Université Djilali BOUNAAMA khemis Miliana
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département des Sciences de la matière
Durée : 01h30

Mercredi 07/06/2023
1ère année ST
Matière : Physique 2

Examen Final

Exercice N°1 (7 Pts):

On place deux charges électriques $q_1 = -q_2 = 5\mu C$ sur les deux sommets d'un triangle isocèles comme c'est montré sur la figure 1. La distance séparant les deux charges est $d = 4cm$.

1- Calculer le potentiel électrique créé par les deux charges au troisième sommet M du triangle sachant que la hauteur du triangle est $h = 4cm$.

2- Déterminer le vecteur champ électrique total $\vec{E}_{12}$ crée au point **M**. Calculer son module.

3- On place une troisième charge $q_3 = 4\mu C$ au point M. Déduire la force électrique totale appliquée sur la charge q_3 .

Exercice N°2 (7 Pts):

Soient deux cylindres concentriques, de longueur L très grande et de rayon R_1 et R_2 $(R_1 < R_2)$ (figure2) portants des charges $q_1 = -q_2 = q$ distribuées uniformément sur la surface du cylindre.

1- En utilisant le théorème de Gauss, déterminer le champ électrique créé par $q_1 et\ q_2$ à un point M de l'espace situé dans la région située entre les deux cylindres $(R_1 < r < R_2)$.

2- Déterminer la différence de potentiel entre les deux cylindres dans cette région.

3- Les deux cylindres forment, dans ce cas, un condensateur cylindrique, calculer sa capacité C.

Exercice N° 3 (6 Pts):

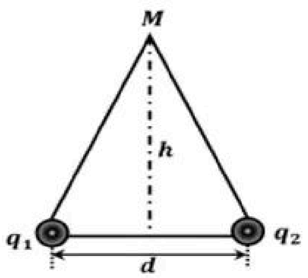
Soit le circuit de la figure 3. Initialement, le condensateur était déchargé.

1- En appliquant les lois de KIRCHHOFF, écrire les équations des mailles et des nœuds du circuit.

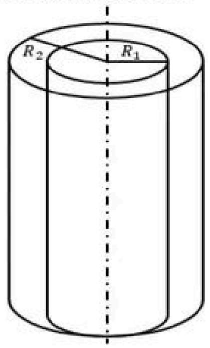
2- Calculer la charge finale de condensateur en fonction de E_1, E_2, E_3 **et** C $(I_C = 0)$.

3- Ecrire l'équation différentielle permettant de calculer la charge $q(t)$ du condensateur.

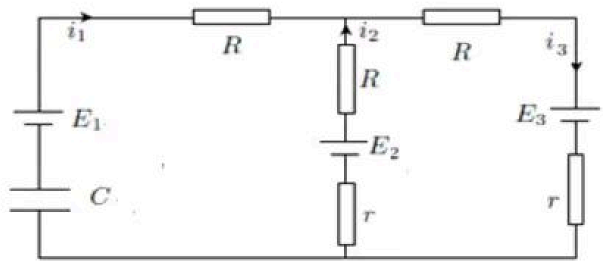
4- Trouver la charge $q(t)$ du condensateur.



-Figure 1-



-Figure 2-



-Figure 3-

Université Djilali BOUNAAMA khemis Miliana
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département des Sciences de la matière
Durée : 01h30

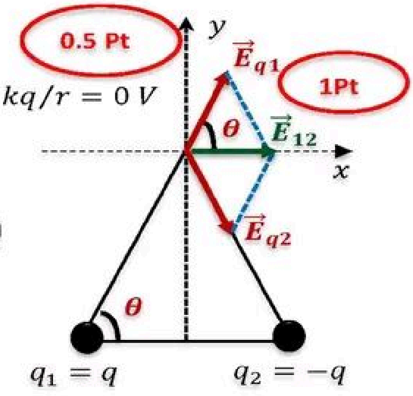
Mercredi 07/06/2023
1ère année ST
Matière : Physique 2

Solution

Exercice 01 : (7Pts)

1- $V(M) = V_{q1}(M) + V_{q2}(M) = kq_1/r_1 + kq_2/r_2$ 1Pt

$$\begin{cases} r_1 = r_2 = r = \sqrt{(d/2)^2 + h^2} = 4.47\ cm \\ q_1 = -q_2 = 5 \times 10^{-6}\ c \end{cases}, \Rightarrow V(M) = kq/r - kq/r = 0\ V$$ 0.5Pt



