

EXERCICES DE MAGNETISME ENONCES

Exercice 1 : Champ magnétique terrestre

Un solénoïde comportant $N = 1000$ spires jointives a pour longueur $L = 80$ cm. Il est parcouru par un courant d'intensité I .

a) Faire un schéma sur lequel vous représenterez :

- le spectre magnétique du solénoïde
- les faces Nord et Sud
- le vecteur champ magnétique au centre du solénoïde

On suppose le solénoïde suffisamment long pour être assimilable à un solénoïde de longueur infinie.

b) Quelle est l'expression de l'intensité du champ magnétique au centre du solénoïde ?
A.N. Calculer B si $I = 20$ mA.

L'axe du solénoïde est placé perpendiculairement au plan du méridien magnétique. Au centre du solénoïde on place une petite boussole mobile autour d'un axe vertical.

c) Quelle est l'orientation de la boussole pour $I = 0$?

Quand le courant d'intensité $I = 20$ mA parcourt le solénoïde, la boussole tourne d'un angle $\alpha = 57,5^\circ$.

En déduire l'intensité B_h de la composante horizontale du champ magnétique terrestre.

Exercice 2 : Champ magnétique créé par une spire

En utilisant la formule de Biot et Savart, déterminer les caractéristiques du champ magnétique créé au centre d'une bobine plate de N spires, de rayon R et parcourue par un courant I .

Application numérique : $R = 5$ cm, $N = 100$ et $I = 100$ mA.

Exercice 3 : Champ magnétique créé par un câble

On considère un câble de rayon R , de longueur infinie, parcouru par un courant d'intensité I uniformément réparti dans la section du conducteur.

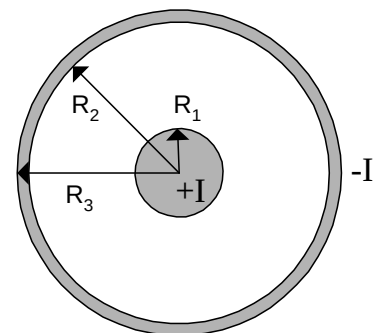
A l'aide du théorème d'Ampère, déterminer l'intensité du champ magnétique en un point situé à la distance r de l'axe du câble.

Tracer la courbe $B(r)$.

Exercice 4 : Champ magnétique créé par un câble coaxial

On considère un câble coaxial infini cylindrique de rayons R_1 , R_2 et R_3 .

Le courant d'intensité totale I passe dans un sens dans le conducteur intérieur et revient dans l'autre sens par le conducteur extérieur.



Calculer le champ magnétique en tout point.
Tracer la courbe $B(r)$.

Exercice 5 : Principe du moteur à courant continu

A l'instant $t = 0$, on ferme l'interrupteur.

- a) Calculer I_0 , le courant circulant dans le circuit à l'instant $t = 0$.

Déterminer les caractéristiques de la force magnétique s'appliquant sur la barre AB.

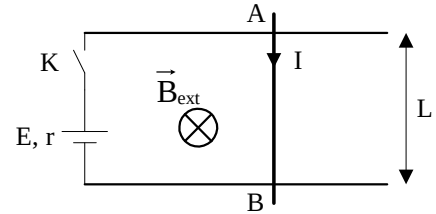
Sous l'effet de la force magnétique, la barre est mise en mouvement.
A l'instant t , elle se déplace à la vitesse v .

- b) Déterminer les caractéristiques de la fem induite.
En déduire le courant I dans le circuit ainsi que le courant induit i .

En fin d'accélération, la barre atteint une vitesse limite $v_{\max}$.

- c) Que vaut alors F ? (en suppose qu'il n'y a pas de frottement).
En déduire I , i et $v_{\max}$.

A.N. $E = 6 \text{ V}$, $r = 1 \text{ } \Omega$, $B_{\text{ext}} = 1,5 \text{ T}$ et $L = 20 \text{ cm}$.



Exercice 6 : Inductance d'un solénoïde

Déterminer l'expression de l'inductance L d'un solénoïde.

