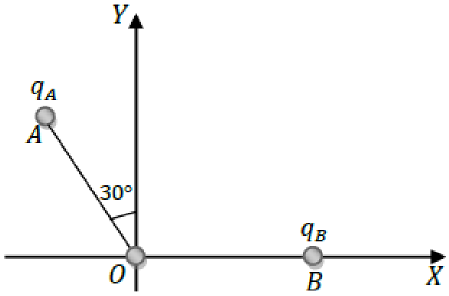
Université A. Mira de Bejaia
Faculté de Technologie
Département de Technologie

Année universitaire 2019/2020
Novembre 2020
Durée : 01h30

EXAMEN FINAL DE PHYSIQUE 2

Exercice 1 : (08 points)

On considère deux charges électriques ponctuelles q_A et q_B, telles que $q_A = q_B = q < 0$, placées respectivement au point A et B (voir la figure ci-contre)).

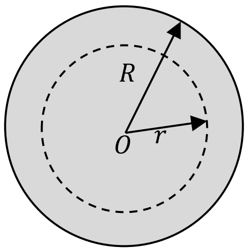


1. Déterminer et représenter le champ électrique $\vec{E}_O$ qui s'exerce au point O. Calculer le potentiel en ce point ;
2. On place au point O une charge $q_O > 0$, déduire la force Electrique $\vec{F}_O$ qu'elle subit ainsi que son énergie potentielle E_{p_O} ;
3. Calculer l'énergie interne du système formé par les trois charges.

A.N : $q_A = q_B = q = -5\ 10^{-6}C, q_O = 10^{-6}C, OA = OB = 5\ cm, AB = 8.66\ cm, K = 9\ 10^{9}\ SI$

Exercice 2 : (06 points)

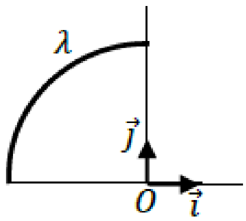
Soit une sphère de rayon R chargée en volume avec une densité uniforme $\rho > 0$ (voir figure ci-contre).



1. Donner l'expression de la charge totale $(Q_R = \rho V_R)$ portée par cette sphère en fonction de R, où V_R est le volume de cette sphère ;
2. Quelle est la charge totale $(Q_r = \rho V_r)$ portée par une sphère de rayon r inférieur à R, où V_r est le volume de cette sphère ;
3. En utilisant le théorème de Gauss et les résultats obtenus dans les questions 1 et 2, déterminer le champ électrique à l'intérieur $(r < R)$ et à l'extérieur $(r > R)$ de la sphère de rayon R.

<u>Traiter au choix soit l'exercice 3 soit l'exercice 4</u>

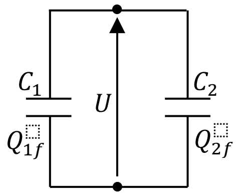
Exercice 3 : (06 points)



Considérons un fil non conducteur, sous forme d'un quart de cercle de rayon R, chargé uniformément avec une densité linéique λ positive (voir la figure ci-contre). Déterminer les deux composantes du champ électrique crées par le fil au point O.

Exercice 4 : (06 points)

Deux condensateurs, de capacités respectives C_1 et C_2, portent initialement les charges Q_{1i} et Q_{2i}. On donne : $C_1 = 0{,}4\ nF$, $C_2 = 0{,}1\ nF$, $Q_{1i} = 8\ nC$ et $Q_{2i} = 3\ nC$



1. Calculer l'énergie initiale E_i emmagasinée dans le système formé par les deux condensateurs ;
2. Ils sont Ensuite branchés en parallèle par des fils conducteurs comme indiqué sur la figure ci-contre. A l'équilibre :

2.1. Calculer la tension finale U et la charge de chaque condensateur $(Q_{1f}$ et $Q_{2f})$;

2.2. Calculer l'énergie finale E_f emmagasinée dans ce système ;

2.3. Comparer E_i et E_f et expliquer la différence.

<u>Bon Courage</u>

Corrigé

Exercice 01 : (08pt)

