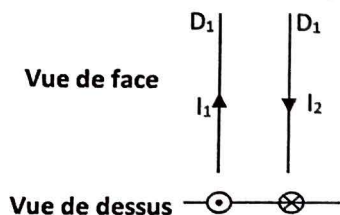


## SERIE D'EXERCICES SUR GENERALITES SUR LES CHAMPS MAGNETIQUES ET LES CHAMPS MAGNETIQUES DES COURANTS

Perméabilité magnétique du vide :  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$  S.I. ;

### Exercice 1:



Deux fils conducteurs  $D_1$  et  $D_2$  parallèles sont parcourus par des courants d'intensités respectives  $I_1$  et  $I_2$  de sens contraires (fig.1). Les fils sont distants de  $a = 10$  cm. Trouver les caractéristiques du champ résultant créé par les deux courants

1. en un point O situé à 5cm de  $D_1$  et à 5cm de  $D_2$  pour  $I_1 = 10$  A et  $I_2 = 5$  A ;
2. en un point A situé à 10cm de  $D_1$  et à 10cm de  $D_2$  pour  $I_1 = I_2 = 10$  A ;

3. en un point D situé à 5cm de  $D_1$  et à 15cm de  $D_2$  et dans le même plan que les fils pour  $I_1 = 5$  A et  $I_2 = 10$  A

### Exercice 2: Caractéristiques du champ magnétique créé par un solénoïde en son sein

Une bobine de longueur  $\ell = 60$  cm, comportant  $N = 1200$  spires de diamètre  $d = 4$  cm, est parcourue par un courant d'intensité  $I = 500$  mA.

1. Après l'avoir justifié, donner l'expression et la valeur du champ magnétique au centre de la bobine. Faire un schéma de la bobine sur lequel on représentera le sens du courant, le vecteur-champ magnétique en un point P à l'intérieur de la bobine, ainsi que les faces Nord et Sud de la bobine. Tracer approximativement les lignes de champ à l'intérieur et à l'extérieur de la bobine.

### Exercice 3: Réalisation pratique d'un solénoïde

On veut obtenir au centre d'un solénoïde de longueur  $\ell = 50$  cm, un champ magnétique de  $B = 2$  mT, l'intensité du courant étant  $I = 1$  A.

1. Déterminer le nombre de spires jointives nécessaires,
2. L'enroulement est réalisé sur un cylindre de rayon 2 cm avec du fil isolé de diamètre  $d = 1,25$  mm.
  - 2.1. Quelle est la condition à satisfaire pour que le solénoïde puisse être considéré comme long ?
  - 2.2. Quel est le nombre maximal de spires jointives que l'on peut avoir sur une couche ?
  - 2.3. Quel est le nombre de couches ?

### Exercice 4: Mesure de la composante horizontale du champ magnétique terrestre

Afin de mesurer la composante horizontale du champ magnétique terrestre, on utilise un solénoïde à spires non jointives permettant de voir l'aiguille aimantée placée au centre d'une boussole. Le champ magnétique à l'intérieur du solénoïde a une valeur de  $5 \cdot 10^{-5}$  T.

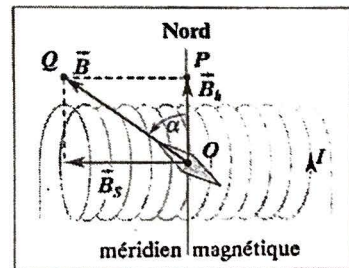
1. On dispose l'axe du solénoïde horizontalement dans le plan du méridien magnétique. Le circuit dans lequel est inséré le solénoïde comporte un interrupteur. On ferme l'interrupteur.

- 1.1. On constate que l'aiguille aimantée tourne de  $180^\circ$ .

Interpréter.

- 1.2. Que se passe-t-il lorsque l'on inverse le sens du courant dans le solénoïde ?

2. L'axe du solénoïde est maintenant placé perpendiculairement au plan du méridien magnétique. Lorsque l'on ferme l'interrupteur, l'aiguille aimantée tourne d'un angle de  $68^\circ$ . Calculer la valeur de la composante horizontale du champ magnétique terrestre.

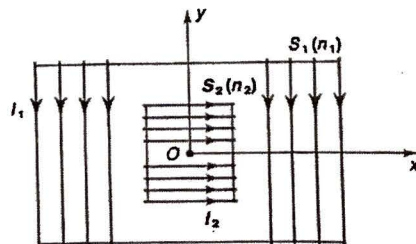


### Exercice 5: Composition de champs

A l'intérieur d'un long solénoïde  $S_1$  comportant  $n_1 = 1000$  spires par mètres et parcouru par un courant d'intensité  $I_1 = 2$  A, on a placé un solénoïde  $S_2$  dont l'axe est perpendiculaire à celui de la figure.

Le solénoïde  $S_2$  est formé de 200 spires régulièrement enroulées sur une longueur de 5 cm, et l'intensité du courant qui y circule vaut  $I_2 = 1$  A.

Les sens des courants sont indiqués sur la figure ci-contre.