2-

$$\vec{E}_{12}(M) = \vec{E}_{q1}(M) + \vec{E}_{q2}(M)\ ; \quad \left(|\vec{E}_{q1}| = |\vec{E}_{q2}| = E_q = \frac{kq}{r^2}\right)$$ 1Pt

Par projection :

$$\begin{cases} \vec{E}_{q1}(M) = E_q \cos\theta\,\vec{\imath} + E_q \sin\theta\,\vec{\jmath} \\ \vec{E}_{q1}(M) = E_q \cos\theta\,\vec{\imath} - E_q \sin\theta\,\vec{\jmath} \end{cases}$$ 0.5 Pt

$$\Rightarrow \vec{E}_{12}(M) = 2E_q \cos\theta\,\vec{\imath} = 2\frac{kq}{r^2} \times \frac{d/2}{r}\vec{\imath} = \frac{9 \times 10^9 \times 5 \times 10^{-6}}{(4.47 \times 10^{-2})^2} \times \frac{1}{4.47}\vec{\imath} = 0.5 \times 10^7 \vec{\imath}\ (V/m)$$ 0.5 Pt 0.5 Pt

Module : $|\vec{E}_{12}(M)| = 0.5 \times 10^7 (V/m)$ 0.5 Pt

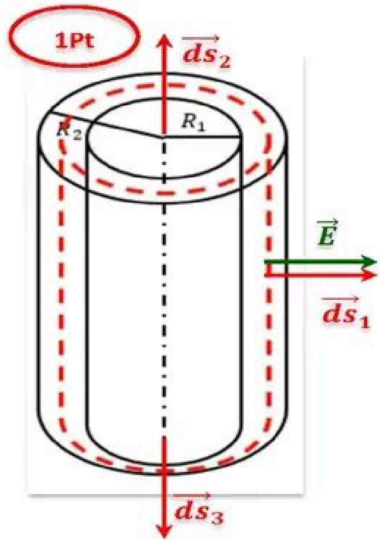
3- $\vec{F}_{/q3} = q_3 \times \vec{E}_{12}(M) = 4 \times 10^{-6} \times 0.5 \times 10^7 \vec{\imath} = 20\,\vec{\imath}\ (N)$ 1Pt

Exercice 2 : (7Pts)

1- La surface de Gauss choisie est un cylindre de rayon r et de longueur L

$$\boldsymbol{\phi} = \oiint \vec{\boldsymbol{E}}.\overrightarrow{\boldsymbol{dS}} = \sum \frac{\boldsymbol{q_{int}}}{\boldsymbol{\varepsilon_0}}$$ 1Pt

$$\oiint \vec{E}.\overrightarrow{ds} = \iint \vec{E}.\overrightarrow{ds_1} + \iint \vec{E}.\overrightarrow{ds_2} + \iint \vec{E}.\overrightarrow{ds_3} = \iint E.ds_1$$ 1Pt



D'après le schema, on à : $\vec{E}//\overrightarrow{ds_1}$, $\vec{E} \perp \overrightarrow{ds_2}$ et $\vec{E} \perp \overrightarrow{ds_3}$

$$\Rightarrow \oiint \vec{E}.\overrightarrow{ds} = \iint E.ds_1 = E\iint_0^{2\pi rL} ds = E2\pi rL = \sum \frac{q_{int}}{\varepsilon_0} = \frac{q}{\varepsilon_0}$$

$$\Rightarrow \boldsymbol{E} = \frac{\boldsymbol{q}}{\boldsymbol{2\pi\varepsilon_0 rL}}$$ 1Pt

2- On à :

$$\int_{V_1}^{V_2} dV = -\int_{R_1}^{R_2} E.dr = -\frac{q}{2\pi\varepsilon_0 L}\int_{R_1}^{R_2}\frac{dr}{r} \Rightarrow \boldsymbol{V_2 - V_1} = -\frac{\boldsymbol{q}}{\boldsymbol{2\pi\varepsilon_0 L}}\ \mathbf{ln}\frac{\boldsymbol{R_2}}{\boldsymbol{R_1}}$$ 0.5Pt 1Pt