Le champ électrique :

$$\vec{E}(O) = \vec{E}_A + \vec{E}_B \ \ (\mathbf{0.5})$$

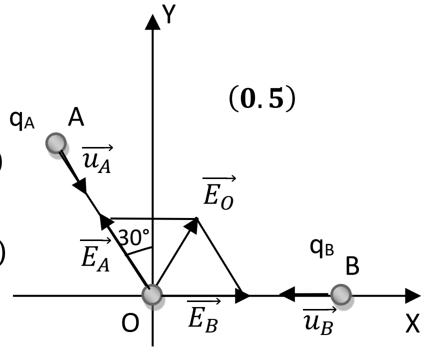
$$\vec{E}_A = \frac{kq_A}{OA^2}\vec{u}_A \ (\mathbf{0.5}) \ ; \ \vec{E}_B = \frac{kq_B}{OB^2}\vec{u}_B \ (\mathbf{0.5})$$

$$\vec{u}_B = -\vec{\imath} \ \ (\mathbf{0.5}) \ ; \ \vec{u}_A = \sin(30)\,\vec{\imath} - \cos(30)\,\vec{\jmath} \ \ (\mathbf{0.5})$$

$$\vec{E}(O) = \frac{kq}{OA^2}(\sin(30)\,\vec{\imath} - \cos(30)\,\vec{\jmath}) - \frac{kq}{OB^2}\vec{\imath} \ \ (\mathbf{0.5})$$

$$\vec{E}(O) = 9.10^6\left(\vec{\imath} + \sqrt{3}\vec{\jmath}\right) \ \ (\mathbf{0.5})$$

(**0.5**)



Le potentiel électrique :

$$V(O) = K\frac{q_A}{OA} + K\frac{q_B}{OB} \ (\mathbf{0.5}) = 2K\frac{q}{OA}(\mathbf{0.5}) = -1.8\ 10^6\ Volts\ (\mathbf{0.5})$$

La force et l'énergie potentielle :

$$\vec{F}(O) = q_0\vec{E}(O)\ (\mathbf{0.5}) = 9\left(\vec{\imath} + \sqrt{3}\vec{\jmath}\right)(\mathbf{0.25})$$

$$E_{pO} = q_O V(O)\ (\mathbf{0.5}) = -1.8\,J\ (\mathbf{0.25})$$

L'énergie interne :

$$E_p = \frac{kq_Aq_0}{OA} + \frac{kq_Bq_O}{OB} + K\frac{q_Aq_B}{AB}\ (\mathbf{0.5}) = 0.8\,J\ \ (\mathbf{0.5})$$

Exercice 02 : (06 pts)

Les charges à l'intérieur des sphères de rayons R et r :

$$Q_R = \rho V_R = \frac{4}{3}\pi\rho R^3 \ \ (\mathbf{0.5})$$

$$Q_r = \rho V_r = \frac{4}{3}\pi\rho r^3 \ \ (\mathbf{0.5})$$

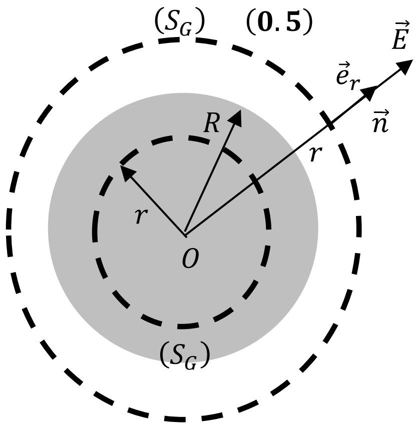
Symétrie sphérique (le champ électrique est radial) : $\vec{E} = \vec{E}(r) = E(r)\vec{e}_r$ (**01**)

La surface de gauss est une sphère de centre O et de rayon r.

