Lycée de Cebbala - Sidi Bouzid - Tunisie

Durée : 2h

Prof : Barhoumi E.
Classe : 4M

DEVOIR DE CONTROLE N°1
Matière : sciences physiques
Coefficient : 4

Date : 31/10/2016

CHIMIE (7 points)

On mélange à **t=0**, dans un erlenmeyer, un volume $\mathbf{V_1=100mL}$ d'une solution de peroxodisulfate de potassium $\mathbf{(2K^+, S_2O_8^{2-})}$ de concentration $\mathbf{C_1=0,5\ mol.L^{-1}}$ avec un volume $\mathbf{V_2=100mL}$ de solution d'iodure de potassium $\mathbf{(K^+, I^-)}$ de concentration $\mathbf{C_2=0,1mol.L^{-1}}$.

Il se produit la réaction lente et totale d'équation : $S_2O_8^{2-} + 2I^- \rightarrow I_2 + 2SO_4^{2-}$.

Le mélange réactionnel est ensuite répartie dans dix béchers, à raison d'un volume **V=20mL** par bécher, afin de suivre expérimentalement l'évolution temporelles de ces dix systèmes chimiques identiques.

A l'instant **t=3min**, on ajoute quelque gouttes d'empois d'amidon au premier bécher et on dose le diiode formé avec une solution de thiosulfate de sodium $\mathbf{(2Na^+, S_2O_3^{2-})}$ de concentration $\mathbf{C=0,1mol.L^{-1}}$.

La réaction du dosage est rapide et totale et d'équation : $2S_2O_3^{2-} + I_2 \rightarrow S_4O_6^{2-} + 2I^-$.

On note $\mathbf{V_E}$ le volume de thiosulfate versé pour atteindre l'équivalence.

Toutes les **3 min**, on renouvelle l'opération précédente, successivement sur le deuxième bécher, puis sur le troisième, etc.…

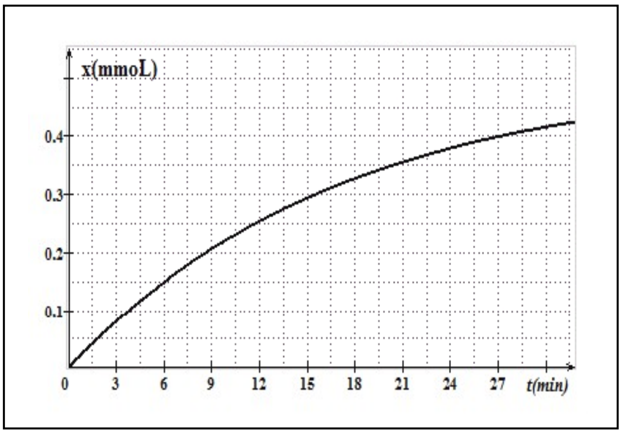
1/ a- Calculer les quantités de matières initiales $\mathbf{n_{1b}(S_2O_8^{2-})}$ et $\mathbf{n_{2b}(I^-)}$ des réactifs introduits dans un bécher. {1pt}

b- Déterminer le réactif limitant et l'avancement maximal $\mathbf{x_{mb}}$ relative au contenu d'un bécher. {0,5pt}

c- Préciser le rôle d'empois d'amidon dans le dosage. {0,5pt}

2/ a- Exprimer la concentration de diiode $\mathbf{[I_2]_b(t)}$ formé dans chaque bécher, à l'instant **t**, en fonction de **C**, $\mathbf{V_E}$ et **V**. {0,5pt}

b- Calculer $\mathbf{V_E}$ à l'instant $\mathbf{t_1}$, sachant qu'à cet instant la concentration de diiode formé dans le bécher correspondant est $\mathbf{[I_2]_b(t_1)=15mmol.L^{-1}}$. {0,5pt}



3/ Le graphique ci-contre représente l'évolution temporelle de l'avancement **x** de la réaction qui se produit dans un bécher.

a- Montrer que l'instant $\mathbf{t_1 = 15\ min}$. {0,5pt}

b- Définir puis déterminer le temps de demi-réaction. {1pt}

4/ a-Définir la vitesse moyenne d'une réaction. {0,25pt}

b- Calculer la vitesse moyenne de la réaction étudiée entre les instants **t=0** et $\mathbf{t=t_1}$. {0,75pt}

5/ On reprend l'expérience précédente à la même température, mais en utilisant, une solution aqueuse d'iodure de potassium de concentration $\mathbf{C_2' = 0,2mol.L^{-1}}$. {1,5pt}

Préciser, en justifiant, si les grandeurs suivantes (augmentent, diminuent ou ne changent pas) par rapport à l'expérience initiale :

- l'avancement maximal de la réaction;
- le temps de demi-réaction ;

- la vitesse initiale de la réaction.

PHYSIQUE (13 points)

Exercice n°1: (7 pts)

Le montage de la figure-1 comporte un générateur de tension de fém **E**, un condensateur de capacité **C = 3mF** initialement déchargé, un conducteur ohmique de résistance **R** et un interrupteur **K.**

On ferme **K** à un instant de date **t=0**, puis on l'ouvre à un instant de date $\mathbf{t=t_1}$.

Un oscilloscope à mémoire permet d'enregistrer l'évolution au cours du temps des tensions $\mathbf{u_{AM}}$ et $\mathbf{u_{MB}}$.

