HLEE 306 : Circuits magnétiques/Energie   Lundi 4 novembre 2019

Contrôle Continu sur la partie du cours « Circuits magnétiques » de P. Christol

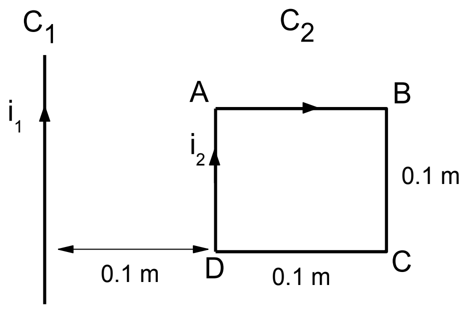
A rédiger sur une feuille séparée.

Durée conseillée 45mn – 10pts

Tous documents interdits – Calculatrices autorisées

Les vecteurs sont notés par des lettres en caractères gras sans flèche sur les lettres.
On rappelle : Perméabilité magnétique du vide $\mu_0 = 4\pi\ 10^{-7}$ H/m

Exercice 1 – Spire carrée et fil infini - Forces magnétiques (6 pts)



Soit 2 circuits : C_1 est un fil infini (infiniment fin) parcouru par un courant i_1 = 10A ; C_2 est une spire carrée ABCD parcourue par un courant i_2 = 2A. Ces 2 circuits sont dans le même plan (le plan de la feuille par exemple).

1°/ Soit le circuit C_1 (fil infini). En utilisant le théorème d'Ampère, établir l'expression du champ magnétique **B** à la distance a d'un fil. Déterminer (sens, direction et norme) le champ magnétique $\mathbf{B_1}$ créé par le circuit C_1 au centre de la spire carrée (circuit C_2) .

2°/ La spire carré est le siège du champ $\mathbf{B_1}$.

a) Quelles sont les forces magnétiques **F** (sens, direction, norme) appliquées au 4 cotés de la spire, que l'on représentera au centre des cotés.

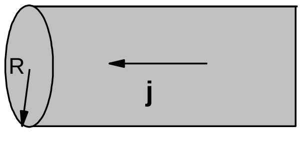
b) En déduire le sens de déplacement de la spire.

3°/ La spire carré créée elle même un champ magnétique $\mathbf{B_2}$. (dans cette question, aucun calcul n'est demandé)

- Représenter le sens de ce champ au centre de la spire
- Quelle est l'influence du champ total de la spire carrée sur le fil infini du circuit 1 ? En déduire le sens de déplacement du fil infini.

Exercice 2 : Câble électrique et champ magnétique (4 pts) :

Un câble conducteur cylindrique plein de rayon R = 4mm et de longueur pouvant être considérée comme infinie, est parcouru par un courant i de 10A. La densité de courant **j** est supposée uniforme dans toute la section du conducteur.



A l'aide du théorème d'Ampère, déterminer l'expression du champ magnétique B en fonction du courant i, de μ_0, du rayon R, de la position r par rapport au centre du câble :

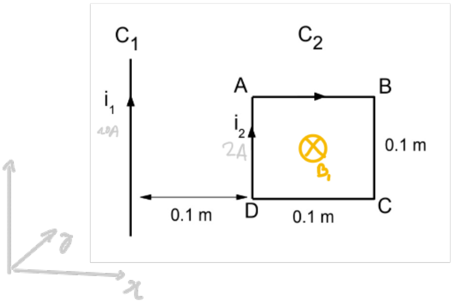
a) à l'intérieur du conducteur (r < R) ;

b) à l'extérieur du conducteur (r > R).

c) Vérifier la continuité du champ B en r = R et représenter B=f(r)

d) calculer le champ B en r = R.