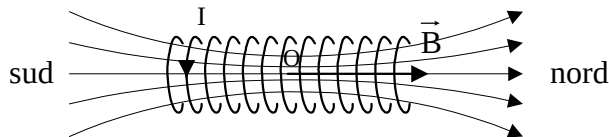
A.N. $N = 1000$ spires ; $\ell = 80 \text{ cm}$; $S = 36 \text{ cm}^2$

Le solénoïde est traversé par un courant de $0,5 \text{ A}$.
Quelle est l'énergie emmagasinée par le solénoïde ?

CORRIGES

Exercice 1

a)



Le spectre magnétique d'un solénoïde est semblable à celui d'un aimant droit.

On oriente les lignes de champ avec la règle de la main droite (il faut au préalable définir le sens du courant). On en déduit les faces nord et sud du solénoïde.

Le champ magnétique au centre du solénoïde est tangent à la ligne de champ passant par O et de sens donné par l'orientation de la ligne de champ.

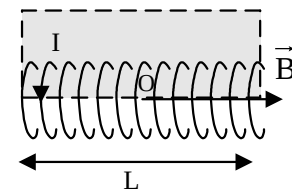
b) On suppose qu'à l'intérieur du solénoïde le champ est uniforme et qu'à l'extérieur il est nul.

La circulation du champ magnétique le long du contour (C) est : $C = BL$ (voir figure)

L'application du théorème d'Ampère donne : $C = N\mu_0 I$

$$D'où : B = \mu_0 \frac{N}{L} I$$

$$A.N. B = 3,1 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

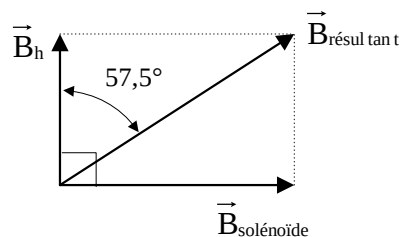


c) L'aiguille s'oriente vers le nord magnétique (champ magnétique terrestre).

$$\vec{B}_{\text{résul tan t}} = \vec{B}_h + \vec{B}_{\text{solénoïde}}$$

$$\tan 57,5^\circ = \frac{B_h}{B_{\text{solénoïde}}}$$

$$A.N. B_h = 2 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$



Exercice 2

Un morceau de bobine de longueur $d\ell$ apporte la contribution : $d\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{d\vec{\ell} \wedge \vec{r}}{r^3}$

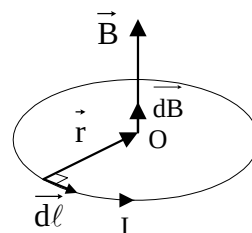
Ce champ élémentaire est dirigé suivant l'axe et son sens dépend du sens du courant (voir figure).

$$dB = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{d\ell R}{R^3} = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{d\ell}{R^2}$$

Au totale, la longueur de la bobine est $N2\pi R$.

$$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{N2\pi R}{R^2} = N \frac{\mu_0 I}{2R}$$

$$A.N. B = 0,126 \text{ mT}$$



Exercice 3

Le sens du champ magnétique s'obtient avec la règle de la main droite.

- Champ magnétique à l'extérieur du câble ($r > R$) :

Appliquons le théorème d'Ampère avec un contour circulaire (C) centré sur le câble.

La circulation s'écrit : $C = B \, 2\pi r$

Théorème d'Ampère : $C = \mu_0 I$

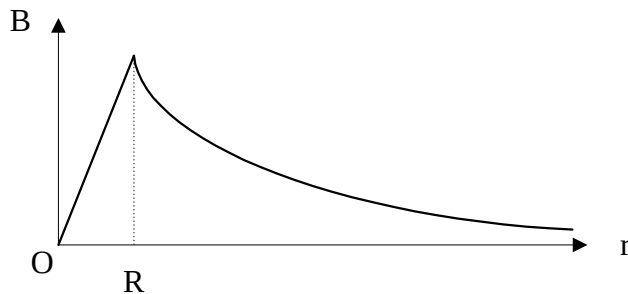
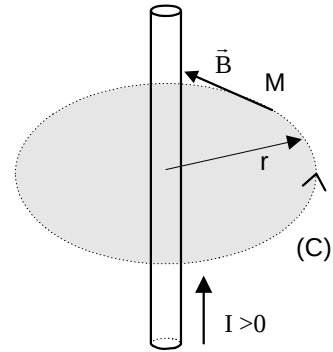
$$\text{D'où : } B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

