dans lequel le conducteur MN de masse $m = 500$ g peut glisser sans frottement et sans que le contact électrique soit rompu, sur les conducteurs QQ' et PP'. L'ensemble est placé dans un champ magnétique uniforme $\overrightarrow{B}$ normal au plan du circuit. La distance entre les rails est $l = 10$ cm.



Le circuit est alimenté par une source de courant stationnaire I. Déterminer la valeur de B_0 pour qu'on puisse accélérer la masse jusqu'à une vitesse $v = 2,4.10^3$ m.s^{-1} sur une distance $d = 3$ m si on peut produire un courant $I = 1.10^3$ A.

Ex4 : Aimant en équilibre

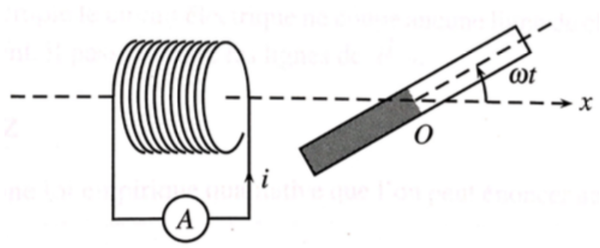
Un aimant très fin, de moment magnétique $\overrightarrow{\mathcal{M}}$ et de masse m, est en contact avec une pointe verticale en un point O différent de son centre de gravité G. Il est soumis à l'action d'un champ magnétique $\overrightarrow{B}$ et à son poids.



Quelle doit être la distance $d = OG$ pour que l'aimant soit en équilibre en position horizontale ?

Ex5 : Aimant et bobine

1. Une bobine comporte $N = 500$ spires de rayon moyen $r = 5$ cm. Un barreau aimanté est placé sur l'axe (Ox) de la bobine, parallèlement à celui-ci, à une distance telle que le champ qu'il crée au centre de la bobine vaut $0,3$ T. Quel est l'ordre de grandeur du flux magnétique envoyé par l'aimant à travers la bobine ?



2. On fait tourner l'aimant à la vitesse angulaire $\omega = 10$ rad.s^{-1} autour d'un axe perpendiculaire à (Ox). Quel est l'ordre de grandeur de l'amplitude de la f.é.m induite dans la bobine ?

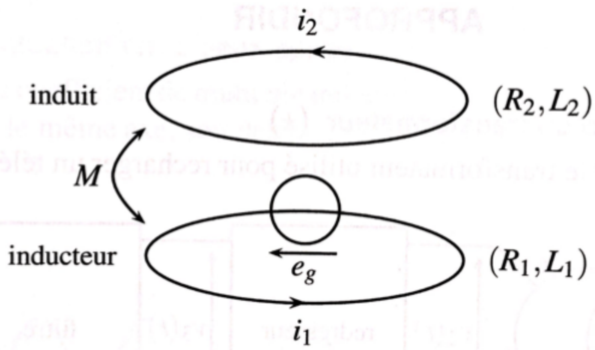
Ex6 : Table de cuisson à induction

Dans la cuisson à induction, le fond métallique des récipients de cuisson est directement chauffé par des courants de Foucault induits par un champ magnétique variable. Ce champ est créé par un bobinage, nommé inducteur, qui est alimenté en courante sinusoïdal. On fait la modélisation suivante :

— L'inducteur est assimilé à une bobine de résistance électrique $R_1 = 1,8.10^{-2}$ Ω et d'inductance propre $L_1 = 30$ μH. Il est alimenté par une tension $e_g(t)$ sinusoïdale de fréquence $f = 25$ kHz et valeur efficace égale à 24 V.

— Le fond du récipient est assimilé à une spire de courant de résistance $R_2 = 8,3$ mΩ et d'inductance propre $L_2 = 0,24$ μH.

— Les deux circuits ont une mutuelle inductance M.



1. Écrire les équations de couplage entre les intensités i_1 et i_2 dans l'inducteur et l'induit.
2. En déduire l'expression littérale du rapport $\frac{I_{2,0}}{I_{1,0}}$ des amplitudes des courants $i_2(t)$ et $i_1(t)$.
3. En déduire l'expression littérale de l'impédance d'entrée du système : $\underline{Z}_e = \frac{\underline{e}_g}{\underline{u}_1}$.
4. Vérifier que $R_1 << L_1\omega$ et que l'on fait une erreur de moins de 5% en négligeant R_2^2 devant $(L_2\omega)^2$. Utiliser ces approximations pour simplifier les deux expressions littérales précédentes, puis effectuer le calcul numérique de leur module, sachant que l'inductioance mutuelle est estimée à $M = 2$ H.
5. On soulève la plaque à chauffer. Comment varie l'amplitude du courant i_1 appelé par l'inducteur ?