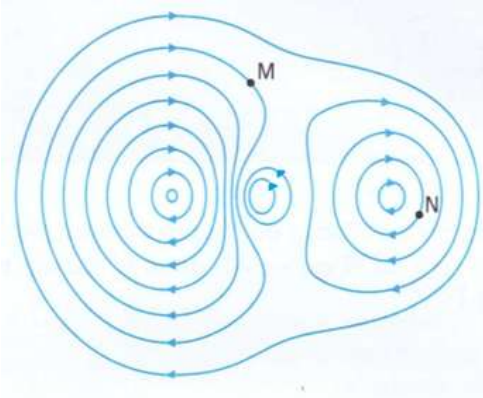


**Exercice 1 : Lire une carte de champ magnétique.**

La carte de champ ci-contre correspond au champ magnétique créé par 3 fils de grande longueur parcourus par des courants électriques orthogonaux au plan de la figure. Les flèches sur les lignes de champ indiquent le sens de  $\vec{B}$ .



- Où sont situés les fils ?
- Déterminer le sens des courants dans les fils à l'aide de la règle d'Ampère (ou règle de la main droite).
- Déterminer les zones où le champ est le plus faible et où il est le plus intense.
- Représenter qualitativement  $\vec{B}$  aux points M et N.

**Exercice 2 : Champ créé 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. On donne  $\mu_0= 4\pi \cdot 10^{-7}$ S.I.

- Quelle observation peut-on faire sur la géométrie de cette bobine ? Donner alors l'expression du champ magnétique généré dans l'espace intérieur à la bobine et dans l'espace extérieur.
- Faire une représentation graphique de la carte de champ.
- Déterminer le nombre total N de spires nécessaire pour obtenir un champ d'amplitude  $B=1$ mT.

La bobine est réalisée en enroulant un fil de 1,5 mm de diamètre autour d'un cylindre en carton.

- Comment faut-il organiser l'enroulement pour obtenir le champ précédent.

**Exercice 3 : Moment magnétique et cinétique de l'électron dans l'atome d'hydrogène.**

On considère le modèle de Bohr de l'atome d'hydrogène. L'électron de masse m et de charge -e, présente un mouvement circulaire uniforme de rayon r et de vitesse v autour du proton situé au point O.

- Exprimer le moment cinétique (orbital)  $\vec{L}_{O,e^-}$  en O de l'électron en fonction de m, r et v.
- Exprimer l'intensité électrique du courant circulant dans la spire équivalente à la boucle de courant formée par l'électron en rotation.
- En déduire le moment magnétique  $\vec{M}$  de cette spire et l'écrire sous la forme  $\vec{M} = \gamma \vec{L}_{O,e^-}$  où  $\gamma$  est un coefficient de proportionnalité appelé rapport gyromagnétique dont on donnera la valeur numérique.

**Exercice 4 : Aimantation.**

Matériau	Aimantation ( $\text{kA} \cdot \text{m}^{-1}$ )
AlNiCo 200	600
Ferrite 1000	1700
NdFeB	2000 à 4000
SmCo 5	2000 à 3000
SmCo 17	3500 à 5000

Le tableau ci-contre indique les ordres de grandeur d'aimantation de plusieurs matériaux magnétiques permettant de fabriquer des aimants permanents. L'aimantation d'un matériau est définie comme le moment magnétique volumique, c'est-à-dire le moment magnétique d'un échantillon de ce matériau rapporté à son volume.

- Rappeler la dimension d'un moment magnétique et vérifier l'unité de l'aimantation donnée dans le tableau.
- Les matériaux pour fabriquer des aimants permanents doivent-ils posséder une aimantation forte ou faible ?

Considérons un aimant cylindrique à base circulaire NdFeB (néodyme, fer, bore) d'épaisseur  $e = 1$  mm et de rayon  $R = 5$  mm.

- Calculer son moment magnétique. Combien de spires de même rayon R et parcourues par un courant d'intensité  $I = 100$  mA faudrait-il bobiner pour obtenir le même moment magnétique ?

TSPV

## Champ magnétique.

**Exercice 5 : Champ magnétique terrestre.**

On donne les caractéristiques actuelles du champ magnétique terrestre mesuré à Paris (latitude  $\lambda = 48,9^\circ\text{N}$ , longitude  $\mu = 2,35^\circ\text{E}$ ) :

- composante horizontale  $B_H = 2,09 \cdot 10^{-5} \text{T}$
- inclinaison par rapport au plan horizontal  $i = 64,3^\circ$  vers le bas.

On essaie de rendre compte de ces caractéristiques en supposant que le champ géomagnétique est celui d'un dipôle placé au centre de la terre et dont on suppose d'abord qu'il est dirigé le long de l'axe des pôles géographiques.

1. Faire une figure et en déduire le sens du dipôle modélisant la source de champ magnétique terrestre.
2. Montrer que le modèle adopté permet de prédire une valeur  $i_1$  de  $i$ . Comparer au résultat expérimental.
3. Évaluer l'ordre de grandeur du moment magnétique du dipôle terrestre.

On essaie d'améliorer le modèle précédent en tenant compte du fait que le dipôle considéré est en fait un peu incliné le long de l'axe des pôles géographiques : le pôle Nord magnétique était en 2019 situé à la latitude  $\lambda_N = 86,5^\circ\text{N}$  et à la longitude  $\mu_N = 178,9^\circ\text{E}$ .

4. Quelle nouvelle valeur  $i_2$  de  $i$  obtient-on ?

**Données :**

Les composantes du champ magnétique créé par un dipôle  $\vec{\mathcal{M}}$  placé à l'origine  $O$ , s'expriment sur la base des coordonnées sphériques  $(\vec{u}_r, \vec{u}_\theta, \vec{u}_\varphi)$  par

$$\begin{cases} B_r = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2 \cdot \mathcal{M} \cos \theta}{r^3} \\ B_\theta = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{\mathcal{M} \sin \theta}{r^3} \\ B_\varphi = 0 \end{cases}$$

avec  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H.m.}^{-1}$

