NOM : .... PRENOM : .... GROUPE : ....

Contrôle 1 de Physique

Les calculatrices et les documents ne sont pas autorisés.
Réponses exclusivement sur le sujet

On rappelle que, sauf si mentionné explicitement dans le sujet, la notation $E_A(M)$ correspond à la **norme** du champ $\overrightarrow{E_A}(M)$. Par contre, les angles utilisés sont des angles **orientés**.

On utilisera par la suite la constante $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$.

QCM *(4 points-pas de points négatifs)* *Entourer la bonne réponse.*

1- Le champ électrique, créé par une charge ponctuelle q placée au point O, en un point M s'écrit comme :

a) $\vec{E}(M) = k\frac{q}{OM^2}\overrightarrow{OM}$ b) $\vec{E}(M) = k\frac{q}{OM^3}\overrightarrow{OM}$ c) $\vec{E}(M) = k\frac{q}{OM}\overrightarrow{OM}$

2- On s'intéresse à la force électrostatique $\vec{F}_{1\to2}$ qu'une charge q_1 située en A exerce sur une charge q_2 située en B. La norme de cette force est donnée par :

a) $F_{1\to2} = k\frac{q_1q_2}{AB}$ b) $F_{1\to2} = k\frac{|q_1||q_2|}{AB}$ c) $F_{1\to2} = k\frac{|q_1||q_2|}{AB^2}$

3- La force électrostatique est une force :

a) Toujours attractive b) Toujours répulsive c) Toujours conservative

4- Quelle propriété vérifie le champ électrostatique $\vec{E}$ associé au potentiel V ?

a) $\vec{E} = -\overrightarrow{grad}(V)$ b) $\vec{E} = \overrightarrow{grad}(V)$ c) $V = \overrightarrow{grad}(\vec{E})$

5- On considère une distribution surfacique de charge σ. Un élément infinitésimal de surface dS situé dans un voisinage de P crée en un point M, où se trouve une charge q, une force élémentaire $\overrightarrow{dF}$ d'expression :

a) $\overrightarrow{dF} = kq\frac{\sigma dS}{PM}\overrightarrow{PM}$ b) $\overrightarrow{dF} = kq\frac{\sigma dS}{PM^3}\overrightarrow{PM}$ c) $\overrightarrow{dF} = kq\frac{\sigma dS}{PM^2}\overrightarrow{PM}$

6- On considère une distribution surfacique de charge σ positive répartie de façon uniforme sur un cylindre d'axe (Oz), de rayon R et de hauteur h. Quel élément infinitésimal de surface dS n'est pas pertinent dans cette géométrie ?

a) $dS = rdrd\theta$ b) $dS = dxdy$ c) $dS = rd\theta dz$

7- On regarde le cas limite d'un cylindre infini d'axe (Oz) (de vecteur unitaire $\overrightarrow{u_z}$) et chargé positivement en surface et uniformément. On s'intéresse au champ électrique $\vec{E}(M)$, où M est situé sur l'axe (Oz). Que peut-on dire ?

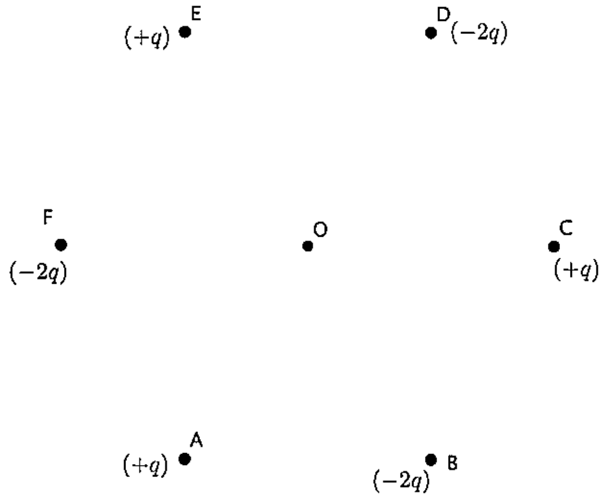
a) $\vec{E}(M) = \vec{0}$ b) $\vec{E}(M).\overrightarrow{u_z} > 0$ c) $\vec{E}(M)$ est divergent.

8- De nouveau avec le cylindre fini de la question 6, en un point M extérieur au cylindre les composantes cylindriques (E_ρ, E_θ, E_z) du champ électrostatique vérifie :

a) $E_\rho = 0$ b) $E_\theta = 0$ c) $E_z = 0$

Exercice 1

On étudie la distribution de charges suivantes ($q > 0$), formant un hexagone régulier de côté a et de centre O.



1- a) Exprimer les champs électrostatiques $\vec{E}_A(O)$, $\vec{E}_C(O)$, $\vec{E}_E(O)$ créés en O par les charges respectivement en A, C et E. Les représenter sur la figure ci-dessus.

