



Champs magnétiques

Exercice n°1 :

4.1 Un solénoïde de longueur $\ell = 30$ cm, d'inductance L comportant $N = 500$ spires circulaires de rayon $r = 2,5$ cm est parcouru par un courant d'intensité $I = 25$ mA dont le sens est indiqué sur la figure 4. On donne : la perméabilité du vide $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ SI.

4.1.1 Reproduire la figure 4 sur la copie puis représenter le vecteur champ magnétique \vec{B} au point O et préciser les faces Nord et Sud du solénoïde.

Calculer la valeur de l'intensité de \vec{B}

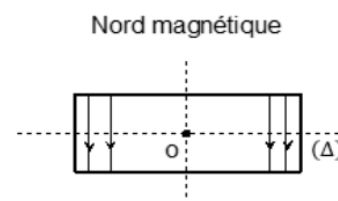
(0,75 pt)

4.1.2 L'axe horizontal du solénoïde est perpendiculaire au plan du méridien magnétique. On place une aiguille aimantée au point O en l'absence de courant électrique. Ensuite on fait passer un courant électrique d'intensité $I = 25$ mA dans le solénoïde. L'aiguille tourne d'un angle α .

Reproduire la figure précédente et représenter au point O la composante horizontale \vec{B}_H du champ magnétique terrestre. Déterminer la valeur de α .

On donne $B_H = 2 \cdot 10^{-5}$ T.

(0,75 pt)



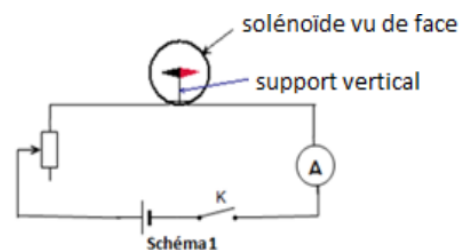
Exercice n°2 :

Un groupe d'élèves, sous la supervision de leur professeur décide :

- d'abord, de vérifier expérimentalement la valeur de l'intensité $B_H = 2 \cdot 10^{-5}$ T de la composante horizontale du champ magnétique terrestre et la valeur de la perméabilité magnétique du vide $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ S.I.

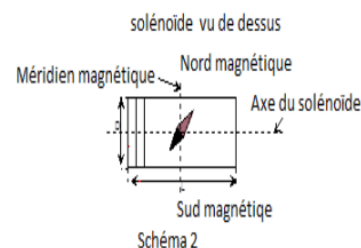
- ensuite d'étudier une condition permettant d'admettre la formule (établie expérimentalement) de l'intensité B_0 du champ magnétique au centre d'un solénoïde.

Pour cela, le groupe d'élèves réalise le circuit ci-contre (schéma 1) qui comprend en série : Un solénoïde de longueur $L = 50$ cm, de diamètre $D = 8$ cm, comportant $N = 100$ spires, au centre duquel il place une aiguille aimantée mobile autour d'un axe vertical, un générateur de tension continue, un rhéostat, un ampèremètre (A) et un interrupteur K.



4.1-Vérification de la valeur de l'intensité B_H

L'axe du solénoïde est perpendiculaire au méridien magnétique. En l'absence de courant, l'aiguille aimantée s'est orientée dans la direction et le sens de la composante horizontale \vec{B}_H du champ magnétique terrestre (axe sud-nord magnétique). Lorsqu'un élève du groupe ferme l'interrupteur K, l'ampèremètre indique une intensité $I = 50$ mA et l'aiguille aimantée dévie d'un angle $\alpha = 32^\circ$ (schéma 2).



4.1.1-Reproduire le schéma du solénoïde vu de dessus sur votre copie. Représenter \vec{B}_H et \vec{B}_0 . Indiquer le sens du courant sur une spire.

(0,75 pt)

4.1.2-Ecrire l'expression de l'intensité B_0 du champ magnétique au centre de ce solénoïde de longueur L , comportant N spires, lorsqu'il est parcouru par un courant d'intensité I .

(0,25 pt)

4.1.3-Déterminer la valeur de B_H . Conclure

(0,75 pt)

4.2-Détermination expérimentale de la perméabilité magnétique du vide

Pour déterminer la perméabilité magnétique du vide connaissant la valeur de B_H , le groupe d'élèves relève différentes valeurs de l'angle α pour des valeurs de l'intensité I indiquées par l'ampèremètre, lorsqu'il fait varier la résistance du rhéostat. Les élèves consignent les résultats obtenus dans le tableau ci-dessous.

