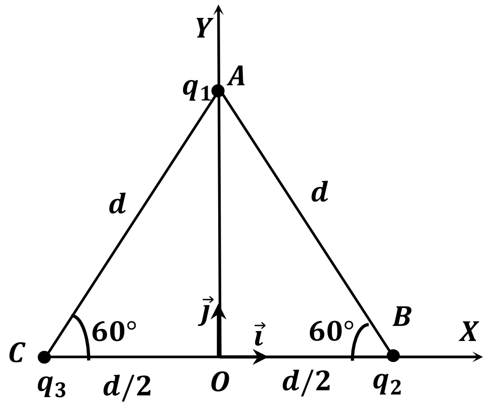
Université A. Mira de Bejaia | Faculté de Technologie | Année universitaire 23/24
Département de Technologie | Tronc commun Ingénieur – 1ère Année | Session rattrapage

Examen de Rattrapage Physique 2

Exercice 1 (5.5 pts)



Soitent trois charges ponctuelles situées aux sommets du triangle équilatéral (ABC) de coté d. $q_1 = 3q$; $q_2 = -q$; $q_3 = -2q$

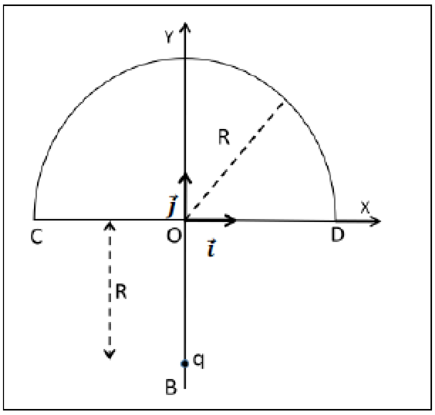
1. Déterminer le potentiel total V_O à l'origine O.

2. Représenter puis déterminer les expressions des champs électriques $\vec{E}_1$, $\vec{E}_2$ et $\vec{E}_3$ créés respectivement par q_1, q_2 et q_3 au point O. Déduire le champ électrique total $\vec{E}_T(O)$ au point O

3. Trouver l'expression du l'énergie interne du système formé par q_1, q_2 et q_3.

4. On place à l'origine une charge $q_4 = +q$, trouver la force que subit cette charge et son énergie potentielle.

Exercice 2 (6.0 pts)



On considère un demi-cercle (C, D), de centre O et de rayon R, uniformément chargé avec une densité linéique de charge constante et positive λ.
Soit q une charge ponctuelle placée en un point B comme indiqué sur la figure ci-contre, $(OB = R)$

1. Calculer le potentiel électrostatique $V_1(O)$ créé par le demi cercle chargé (C, D) au point O.

2. Calculer le potentiel électrostatique $V_2(O)$ créé par la charge ponctuelle q au point O.

3. En déduire le potentiel électrostatique total $V(O)$ créé en O.

4. Montrer que le champ électrostatique $\vec{E}_1(O)$, créé par la distribution de charge linéique en point O , est de la forme: $\vec{E}_1(O) = -\frac{2k\lambda}{R}\vec{j}$,

5. Déterminer le champ électrostatique $\vec{E}_2(O)$, créé par la charge ponctuelle q au point O.

6. En déduire le champ électrostatique total $\vec{E}$ créé au point O.

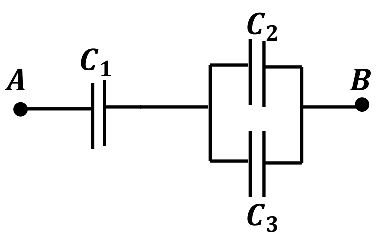
Exercice 3 (4.5 pts)

Soit une sphère de centre O et de rayon R, chargée uniformément en volume avec une densité volumique positive ρ.

