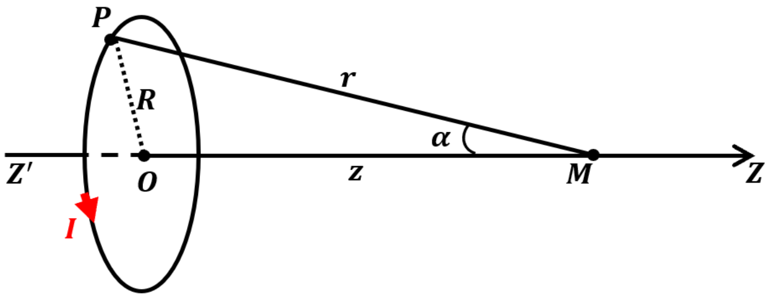
Module : Électromagnétisme dans le Vide

Travaux Dirigés : Série 2

Prof. Youssef HADDOUT

Exercice 1 : *Champ magnétique créé par une spire, puis par deux spires concentriques*

Soit une spire circulaire filiforme de rayon R, de centre O, parcourue par un courant permanent d'intensité I.



1. Déterminer le sens du champ magnétique $\vec{B}$ créé par la spire en un point M de son axe.
2. Exprimer le module de $\vec{B}$ en fonction de α.
3. Quel est le module de $\vec{B}$ au centre.
4. Montrer que : $\vec{B}(M) = \vec{B}(O)\left[1 + \left(\frac{z}{R}\right)^2\right]^{-\frac{3}{2}}$
5. Soit deux spires de même centre O, de même axe OZ, de rayons respectifs R_1 et R_2, parcourus par des courants d'intensité respective $(+I_1)$ et $(-I_2)$, relativement à $\vec{u}_z$. Exprimer le champ magnétique $\vec{B}$ en un point $M(z)$ sur l'axe. Dans quel cas ce champ est-il nul au point O ?

Exercice 2 : *Champ magnétique créé par un solénoïde*

On considère un solénoïde de longueur finie (L) d'axe (OZ) comportant N spires jointives, chaque spire circulaire de rayon R étant parcourue par un courant d'intensité I (voir figure 1).

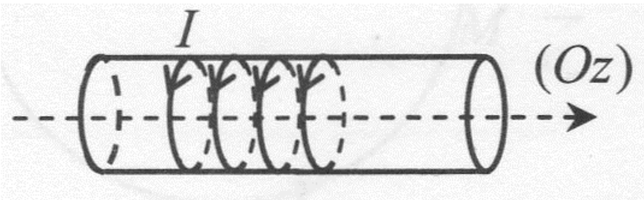


Figure 1

Soit P un point quelconque de la surface du solénoïde et H son projeté orthogonal sur (OZ). On « découpe » le solénoïde en tranches élémentaires centrées sur un point H, d'épaisseur dz et vues sous l'angle α depuis le point M (voir figure 2). Les faces d'entrée et de sortie du solénoïde sont ainsi repérées par les angles respectifs α_1 et α_2.

