UNIVERSITE D'ORAN 1
FACULTE DES SCIENCES EXACTES ET APPLIQUEES
DOMAINE SCIENCES ET TECHNIQUES

1ère Année LMD
Année Universitaire 2019/2020

Examen de Physique 2
Durée : 1h

Exercice 01 :

Soit la disposition de charges ponctuelles q_A, q_B et q_O de la figure ci-contre situées aux points $A(0,a), B(0,-a)$ et $O(0,0)$ tel que :

$q_A = q$, $q_B = q$, $q_O = -2q$ avec $q > 0$

1)- Représenter les champs électrostatiques créés par les charges A, B et O au point $p(a,0)$

2)- Déterminer l'expression du champ électrostatique total $\vec{E}(p)$ au point p

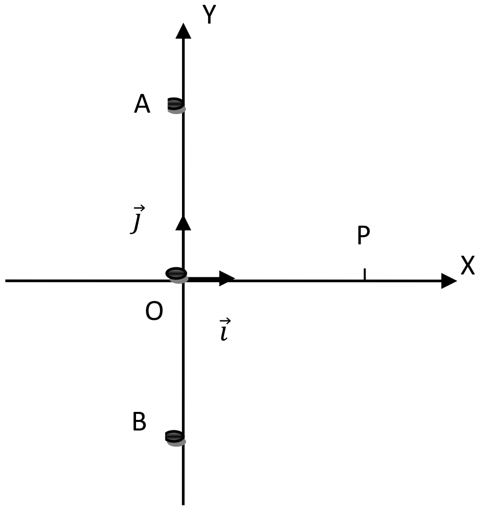
3)- Déterminer le potentiel total $V(p)$ au point p

4)- En déduire la force électrique $\vec{F}(p)$ exercée sur la charge $q_P = 3q$ placée au point p

5)- Déterminer l'énergie potentielle $E_{pot}(p)$ de la charge placée au point p

6)- Calculer le potentiel $V(p)$ et l'énergie $E_{pot}(p)$ sachant que $q = 5 \times 10^{-9}\ C$ et $a = 3\ cm$

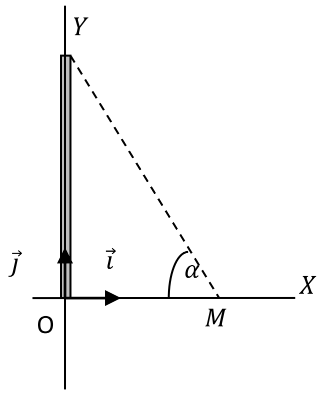
On donne : $k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9 \times 10^9$ SI



Exercice 02 :

I) Soit un fil de longueur L porté par l'axe (OY), uniformément chargé avec une densité linéique λ constante et positive, voir figure ci-dessous

- Calculer, en fonction de α et x, le champ électrique créé par ce fil en un point M de l'axe (OX) tel que $OM = x > 0$.



II) Soit un fil infini uniformément chargé avec une densité linéique λ constante et positive.

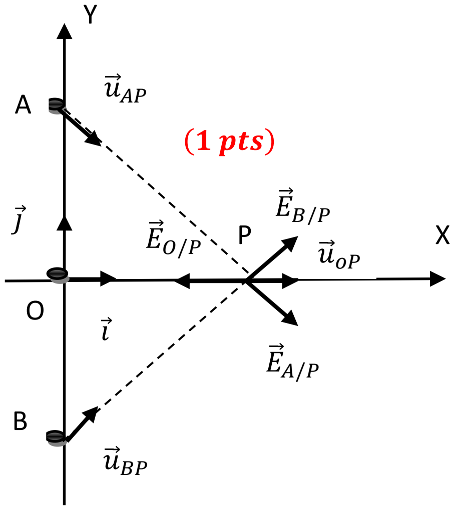
- En utilisant le théorème de Gauss, déterminer le champ électrique créé par le fil en un point M de l'espace

Bonne chance à tous

Examen de Physique 2
Corrigé

Exercice 1 : 8 points

1)- Les champs électrostatiques créés par les charges A, B et O au point $p(a, 0)$ sont représentés sur la figure ci-dessous



2)- La loi de superposition :

$\vec{E}(p) = \sum_i \vec{E}_i = \vec{E}_{A/P} + \vec{E}_{B/P} + \vec{E}_{O/P}$ **(0,5 pts)**

$$\vec{E}_{A/P} = \frac{kq_A}{\left(\|\overrightarrow{AP}\|\right)^2}\vec{u}_{AP}$$

