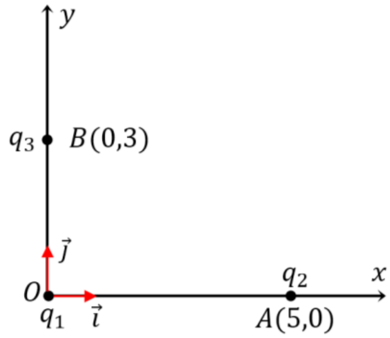
Université A. Mira de Bejaia — **Année Universitaires 2022/2023**
Faculté de Technologie — **Session rattrapage**
Département de Technologie – 1ère Année — **Durée : 01h30**

Examen de rattrapage de Physique 2

Exercice 1 (07 points)

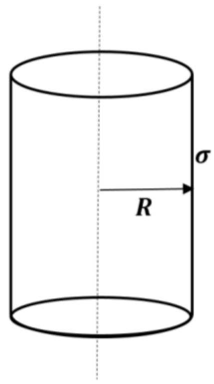


Soit trois charges ponctuelles $q_1 = 10^{-9}C, q_2 = -2\ 10^{-9}C, q_3 = 10^{-9}C$ placées respectivement aux points $O(0,0)$, $A(5,0)$ et $B(0,3)$. Les unités de longueur indiquées sont des cm.

1- Représenter $\vec{F}_{q_2/q_1}$et $\vec{F}_{q_3/q_1}$ les vecteurs forces appliquées par les charges q_2 et q_3 sur la charge q_1.

2- Donner l'expression de la force totale que subie la charge q_1. Calculer son module.
3- Calculer le potentiel créé par q_2 et q_3 au point O.
4- Calculer l'énergie potentiel de la charge q_1
5- Calculer l'énergie potentielle interne du système formé par les trois charges.
<u>On donne</u> : $k = 9\ 10^9$ SI.

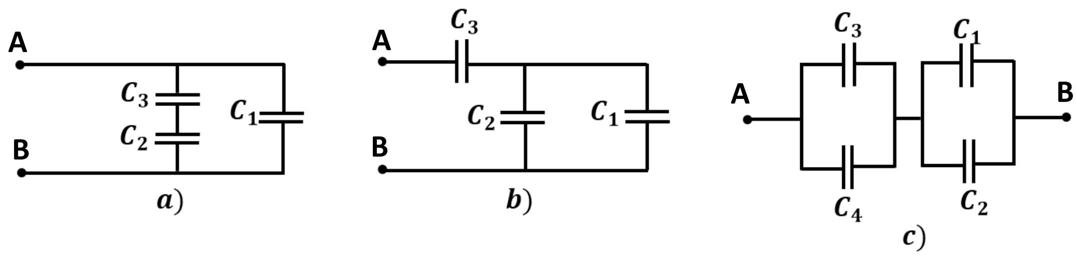
Exercice 02 (07 points)



Soit un cylindre infini de rayon de base R chargé en surface par une densité surfacique constante $\sigma > 0$.
1- En utilisant le théorème de Gauss trouver le champ électrique en tout point de l'espace $(0 < r < \infty)$. Distinguer les régions:$(0 < r \leq R)$ et $(r \geq R)$.
2- Trouver l'expression du potentiel électrique dans les deux régions, sachant que $V(r = 0) = \frac{\sigma R}{\varepsilon_0} ln(R) = cste$.

Exercice 3 (06 points)

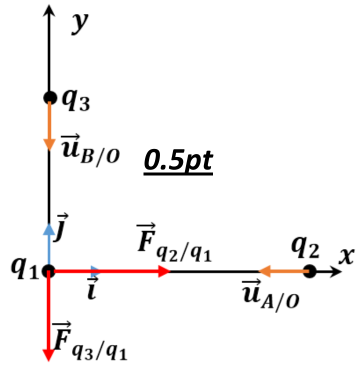
N.B. Les questions 1, 2 et 3 sont indépendantes.
Soient les montages suivants :



1- Trouver en fonction de C l'expression de la capacité équivalente C_{eq} de chaque montage. On donne : $C_1 = C_2 = C_3 = C_4 = C$.
2- Comment réaliser un condensateur de capacité $C_{eq1} = 3C$ avec trois condensateurs de même capacité C ?
3- Comment réaliser un condensateur de capacité $C_{eq2} = C/3$ avec trois condensateurs de même capacité C ?

