Université Bel Hadj Bouchaib d´Ain Temouchent

Faculté de sciences et technologie

1^{ere} Année ST — 1h.30mn — Matière: Physique2

Examen De Deuxième Semestre

Exercice 1 (06pt):

Un quart de cercle, (AB) , de centre O et de rayon R, porte une charge électrique uniformément répartie de densité linéique λ=0.2 nm (figure1) :

1) Calculer le potentiel électrique créé par cette distribution au point O
2) Calculer les composantes E_x, E_y ainsi que le module E du champ électrique Créé par cette distribution au même point O.
3) Quel travail doit-on fournir pour ramener une charge ponctuelle $q=1{,}6.10^{-9}$ C de l'infini jusqu'au point O
4) On enléve la charge q et on place au point O, un dipole $\mathbf{P}=\mathbf{P_0}(\mathbf{i}+\mathbf{j})$ avec $\mathbf{P_0=1{,}6.10^{-15}}$ **C .m ,** Calculer l'énergie potentielle de ce Dipole.
5) Calculer le moment du couple qui lui appliqué.

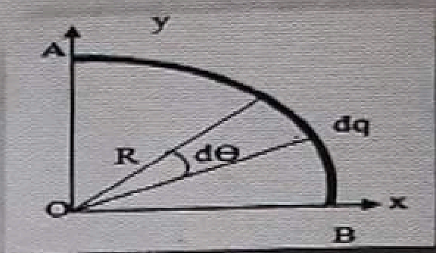


fig1

Exercice2 (08pt):

Partie I : conducteur de forme quelconque homogène, en équilibre électrostatique, porte une charge Q.

1. Que vaut le champ électrique à l'intérieur de ce conducteur ?
2. Que vaut le potentiel électrique à l'intérieur de ce conducteur ?
3. Où est située la charge Q ?

Partie II :Nous disposons maintenant d'un câble coaxial, cylindrique, constitué de deux cylindres conducteurs infiniment longs, d'axe OZ, séparés par le vide. Le premier est plein de rayon R_1, de potentiel V_0 et porte une charge Q_1. Le second est creux, de rayon R_2 est relié au sol (voir figure2).

1. Quel est le signe de Q_1 ?
2. L'ensemble étant à l'équilibre, quelle est la charge Q_2 de la face interne du cylindre externe.
3. Déterminer, à l'aide du théorème de Gauss, la direction, le sens et le module du champ électrique entre les deux conducteurs ($R_1 < r < R_2$).
4. a) En utilisant la circulation du champ électrique ($dV = -E.dl$), donner l'expression de la charge Q_1.
   b) Déduire l'expression de la capacité du câble coaxial.
   c) Calculer cette capacité par unité de longueur.
   A.N : R_1 = 1mm, R_2 = 3mm, ln(3) = 1.1, $k = 1/4\pi\varepsilon_0 = 9\ 10^9$
5. En appliquant l'expression locale de la loi d'Ohm ($j=\gamma E$) donné l'expression de la résistance de ce câble.
6. Donner la relation liant la résistance à la capacité de ce câble.

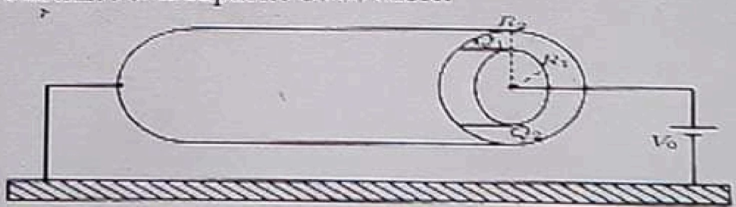


fig2

Exercice 3(06pt) : **AN** : E=12 V, R_1=1kΩ, R_2=2kΩ, R_3=5kΩ et C=1uF

On considère le montage ci-dessous ou le condensateur C est initialement déchargé

1- Etablir l'équation différentielle régissant l'évolution de la charge de ce condensateur au cours du temps, Montrer que l'on peut la mettre sous la forme: $\frac{dq}{dt} + \frac{1}{\tau} q = A$, Donner les expressions de A et τ et les calculer.
2- Trouver l'expression de la charge en fonction du temps.
3- Le condensateur étant entièrement chargé en déduire le courant circulant dans chaque branche
4- Calculer, dans ce cas la charge finale du condensateur.
5- En déduire l'énergie emmagasinée dans le condensateur.