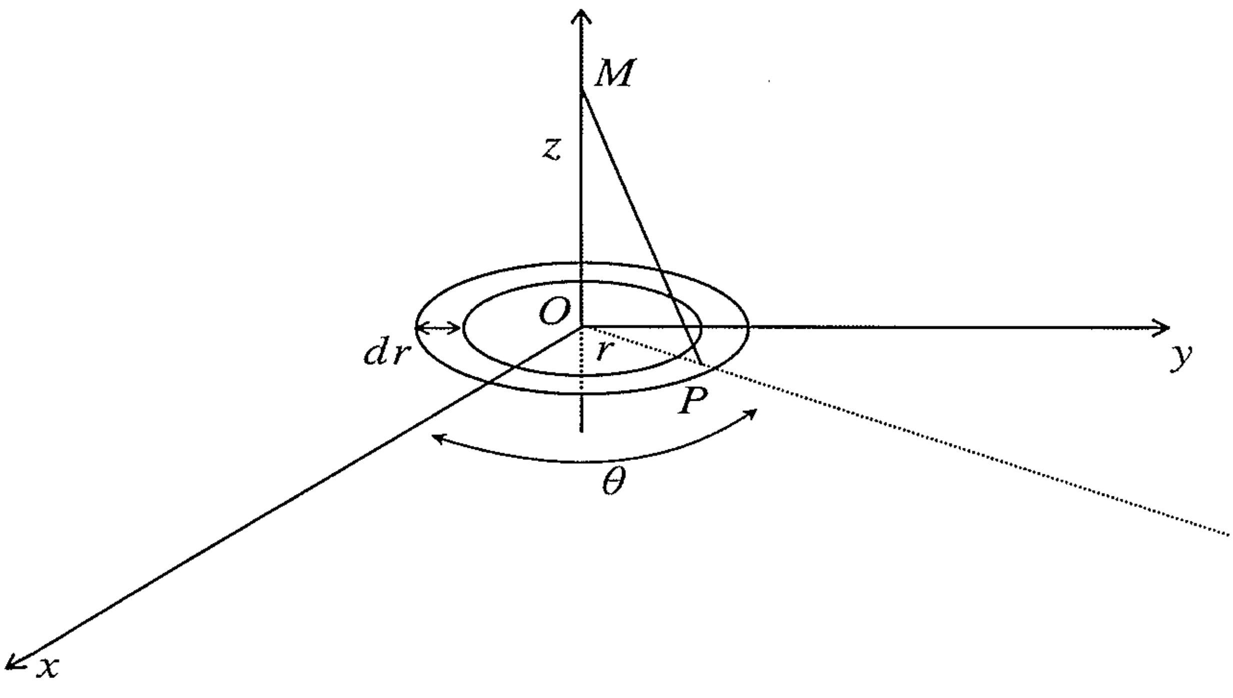
b) Calculer la norme du champ électrostatique total généré par ces trois charges au point O.

2- a) On place une charge $Q < 0$ au point O. Après avoir représenté la force générée par les charges en A, C et E sur la charge Q, exprimer la norme de cette force.

b) Exprimer le potentiel électrostatique $V(O)$ créé en O par les charges placées en B, D et F.

c) En prenant en compte toutes les charges placées aux sommets de l'hexagone, donner l'expression de l'énergie potentielle électrostatique $\mathcal{E}$ de la charge Q placée en O.

Exercice 2



On considère une distribution surfacique de charges σ uniformément répartie sur une couronne de rayon r, de largeur dr et de centre O. Le point M est sur l'axe (Oz).

1- Donner l'expression du champ électrostatique élémentaire $d\overrightarrow{E_P}(M)$ créé en M par une charge élémentaire surfacique dQ de centre P.

2- En déduire le champ électrostatique total créé par cet anneau en M. Vous détaillerez votre raisonnement.

3- On souhaite déterminer le champ électrostatique $\vec{E}(M)$ créé en M par un disque de rayon R, de centre O et d'axe (Oz).

En utilisant la question 2, retrouver l'expression de $\vec{E}(M) = 2\pi k\sigma z\left(\frac{1}{|z|} - \frac{1}{\sqrt{(R^2+z^2)}}\right).\overrightarrow{u_z}$ puis sa norme.

4- En utilisant les symétries de la distribution de charges, commenter la limite $R \to \infty$ (plan infini).

Exercice 3

Soit le potentiel électrostatique $V(x, y, z)$ donné en coordonnées cartésiennes par l'expression suivante $V(x, y, z) = k\frac{q}{\sqrt{x^2+y^2+z^2}}$.

1- Exprimer le champ électrique $\vec{E}(x, y, z)$ dérivant de ce potentiel dans la base $(\overrightarrow{u_x}, \overrightarrow{u_y}, \overrightarrow{u_z})$.

2- Retrouver, à l'aide de la question 1, l'expression du vecteur unitaire radial $\overrightarrow{u_r}$ de la base sphérique. Vous pourrez utiliser l'expression du gradient suivante en sphérique, où $f(r)$ est une fonction uniquement de la coordonnée r : $\overrightarrow{grad}f = \frac{\partial f}{\partial r}\overrightarrow{u_r}$.