$\overrightarrow{AP} = a\vec{\imath} - a\vec{\jmath} \Longrightarrow \|\overrightarrow{AP}\| = a\sqrt{2}$ **(1 pts)**

$$\vec{u}_{AP} = \frac{\overrightarrow{AP}}{\|\overrightarrow{AP}\|} = \frac{1}{\sqrt{2}}(\vec{\imath} - \vec{\jmath})$$

$$\vec{E}_{A/P} = \frac{kq}{2\sqrt{2}\,a^2}(\vec{\imath} - \vec{\jmath})$$

$$\vec{E}_{B/P} = \frac{kq_B}{\left(\|\overrightarrow{BP}\|\right)^2}\vec{u}_{BP}$$

$\overrightarrow{BP} = a\vec{\imath} + a\vec{\jmath} \Longrightarrow \|\overrightarrow{BP}\| = a\sqrt{2}$ **(1 pts)**

$$\vec{u}_{BP} = \frac{\overrightarrow{BP}}{\|\overrightarrow{BP}\|} = \frac{1}{\sqrt{2}}(\vec{\imath} + \vec{\jmath})$$

$$\vec{E}_{B/P} = \frac{k\,q}{2\sqrt{2}\,a^2}(\vec{\imath} + \vec{\jmath})$$

$\vec{E}_{O/P} = \frac{kq_O}{\left(\|\overrightarrow{OP}\|\right)^2}\vec{u}_{OP} = -\frac{2kq}{a^2}\vec{\imath}$ **(0,5 pts)**

$\vec{E}(p) = \frac{kq}{a^2}\left(\frac{1}{\sqrt{2}} - 2\right)\vec{\imath}$ **(0,5 pts)**

3)- Le potentiel au point p est donné par :

$$V(p) = V_{A/P} + V_{B/P} + V_{O/P}$$

$$V(p) = \frac{kq_A}{AP} + \frac{kq_B}{BP} + \frac{kq_O}{OP} = \frac{kq}{a\sqrt{2}} + \frac{kq}{a\sqrt{2}} - \frac{2kq}{a}$$ **(1 pts)**

$$V(p) = \frac{2kq}{a}\left(\frac{1}{\sqrt{2}} - 1\right)$$

4)- La force : $\vec{F}(p) = q_P\vec{E}(p) = \frac{3kq^2}{a^2}\left(\frac{1}{\sqrt{2}} - 2\right)\vec{\imath}$ **(0,75 pts)**

5)- L'énergie : $E_{pot}(p) = q_P V(p) = \frac{6kq^2}{a}\left(\frac{1}{\sqrt{2}} - 1\right)$ **(0,75 pts)**

6)- Application numérique :

$V(p) = 9 \times 10^9 \times \frac{2\times5\times10^{-9}}{3\times10^{-2}}\left(\frac{1}{\sqrt{2}} - 1\right) = -870\ volts$ **(0,5 pts)**

$E_{pot}(p) = -3 \times 5 \times 10^{-9} \times 870 = -130{,}5 \times 10^{-7}$ joule **(0,5 pts)**

Exercice 2 : 12 points

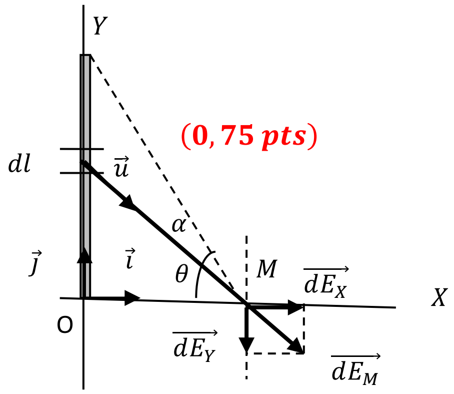
I) On décompose le fil en petits segments de longueur dy portant chacun une charge $dq = \lambda dl = \lambda dy$

La densité de charge linéique λ est positive, ainsi, le champ est dirigé vers l'extérieur

Le champ électrostatique $\overrightarrow{dE_M}$ crée au point M par la charge élémentaire dq située au point P, tel que $\overrightarrow{PM} = r\vec{u}$

$$dq = \lambda dy \quad \textbf{(0,25 pts)}$$

$$\overrightarrow{dE_M} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{dq}{r^2}\vec{u} \quad \textbf{(0,5 pts)}$$