I (A)	0,5	1	2	2,5
α (°)	81,1	85,5	87,75	88,2
$\frac{\tan \alpha}{I}$ (A ⁻¹)				

4.2.1-Reproduire et compléter le tableau. Conclure

(0,75pt)

4.2.2-Déterminer la valeur expérimentale de la perméabilité magnétique μ_0 du vide.

(1pt)

4.2.3-Déterminer l'écart relatif entre les valeurs théorique et expérimentale de la perméabilité magnétique du vide.

(0,5pt)

4.3-Condition de validité de l'expression de l'intensité B_0 du champ magnétique au centre d'un solénoïde

Le professeur donne au groupe l'expression théorique de l'intensité du champ magnétique créé au centre d'un solénoïde de longueur L , de diamètre D , comportant N spires parcourues par un courant d'intensité I : $B = \mu_0 \frac{N \cdot I}{\sqrt{L^2 + D^2}}$.



A partir de quelle valeur du rapport $\frac{L}{D}$ peut-on identifier B à B₀ avec une précision inférieure à 1% ? (1pt)
 On donne l'approximation suivante qu'on peut utiliser au besoin : $(1 + \epsilon)^n \approx 1 + n\epsilon$ pour $\epsilon \ll 1$

Exercice n°3 :

4-1. Un groupe d'élèves, sous la supervision de leur professeur, se propose de vérifier quelques caractéristiques d'une bobine de leur laboratoire. Cette bobine est assimilée à un solénoïde de longueur $\ell = 0,5$ m, comportant N spires de rayon R = 5 cm. Pour ce faire, ils disposent la bobine horizontalement, son axe (Δ) étant orthogonal au plan méridien magnétique. Au centre de cette bobine est placée une petite aiguille aimantée horizontale mobile autour d'un axe vertical (Δ').

Le groupe d'élèves lance un courant électrique d'intensité I dans le solénoïde et constate que l'aiguille dévie d'un angle α .

4-1-1. Faire un schéma où seront représentés la bobine en indiquant le sens du courant, le vecteur champ magnétique \vec{B}_c créé par le courant, le vecteur \vec{B}_H composante horizontale du champ magnétique terrestre, la position finale de l'aiguille et l'angle α . (0,75 pt)

4-1-2. Exprimer $\tan \alpha$ en fonction de B_H , N, I, ℓ et μ_0 (perméabilité magnétique du vide) (0,5 pt)

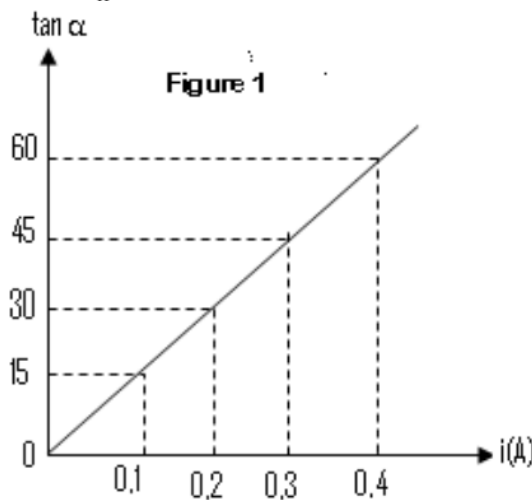
4-2. Le groupe fait varier l'intensité I du courant dans le circuit et mesure la valeur de l'angle α pour chaque valeur de I. Les résultats obtenus permettent de tracer la courbe $\tan \alpha = f(I)$. (figure 1)

4-2-1. Déterminer à partir de cette courbe la relation entre $\tan \alpha$ et I

NB : Il n'est pas demandé de rendre la courbe avec la copie. (0,5 pt)

4-2-2. En déduire la valeur de N que l'on notera N₀. (0,25 pt)

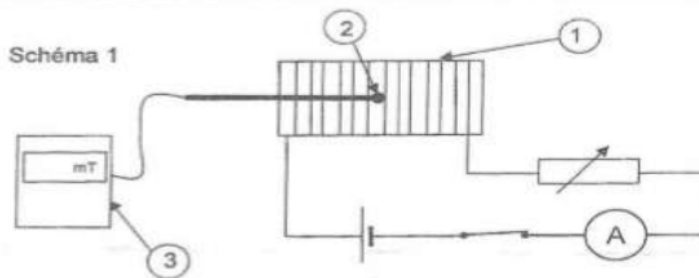
On donne : $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ SI ; $B_H = 2 \cdot 10^{-5}$ T



Exercice n°4 :

Partie A

On dispose au laboratoire d'une bobine longue S de longueur $l = 40$ cm dont on ne connaît pas le nombre N de spires. Pour utiliser cette bobine, on se propose de déterminer N. Pour cela, on réalise l'expérience ci-dessous. (Schéma 1).



