

Électromagnétisme (durée 2h30)

Documents interdits à l'exception du formulaire.

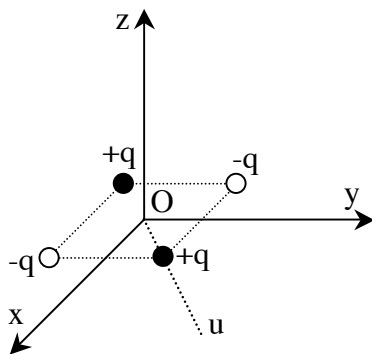
Lire le sujet en entier avant de commencer.

**1-Champ à symétrie cylindrique**

Soit en coordonnées cylindriques le champ vectoriel:  $\vec{A} = \rho\hat{\rho} + 2\hat{z}$

- 1) Représenter  $\vec{A}$  dans le plan xOz aux points O, N(R, 0, 0) et M(R, 0, h/2).
- 2) Calculer la circulation de  $\vec{A}$  le long du chemin circulaire C(0, R) du plan  $(\hat{\rho}, \hat{\theta})$ .
- 3) Calculer  $\text{rot}\vec{A}$ . Quelle est la propriété caractéristique de ce champ ?
- 4) Déterminer le potentiel scalaire V dont ce champ dérive.
- 5) Calculer la circulation de  $\vec{A}$  sur le trajet OM et vérifier le résultat obtenu à l'aide du potentiel.
- 6) Calculer le flux de  $\vec{A}$  à travers le cylindre fermé d'axe Oz, de rayon R et de hauteur h.
- 7) Calculer  $\text{div}\vec{A}$ . En déduire le flux de  $\vec{A}$  à travers la surface d'un cube de coté c.

**2-Quadrupôle**

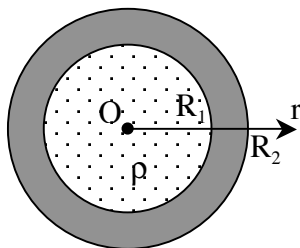


Soit ci-contre le système de 4 charges alternativement -q et +q formant un carré du plan xOy centré en O et de côté a.

- 1) En considérant uniquement les éléments de symétrie du système, trouver l'orientation du champ électrique sur les trois axes du repère ainsi que sur la diagonale Ou.
- 2) En utilisant le calcul direct du potentiel ( $V=0$  à l'infini), trouver V sur les axes du repère. Préciser V en O.
- 3) On permute les deux charges situées en  $y=a/2$ ; refaire l'exercice dans ce cas.

**3-Conducteur et distribution de charge sphériques**

Soit le système suivant constitué par une coquille sphérique métallique isolée (rayons intérieur  $R_1$  et extérieur  $R_2$ ) initialement neutre puis remplie avec une distribution de charge volumique uniforme de densité  $\rho > 0$ .



- Calculer:
- 1) La charge totale interne q et les charges respectives  $q_s(R_1)$  et  $q_s(R_2)$  portées par les faces interne et externe de la coquille.
  - 2) Le champ électrique dans tout l'espace.
  - 3) Le potentiel dans tout l'espace ( $V=0$  à l'infini). Tracer l'allure

des graphes  $E(r)$  et  $V(r)$ .

- 4) L'énergie électrostatique du système.

\* \* \* \* \*