Info-Spé
2010/2011

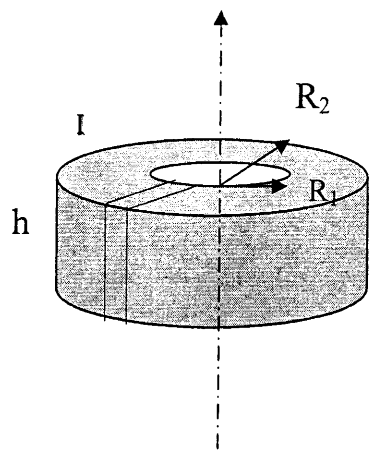
Contrôle n°1 de Physique
Calculatrice et documents non autorisés

Exercice 1 (6 points)

Un tore magnétique d'axe $O\vec{z}$, de rayon interne R_1 et de rayon externe R_2 est formé de N spires rectangulaires de hauteur h. Le système est traversé par un courant I.

1)
a) Utiliser la loi de Biot-Savart pour montrer que le vecteur champ magnétique créé est tangentiel. Représenter les lignes du champ magnétique.
b) Quelles sont les surfaces traversées par ces lignes de champ magnétiques. Préciser l'expression de l'élément de surface dS.
c) On montre que le champ magnétique à l'intérieur des spires du tore est donné par :
$$B(r) = \frac{\mu_0 . N . I}{2.\pi . r}$$
En déduire le flux magnétique dans le tore en fonction de μ_0, N, I, R_1, R_2 et h.

2) On considère maintenant le courant I variable en fonction du temps, tel que :
$I(t) = A.t^2$; Où A est une constante
a) Quel est le phénomène physique qui en résulte. Justifier votre réponse.
b) En déduire les expressions de la f.e.m et du courants induits. On pose R la résistance du tore.



Exercice 2 (5 points)

Les questions 1 et 2 sont indépendantes

1) $\vec{A}$ et $\vec{B}$ deux champs vectoriels, développer en coordonnées cartésiennes et vérifier les identités suivantes :

$$div(\vec{rot}(\vec{A})) = 0$$

$$div(\vec{A} \wedge \vec{B}) = \vec{B}.\vec{rot}(\vec{A}) - \vec{A}.\vec{rot}(\vec{B})$$

2) f étant une fonction scalaire, vérifier que :

$$\vec{rot}(\vec{grad}(f)) = \vec{0}$$

En déduire que la circulation du champ électrique statique $\vec{E}$ le long d'une courbe fermée C est nulle ($\vec{E}$ est dit irrotationnel).

Exercice 3 (5 points)

Une distribution de charge crée un potentiel V dont l'expression en un point M de l'espace repéré par ses coordonnées sphériques (r, θ, φ) est :

$$V(r) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{r}\exp(-\frac{r}{a})$$

Données : $\overrightarrow{grad}\,\mathbf{f}\,(\mathbf{r}, \theta, \varphi) = \frac{\partial f}{\partial r}\vec{u}_r + \frac{1}{r}\frac{\partial f}{\partial \theta}\vec{u}_\theta + \frac{1}{r}\sin\theta\frac{\partial f}{\partial \varphi}\vec{u}_\varphi$

1) Déterminer l'expression du champ électrostatique $\vec{E}$ crée par la distribution.
2) Exprimer la charge Q(r) contenue dans la boule de centre o et de rayon r .

Partie Cours (4 points)

1) Retrouver la première équation de Maxwell : $div(\vec{E}) = \frac{\rho}{\varepsilon}$
2) Retrouver l'équation locale du théorème d'Ampère stationnaire : $\vec{rot}(\vec{B}) = \mu.\vec{J}$

Formulaire

Loi de Biot-Savart

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} I \frac{d\vec{l} \Lambda \vec{PM}}{PM^3}$$

Flux magnétique

$$\Phi(\vec{B}) = \iint_S \vec{B}.d\vec{S}$$

Théorème de Gauss

$$\oiint_S \vec{E}.d\vec{S} = \frac{Q \text{ int}}{\varepsilon}$$

Théorème d'Ampère stationnaire

$$\oint_C \vec{B}.d\vec{l} = \mu.I$$

Théorème de Green-Ostrogradski

$$\oiint_S \vec{U}.d\vec{S} = \iiint_\tau div(\vec{U})d\tau$$

Théorème de Stokes

$$\oint_C \vec{U}.d\vec{l} = \iint_S ro\vec{t}(\vec{U}).d\vec{S}$$

Loi de Faraday

$$e = -\frac{d\Phi}{dt}$$