Corrigé

EXERCICE 01 (07points)



1 *Représentation de $\vec{F}_{q_2/q_1}$ et $\vec{F}_{q_3/q_1}$ (figure ci-contre)*

2 *L'expression de la force totale subie par la charge q_1*

$$\vec{F}_{TOT}(O) = \vec{F}_{q_2/q_1} + \vec{F}_{q_3/q_1} \quad \underline{\textbf{0.25pt}}$$

$\vec{u}_{A/O} = -\vec{i}\,; \vec{u}_{B/O} = -\vec{j}; AO = 5cm; \; OB = 3cm$ **0.5pt**

$$\vec{F}_{q_2/q_1} = \frac{kq_1q_2}{AO^2}\vec{u}_{A/O} = \frac{-18\ 10^{-5}}{25}(-\vec{i}\,) = 0.72\ 10^{-5}\vec{i} \quad \underline{\textbf{0.5pt}}$$

$$\vec{F}_{q_3/q_1} = \frac{kq_1q_3}{BO^2}\vec{u}_{B/O} = \frac{9\ 10^{-5}}{9}(-\vec{j}\,) = -10^{-5}\vec{j} \quad \underline{\textbf{0.5pt}}$$

$$\vec{F}_{TOT}(O) = 0.72\ 10^{-5}\vec{i} - 10^{-5}\vec{j} = (0.72\vec{i} - \vec{j})10^{-5}N \quad \underline{\textbf{0.5pt}}$$

$$\|\vec{F}_{TOT}(O)\| = 1.23\ 10^{-5}N \quad \underline{\textbf{0.5pt}}$$

3 *Le potentiel au point O*:

$$V(O) = V_A + V_B \quad \underline{\textbf{0.25pt}}$$

$$V_A = \frac{kq_2}{OA} = -\frac{18}{5}10^2 = -360V \quad \underline{\textbf{0.5pt}}$$

$$V_B = \frac{kq_3}{OB} = 310^2 = 300V \quad \underline{\textbf{0.5pt}}$$

$$V(O) = -60V \quad \underline{\textbf{0.5pt}}$$

4 *Energie potentiel de la charge q_1*

$$E_p = q_1V(O) = -60\ 10^{-9}J = -60nJ \quad \underline{\textbf{01pt}}$$

5 *L'énergie interne du système*

$$U_p = \sum_{i}^{3}\sum_{j>i}^{3}\frac{kq_iq_j}{r_{ij}} = \frac{kq_1q_2}{AO} + \frac{kq_1q_3}{BO} + \frac{kq_3q_2}{AB} \quad \underline{\textbf{0.5pt}}$$

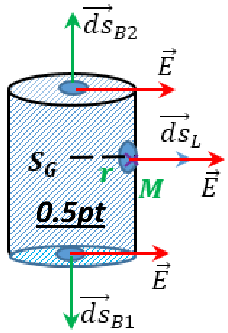
$$U_p = -\frac{18\ 10^{-7}}{5} + \frac{9\ 10^{-7}}{3} - \frac{18\ 10^{-7}}{6} = -3.7\ 10^{-7}J \quad \underline{\textbf{0.5pt}}$$

Exercice 02 (07 points)

1. **Calcul de champ**

En raison de la symétrie cylindrique de la distribution, le champ est radial $\vec{E}(M) = E_r.\vec{e}_r$ **0.25pt**

On choisit la surface de Gauss un cylindre de rayon $r = \|\overrightarrow{OM}\|$ et de hauteur h. **0.25pt**



Le flux du champ électrique à travers la surface de Gauss:

$$\phi = \oiint \vec{E}(M).\overrightarrow{dS} = \iint_{S_{B1}} \vec{E}\,\overrightarrow{dS}_{B1} + \iint_{S_{B2}} \vec{E}\,\overrightarrow{dS}_{B2} + \iint_{S_{B1}} \vec{E}\,\overrightarrow{dS}_{S_L} \underline{\textbf{0.25pt}}$$

$\iint_{S_{B1}} \vec{E}\,\overrightarrow{dS}_{B1} = \iint_{S_{B2}} \vec{E}\,\overrightarrow{dS}_{B2} = 0$ puisque $\vec{E} \perp \overrightarrow{dS}_{B1}$ et $\vec{E} \perp \overrightarrow{dS}_{B2}$ **0.25pt**

