

## ÉCOLE PRÉPARATOIRE EN SCIENCES ET TECHNIQUES DE TLEMCCEN

Département de Physique  
Devoir surveillé - Physique II

Durée: 2 heures

## QUESTIONS DE COURS :

1. Soient deux points  $A$  et  $B$  repérés par les coordonnées suivantes :  $A(\rho = 1, \theta = 0, z = 1)$  et  $B(\rho = 1, \theta = \frac{\pi}{2}, z = 0)$ . Écrire l'expression du vecteur  $\overrightarrow{AB}$  en coordonnées cartésiennes et en déduire le vecteur unité porté par ce même vecteur.
2. Vérifier à l'aide des vecteurs :  $\vec{A} = x\vec{i}$  et  $\vec{B} = y\vec{j}$  la relation suivante :

$$\vec{\nabla} \wedge (\vec{A} \wedge \vec{B}) = (\vec{B} \cdot \vec{\nabla})\vec{A} - (\vec{A} \cdot \vec{\nabla})\vec{B} + \vec{A}(\vec{\nabla} \cdot \vec{B}) - \vec{B}(\vec{\nabla} \cdot \vec{A})$$

3. Montrer sans calcul que le flux du vecteur  $\vec{A}(\rho, \theta, z) = \sin \theta \vec{u}_\theta$  à travers la surface fermée d'un cylindre dont la hauteur  $L$  est le long de l'axe des  $z$  est nul.
4. Le théorème de divergence (Green-Ostrogradsky) s'énonce comme suit :

$$\oint_S \vec{A} \cdot d\vec{S} = \iiint_V \vec{\nabla} \cdot \vec{A} dV;$$

utiliser le vecteur  $\vec{A}(\rho, \theta, z) = \rho \vec{u}_\rho$  pour vérifier ce théorème sur un cylindre de rayon  $R$  et de hauteur  $L$ .

5. Quel dispositif expérimental Coulomb a-t-il utilisé pour établir sa loi concernant l'interaction entre charges électriques statiques? Expliquer.
6. Deux charges électriques  $q_1 = q$  et  $q_2 = q$  (de même polarité) sont placées en  $(0, 0, 0)$  et  $(1, 1, 0)$  (coordonnées cartésiennes), respectivement. Donner le vecteur position du point, dans le plan  $z = 0$ , sur lequel le champ électrostatique créé par ces deux charges est nul?

La divergence d'un vecteur  $\vec{A}$  en coordonnées cylindriques est donnée par :

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{A} = \frac{1}{\rho} \frac{\partial(\rho A_\rho)}{\partial \rho} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial A_\theta}{\partial \theta} + \frac{\partial A_z}{\partial z}$$

**EXERCICE 01 :**

On donne le champ vectoriel  $\vec{A}(x, y, z) = -yx^2\vec{i} + xy^2\vec{j}$ .

1. Tracer sur le plan  $z = 0$  le champ vectoriel  $\vec{A}$  aux points  $(1,1,0)$ ,  $(1,-1,0)$ ,  $(-1,1,0)$  et  $(-1,-1,0)$ , en précisant pour chaque vecteur son module et son vecteur unité.
2. Calculer  $\vec{\nabla} \wedge \vec{A}$ . Interpréter le résultat obtenu.
3. Calculer  $\vec{\nabla} \cdot (\vec{\nabla} \wedge \vec{A})$ . Quel résultat général peut-on en tirer ?
4. Calculer la circulation du champ  $\vec{A}(x, y, z)$  le long de la droite reliant les deux points  $(0, 0, 0)$  et  $(1, 0, 0)$ . (en coordonnées cartésiennes)

**EXERCICE 02 :**

L'électrophore, un appareil inventé par Alessandro Volta en 1775, est composé d'un bloc parallélépipédique fait d'une matière isolante (plastique) sur lequel est mis un disque métallique avec une manche isolante (voir figure ci-dessous)

1. On frotte le bloc isolant avec de la peau de chat, que se passe-t-il au bloc ?
2. Quel est l'intérêt de choisir un bloc en matière isolante ?
3. On dépose ensuite le disque en métal sur le bloc isolant, des charges négatives (par exemple) apparaissent sur la surface supérieure du disque, alors que sur sa surface inférieure apparaissent des charges positives. Expliquer à l'aide d'un schéma.
4. En touchant du doigt le disque en métal, les charges négatives passent à travers le corps humain vers la terre. Expliquer ?
5. Le disque en métal est ensuite mis en contact avec un électroscope. Les feuilles de ce dernier s'écartent. Expliquer.
6. Selon le résultat de cette expérience, à quoi peut servir un électrophore ?