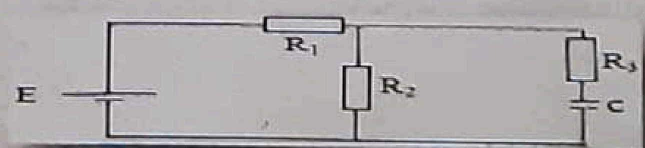
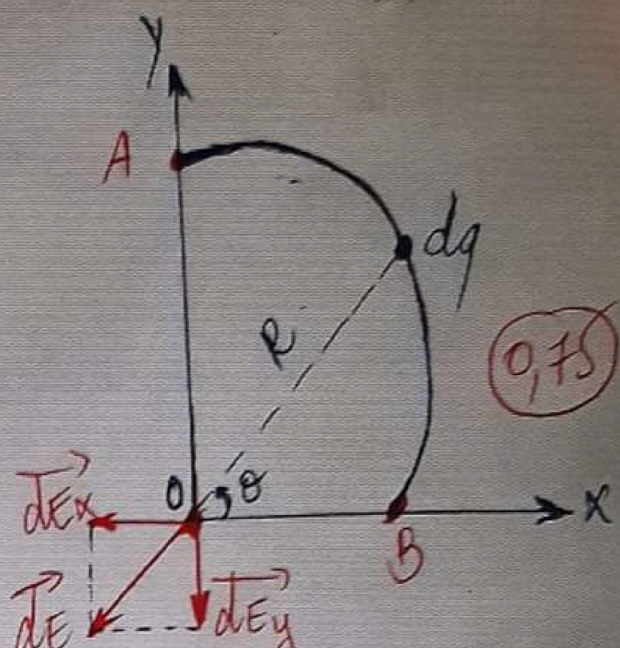


fig3

Matière : physique II — Correction Examen 2ème Semestre (ST)

L01ST 2022-2023



(0,75)

- Exercice I : (06 points)

- $\widehat{AB}$ un quart de cercle et $\lambda = 0,2$ nm.

1/ Le potentiel Electrique au point O :

$dV = K\frac{dq}{R} = \frac{K\lambda . dl}{R}$ (0,5)

avec $dl = R.d\theta$ (0,25)

donc $V = K\lambda\int_0^{\frac{\pi}{2}}\frac{R.d\theta}{R} = K\lambda[\theta]_0^{\frac{\pi}{2}} = \frac{K\lambda\pi}{2}$ (0,75)

A.N. : $\boxed{V = 2,83\ Volts}$ (0,25)

2/ Les composantes E_x, E_y ainsi que le module E au point O :

on a $dE = \frac{K\,dq}{R^2} = \frac{K\lambda\,dl}{R^2}$ (0,25)

avec : $dE_x = -dE.\cos\theta$ et $dE_y = -dE.\sin\theta$ (0,25)

$$\Rightarrow \begin{cases} E_x = -\int_0^{\frac{\pi}{2}}\frac{K\lambda.R.d\theta}{R^2}\cos\theta = -\int_0^{\frac{\pi}{2}}\frac{K\lambda\cos\theta\,d\theta}{R} = -\frac{K\lambda}{R} = -60\ V/m \\ E_y = -\int_0^{\frac{\pi}{2}}\frac{K\lambda.R.d\theta}{R^2}\sin\theta = -\int_0^{\frac{\pi}{2}}\frac{K\lambda\sin\theta.d\theta}{R} = -\frac{K\lambda}{R} = -60\ V/m \end{cases}$$

(0,25) (0,25) (0,25) (0,25)

Donc $E_x = E_y \Rightarrow E = \sqrt{E_x^2 + E_y^2} = \sqrt{2}\,E_x = 84,85\ V/m$ (0,25)

3/ Travail (W) :

on a $W = -\Delta E_p = (-q).\Delta V = -q.V_0 \Rightarrow W = 4,53.10^{-9}\,J = 4,53\,nJ$ (0,25) (0,25)

4/ Energie potentielle : $E_p = -P.E = -(P.E.\cos\pi) = -(\sqrt{P_0^2 + P_0^2}).E.(-1)$ (0,25)

$\Rightarrow E_p = \sqrt{2}.P_0.E = 1,92.10^{-13}\,J$ (0,25)

5/ Le moment du couple :

$$\tau = P \wedge E = P.E.\sin\pi = 0\,N.m \quad (0,25) \quad (0,25)$$

Exercice II : 08 points

Partie I

1/ $\vec{E} = \vec{0}$ (0,5)

2/ V = constante (0,5)

3/ La charge se met sur la face extérieure du conducteur (0,5).

Partie II

1/ Q_1 est positive ($Q_1 > 0$) (0,5)

2/ Il y a une influence Totale donc $Q_2 = -Q_1$ (0,5).

3/ Théorème de Gauss : $\iint E.ds = \frac{\sum Q_i}{\varepsilon_0}$ (0,5)

$\Rightarrow E.2\pi r l = \frac{Q_1}{\varepsilon_0} \Rightarrow E(r) = \frac{Q_1}{2\pi\varepsilon_0 r l}$ (0,5).