Cette expérience a permis d'obtenir le tableau ci-dessous où B est le champ magnétique au centre de la bobine et I l'intensité du courant la traversant.

I(A)	0	1	2	3	4
B (mT)	0	1,57	3,14	4,71	6,28

1- Nomme les éléments 1, 2 et 3.



- 2- Trace sur feuille de papier millimétré, la courbe représentant les variations de **B** en fonction de l'intensité **I** du courant électrique.
Echelle : **1cm** ↔ **0,25 A** et **1cm** ↔ **0,4 mT**
- 3- Donne la nature de la courbe obtenue et détermine son équation.
- 4-
- 4.1- Donne l'expression du champ magnétique **B** au centre du solénoïde long en fonction de la longueur du solénoïde **l**, du nombre de spires **N**, de l'intensité du courant **I** et de la perméabilité du vide **μ₀**.
- 4.2- Utilise les réponses aux questions 3 et 4 pour calculer le nombre **N** de spires.

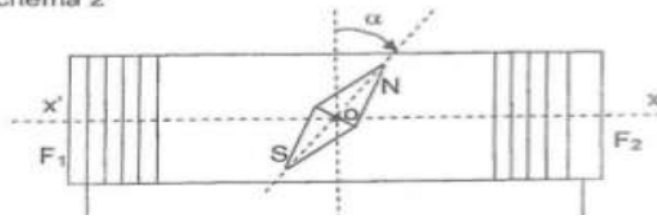
Partie B

On place au centre **O** du solénoïde **S**, une petite aiguille aimantée. En l'absence de courant, l'aiguille prend une direction perpendiculaire à l'axe **xx'** de **S**.

- 1- Donne la direction et le sens de la composante horizontale **B_h** du champ magnétique terrestre.
- 2- On fait passer, un courant d'intensité **I = 4 A** dans le solénoïde. L'aiguille aimantée dévie d'un angle **α = 60°**.
- 2.1- Reproduis le schéma 2 et les vecteurs champs magnétiques **B_h**, **B** crée par le solénoïde **S** et le vecteur champ magnétique résultant **B_T**.
- 2.2- Dédus en le sens du courant électrique ainsi que la nature de chacune des faces **F₁** et **F₂** du solénoïde.
- 2.3- Détermine la norme du vecteur champ magnétique **B** crée par le solénoïde **S**.
- 2.4- Détermine les normes des vecteurs champs magnétiques **B_h** et **B_T**.

On donne : **μ₀ = 4π × 10⁻⁷ (unité SI)**.

Schéma 2



Exercice n°5 :

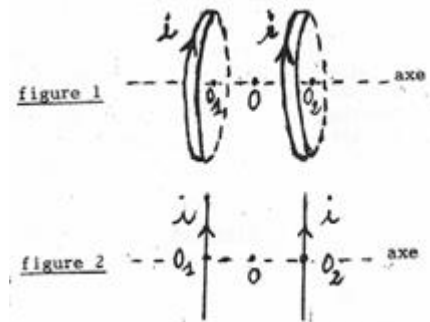
On étudie le champ magnétique créé par les bobines de HELMOLTZ. Ce sont deux bobines plates circulaires, identiques, de même axe, de centres **O₁** et **O₂**, de rayon **R**, distantes l'une de l'autre de **d = R**, comportant chacune **N** spires. On désigne par **O** le milieu de **O₁O₂** (Voir fig. 1 et 2).

On donne **R = 6,5 cm** ; **N = 100 spires**.

4.1- Les deux bobines sont traversées par des courants de même sens et de même intensité **i**.

4.1.1- Recopier la figure 2 et représenter le vecteur champ magnétique résultant **B**, créé par les bobines au point **O**. Justifier cette représentation.

4.1.2- On fait varier l'intensité du courant **i** et on mesure, à chaque fois, la valeur du champ magnétique **B** au point **O**. On obtient le tableau de mesures suivant :



i(A)	0	0,2	0,5	0,8	1,0	1,5	2,0	2,5	2,8
B (mT)	0	0,28	0,69	1,10	1,40	2,10	2,70	3,50	3,90

Tracer la courbe **B = f(i)** avec les échelles suivantes : **1 cm** pour **0,25 A** et **1 cm** pour **0,4 mT**

Déduire de l'allure de la courbe, la relation entre **B** et **i**.