$\oiint \vec{E}(M).\overrightarrow{dS} = \iint_{S_{B1}} \vec{E}\,\overrightarrow{dS}_{S_L} = \iint_{S_{B1}} E\,dS_L$ puisque $\vec{E}\,//\,\overrightarrow{dS}_L$. **0.25pt**

Sur la surface latérale du cylindre $r = cst$ donc le champ E est constant

$\oiint \vec{E}(M).\overrightarrow{dS} = \iint_{S_{B1}} \vec{E}\,\overrightarrow{dS}_{S_L} = \iint_{S_{B1}} E\,dS_L = E\iint_{S_{B1}} dS_L = ES_L\,; S_L = 2\pi rh.E$. **0.25pt**

Le théorème de Gauss énonce que :

$$\oiint \vec{E}(M).\overrightarrow{dS} = \frac{q_{int}}{\varepsilon_0} \qquad \underline{\textbf{0.25pt}}$$

$$ES_L = \frac{q_{int}}{\varepsilon_0} \rightarrow E = \frac{q_{int}}{\varepsilon_0 S_L} = \frac{q_{int}}{2\pi\varepsilon_0 rh} \qquad \underline{\textbf{0.25pt}}$$

Région 1 ($r < R_1$)

Le champ créé dans cette région est :

$$q_{int} = 0 \qquad \underline{\textbf{0.5pt}}$$

$$E_I = 0 \qquad \underline{\textbf{0.5pt}}$$

$$\vec{E}_I(M) = \vec{0}$$

Région 2 ($r > R$)

On obtient le champ suivant :

$$q_{int} = \sigma S = 2\pi Rh\sigma \qquad \underline{\textbf{0.5pt}}$$

$$E_{II} = \frac{\sigma R}{\varepsilon_0 r} \qquad \underline{\textbf{0.5pt}}$$

$$\vec{E}_{II}(M) = \frac{\sigma R}{\varepsilon_0 r}\vec{e}_r$$

Le potentiel :

Première région

En coordonnées sphériques, le potentiel est donné par :

$$V_I(r) = -\int \vec{E}_I.\overrightarrow{dl} = -\int E_I dr = C_1 \quad \underline{\textbf{0.5pt}}$$

On a :

$$V_I(0) = -\frac{\sigma R}{\varepsilon_0} ln(R) = C \qquad \underline{\textbf{0.25pt}}$$

$$V_I(r) = \frac{\sigma R}{\varepsilon_0} ln(R) \qquad \underline{\textbf{0.5pt}}$$

Deuxième région

$$V_{II}(r) = -\int \vec{E}_{II}.\overrightarrow{dl} = -\int E_{II} dr = -\frac{\sigma R}{\varepsilon_0}\int \frac{1}{r}dr = -\frac{\sigma R}{\varepsilon_0}\ln(r) + C \qquad \underline{\textbf{0.5pt}}$$

On a $V_{II}(r = R) = V_I(R) \rightarrow -\frac{\sigma R}{\varepsilon_0}\ln(R) + C = \frac{\sigma R}{\varepsilon_0} ln(R) \rightarrow C = \frac{2\sigma R}{\varepsilon_0} ln(R)$ $\underline{\textbf{0.5pt}}$

$$V_{II}(r) = -\frac{\sigma R}{\varepsilon_0}\ln(r) + \frac{2\sigma R}{\varepsilon_0} ln(R) = \frac{\sigma R}{\varepsilon_0}\ln\left(\frac{R}{r}\right) + \frac{\sigma R}{\varepsilon_0} ln(R) \qquad \underline{\textbf{0.25pt}}$$

Exercice 03 (06 points)

1- Calcul de C_{eq}:

Montage a) $C_{eq} = C_1 + \frac{C_2C_3}{C_2+C_3} = \frac{3}{2}C$ ***1.5pt***

Montage b) $C_{eq} = \frac{(C_2+C_2)C_3}{C_1+C_2+C_3} = \frac{2}{3}C$ ***1.5pt***

Montage c) $C_{eq} = \frac{(C_2+C_2)(C_3+C_4)}{C_1+C_2+C_3+C_4} = C$ ***1.5pt***

2- On peut réaliser un condensateur de capacité $3C$ avec des condensateurs de même capacité C, en les plaçant en parallèle. ***0.75pt***

3- On peut réaliser un condensateur de capacité $C/3$ avec des condensateurs de même capacité C, en les plaçant en série. ***0.75pt***