Université A. Mira de Bejaia | **Année Universitaire 2019/2020**
Faculté de Technologie | **Session Rattrapage**
Département de Technologie – 1ère Année | **Durée : 01h 30 mn**

EXAMEN DE RATTRAPAGE DE PHYSIQUE 2

Exercice 1 : (08 points)

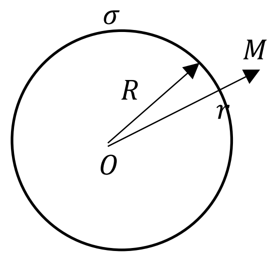
Deux charges ponctuelles $q_1 = 4q$ et $q_2 = q$ sont placées respectivement aux points $A(d, 0)$ et $B(0,2d)$ d'un repère cartésien $(O, \vec{\imath}, \vec{\jmath})$.

1. Représenter et exprimer le champ électrique $\vec{E}(C)$ au point $C(d, 2d)$;
2. Donner l'expression du potentiel $V(C)$ au point C ;
3. On place au point C une charge $q_3 = -2q$, déduire les expressions de la force électrostatique qu'elle subit $\vec{F}(C)$ et son énergie potentielle $E_p(C)$;
4. Calculer l'énergie interne du système de charges (q_1, q_2, q_3).

On donne : $q = 2\ 10^{-7} C$, $d = 1.2\ m$ et $K = 9\ 10^9\ N.m.C^{-2}$

Exercice 2 : (06 points)

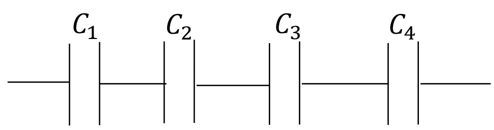
Une sphère (S), de centre O et de rayon R, porte une charge électrique uniformément répartie sur sa surface avec une densité σ positive. En utilisant le théorème de Gauss, on cherche à déterminer l'expression du champ électrique $\vec{E}(M)$ produit par cette distribution de charges en un point M de l'espace, tel que $OM = r > R$ (voir figure ci-contre).



1. Quelle est la symétrie de cette distribution ? En déduire le sens et la direction du champ $\vec{E}(M)$. Représenter ce champ sur la figure ;
2. Quelle est la surface de Gauss (S_G) qu'il faut choisir ? Représenter cette surface sur la figure ;
3. Donner l'expression du flux Φ du champ électrique $\vec{E}(M)$ à travers cette surface de Gauss ;
4. Enoncer le théorème de Gauss ;
5. Donner l'expression de la charge intérieure Q_{int} à la surface de Gauss, en fonction de σ et R. Déduire l'expression du champ $\vec{E}(M)$.

Exercice 3 : (06 points)

On considère quatre condensateurs de capacités $C_1 = 3\ \mu F, C_2 = 6\ \mu F, C_3 = 9\ \mu F$ et $C_4 = 12\ \mu F$ chargés sous les tensions $U_1 = 40\ V, U_2 = 30\ V, U_3 = 20\ V$ et $U_4 = 10\ V$.



1. Calculer les charges Q_1, Q_2, Q_3 et Q_4 de ces condensateurs ;

2. On isole ces condensateurs et on les branche en série par des fils conducteurs, comme indiqué sur la figure ci-contre :

2.1. Calculer la capacité du condensateur équivalent à ce montage ;

2.2. A l'équilibre, calculer les nouvelles charges (Q'_1, Q'_2, Q'_3, Q'_4) et tensions (U'_1, U'_2, U'_3, U'_4) de ces condensateurs.

2.3. Calculer l'énergie de ce système.

Corrigé

Exercice 1 : (08 points)

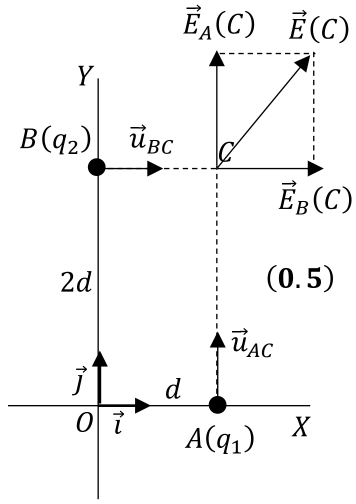
Le champ électrique :

$$\vec{E}(C) = \vec{E}_A(C) + \vec{E}_B(C) \ \ (\mathbf{0.25})$$

$$= K\frac{q_1}{(AC)^2}\vec{u}_{AC} \ (\mathbf{0.5}) + K\frac{q_2}{(BC)^2}\vec{u}_{BC} \ (\mathbf{0.5})$$

$$\vec{u}_{AC} = \vec{j} \ (\mathbf{0.25}); \ \vec{u}_{BC} = \vec{i} \ (\mathbf{0.25})$$

$$\vec{E}(C) = K\frac{q}{d^2}(\vec{i}+\vec{j}) \ (\mathbf{0.5}) = 12.5\ 10^2(\vec{i}+\vec{j}) \ \ (\mathbf{0.25})$$