Calcul du flux :

$$\oiint_{(S_G)} \vec{E}\,.d\vec{s} = ES_G = E(4\pi r^2) \ \ (\mathbf{0.5})$$

Théorème de Gauss :



$$\oiint_{(S_G)} \vec{E}.d\vec{s} = \frac{Q_{int}}{\varepsilon_0} \quad (\mathbf{0.5})$$

$$E(r) = \frac{Q_{int}}{4\pi\varepsilon_0 r^2} \quad (\mathbf{0.5})$$

Les champs dans les deux régions :

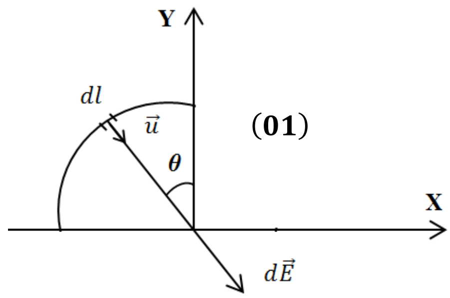
$$\text{Région I : } r < R \Rightarrow Q_{int} = Q_r(\mathbf{0.25}) \Rightarrow E_I = \frac{\rho r}{3\varepsilon_0} \quad (\mathbf{0.75})$$

$$\text{Région II : } r > R \Rightarrow Q_{int} = Q_R\ (\mathbf{0.25}) \Rightarrow E_{II} = \frac{\rho R^3}{3\varepsilon_0 r^2} \quad (\mathbf{0.75})$$

Exercice 03 : (06 points)

Un element de longeur dl porte une charge elementaire dq.

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



$$d\vec{E} = \frac{kdq}{r^2}\vec{u} \quad (\mathbf{0.5})$$

$$\vec{u} = \sin(\theta)\,\vec{\imath} - \cos(\theta)\,\vec{\jmath} \quad (\mathbf{0.5})$$

$$dq = \lambda dl = \lambda R d\theta\ ;\ r = R \quad (\mathbf{0.5})$$

$$d\vec{E} = \frac{K\lambda}{R}(\sin\theta\,\vec{\imath} - \cos\theta\,\vec{\jmath})d\theta \quad (\mathbf{01})$$

Le champ total :

$$\vec{E} = \int_{(L)} d\vec{E} = \frac{K\lambda}{R}\int_0^{\pi/2}(\sin\theta\,\vec{\imath} - \cos\theta\,\vec{\jmath})d\theta \ (\mathbf{0.5}) = \frac{K\lambda}{R}[-\cos\theta\,\vec{\imath} - \sin\theta\,\vec{\jmath}]_0^{\frac{\pi}{2}}\ (\mathbf{01})$$

$$= \frac{K\lambda}{R}(\vec{\imath} - \vec{\jmath})\ (\mathbf{0.1})$$

Exercice 04 : (06 points)

L'énergie initiale :

$$E_i = \frac{1}{2}\left(\frac{Q_{1i}^2}{C_1} + \frac{Q_{2i}^2}{C_2}\right)(\mathbf{0.5}) = 0.125\ \mu J = 125\ nJ \quad (\mathbf{0.5})$$

Apres branchement, le pontentiel entre les deux condensateur est le meme.

$$U_1 = U_2 = U \Rightarrow \frac{Q_{1f}}{C_1} = \frac{Q_{2f}}{C_2} \quad (*)\ (\mathbf{0.5})$$

La conservation de la charge :

$$Q_{1i} + Q_{2i} = Q_{1f} + Q_{2f}\ (**)\ (\mathbf{0.5})$$

De (*) et (**), la tension finale et la charge de chaque condensateur :

$$Q_{1f} = \frac{C_1}{C_1 + C_2}(Q_1 + Q_2)\ (\mathbf{0.5}) = 8.8\ nC\ (\mathbf{0.5})$$

$$Q_{2f} = \frac{C_2}{C_1 + C_2}(Q_1 + Q_2)\ (\mathbf{0.5}) = 2.2\ nC\ (\mathbf{0.5})$$

$$U = \frac{Q_{1f}}{C_1} = 22\ V\ \ (\mathbf{0.5})$$

L'énergie finale :

$$E_f = \frac{1}{2}\left(\frac{Q_{1f}^2}{C_1} + \frac{Q_{2f}^2}{C_2}\right)\ (\mathbf{0.5}) = 0.121\ \mu J = 121\ nJ\ (\mathbf{0.5})$$

On remarque que $E_f < E_i$. La différence d'energie $\left(E_i - E_f\right)$ est perdue par effet joul dans les fils de connexion **(0.5).**

N.B : Il existe une autre méthode de résolution de cette exercice qui consiste à calculer tout d'abords le potentiel final et ensuite les charges.