3- On a d'une part:

$$V_2 - V_1 < 0 \Rightarrow V_1 - V_2 = \frac{q}{2\pi\varepsilon_0 L}\ln\frac{R_2}{R_1} > 0$$

D'autre part, la différente de potentiel aux bornes d'un condensateur : $\Delta V = {}^{q}/_{c}$

$$\Rightarrow \frac{q}{2\pi\varepsilon_0 L}\ln\frac{R_2}{R_1} = {}^{q}/_{c} \Rightarrow \boldsymbol{C} = \frac{\boldsymbol{2\pi\varepsilon_0 L}}{\mathbf{ln}\,{}^{\boldsymbol{R_2}}/_{\boldsymbol{R_1}}}$$ 1.5Pt

Université Djilali BOUNAAMA khemis Miliana
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département des Sciences de la matière
Durée : 01h30

Mercredi 07/06/2023
1ère année ST
Matière : Physique 2

Exercice 03 : (6pts)

1- Lois de Kirchhoff

Noeud A : $I_1 + I_2 = I_3$

Maille 1 : $-E_1 + RI_1 - RI_2 + E_2 - rI_2 + q/C = 0$ 1.5Pt

Maille 2 : $rI_2 - E_2 + RI_2 + RI_3 + E_3 + rI_3 = 0$

2- Charge finale du condensateur : 0.5Pt

Le condensateur est totalement chargé $q(t) = q_f \Longrightarrow I_C = I_1 = 0 \Longrightarrow I_2 = I_3 = I$

De la maille 2, on trouve : $rI - E_2 + RI + RI + E_3 + rI = 0 \Longrightarrow I = \frac{E_2 - E_3}{2(R+r)}$

On remplace I dans l'équation de la maille 1 : $-E_1 - (R + r)I + E_2 + q_f/C = 0$

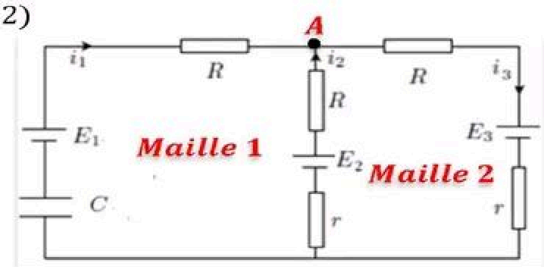
$$\boldsymbol{q_f = \frac{C}{2}(2E_1 - E_2 - E_3)}$$ 1Pt

3- Équation différentielle de la charge :

On remplace $I_3 = I_1 + I_2$ dans les équations des mailles :

Maille 1 : $RI_1 - (R + r)I_2 + q/c = E_1 - E_2$ …….(1)

Maille 2 : $(R + r)I_1 + 2(r + R)I_2 = E_2 - E_3$ ………..(2)



On élimine I_2 par $(2 \times (1) + (2))$:

$$(3R + r)I_1 + 2\frac{q}{C} = 2E_1 - E_2 - E_3$$ 0.5Pt

$$I_1 = \frac{dq}{dt} \Longrightarrow (3R + r)\frac{dq}{dt} + 2\frac{q}{C} = 2E_1 - E_2 - E_3$$

0.5Pt

$$\Longrightarrow \frac{dq}{dt} + \frac{2q}{C(3R+r)} = \frac{2E_1 - E_2 - E_3}{(3R+r)} = \frac{2q_f}{C(3R+r)}$$

$$\Longrightarrow \frac{dq}{dt} = -\frac{2(q - q_f)}{C(3R+r)} \Longrightarrow \boldsymbol{\frac{dq}{(q - q_f)} = -\frac{2dt}{C(3R+r)}}$$ 0.5Pt

4- Charge $q(t)$ du condensateur

$$\int \frac{dq}{(q - q_f)} = -\int \frac{2dt}{C(3R+r)} \Longrightarrow \ln(q - q_f) = -\frac{2t}{C(3R+r)} + cte \Longrightarrow q(t) = q_f + Ae^{-\frac{2}{C(3R+r)}t}$$

0.5Pt

Condition initiale : $q(t = 0) = 0 \Longrightarrow q_f + A = 0 \Longrightarrow q_f = -A$, on trouve :

0.5Pt

$$\boldsymbol{q(t) = q_f\left(1 - e^{-\frac{2}{C(3R+r)}t}\right)}.$$

0.5Pt