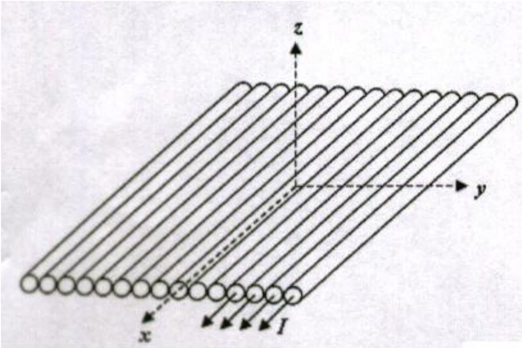
UNIVERSITE IBN TOFAIL
ECOLE NATIONALE DES SCIENCES APPLIQUEES
Cycle Intégré Préparatoire aux Formations d'Ingénieurs

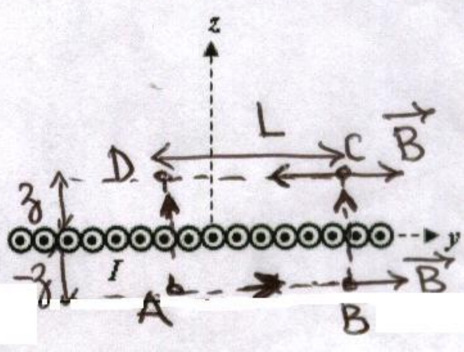
Année Universitaire 2013/2014

Physique 3 : Électromagnétisme

Solution Devoir Libre N° 2 : Lois fondamentales de la magnétostatique – Théorème d'Ampère

Exercice 2.5. (Exercice supplémentaire : Contrôle continu 2012-2013)





1- Déterminer la direction du champ magnétique $\vec{B}(M)$ en tout point M de l'espace.

Tout plan $(M, \vec{e_x}, \vec{e_z})$ est un plan de symetrie du systeme

$\Rightarrow$ $\vec{B}(M)$ est perpendiculaire à ce plan

$$\Rightarrow \boxed{\vec{B}(M) = B(M)\,\vec{e_y}}$$

2- Donner les coordonnées dont il dépend le champ magnétique $\vec{B}(M)$.

La distribution est invariante par translation suivant les axes (Ox) et (Oy) $\Rightarrow$ $B(M)$ ne depend pas de x et y

$$\Rightarrow \boxed{\vec{B}(M) = B(z)\,\vec{e_y}}$$

3- Par des arguments de symétrie, trouver la relation entre $\vec{B}(x,y,z)$ et $\vec{B}(x,y,-z)$.

Le plan $(O, \vec{e_x}, \vec{e_y})$ est un plan de symetrie

$$\Rightarrow \vec{B}(x,y,-z) = -\vec{B}(x,y,z)$$

$$\Rightarrow \vec{B}(-z) = -\vec{B}(z)$$

4 - En utilisant le théorème d'Ampère, calculer le champ magnétique en tout point de l'espace.

Le contour est un rectangle de longueur L (voir schéma)

$$\oint_{(C)} \vec{B}.\vec{dl} = \mu_0 I_{int} = \mu_0 n.L.I$$ (le contour enlace (n.L) courants)

$$\oint_{(C)} \vec{B}.\vec{dl} = \int_A^B \vec{B}.\vec{dl} + \int_B^C (0) + \int_C^D \vec{B}.\vec{dl} + \int_D^A (0)$$

$$= B(-z).L - B(z).L$$

$$\oint_{(C)} \vec{B}.\vec{dl} = -2B(z).L \iff -2B(z).L = \mu_0 n.L.I$$

$$\iff B(z) = -\frac{\mu_0 n I}{2}$$

Donc : $\boxed{\vec{B}(z) = -\frac{\mu_0 n I}{2}\vec{e_y}}$

Exercice 2.8. (Exercice supplémentaire)

2.8.1. Champ crée par une spire en M point de l'axe (Oz) de la spire

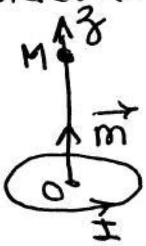
$$\vec{B}(M) = \frac{\mu_0 I}{2R}\sin^3\alpha\,\vec{e_z} = \frac{\mu_0 I}{2}\frac{R^2}{(R^2+z^2)^{3/2}}\vec{e_z}$$

2.8.2. Si M est loin de la spire : $|z| \gg R$

donc $\vec{B}(M) \simeq \frac{\mu_0 I}{2}\frac{R^2}{|z|^3}\vec{e_z} = \frac{\mu_0 \vec{m}}{2\pi|z|^3}$

avec $\vec{m} = I.\vec{S} = I\pi R^2\vec{e_z}$

2.8.3. On aurait pu trouver le résultat en considérant la spire comme un dipôle magnétique.



avec $\vec{e_r} = \vec{e_z}$ (M ∈ à l'axe) et $r = |z|$

$$\vec{B}(M) = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{3m\vec{e_z} - m\vec{e_z}}{|z|^3} = \frac{\mu_0}{2\pi}\frac{\vec{m}}{|z|^3}$$