4/a) on a $dV = -E.dl$ (0,5)

$\Rightarrow Q_1 = \frac{2\pi\varepsilon_0 . l}{\ln\left(\frac{R_2}{R_1}\right)} . V_0$. (0,5).

b) comme $Q_1 = C.V_0$ (0,5) donc $C = \frac{2\pi\varepsilon_0 l}{\ln\left(\frac{R_1}{R_2}\right)} = \frac{1}{2K\ln\left(\frac{R_1}{R_2}\right)}$ (0,5).

c) $C_1 = \frac{C}{l} = \frac{1}{2.9.10^9 \ln 3} = 50.10^{-12}\,F$ (0,5).

5/ $j = \gamma.E = \frac{I}{S} = \frac{I}{2\pi r l} \Rightarrow E = \frac{I}{2\pi r l} \Rightarrow V_0 = -\int_{R_1}^{R_2} E.dr = \frac{1}{2\pi\gamma}\ln\left(\frac{R_2}{R_1}\right)$ (0,75)

et $V_0 = R.I$ Donc : $R = \frac{1}{2\pi\gamma}\ln\left(\frac{R_1}{R_2}\right)$ (0,5).

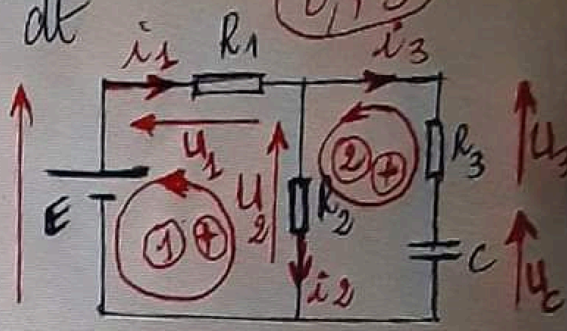
6/ $R.C = \frac{\varepsilon_0}{\gamma} = \rho.\varepsilon_0$ (0,75).

Exercice III (06) point

1/ Equation différentielle :

- La loi des Noeuds : $i_1 = i_2 + i_3$ 0,25 ......(1) et $i_3 = \frac{dq}{dt}$ 0,25

0,75



- La loi des Mailles :

$$\begin{cases} ① \; -E + R_1 i_1 + R_2 i_2 = 0 \text{ ..... (2)} & 0{,}25 \\ ② \; +R_3 i_3 - R_2 i_2 + \frac{q}{C} = 0 \text{ ..... (3)} & 0{,}25 \end{cases}$$

En remplaçant (1) dans (3) :

on a : $$\frac{dq}{dt} + \left(\frac{(R_1+R_2)}{(R_1R_2+R_1R_3+R_2R_3)}\right)\frac{q}{C} = \frac{R_2 . E}{R_1R_2+R_1R_3+R_2R_3} \quad 1\,pt$$

donc : $$A = \frac{R_2 . E}{R_1R_2+R_1R_3+R_2R_3} = 1{,}41\ mA \quad 0{,}25$$

$$\tau = \left(\frac{R_1R_2+R_1R_3+R_2R_3}{R_1+R_2}\right) . C = 5{,}67\ ms \quad 0{,}25$$

2/ Equation de la charge $q(t)$: $q(t) = q_1(t) + q_2(t)$.

- Solution particulière : $\frac{dq}{dt} = 0$ 0,25 et $q_1 = \frac{R_2 . E . C}{R_1 + R_2}$ 0,25.

- Solution sans second membre :

$$\frac{dq}{dt} + \frac{1}{\tau} q = 0 \Rightarrow \frac{dq}{q} = -\frac{dt}{\tau} \quad 0{,}25 \quad \Rightarrow q_2(t) = K e^{-\frac{t}{\tau}} \quad 0{,}25$$

La Solution est donc : $q(t) = \frac{R_2 E C}{R_1 + R_2} + K e^{-t/\tau}$ 0,25

En posant à $t = 0$, $q(0) = 0$ on a $K = -\frac{R_2 E C}{R_1 + R_2}$ 0,25

et : $q(t) = \frac{R_2 E C}{R_1 + R_2}\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$ 0,25

3/ C chargé $i_3 = 0$ et $i_1 = i_2 = \frac{E}{R_1 + R_2} = 4\ mA$ 0,25

4/ La charge Q de C : $R_2 i_2 = \frac{Q}{C}$ 0,25 $\Rightarrow Q = C R_2 i_2 = \frac{C E R_2}{R_1 + R_2} = 8\ \mu C$ 0,25

5/ Energie du condensateur : $E_{cond} = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C} = 32\ \mu J$ 0,25