USTHB - Faculté de Physique
Physique 2 - L1 ST- Sections 1 à 30

Année Universitaire 2019/2020

**EPREUVE DE REMPLACEMENT**
**(Durée : 1h)**

## Exercice 1 (08 points)

Soient deux charges ponctuelles $q_{A}= 9q$ et $q_B= -16q$ (q étant une charge positive) situées aux points $A\begin{pmatrix} x_A = 4\ell \\ y_A = 0 \end{pmatrix}$ et $B\begin{pmatrix} x_B = 0 \\ y_B = 3\ell \end{pmatrix}$ dans le plan horizontal (xOy) (**voir Figure 1**).

1) a) Représenter qualitativement les vecteurs champs électriques $\vec{E}_A$ et $\vec{E}_B$ créés respectivement par les charges $q_A$ et $q_B$ au point $C\begin{pmatrix} x_C = 4\ell \\ y_C = 3\ell \end{pmatrix}$.

b) Déterminer l'expression du vecteur champ $\vec{E}$ créé par ces deux charges au point C en fonction de K, q et $\ell$. En déduire l'expression de son module.

2) Déterminer l'expression du potentiel V créé par ces deux charges au point C, en fonction de K, q et $\ell$. On supposera le potentiel nul à l'infini.

3) On place (sans vitesse initiale) une particule ponctuelle de masse m et de charge $q_C = -q$ au point C.
   a) Déterminer l'expression de la force $\vec{F}$ qui s'applique sur cette particule, puis celle de son énergie potentielle, lorsqu'elle se trouve au point C en fonction de K, q et $\ell$.
   *b)* Calculer numériquement sa vitesse lorsqu'elle arrive à l'infini, sachant que *m=2 mg, q=2nC et $\ell$ =9cm.*

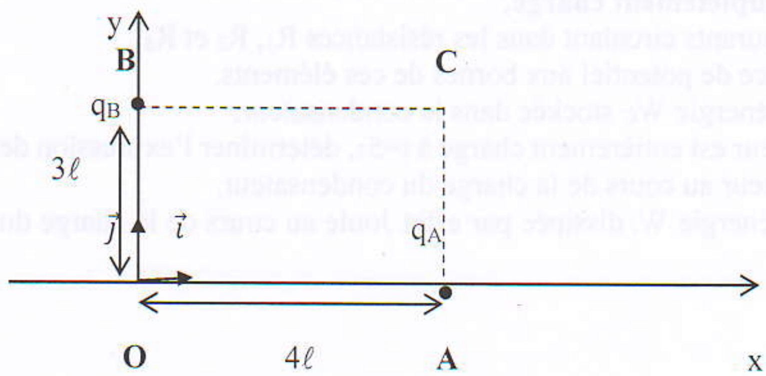
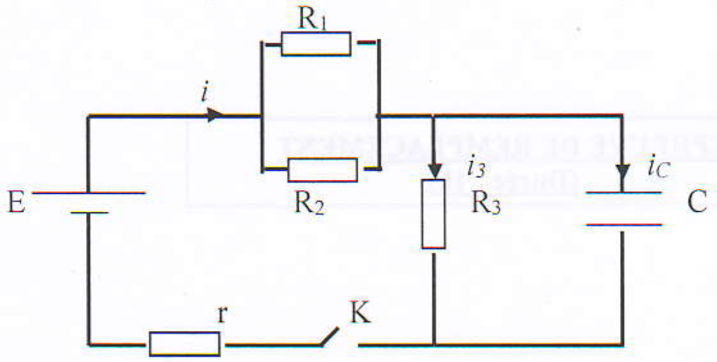



**Figure 1**

**Exercice 2 : (12 points)**
**Figure 2**




On considère le schéma électrique de la figure 2 composé d'un générateur de f.e.m. E et de résistance interne r, trois résistances $R_1$, $R_2$ et $R_3$, telles que $\mathbf{R_1=2R, R_2=2R, R_3=R, r=R/2}$ un condensateur de capacité C entièrement déchargé et un interrupteur K.