1. En utilisant le théorème de Gauss, donner l'expression du champ électrostatique en tout point de l'espace, c.à.d. pour $r < R$, et $r > R$

2. On place une charge ponctuelle q positive au centre de la sphère. En utilisant le principe de superposition, déterminer le champ résultant créé par la charge q et la sphère chargée en tout point de l'espace

Exercice 4 (4.0 pts)



Soit le groupement des condensateurs suivant :

Sachant que $C_1 = 30\mu F, C_2 = 10\ \mu F, et\ C_3 = 5\mu F$ et la différence de potentiel $U_{AB} = 3V$.

1. Calculer la capacité équivalente entre A et B

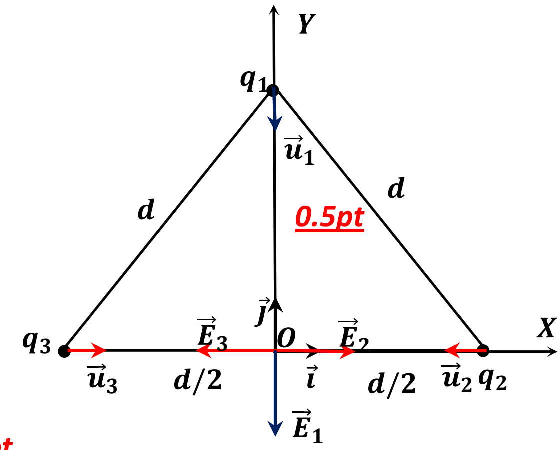
2. Calculer la charge et la différence de potentiel de chaque condensateur.

3. Calculer l'énergie interne de ce groupement.

Bon courage.

Corrigé

Exercice 1 (5.5pts)



1. *Le potentiel au point O*

$OB = OC = \frac{d}{2}$; $OA = \frac{d\sin\pi}{3} = \frac{\sqrt{3}d}{2}$ **0.25pt**

$V(O) = V_1(O) + V_2(O) + V_3(O)$ **0.25pt**

$V(O) = \frac{2\sqrt{3}kq}{d} - \frac{2kq}{d} - \frac{4kq}{d} = 2\frac{kq}{d}(\sqrt{3}-3)$ **0.5pt**

2. $\vec{E}_1$, $\vec{E}_2$ et $\vec{E}_3$ les champs électriques créés en O par les charges placées respectivement en A, B et C.

$$\vec{E} = \frac{Kq}{r^2}\vec{u} \quad \textbf{0.25pt}$$

$$\vec{u}_1 = -\vec{j}\,;\vec{u}_2 = -\vec{i}\,;\vec{u}_3 = \vec{i} \quad \textbf{0.75pt}$$

$$\vec{E}_1 = -\frac{4Kq}{d^2}\vec{j}\ ;\ \vec{E}_2 = \frac{4Kq}{d^2}\vec{i}\,;\,\vec{E}_2 = \frac{-8Kq}{d^2}\vec{i} \quad \textbf{0.75pt}$$

$$\vec{E}_T(O) = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 = -\frac{Kq}{d^2}(4\vec{i} + 4\vec{j}) \quad \textbf{0.5pt}$$

3. *L'énergie potentielle du système*

$$U_i = K\sum_{i>j}^{n}\frac{q_iq_j}{r_{ij}} = \frac{1}{2}K\sum_{\substack{i,j\\ i\neq j}}^{n}\frac{q_iq_j}{r_{ij}} \quad \textbf{0.25pt}$$

$$U_i = K\left(\frac{q_Aq_B}{AB} + \frac{q_Aq_C}{AC} + \frac{q_Bq_C}{BC}\right) = K\left(\frac{-3q^2}{d} + \frac{-6q^2}{d} + \frac{2q^2}{d}\right) = -\frac{7Kq^2}{d} \quad \textbf{0.5pt}$$

4. *La force $\vec{F}(O)$ que subit q_4 et sa énergie potentielle $E_p(C)$.*

$$\vec{F}(O) = q_4\vec{E}(C) = -K\frac{q^2}{d^2}(4\vec{i} + 4\vec{j})\,;\,E_p(O) = q_4V(O) = 2\frac{kq^2}{d}(\sqrt{3}-3) \quad \textbf{0.5pt +0.5pt}$$

Exercice2 (6pts)

