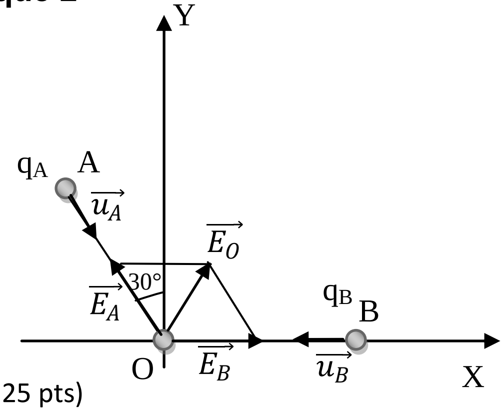
Corrigé de l'examen final de Physique 2



<u>Exercice 1</u> : *(05 point)*

1- le champ électrique $\overrightarrow{E_O}$ qui s'exerce au point O :

$\overrightarrow{E_A} = k\frac{|q_A|}{OA^2}(-\sin 30°\,\vec{\imath} + \cos 30°\,\vec{\jmath}\,)$ (0,5 pts)

$\overrightarrow{E_B} = k\frac{|q_B|}{OB^2}\vec{\imath}$ (0,5 pts)

$\overrightarrow{E_O} = \overrightarrow{E_A} + \overrightarrow{E_B}$

D'où :

$\overrightarrow{E_O} = \frac{k|q|}{2\,OA^2}\left(\vec{\imath} + \sqrt{3}\vec{\jmath}\right)$ (0,25 pts) $\Rightarrow$ $\overrightarrow{E_O} = 9.10^6\left(\vec{\imath} + \sqrt{3}\vec{\jmath}\right)$ (0,25 pts)

Le potentiel au point O : (01 pts)

$V_O = V_A + V_B = \frac{kq_A}{OA} + \frac{kq_B}{OB} = 2\frac{kq}{OA}$ (0,25 pts), AN : $V_O = -18.\,10^5$V (0,25 pts)

2- la force électrique $\overrightarrow{F_O}$:

$\overrightarrow{F_O} = q_o\overrightarrow{E_O}$ $\Rightarrow$ $\overrightarrow{F_O} = \frac{kq_o|q|}{2\,OA^2}\left(\vec{\imath} + \sqrt{3}\vec{\jmath}\right)$ (0,25 pts) $\Rightarrow$ $\overrightarrow{F_O} = 9\left(\vec{\imath} + \sqrt{3}\vec{\jmath}\right)$ (0,25 pts)

L'énergie potentielle E_{PO} :

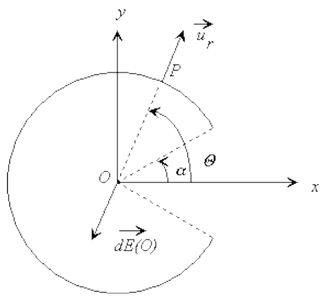
$E_{PO} = q_o V_o$ $\Rightarrow$ $E_{PO} = 2\frac{kq_0 q}{OA}$ (0,5 pts) AN : $E_{PO} = -1.8$ Joules. (0,25 pts)

3- l'énergie interne du système formé par ces trois charges :

$E_i = \frac{1}{2}k\sum_{i=1}^{3}\sum_{i\neq j}^{3}\frac{q_i q_j}{rij} = k\left(\frac{q_A\,q_o}{OA} + \frac{q_A\,q_B}{AB} + \frac{q_B\,q_o}{OB}\right)$ (0,5 pts) $\Rightarrow E_i = 0.798\,Jouls.$ (0,25 pts)

<u>Exercice 2</u> : *(04 points)*

Le champ électrostatique au point O :



Soit le champ électrostatique élémentaire créé par l'élément de longueur *dl* centré en un point *P* de la circonférence chargée de l'anneau :

$\overrightarrow{dE}(O) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{\lambda dl}{PO^2}\vec{u}_{po} = -\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{\lambda R d\theta}{R^2}\overrightarrow{u_r} = -\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{\lambda d\theta}{R}\overrightarrow{u_r}$ (01 pts)

Compte tenu des symétries de la distribution de charges, seule la composante suivant *Ox* contribue au champ total en *O*.

