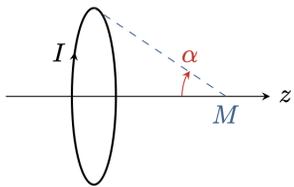


## Vrai / Faux

- Il existe des charges (monopôles) magnétiques.  
Vrai  Faux
- Le champ magnétique créé par un fil conducteur infini est orthoradial.  
Vrai  Faux
- Plus les lignes de champ magnétique sont resserrées, plus celui-ci est intense.  
Vrai  Faux
- La résultante des forces de Laplace s'exerçant sur un conducteur s'écrit  $\vec{F} = d\vec{\ell} \wedge \vec{B}$   
Vrai  Faux
- Le champ magnétique appartient aux plans de symétrie de la distribution de courant.  
Vrai  Faux

## Pour bien démarrer

## Exercice n°1 - Champ sur l'axe d'une spire (★)



Le champ créé par une spire circulaire de rayon  $R$  parcourue par un courant d'intensité  $I$  peut se calculer analytiquement. En un point  $M$  de cote  $z$  appartenant à l'axe de la spire, il prend la forme particulièrement simple

$$\vec{B}(M) = \pm \frac{\mu_0 I}{2R} \sin^3 \alpha \vec{e}_z$$

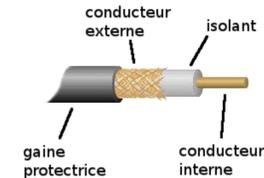
où  $\alpha$  est l'angle sous lequel la spire est vue depuis le point  $M$ .

- Dans quel sens est orienté le champ  $\vec{B}$  en  $M$  ? En déduire le signe  $\pm$  à conserver dans l'expression de  $\vec{B}(M)$ .

- Exprimer le moment magnétique  $\vec{m}$  de la spire.
- Montrer que lorsque le point  $M$  est très éloigné de la spire ( $z \gg R$ ), le champ sur l'axe s'exprime directement en fonction du moment magnétique  $\vec{m}$  sans faire intervenir ni l'intensité  $I$  ni le rayon  $R$ .

## Exercice n°2 - Câble coaxial (★)

Un câble coaxial est constitué de deux conducteurs concentriques, séparés par un isolant, parcourus par des courants égaux et de sens opposés. Le conducteur central est un fil fin et le conducteur externe est très mince, de rayon  $R$ , le courant qui circule dans le conducteur externe est réparti uniformément sur toute sa surface.

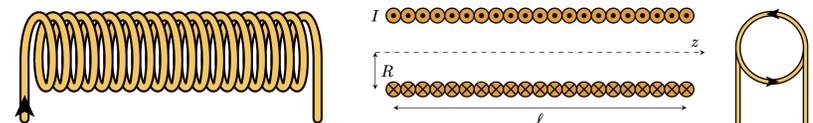


▷ Étudier les symétries et invariances de cette distribution de courant, et conclure sur la forme du champ  $\vec{B}(M)$  qu'elle crée.

## Exercices essentiels

## Exercice n°3 - Solénoïde (★)

On appelle solénoïde un enroulement cylindrique de fil conducteur, dont les spires sont supposées jointives et infiniment fines. On choisit pour la description du solénoïde les coordonnées cylindriques  $(r, \theta, z)$ , où l'axe  $z$  désigne l'axe du solénoïde.

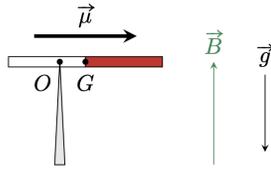


▷ Montrer qu'à l'intérieur du solénoïde, le champ magnétique s'écrit :

$$\vec{B}(M) = B_z(r) \vec{e}_z$$

**Exercice n°4 - Équilibre d'un aimant (★★)**

Un aimant très fin, de moment magnétique  $\vec{m}$  et de masse  $m$ , repose en équilibre au sommet  $O$  d'une pointe. Il est soumis à un champ magnétique  $\vec{B}$  uniforme, ainsi qu'à la gravité.



▷ Évaluer la distance  $d = OG$  pour que l'aimant reste en équilibre vertical.

**Exercice n°5 - Rails de Laplace inclinés (★★)**

Reprenons l'expérience des rails de Laplace, mais en les inclinant : au lieu d'être horizontaux, ils forment un angle  $\alpha = 30^\circ$  avec l'horizontale. Le champ magnétique est supposé stationnaire, uniforme, vertical, dirigé vers le haut, de norme 150 mT. Le barreau mobile des rails de Laplace pèse 8,0 g et est long de  $l = 12$  cm. Les frottements sont négligés, de même que tout phénomène d'induction.

1. Faire un schéma du dispositif en représentant les différentes forces agissant sur le barreau mobile. Quel doit être le sens du courant dans le circuit pour que la force de Laplace retienne le barreau ?
2. Déterminer l'intensité du courant permettant l'équilibre du barreau.
3. Partant de cette situation, on communique au barreau une vitesse initiale  $v_0$  dirigée vers le haut. Déterminer son mouvement ultérieur.

**Éléments de réponse****Vrai / Faux**

1. Faux 2. Vrai 3. Vrai 4. Faux 5. Faux

**Exercice n°1**

1.  $\vec{B}$  orienté selon  $-\vec{e}_z$ .
2.  $\vec{m} = -I\pi R^2\vec{e}_z$ .
3.  $\vec{B}(M) = \frac{\mu_0}{2\pi z^3}\vec{m}$

**Exercice n°2**

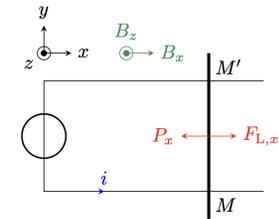
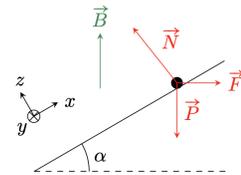
1. On trouve  $\vec{B}(M) = B(r)\vec{e}_\theta$

**Exercice n°4**

1. Condition d'équilibre : somme des moments (ou couples) nulle.  
On trouve ainsi  $d = \frac{\mu B}{mg}$

**Exercice n°5**

- 1.



2. On trouve  $i = \frac{mg \tan \alpha}{\ell B} = 2,5$  A.
3. Si les frottements et l'induction sont négligés, alors le bilan des forces est exactement le même que précédemment : leur résultante est nulle. On en déduit que le mouvement du barreau est rectiligne uniforme vers le haut à vitesse  $v_0$ .