# École Préparatoire en Sciences et Techniques de Tlemcen

Département de Physique

Devoir surveillé - Physique II

## Questions de cours :

1. Vérifier l'égalité suivante :

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

2. On donne les vecteurs unitaires dans le système de coordonnées cylindriques comme :

$$\begin{cases} \vec{u}_\rho = \cos\theta \vec{i} + \sin\theta \vec{j} \\ \vec{u}_\theta = -\sin\theta \vec{i} + \cos\theta \vec{j} \\ \vec{u}_z = \vec{k} \end{cases}$$

   Exprimer les vecteurs en coordonnées cartésiennes $\vec{i}$, $\vec{j}$ et $\vec{k}$ en fonction de $\vec{u}_\rho$, $\vec{u}_\theta$, et $\vec{u}_z$.

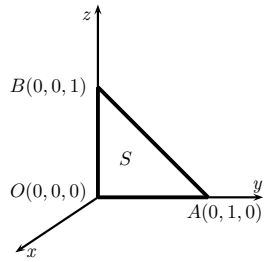
3. Donner la direction de la variation maximale de la fonction $f(x, y, z) = yz + xz + xy$ au point $(1, 1, 1)$. (donnez le vecteur unitaire).
4. Le théorème de divergence s'énonce comme suit :

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

   utiliser le vecteur $\vec{A}(x, y, z) = x\,\vec{i} + y\,\vec{j} + z\,\vec{k}$ pour vérifier ce théorème sur un cube d'arête $a$.

5. Écrire l'expression de la force électrique exercée par une charge électrique $q_1$ placée en $\vec{r}_1$ sur une charge $q_2$ placée en $\vec{r}_2$. (faites un tracé et n'oubliez pas de représenter les vecteurs).
6. Quelle condition doit être vérifiée par les charges électriques pour qu'on puisse appliquer la loi de Coulomb ?
7. Expliquer le principe de superposition utilisé dans le calcul du champ électrique créé en un point de l'espace par un ensemble de charges électriques.
8. Le champ électrique créé par une charge électrique positive est radial, divergent et a une symétrie sphérique. Que signifient les termes en style différent ?

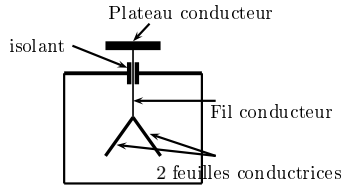
## Exercice 01 :




On donne la fonction $U(x, y, z) = x^2 + y^2 + z^2$

1. Déterminer le champ $\vec{E}$ qui dérive de la fonction $U$.
2. Calculer $\vec{\nabla} \wedge \vec{E}$
3. Calculer la circulation de $\vec{E}$ le long du contour triangulaire $OABO$ (voir figure ci-contre). En déduire un résultat général concernant la circulation d'un champ dérivant d'une fonction.
4. Calculer le flux $\Phi$ du champ $\vec{E}$ qui sort de la surface $S$ délimitée par le contour $OABO$.
5. Utiliser les résultats précédents pour vérifier le théorème de Stokes.

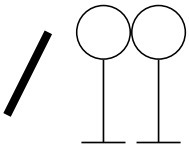
## Exercice 02 :




Électroscope

L'électroscope est un appareil qui permet de mettre en évidence qu'un objet est chargé électriquement. Il est constitué d'un plateau relié par un fil conducteur à deux feuilles conductrices de masse très faible. Une boite métallique avec des fenêtres vitrées (pour l'observation des feuilles) sert d'écran électrostatique et protège les feuilles des courants d'air.

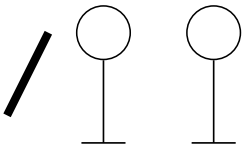
1. On frotte une tige en verre avec de la fourrure puis on la met en contact avec le plateau de l'électroscope ; les deux feuilles s'écartent. Expliquer.
2. On remplace le fil conducteur par un autre isolant puis on refait l'expérience. Que doit-on s'attendre des feuilles ? Expliquer.



$(a)$

On se dispose maintenant de deux boules métalliques de même matière et de mêmes dimensions, mises en contact l'une avec l'autre $(a)$. On approche des boules une tige en plastique préalablement frottée.

3. Que va-t-il se passer au niveau des boules ? Expliquer.
4. Tout en gardant la tige à sa position, les boules sont maintenant écartées $(b)$. Décrire la situation physique actuelle des boules.



$(b)$

5. Proposer une procédure expérimentale permettant de vérifier vos conclusions en utilisant l'électroscope.

NB : Vous pouvez facilement fabriquer un électroscope simple à la maison.