**N.B. : Les questions II et III peuvent être traitées indépendamment.**

I- Déterminer l'expression de la résistance équivalente à $R_1$ et $R_2$ en fonction de R.

**II- A l'instant t=0, pris comme origine des temps, on ferme l'interrupteur K.**

1- Etablir les équations permettant de trouver les courants $i_C$ , $i$ et $i_3$ tels qu'indiqués sur la figure 2.
2- En déduire les expressions des courants $i_C$ , $i$ et $i_3$ en fonction de q, R, E et C.
3- a- Etablir l'équation différentielle régissant la variation de la charge du condensateur q(t) en fonction du temps.
b- En déduire l'expression de la charge q(t). Préciser les expressions de la constante de temps du circuit $\tau$ et de la charge finale $Q_f$ en fonction de R, E et C.

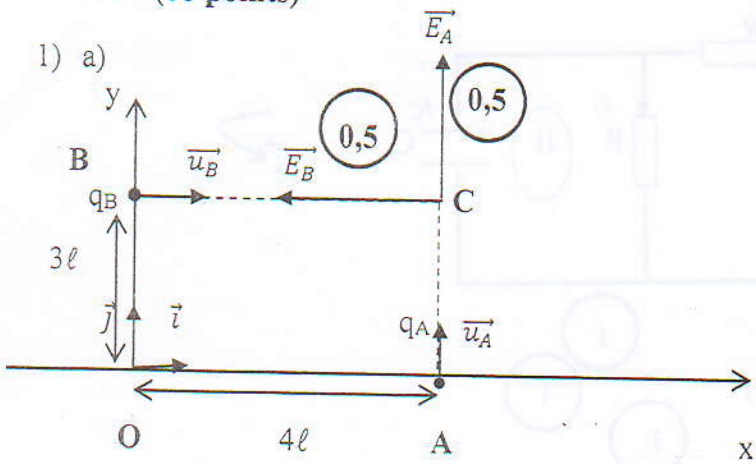
**III- Le condensateur étant complètement chargé,**

1-a-Déterminer l'expression des courants circulant dans les résistances $R_1$, $R_2$ et $R_3$.
b- En déduire celle de la différence de potentiel aux bornes de ces éléments.
2- a- Déterminer l'expression de l'énergie $W_C$ stockée dans le condensateur.
b- En supposant de le condensateur est entièrement chargé à $t=5\tau$, déterminer l'expression de l'énergie $W_G$ fournie par le générateur au cours de la charge du condensateur.
c- En déduire l'expression de l'énergie $W_J$ dissipée par effet Joule au cours de la charge du condensateur.

## CORRIGE DE L'EPREUVE DE REMPLACEMENT

**Exercice 1 : (08 points)**

1) a)




b) $\vec{E}_A = K\dfrac{q_A}{(AC)^2}\vec{u}_A$ 0,5 $\quad , \vec{u}_A = \vec{j}\ ,\ AC = 3\ell \Rightarrow \vec{E}_A = K\dfrac{q}{\ell^2}\vec{j}$

$\vec{E}_B = K\dfrac{q_B}{(BC)^2}\vec{u}_B$ 0,5 $\quad , \vec{u}_B = \vec{i}\ ,\ BC = 3\ell \Rightarrow \vec{E}_B = -K\dfrac{q}{\ell^2}\vec{i}$

$\vec{E} = \vec{E}_A + \vec{E}_B = \dfrac{Kq}{\ell^2}\left(-\vec{i}+\vec{j}\right)$ 1 $\Rightarrow \left\|\vec{E}\right\| = \dfrac{Kq}{\ell^2}\sqrt{2}$. 0,5

0,5

2) $V = K\dfrac{q_A}{AC} + K\dfrac{q_B}{BC} = -\dfrac{Kq}{l}$ ⟵ 0,5

0,5

3) a) $\vec{F}(C) = q_C\,\vec{E} = \dfrac{Kq^2}{\ell^2}\left(\vec{i}-\vec{j}\right)$ ⟵ 0,5