1. L'expression du potentiel du demi- cercle

Le potentiel électrique élémentaire dV produit au point O par la charge élémentaire dq du filest donné par:

$$dV_1(O) = \frac{kdq}{r} \quad \textbf{0.25pt}$$

avec, $r = R$; $dq = \lambda dl = \lambda R d\theta$ **0.5pt**

$$\Rightarrow dV_1(O) = \frac{k\lambda R d\theta}{R} \rightarrow V_1(O) = k\lambda\int_0^{\pi} d\theta = \pi k\lambda \quad \textbf{0.75pt}$$

2. L'expression du potentiel $V_2(O)$ créer par la charge ponctuelle au point O

$$V_2(O) = \frac{kq}{R} \quad \textbf{0.5pt}$$

3. L'expression du potentiel total $V(O)$ au point O:

$$V(O) = V_1(O) + V_2(O) = k\left(\pi\lambda + \frac{q}{R}\right) \quad \textbf{0.5pt}$$

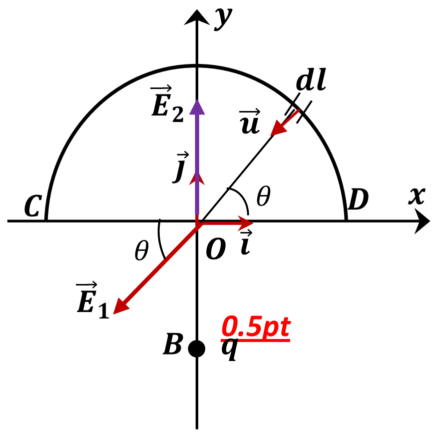
4. Le champ électrostatique $\vec{E}_1(O)$, créé par le demi- cercle

Un element de longeur dl porte une charge elementaire dq.

Cette charge genère un champ electrique $d\vec{E}_1$ au point O :

$d\vec{E}_1 = \frac{kdq}{r^2}\vec{u}$ **0.25pt**

$\vec{u} = -\cos(\theta)\vec{\imath} - \sin(\theta)\vec{\jmath}$ **0.25pt**



$dq = \lambda dl = \lambda R d\theta, r = R$

$\Rightarrow d\vec{E}_1 = -\frac{K\lambda}{R}(\cos(\theta)\, d\theta\vec{\imath} + \sin(\theta) d\theta\, \vec{\jmath})$ **0.5pt**

$\vec{E}_1(O) = \int_0^\pi d\vec{E}_1 = -\int_0^\pi \frac{K\lambda}{R}(\cos(\theta)\, d\theta\vec{\imath} + \sin(\theta) d\theta\, \vec{\jmath}) = \frac{K\lambda}{R}(-\sin\theta|_0^\pi\vec{\imath} + \cos\theta|_0^\pi\vec{\jmath})$ **0.5pt**

$\vec{E}_1(O) = -2\frac{K\lambda}{R}\vec{\jmath}$ **0.5pt**

5. Le champ électrique $\vec{E}_2$ créer par la charge ponctuelle

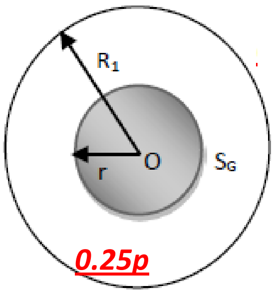
$\vec{E}_2(O) = \frac{Kq}{r^2}\vec{u} = \frac{kq}{R^2}\vec{\jmath}$ **0.5pt**

6. L'expression du champ électrique total $\vec{E}(O)$:

$\vec{E}(O) = \vec{E}_1(O) + \vec{E}_2(O) = \frac{k}{R}\left(\frac{q}{R} - 2\lambda\right)\vec{\jmath}$ **0.5pt**

Exercice3 (4.5pts)

1- La symétrie de la distribution des charges est sphérique, donc, le champ électrique est radial :



$$\vec{E} = \vec{E}(r) = E(r)\vec{e}_r \quad \textbf{0.25pt}$$

La surface de gauss est une sphère de centre o et de rayon r. **0.25pt**

Théorème de Gauss :

$$\phi = \iint \vec{E}.\vec{dS} = \frac{Q_{int}}{\varepsilon_0} \quad \textbf{0.25p}$$