(0,75 pts)

Les projections suivant (OX) et (OY) donnent :

$$\overrightarrow{dE_M}\begin{cases} dE_x = +\dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\dfrac{\lambda dy}{r^2}\cos\theta \\ dE_y = -\dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\dfrac{\lambda dy}{r^2}\sin\theta \end{cases} \quad \textbf{(1 pts)}$$

On fait un changement de variables :

$$\tan\theta = \frac{y}{x} \Longrightarrow y = x\tan\theta \Longrightarrow dy = \frac{xd\theta}{\cos^2\theta} \quad \textbf{(1 pts)}$$

$$\cos\theta = \frac{x}{r} \Longrightarrow r = \frac{x}{\cos\theta} \quad \textbf{(0,5 pts)}$$

En injectant dans les composantes du champ, on a :

$$\overrightarrow{dE_M}\begin{cases} dE_x = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\dfrac{\lambda\, cos\,\theta}{x}d\theta \\ dE_y = -\dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\dfrac{\lambda\sin\theta}{x}d\theta \end{cases} \quad \textbf{(1 pts)}$$

On intègre de 0 à α

$$\overrightarrow{E_M}\begin{cases} E_x = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\dfrac{\lambda}{x}\displaystyle\int_0^{\alpha}\cos\theta\, d\theta \\ E_y = -\dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\dfrac{\lambda}{x}\displaystyle\int_0^{\alpha}\sin\theta\, d\theta \end{cases} \Longrightarrow \overrightarrow{E_M}\begin{cases} E_x = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\dfrac{\lambda}{x}\sin\alpha \\ E_y = -\dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\dfrac{\lambda}{x}(1-\cos\alpha) \end{cases} \quad \textbf{(1 pts)}$$

II) Pour calculer le champ crée par le fil chargé en un point M distant de r du fil, on choisit une surface de Gauss un cylindre de rayon r et de longueur h

Le flux du champ électrique est donné par **(0,5 pts)**

$$\Phi = \Phi_1 + \Phi_2 + \Phi_3 = \oiint \vec{E}.\overrightarrow{dS_1} + \oiint \vec{E}.\overrightarrow{dS_2} + \oiint \vec{E}.\overrightarrow{dS_3} \quad \textbf{(0,25 pts)}$$

$\vec{E} \perp \overrightarrow{dS_1}$ et $\vec{E} \perp \overrightarrow{dS_3}$, donc $\Phi_1 = \Phi_3 = 0$ **(0,75 pts)**

$$\Phi = \Phi_2 = \oiint \vec{E}.\overrightarrow{dS_2}$$

$$\Phi_2 = \oiint \vec{E}.\overrightarrow{dS_2} = \oiint E.dS,\ E \parallel dS \quad \textbf{(0,5 pts)}$$

$$\Phi_2 = \oiint E.dS_2 = E.S = 2\pi rhE \quad \textbf{(1 pts)}$$

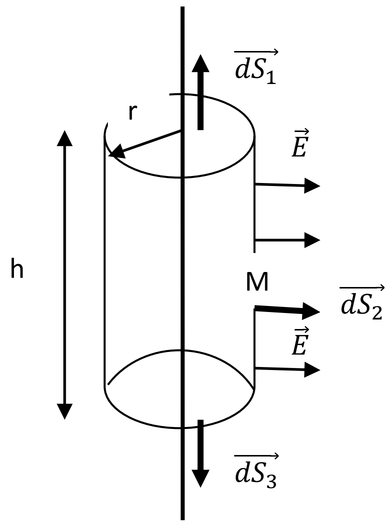
On utilise le théorème de Gauss,

$$\Phi = \frac{Q_{int}}{\varepsilon_0} \quad \textbf{(0,25 pts)}$$

Pour cela on calcule la charge Q_{int} la charge enfermée par la surface de Gauss,

$$Q_{int} = \int_0^h \lambda dz = \lambda h \quad \textbf{(0,75 pts)}$$

(1pts)



$$2\pi rhE = \frac{\lambda h}{\varepsilon_0} \Longrightarrow E = \frac{\lambda}{2\pi r\varepsilon_0}$$

$$\vec{E} = \frac{\lambda}{2\pi r\varepsilon_0}\vec{u}_r \quad \textbf{(1 pts)}$$