0,5

$E_p(C) = q_C V(C) = K\dfrac{q^2}{\ell}$ ⟵ 0,5

b)La force est conservative: $E_C(\infty) - E_C(C) = E_p(C) - E_p(\infty)$ 0,5

$\Rightarrow E_C(\infty) = E_p(C) = K\dfrac{q^2}{\ell}$

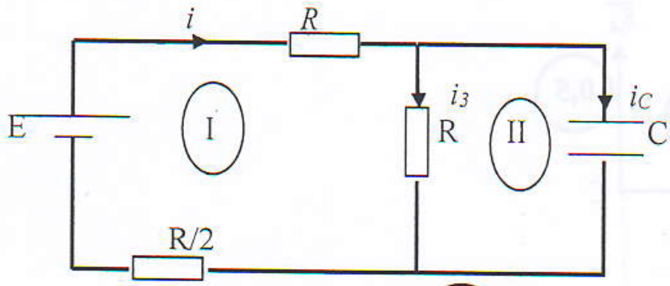
0,5

$\Rightarrow \quad v(\infty) = q\sqrt{\dfrac{2K}{m\ell}} = 2.10^{-2}\,m/s$ ⟵ 0,5

**Exercice 2 : (12 points)**

I – $R_{eq}^{-1} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{2}{2R} \quad \Rightarrow \quad R_{eq} = R.$ 0,5

II- 1-




Loi des nœuds: $i - i_3 - i_C = 0$ (1) 1

Maille I : $-E + \frac{3R}{2}i + Ri_3 = 0$ (2) 1

Maille II : $\frac{q}{C} - Ri_3 = 0$ (3) 1

2- (3) $\Rightarrow \quad i_3 = \frac{q}{RC}$ 0,75 ,

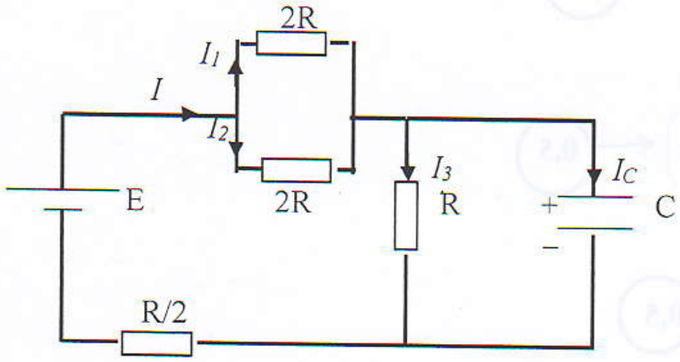
(2) $\Rightarrow \quad i = \frac{2}{3R}\left(E - \frac{q}{C}\right)$ 0,75 ,

(1) $\Rightarrow \quad i_C = \frac{2E}{3R} - \frac{5}{3}\frac{q}{RC}$ 0,75

3- a- $i_C = \frac{dq}{dt}$ 0,25 $\quad \Rightarrow \quad \frac{dq}{dt} + \frac{5}{3}\frac{q}{RC} = \frac{2E}{3R}.$ 0,25

b- $q(t) = Q_f\left(1 - e^{-t/\tau}\right)$ 1 avec $\tau = \frac{3}{5}RC$ 0,5 et $Q_f = \frac{2}{5}EC.$ 0,5

III-1- a- Le condensateur est entièrement chargé $\Rightarrow \quad I_C = 0$ 0,25 et $I = I_3 = \frac{2}{5}\frac{E}{R}.$ 2x0,25




$I_1 = I_2 = \frac{I}{2} = \frac{1}{5}\frac{E}{R}$ 2x0,25

b- $V_1 = V_2 = 2RI_1 = \frac{2E}{5}$ 0,5 ,

$V_3 = RI_3 = \frac{2E}{5}$ 0,5

2- a- 0,25 $\longrightarrow W_C = \frac{1}{2}CV_C^2 = \frac{1}{2}CV_3^2 = \frac{2}{25}CE^2 \longleftarrow$ 0,25

b- 0,25 $\longrightarrow W_G = EI(5\tau) = \frac{6}{5}CE^2 \longleftarrow$ 0,25

c- 0,25 $\longrightarrow W_J = W_G - W_C = \frac{28}{25}CE^2 \longleftarrow$ 0,25