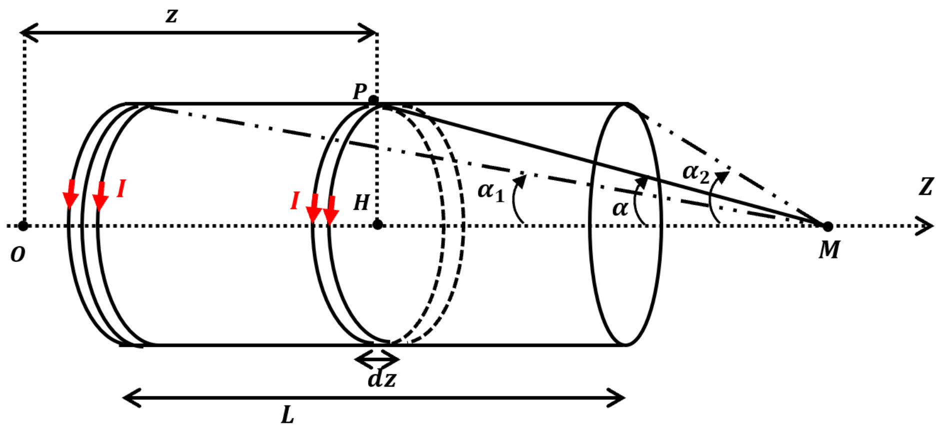


Figure 2

1. Déterminer le sens du champ magnétique créé par le solénoïde en un point de son axe.
2. On considère le champ élémentaire $d\vec{B}_{tranche}(M)$ créé par l'une de ces tranches en un point M de l'axe. Exprimer $d\vec{B}_{tranche}(M)$ en fonction de μ_0, I, R, N, L, α et dz dans un premier temps, puis en exprimant dz en fonction de $d\alpha$, donner $d\vec{B}_{tranche}(M)$ en fonction de μ_0, I, N, L, α et $d\alpha$ uniquement.
3. Montrer que finalement, le champ total en un point de l'axe est :

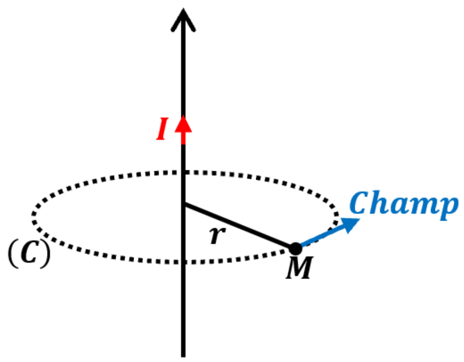
$$\vec{B}_T(M) = \frac{\mu_0 NI}{2L}(\cos\alpha_1 - \cos\alpha_2)\vec{u}_z$$

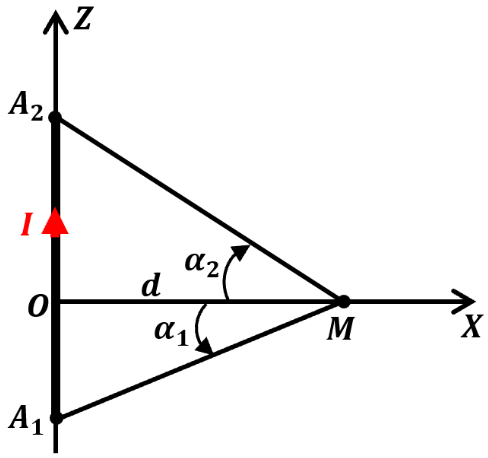
4. On considère maintenant un solénoïde infini. Par un passage à la limite du cas précédent, donner l'expression du champ magnétique sur l'axe.

Exercice 3 : Segment de courant

Un fil rectiligne A_1A_2 de longueur L est parcouru par un courant permanent d'intensité I.

1. Déterminer le champ magnétique $\vec{B}$ créé par ce fil en un point M situé à une distance d du fil en fonction de d et des angles algébriques α_1 et α_2. (Voir Figure)
2. En déduire l'expression de $\vec{B}$ pour un fil rectiligne indéfini.
3. Retrouver cette expression en utilisant le théorème d'Ampère sur un contour (C).





Exercice 4 **:** *Câble coaxial*

Un câble coaxial, rectiligne, et de longueur supposée infinie est constitué d'une âme centrale en cuivre et d'un conducteur cylindrique périphérique en cuivre aussi. Les deux conducteurs sont séparés par un matériau diélectrique (sans propriété magnétique) (Voir Figure).

Le câble parcouru par un courant continu constant I pour le conducteur central et $(-I)$ pour le blindage (conducteur extérieur) (Voir Figure).

1. Préciser les symétries du système, en déduire de quelles variables dépendra $\vec{B}$. Donner son orientation.
2. Exprimer la densité de courant dans le conducteur intérieur et dans le conducteur extérieur.
3. En utilisant le théorème d'Ampère, calculer l'expression de $\vec{B}(r)$ pour les 4 cas suivants :

$$\begin{cases} r < R_1 \\ R_1 < r < R_2 \\ R_2 < r < R_3 \\ r > R_3 \end{cases}$$

4. Tracer l'allure du champ magnétique $\vec{B}(r)$ pour les différents cas.

   On donne : $R_1 = 30mm$, $R_2 = 50mm$, $R_3 = 70mm$, $\mu_0 = 4\pi 10^{-7} H/m$ et $I = 2A$