D'où :

$dE_x(O) = -\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{\lambda d\theta}{R}\overrightarrow{u_r}.\vec{\imath} = -\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{\lambda}{R}cos\theta d\theta$ (01 pts)

Le champ résultant en *O* a pour composante :

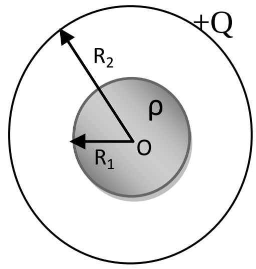
$E_x(O) = -\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{\lambda}{R}\int_{\alpha}^{2\pi-\alpha} cos\theta\, d\theta = -\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{\lambda}{R}[sin\theta]_{\alpha}^{2\pi-\alpha}$ (01 pts)

$$E_x(O) = -\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{\lambda}{R}(\sin(2\pi-\alpha) - sin\alpha)$$

$E_x(O) = \frac{1}{2\pi\varepsilon_0}\frac{\lambda}{R}sin\alpha$ (01 pts)

Exercice 3 : ***(05 points)***

En raison de symétrie le champ électrique est radial : $\vec{E} = E\vec{e_r}$.
On choisit comme surface de Gauss une sphère de rayon r et de centre O. $\}$(0.5 pts)



Le théorème de Gauss $\oiint \vec{E}\,\vec{dS} = \frac{\sum Q_{int}}{\varepsilon_0}$.

$E.S_G = \frac{\sum Q_{int}}{\varepsilon_0}$ (0.5 pts) $\Rightarrow E.4\pi r^2 = \frac{\sum Q_{int}}{\varepsilon_0}$ d'où $E = \frac{\sum Q_{int}}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$ (0.5 pts)

<u>r < R1</u>

$\sum Q_{int} = \rho . V_r$ avec $V_r = \frac{4}{3}\pi r^3$ (0.5 pts)

D'où $E_1 = \frac{\rho}{3\varepsilon_0} r \Rightarrow \vec{E_1} = \frac{\rho}{3\varepsilon_0} r\vec{e_r}$. (0.5 pts) (0.5 pts)

<u>R1 < r < R2</u>

$\sum Q_{int} = \rho . V_{R_1}$ avec $V_{R_1} = \frac{4}{3}\pi R_1^3$ (0.5 pts) D'où $E_2 = \frac{\rho}{3\varepsilon_0}\frac{R_1^3}{r^2} \Rightarrow \vec{E_2} = \frac{\rho}{3\varepsilon_0}\frac{R_1^3}{r^2}\vec{e_r}$. (0.5 pts)

<u>r > R2</u>

$\sum Q_{int} = \frac{4}{3}\pi\rho R_1^3 + Q$ (0.5 pts) D'où $E_3 = \frac{\rho}{3\varepsilon_0}\frac{R_1^3}{r^2} + \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2} \Rightarrow \vec{E_3} = \left(\frac{\rho}{3\varepsilon_0}\frac{R_1^3}{r^2} + \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}\right)\vec{e_r}$. (0.5 pts)

Exercice 4 : ***(04 points)***

1- La valeur de C_2 :

$\frac{1}{C_{AB}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_1+C_2} = \frac{1}{C_2}$ (0.5 pts)

$\Rightarrow \quad C_2^2 + C_1C_2 - C_1^2 = 0$

$\Rightarrow C_2 = \frac{-C_1+\sqrt{5C_1^2}}{2} = 1.85\mu F$. (0.5 pts)

2- Charge et tension

$C_1(AD) \rightarrow V_A - V_D = \frac{Q}{C_1}, \quad Q = V_0C_2 \;\Rightarrow\; V_A - V_D = \frac{V_0C_2}{C_1} = 247V$. (0.5 pts)

$C_1(DF) \rightarrow V_D - V_F = V_0 - V_{AD} = 153V$ (0.5 pts)

$C_2(DF) \rightarrow V_{DF} = 153V$. (0.5 pts)

Les charges :

$C_1(AD) \rightarrow \quad Q = C_1V_{AD} = C_2V_0 = 7.4.10^{-4}\,C$. (0.5 pts)

$C_1(DF) \rightarrow \quad Q_1 = C_1V_{DF} = 4.6.10^{-4}\,C$. (0.5 pts)

$C_1(DF) \rightarrow \quad Q_2 = C_2V_{DF} = Q - Q_1 = 2.8.10^{-4}\,C$. (0.5 pts)

Question de cours *(02 points)*

Les propriétés d'un conducteur en équilibre électrostatique sont :

- Le champ est nul à l'intérieur d'un conducteur. (0.5 pts)
- Le potentiel est constant : le conducteur constitue un volume équipotentiel. (0.5 pts)
- La charge est nulle en toute région interne d'un conducteur : la charge est localisée à la surface. (0.5 pts)
- Le champ au voisinage immédiat d'un conducteur est égal : $E = \sigma/\varepsilon_0$. (0.5 pts)