FACULTÉ DES SCIENCES EXACTES ET INFORMATIQUE

ÉPREUVE DE RATTRAPAGE

MODULE : PHYSIQUE VI – ÉLECTROMAGNETISME

DURÉE : 60 minutes.

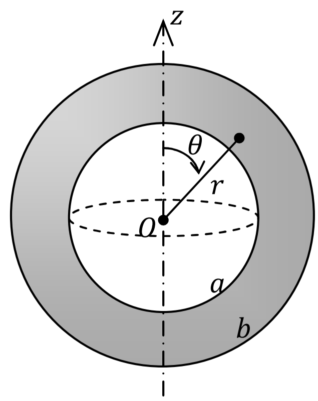
Nom et Prénom :	Signature :	Note : /20

Exercice 01 : Champ électrostatique (10 points)

Une coquille sphérique de rayon intérieur a et de rayon extérieur $b = 2a$ est chargée avec une densité volumique :

$$\rho(r) = \frac{\sigma_0}{r} \quad \text{pour} \quad a \leq r \leq b$$

Tel que r est la distance par rapport au centre de la sphère, et σ_0 est une constante.



1. Déterminer la charge totale $Q_{\text{tot}} = Q$ de la coquille sphérique.

....

2. Utiliser le théorème de Gauss pour déterminer le vecteur champ électrostatique $\vec{E}(r)$ en tout point de l'espace.

....

3. Calculer à partir de 2, l'expression de $div(\vec{E})$ pour chaque zone. Que remarquez-vous ?

4. A partir de la forme locale du théorème de Gauss, trouver l'équation de Poisson du potentiel scalaire V.

Remarque : Toutes les valeurs demandées doivent être calculées en fonction de ε_0, a, Q et r.

On donne en coordonnées sphériques :

$$d\tau = r^2 . \sin\theta \, . dr . d\theta . d\varphi$$

$$div(\vec{A}) = \vec{\nabla} \bullet \vec{A} = \frac{\partial A_r}{\partial r} + \frac{2}{r} A_r + \frac{1}{r}\frac{\partial A_\theta}{\partial \theta} + \frac{1}{r.\tan\theta} A_\theta + \frac{1}{r.\sin\theta}\frac{\partial A_\varphi}{\partial \varphi}$$

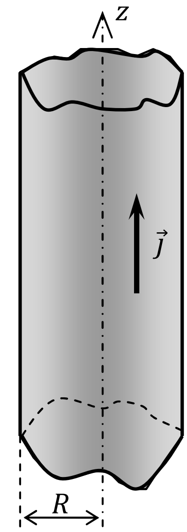
Nom et Prénom :	Signature :

Exercice 02 : Champ magnétostatique (10 points)

Soit un conducteur cylindrique droit de rayon R et de longueur infinie. Ce conducteur est parcouru par un courant ayant une intensité $I = \text{constante}$ (sur sa section) et distribué avec une densité volumique de courant :

$$\vec{j} = A\rho.\vec{e}_z$$

ρ étant la distance par rapport à l'axe du cylindre (Oz) et A une constante positive.



1. Vérifier que cette distribution de courant est stationnaire.

....

....

....

....

....

....

....

2. Trouver la valeur de la constante A en fonction de I et R.

....

....

....

....

....

....

....

....

3. Utiliser le théorème d'Ampère pour déterminer le vecteur champ magnétostatique $\vec{B}(\rho)$ en tout point de l'espace.

....

....

....

....

....

....

....

....

4. Montrer que le théorème d'Ampère n'est valable que dans le cas d'un régime stationnaire (utiliser la forme locale du théorème).

Remarque : Toutes les valeurs demandées doivent être calculées en fonction de μ_0, R, I et ρ.

On donne en coordonnées cylindriques :

$$div(\vec{A}) = \vec{\nabla} \bullet \vec{A} = \frac{\partial A_\rho}{\partial \rho} + \frac{1}{\rho} A_\rho + \frac{1}{\rho} \frac{\partial A_\varphi}{\partial \varphi} + \frac{\partial A_z}{\partial z}$$

$$\overrightarrow{rot}(\vec{A}) = \vec{\nabla} \times \vec{A} = \left(\frac{1}{\rho} \frac{\partial A_z}{\partial \varphi} - \frac{\partial A_\varphi}{\partial z} \right) \vec{e}_\rho - \left(\frac{\partial A_z}{\partial \rho} - \frac{\partial A_\rho}{\partial z} \right) \vec{e}_\varphi + \left(\frac{\partial A_\varphi}{\partial \rho} + \frac{1}{\rho} A_\varphi - \frac{1}{\rho} \frac{\partial A_\rho}{\partial \varphi} \right) \vec{e}_z$$