Exe 1)



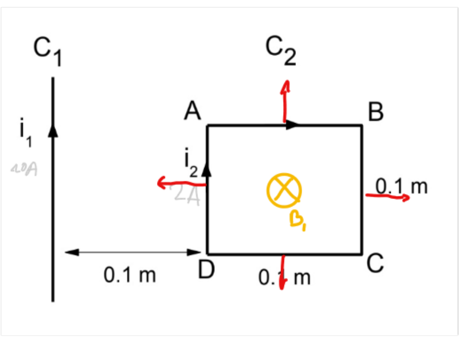
1) Soit le champ E crée par C_1 au centre de C_2

Via Ampere : $\oint_\Gamma \vec{B}\cdot\vec{dl} = \mu_0 \sum_\Gamma i$

$\vec{B}\cdot L = \mu_0 \cdot I_1$

$\vec{B} = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi R}\cdot\vec{u} = \frac{\mu_0 10}{2\pi(0,1+0,05)}\cdot\vec{u_z} = \frac{4\pi\times10^{-7}\times10}{2\pi(0,1+0,005)} = 0,0133\,mT$

2)

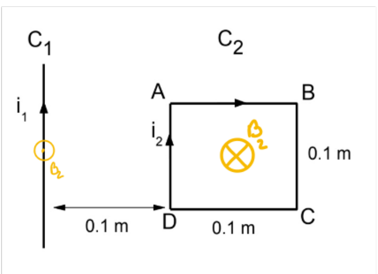


Soit $\vec{F_m} = I\cdot\vec{L}\wedge\vec{B}$ car $\vec{L}\perp\vec{B}$

soit $\vec{F_m} = I L\cdot B\cdot\vec{u}$

Sachant le champ B plus important du côté du fil ∞ on aura un déplacement vers le fil de par l'orientation des vecteurs.

3)



Au niveau du fil C_1 on aura un champ magnétique qui est orienté suivant $-\vec{u_z}$ soit :

$F_{Laplace} : I\vec{L}\wedge\vec{B}$ or $L\perp B$ soit $F_L = I L B$

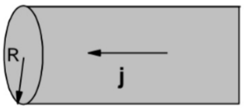
$F_L = F\cdot\vec{u_x}$

Donc On en déduit que le fil s'approche de la Bobine

Exe 2)

Exercice 2 : Câble électrique et champ magnétique (4 pts) :

Un câble conducteur cylindrique plein de rayon R = 4mm et de longueur pouvant être considérée comme infinie, est parcouru par un courant i de 10A. La densité de courant **j** est supposée uniforme dans toute la section du conducteur.



A l'aide du théorème d'Ampère, déterminer l'expression du champ magnétique B en fonction du courant i, de μ_0, du rayon R, de la position r par rapport au centre du câble :

a) à l'intérieur du conducteur ($r < R$) ;

b) à l'extérieur du conducteur ($r > R$).

c) Vérifier la continuité du champ B en r = R et représenter B=f(r)

d) calculer le champ B en r = R.

a) $\oint B.dl = \mu_0 \sum i$ → cas $r < R$

$B.2\pi r = \mu_0 j \times 2\pi r$ $j = \frac{I}{S} =$

$\vec{B} = \frac{\mu_0 j \pi r^2}{2\pi r} = \frac{\mu_0 j r}{2} = \frac{\mu_0 I r}{2\pi R^2} \cdot \vec{u}$

→ pour $r > R$

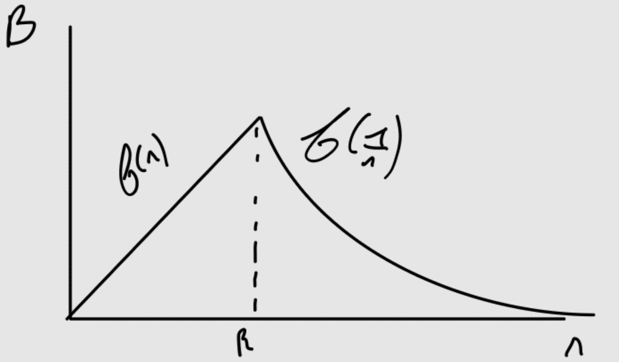
$\oint \vec{B} . \vec{dl} = \mu_0 \sum_{\Gamma} i = B\, 2\pi r = \mu_0 j . \pi R^2$

$B = \frac{\mu_0 j \pi R^2}{2\pi r} = \frac{\mu_0 j R^2}{2r} = \frac{\mu_0 I R^2}{2r \times \pi R^2} = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$

Par Continuité : $\frac{\mu_0 I r}{2\pi R^2} = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$ car $r = R$

soit : $\frac{\mu_0 I}{2\pi R} = \frac{\mu_0 I}{2\pi R}$

c)



d)

$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi R} = \frac{4\pi 10^{-7} \times 10}{2\pi \cdot 0{,}004} = 0{,}5\,mT$