4.2 - Dans le vide, la valeur du champ magnétique résultant créé par les bobines, en **O**, est donnée par :



$$B = 0,72 \times \mu_0 \times \frac{NI}{R}$$

Dans cette relation, μ_0 représente la perméabilité magnétique du vide.

En utilisant la relation établie en 4.2.1 déterminer la valeur de μ_0 .

4.3 - Au point O, on place une aiguille aimantée, mobile autour d'un pivot vertical. En l'absence de courant dans les bobines, l'aiguille s'oriente comme l'indique la figure 3.

L'axe de l'aiguille est alors parallèle aux plans des bobines. La valeur de la composante horizontale du champ magnétique terrestre vaut $B_H = 2.10^{-5} T$.

On fait passer dans les bobines un courant d'intensité $I = 50 \text{ mA}$, l'aiguille aimantée dévie alors d'un angle α .

4.3.1 - Faire un schéma indiquant clairement le sens du courant dans les bobines, les vecteurs champs magnétiques au point O et l'angle de rotation α de l'aiguille aimantée.

4.3.2 - Déterminer la valeur de l'angle de rotation α de l'aiguille aimantée.

4.4 - Sans modifier le courant traversant les bobines ($I = 50 \text{ mA}$) on place un aimant droit suivant une direction perpendiculaire à O_1O_2 et confondue avec la direction initiale de l'aiguille (voir figure 4). L'aiguille accuse alors une déviation $\alpha' = 45^\circ$ par rapport à sa position en l'absence de courant.

Préciser les caractéristiques du vecteur champ magnétique créé par l'aimant droit au point O.

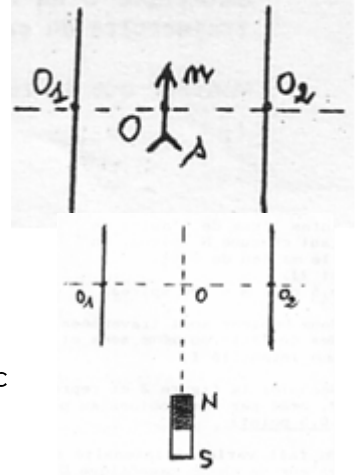
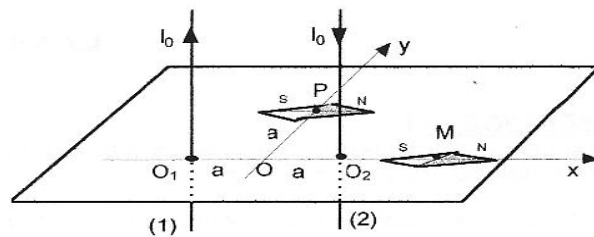


figure 4

Exercice n°6 :

Soient deux fils rectilignes verticaux, infinis, parallèles situés à la distance $O_1O_2 = 2a$ l'un de l'autre et parcourus par des courants de sens opposé et de même intensité I_0 . Le plan des deux fils est contenu dans le plan du méridien magnétique terrestre et une aiguille aimantée placée en leur voisinage s'oriente comme sur la figure lorsqu'aucun courant ne traverse les fils.



On rappelle qu'un fil rectiligne infini, parcouru par un courant crée en un point M' de l'espace un champ magnétique de valeur $B = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I}{d}$, où d est la distance de M' au fil. $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ SI}$; $2a = 20 \text{ cm}$; $B_H = 2 \cdot 10^{-5} \text{ T}$, composante horizontale du champ magnétique terrestre.

- 1) Calculer I_0 pour qu'un fil infini crée en un point H tel que $a = 10 \text{ cm}$ un champ magnétique de valeur égal à B_H .
- 2) On se place en un point M de l'axe Ox situé à $a = 10 \text{ cm}$ à droite de O_2 . Exprimer en fonction de B_H , les normes B_1 et B_2 des champs créés en M par les deux fils. Représenter ces champs ainsi que le champ résultant B_r en M.
Après avoir exprimé la norme de B_r en fonction de B_H , calculer de quel angle α tourné l'aiguille aimantée.
- 3) On se place en un point P de l'axe Oy à une distance $a = 10 \text{ cm}$ de O. Exprimer les distances O_1P et O_2P en fonction de a. Montrer que le triangle PO_1O_2 est rectangle en P. Exprimer en fonction de B_H , les normes B_1 et B_2 des champs créés en P par les deux fils.

Représenter ces champs ainsi que le champ résultant B_r en P.

Après avoir exprimé la norme de B_r en fonction de B_H , calculer de quel angle α tourne l'aiguille aimantée.