Le potentiel électrique :

$$V(C) = V_A(C) + V_B(C) \ = K\frac{q_1}{AC} + K\frac{q_2}{BC} \ \ (\mathbf{0.5})$$

$$= 3K\frac{q}{d} \ (\mathbf{0.5}) = 45\ 10^2\ V \ (\mathbf{0.25})$$

La force et l'énergie potentielle :

$$\vec{F}(C) = q_3\vec{E}(C) \ (\mathbf{0.5}) = -2K\frac{q^2}{d^2}(\vec{i}+\vec{j}) \ (\mathbf{0.5})$$

$$= -5\ 10^{-4}(\vec{i}+\vec{j}) \ (\mathbf{0.25})$$

$$E_p(C) = q_3V(C) \ (\mathbf{0.5}) = -6K\frac{q^2}{d} \ (\mathbf{0.5}) = -18\ 10^{-4}\ J \ (\mathbf{0.25})$$

L'énergie interne du système :

$$U = K\frac{q_1q_2}{AB} + K\frac{q_1q_3}{AC} + K\frac{q_2q_3}{BC} \ (\mathbf{0.5}) = \left(\frac{4}{\sqrt{5}} - 6\right)K\frac{q^2}{d} (\mathbf{0.5}) = -12.63\ 10^{-4}\ J \ (\mathbf{0.25})$$

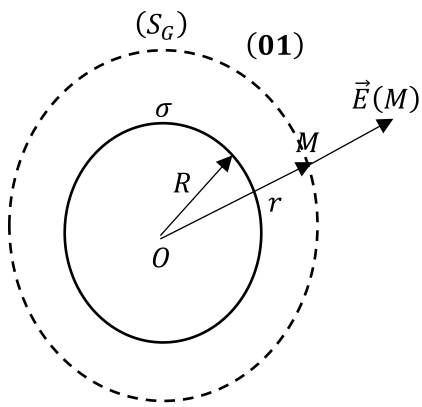
Exercice 2 : (06 points)

La symétrie est sphérique. Le champ électrique est radial : $\vec{E}(M) = E(r)\vec{e}_r$ $(\mathbf{0.5})$

La surface de Gauss est une sphère de centre O et de rayon r $(\mathbf{0.5})$.

Le flux :

$$\Phi = \oiint_{(S_G)} \vec{E}.\overrightarrow{ds} \ (\mathbf{0.5}) = ES_G = E(4\pi r^2) \ (\mathbf{0.5})$$



Théorème de Gauss :

$$\Phi = \oiint_{(S_G)} \vec{E}.\overrightarrow{ds} = \frac{Q_{int}}{\varepsilon_0} \ \ (\mathbf{01})$$

La charge intérieure :

$$Q_{int} = \sigma S = \sigma(4\pi R^2) \ (\mathbf{01})$$

Le champ électrique :

$$E(4\pi r^2) = \frac{\sigma(4\pi R^2)}{\varepsilon_0} \Rightarrow E(r) = \frac{\sigma R^2}{\varepsilon_0 r^2} \quad (\mathbf{01})$$

Exercice 3 : (06 points)

Les charges :

$$Q_1 = C_1 U_1 \ (\mathbf{0.25}) = 12\ 10^{-4}\ C\ (\mathbf{0.25})$$

$$Q_2 = C_2 U_2 \ (\mathbf{0.25}) = 18\ 10^{-4}\ C\ (\mathbf{0.25})$$

$$Q_3 = C_3 U_3 (\mathbf{0.25}) = 18\ 10^{-4}\ C\ (\mathbf{0.25})$$

$$Q_4 = C_4 U_4 (\mathbf{0.25}) = 12\ 10^{-4}\ C\ (\mathbf{0.25})$$

La capacité du condensateur équivalent :

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \frac{1}{C_3}\ (\mathbf{0.5}) \Rightarrow C_{eq} = \frac{36}{25}\ \mu F = 1.44\ 10^{-6}\ F\ (\mathbf{0.25})$$

Les nouvelles charges et tensions :

Association en série : $Q'_1 = Q'_2 = Q'_3 = Q'_4 \ (\mathbf{0.5})$

Conservation de la charge : $Q'_1 + Q'_2 + Q'_3 + Q'_4 = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4\ (\mathbf{0.5})$

$$Q'_1 = Q'_2 = Q'_3 = Q'_4 = \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4}{4}(\mathbf{0.5}) = 15\ 10^{-4}\ C \ \ (\mathbf{0.25})$$

$$U'_1 = \frac{Q'_1}{C_1} = 500\ V (\mathbf{0.25})$$

$$U'_2 = \frac{Q'_2}{C_2} = 250\ V (\mathbf{0.25})$$

$$U'_3 = \frac{Q'_3}{C_3} = 166.66\ V\ (\mathbf{0.25})$$

$$U'_4 = \frac{Q'_4}{C_4} = 125\ V\ (\mathbf{0.25})$$

L'énergie du système :

$$E'_p = \frac{1}{2}Q'_1U'_1 + \frac{1}{2}Q'_2U'_2 + \frac{1}{2}Q'_3U'_3 + \frac{1}{2}Q'_4U'_4 = \frac{1}{2}Q'_1(U'_1 + U'_2 + U'_3 + U'_4)(\mathbf{0.25}) = 7812.45\ 10^{-4}\ J$$
$$= 0.79\ J\ (\mathbf{0.25})$$