Le champ est constant sur la surface de Gauss :

$$\iint \vec{E}.\vec{dS} = \iint E.dS = E\iint dS \Rightarrow E\iint dS = E4\pi r^2$$

$$E = \frac{Q_{int}}{\varepsilon_0 4\pi r^2}$$

$(\mathbf{0} < r \leq \boldsymbol{R})$:

$$Q_{int} = \int_0^r \rho dV = \rho\int_0^r dV\,, Q_{int} = \rho\frac{4}{3}\pi r^3 \quad \textbf{0.5p}$$

$$E_1 = \frac{\rho r}{3\varepsilon_0} \quad ,\vec{E}_1 = \frac{\rho r}{3\varepsilon_0}\vec{e}_r \quad \textbf{0.5pt}$$

$(\boldsymbol{r} \geq \boldsymbol{R})$:

$$Q_{int} = \int_0^R \rho dV = \rho\int_0^R dV\,, Q_{int} = \rho\frac{4}{3}\pi R^3 \quad \textbf{0.5pt}$$

$$E_3 = \frac{\rho R^3}{3\varepsilon_0 r^2} \quad ,\vec{E}_3 = \frac{\rho R^3}{3\varepsilon_0 r^2}\vec{e}_r \quad \textbf{0.5pt}$$

2. La sphère plus la charge ponctuelle

$$E = \frac{Q_{int}}{\varepsilon_0 4\pi r^2}$$

$(\mathbf{0} < r \leq \boldsymbol{R})$:

$$Q_{int} = Q_1 + Q_2 = \rho\frac{4}{3}\pi r^3 + q$$ **0.25**

$$E_1 = \frac{\rho r}{3\varepsilon_0} + \frac{q}{\varepsilon_0 4\pi r^2} \quad , \vec{E}_1 = \left(\frac{\rho r}{3\varepsilon_0} + \frac{q}{\varepsilon_0 4\pi r^2}\right)\vec{e}_r$$ **0.25p**

$(\boldsymbol{r} \geq \boldsymbol{R})$:

$$Q_{int} = Q_1 + Q_2 = \rho\frac{4}{3}\pi R^3 + q$$ **0.25p**

$$E_3 = \frac{\rho R^3}{3\varepsilon_0 r^2} + \frac{q}{\varepsilon_0 4\pi r^2} \quad , \vec{E}_3 = \left(\frac{\rho R^3}{3\varepsilon_0 r^2} + \frac{q}{\varepsilon_0 4\pi r^2}\right)\vec{e}_r$$ **0.25**

Exercice 4 (5pts)

1- *Calcul de la capacité équivalente*

$$C_{23} = C_2 + C_3 = 15\mu F$$ **0.5pt**

$$\frac{1}{C_{AB}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_{23}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_{23}} \rightarrow C_{AB} = \frac{C_1 C_{23}}{C_1 + C_{23}}$$ **0.5pt**

$$\rightarrow C_{AB} = 10\mu F$$ **0.25pt**

2- *Les charges et les tensions*

$$U_{AB} = \frac{Q_{AB}}{C_{AB}} \Rightarrow Q_{AB} = U_{AB} C_{AB} = 30\mu C$$ **0.25pt**

Le condensateur C_1 *et* C_{23} portent la même charge Q_{AB} : **0.25pt**

$Q_1 = Q_{AB} = 30\mu C$ **0.25pt**

Donc, $Q_1 = C_1 U_1 \rightarrow U_1 = 1V$ **0.5pt**

$U_2 = U_3 = U_{23} = Q_{AB}/C_{23} = 2V$ **0.5pt**

$Q_2 = C_2 U_2 = 20\mu C$ **0.25pt**

$Q_3 = C_3 V_2 = 10\mu C$ **0.25pt**

3- *Calcul de l'énergie interne*

$E_p = \frac{1}{2} C_{AB} U_{AB}^2 = 45\mu J$ **0.5pt**