1. Déterminer le vecteur champ magnétique  $\vec{B}$  au point O.
2. Que devient ce champ magnétique si on inverse le sens de chacun des deux courants ?

### Exercice 6: Solénoïde long

Un solénoïde de longueur  $\ell = 30$  cm comporte  $N = 500$  spires de rayon  $R = 2$  cm, parcourues par un courant d'intensité  $I$ . On mesure en un point  $M$  situé à l'intérieur et à la distance  $x$  du centre  $O$  du solénoïde, l'intensité du champ magnétique :

1. Représenter en fonction de  $x$  les variations du rapport  $\frac{B_x}{B_0}$
2. Déterminer l'intensité  $I$  du courant.
3. Quelle conclusion peut-on tirer de cette étude ?

x en mm	0	10	20	30	40	50	60	70
$B_x$ en mT	4,14	4,14	4,14	4,14	4,13	4,13	4,12	4,11

x en mm	80	90	100	110	120	130	140	150
$B_x$ en mT	4,09	4,07	4,02	3,95	3,82	3,56	3,02	2,09

### Exercice 7: Composition de deux champs magnétiques

Un solénoïde long, horizontal, comporte 2000 spires par mètre et renferme, dans sa région centrale, une aiguille aimantée placée sur pivot vertical. Initialement, l'axe horizontal du solénoïde est dans le plan du méridien magnétique du lieu où l'on réalise l'expérience.

1. Calculer l'intensité  $I_0$  du courant qui doit passer dans le solénoïde pour que le champ magnétique créé dans sa région centrale ait la même valeur que la composante horizontale du champ magnétique terrestre :  $B_h = 2 \cdot 10^{-5} T$ .
2. On désire créer, dans le solénoïde, une zone où il n'existe pas de composante horizontale du champ magnétique.
  - 2.1. Faire un schéma indiquant la position du solénoïde et le sens du courant qui le parcourt.
  - 2.2. L'aiguille aimantée ne peut tourner que dans le plan horizontal. Quelle orientation l'aiguille prend-elle dans ces conditions ?
3. Le solénoïde conservant la position précédente, on modifie l'intensité du courant sans en changer le sens :  $I = 2I_0$ .
  - 3.1. Quelle position l'aiguille aimantée prend-elle ?
  - 3.2. De quel angle doit-on faire tourner le solénoïde autour de son axe vertical pour que l'aiguille tourne de  $90^\circ$  ?
  - 3.3. Répondre aux mêmes questions 3.1. et 3.2. lorsque  $I = 2I_0$ , mais avec un sens de courant inverse.

### Exercice 8 : Superposition de champs magnétiques

1. Deux solénoïdes identiques  $S_1$  et  $S_2$  sont disposés comme le montre la figure ci-contre. Leurs axes se coupent en  $O$ , à la même distance  $d = OA_1 = OA_2$  des faces les plus proches et font un angle  $\alpha = 45^\circ$ .

- 1.1. Le solénoïde  $S_1$  crée en  $O$  un champ magnétique de valeur  $B_1 = 4 \cdot 10^{-3} T$ , lorsqu'il est parcouru par un courant d'intensité  $I_1$ . Préciser la direction et le sens de ce champ.

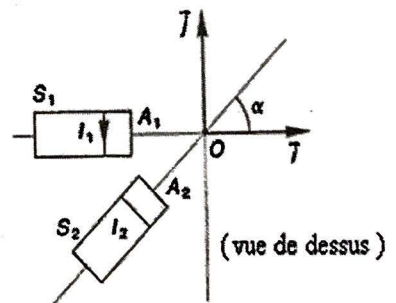
La face  $A_1$  est-elle Sud ou Nord ?

- 2.1. Le solénoïde  $S_1$  fonctionnant dans les conditions précédentes, on fait passer dans le solénoïde  $S_2$  un courant continu d'intensité  $I_2$ . Quel doit être le sens du courant  $I_2$  pour que le champ magnétique résultant,  $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$  créé par les deux solénoïdes en  $O$ ,

ait la même direction que  $\vec{j}$  ? Quel est alors le sens du champ créé par  $S_2$  ? La face  $A_2$  est-elle Sud ou Nord ?

- 2.2. Calculer la valeur du champ magnétique total  $B$  ainsi que celle de l'intensité  $I_2$ .

3. Donner les caractéristiques du champ magnétique résultant si  $\alpha = 60^\circ$ .



### Exercice 9 :

En ne faisant aucune approximation, la valeur du champ magnétique créée au centre d'une bobine de longueur  $L$ , de diamètre  $d$  et comprenant  $N$  spires circulaires parcourues par un courant d'intensité  $I$ , est donnée ci-contre.

$$B = \frac{\mu_0 N I}{\sqrt{L^2 + d^2}}$$

1. A quelle condition cette relation peut-elle être assimilée à celle donnée dans le cours ?
2. Quelle valeur minimale le rapport  $\frac{L}{d}$  doit-il prendre si l'on veut assimiler les deux relations avec une précision supérieure à 1 % ? à 1 pour mille ?