

TD EM15-EM16 : Magnétisme

Exercice 1 : Champ magnétique créé par une spire

Soit une spire (boucle de courant circulaire) de rayon R parcourue par un courant I . Calculer le champ magnétique créé en tout point M distant de z de l'axe de révolution de la spire en fonction de z .
Discuter de la direction du champ suivant si z est positif ou négatif et conclure.

Exercice 2 : champ magnétique et solénoïde

Un solénoïde est un enroulement de fils très serré autour d'un isolant. Lorsque le fil est parcouru par un courant d'intensité I constante, on peut considérer que le solénoïde est un ensemble de spires juxtaposées parcourues par un courant de même sens. Chaque spire créant un champ magnétique de même sens, le solénoïde crée un champ électrique total assez important.
Dans cet exercice, on considère un solénoïde d'axe Oz de longueur L et de rayon R . Il comporte N spires :

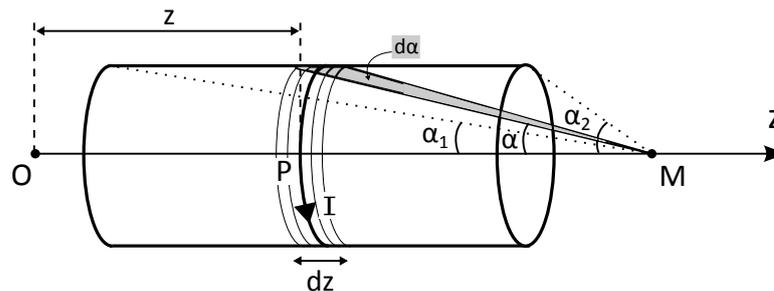


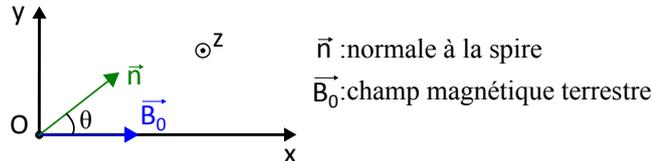
FIGURE 3 – Solénoïde

1. On cherche à relier un nombre infinitésimal de spires dN à un élément de longueur infinitésimal de solénoïde $dL = dz$. Que vaut dN en fonction de dz ?
On rappelle que l'on connaît la longueur du solénoïde L et son nombre de spires N .
2. Exprimer le résultat de l'exercice 1 (champ créé par une spire) en fonction de l'angle α , angle sous lequel le point M voit la spire.
3. Une portion de solénoïde dz est positionnée en un point P de coordonnées $(0,0,z)$. On repère cette portion par un angle $d\alpha$ depuis le point M .
Exprimer dz en fonction de $d\alpha$.
4. Calculer alors le champ élémentaire $d\vec{B}$ au point M créé par dN spires centré sur une longueur dz de solénoïde, en fonction de $d\alpha$.
5. En déduire la valeur du champ créé par le solénoïde en M en fonction des angles α_1 et α_2 .
6. En déduire l'expression du champ magnétique créé par le solénoïde long à l'intérieur de celui-ci (Si on considère un solénoïde long, les angles α_1 et α_2 tendent vers des valeurs particulières).

Exercice 3 : spire et champ magnétique terrestre

On suspend une spire de rayon R , de masse m et parcourue par un courant I à un fil sans torsion. La spire est plongée dans le champ magnétique terrestre supposé horizontal et uniforme, noté \vec{B}_0 . On note θ l'angle que fait la normale de la surface orientée constituée par la spire et le champ magnétique terrestre.

1. Exprimer le moment magnétique de la spire.
2. Exprimer, à l'aide du schéma ci-dessous, le moment subit par la spire.



3. En appliquant le théorème du moment cinétique à la spire qui s'écrit $J \frac{d\omega}{dt} = M(\vec{F})$ avec J le moment d'inertie de la spire, donner l'équation du mouvement de la spire dans l'approximation des petits angles.
On sait qu'initialement, on écarte la spire de sa position d'équilibre d'un angle $\theta = \theta_0$ et on la lâche sans vitesse initiale.
4. Comment peut-on alors calculer la valeur du champ magnétique terrestre ?