- Champ magnétique à l'intérieur du câble ($r \leq R$) :

Dans la section de rayon r passe le courant : $J = I \frac{\pi r^2}{S} = I \frac{r^2}{R^2}$

$$C = B \, 2\pi r = \mu_0 J$$

$$\text{D'où : } B = \frac{\mu_0 I}{2\pi R^2} r$$



Exercice 4

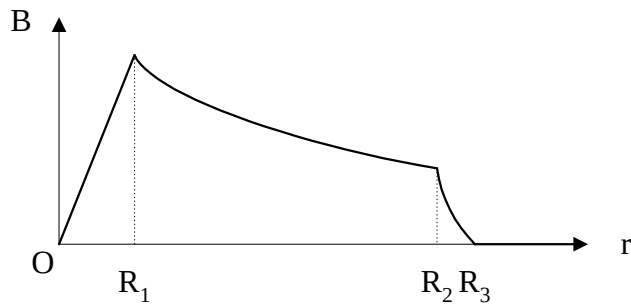
Comme pour l'exercice précédent, on utilise le théorème d'Ampère.

$$\text{Pour } r \leq R_1 : B = \frac{\mu_0 I}{2\pi R_1^2} r$$

$$R_1 \leq r \leq R_2 : B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

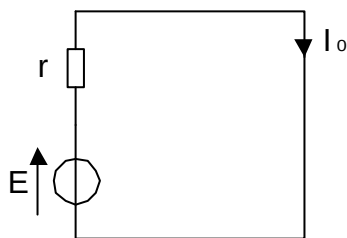
$$R_2 \leq r \leq R_3 : B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \left[1 - \frac{r^2 - R_2^2}{R_3^2 - R_2^2} \right]$$

$r \geq R_3 : B = 0$, un câble coaxial ne crée pas de champ magnétique à l'extérieur.

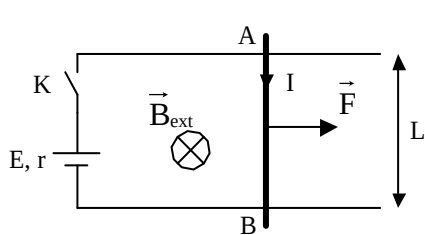


Exercise 5

a)

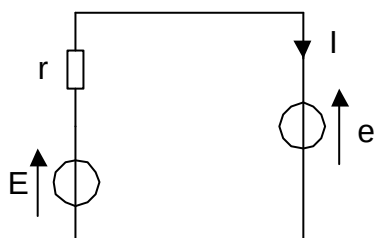


Loi d'Ohm : $I_0 = E/r = 6 \text{ A}$



Loi de Laplace : $\vec{F} = I_0 \vec{L} \wedge \vec{B}$
 $F = I_0 L B = 1,8 \text{ newton}$

b) fem induite : $e = BLv$



$I = (E - e)/r = (E - BLv)/r$
 $I = I_0 - i \quad \text{d'où} : i = e/r = (BLv)/r$

c) $F = 0 \text{ N}$ donc $I = 0$ et $i = I_0 = E/r = 6 \text{ A}$

$I = 0$ donc $E = BLv_{\text{max}}$

$v_{\text{max}} = E/(BL) = 20 \text{ m/s}$

Exercise 6

Flux magnétique à travers le solénoïde : $\Phi = NBS$

Dans un solénoïde : $B = \mu_0 \frac{N}{\ell} I$

$$\text{D'où : } \Phi = \mu_0 \frac{N^2}{\ell} SI$$

$$\text{Par définition : } L = \frac{\Phi}{I}$$

$$L = \mu_0 \frac{N^2}{\ell} S$$

$$\text{A.N. } L = 5,65 \text{ mH}$$

$$\text{Energie emmagasinée par le solénoïde : } W = \frac{1}{2} LI^2 = 0,7 \text{ mJ}$$