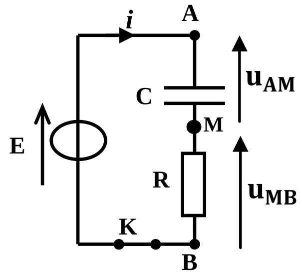


Figure -1

1/ a- Reproduire le schéma de la figure-1 et faire les connexions de l'oscilloscope afin de visualiser la tension $\mathbf{u_{AM}}$ sur la voie **X** et la tension $\mathbf{u_{MB}}$ sur la voie **Y**. {0,5pt}

b- Indiquer s'il est nécessaire d'actionner l'inversion sur l'une des deux voies. {0,25pt}

2/ a- En appliquant la loi des mailles, montrer que la tension $\mathbf{u_{AM}(t)}$ est régie par l'équation différentielle

$$RC\frac{du_{AM}(t)}{dt} + u_{AM}(t) = E. \qquad \{0,75pt\}$$

b- En admettant que la solution de l'équation différentielle est de la forme : $\mathbf{u_{AM}(t) = U_P(1 - e^{-t/\tau})}$.

Préciser les expressions de $\mathbf{U_P}$ et $\boldsymbol{\tau}$. {0,5pt}

3/ Les courbes $(\mathbf{C_1})$ et $(\mathbf{C_2})$ de la figure-2 représentent l'évolution au cours du temps des tensions $\mathbf{u_{AM}}$ et $\mathbf{u_{MB}}$.

a- En justifiant la réponse, faire correspondre chacune des courbes $(\mathbf{C_1})$ et $(\mathbf{C_2})$ à la tension qu'elle représente. {0,5pt}

b- En déduire la valeur de la fém **E** du générateur. {0,5pt}

c- Justifier qu'à l'instant $\mathbf{t_1}$, le phénomène de charge n'a pas encore atteint le régime permanent. {0,5pt}

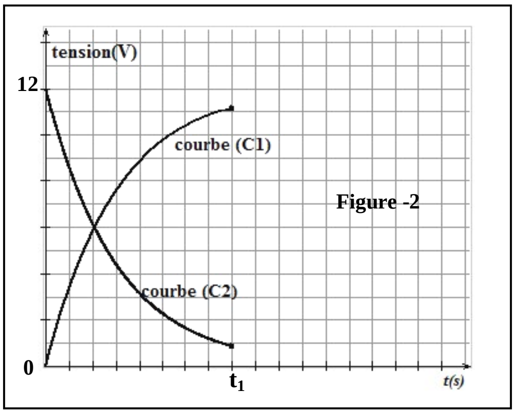


Figure -2

4/ Un système informatisé permet d'obtenir la courbe de la figure-**3** donnant les variations de la charge **q(t)** portée par l'armature **A** du condensateur en fonction du temps et la tangente (**Δ**) à la courbe de **q(t)** à **t=0**.

a- Exprimer la charge électrique instantanée du condensateur **q** en fonction de **C**, **E**, **R** et **t**. {0,5pt}

b- L'équation de la tangente (Δ) s'écrit $\mathbf{q(t)=1,2.10^{-3}t}$.

- Déterminer les valeurs de **R** et celle de **τ**. {1pt}
- En s'appuyant sur la graduation de l'axe des abscisses de la courbe de la figure-3, déterminer l'instant $\mathbf{t_1}$. {0,5pt}

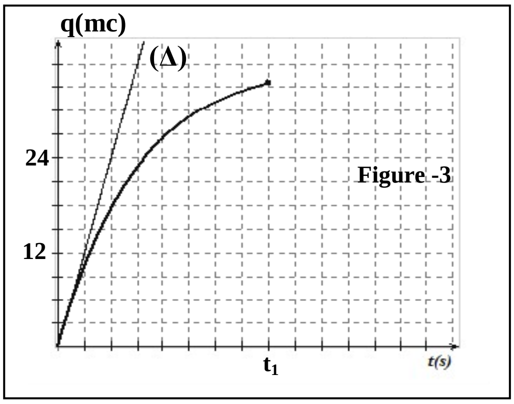


Figure -3

5/ a- Exprimer $\mathbf{u_{AM}(t)}$ en fonction de **E**, $\mathbf{t_1}$ et **t**. En déduire le pourcentage de charge du condensateur à l'instant $\mathbf{t_1}$. {1pt}

b- Déterminer la valeur $\mathbf{R_1}$ de **R**, pour laquelle le régime permanent est atteint à l'instant $\mathbf{t=t_1}$. {0,5pt}

Exercice n°2 : (6 pts)

Afin de déterminer la valeur de la capacité d'un condensateur, on réalise le montage de la figure-1 comportant un générateur de courant (**G**) débitant un courant d'intensité constante et fixée à une valeur **I=2mA**, deux conducteurs ohmiques de résistances $\mathbf{R_1}$ et $\mathbf{R_2=3K\Omega}$, un condensateur de capacité **C** initialement déchargé et un commutateur **K** à deux positions (**1**) et (**2**).

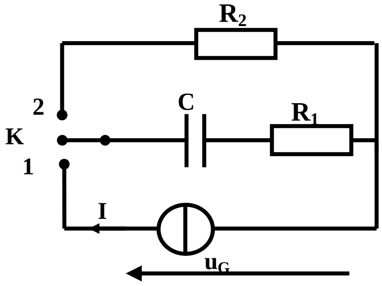


Figure -1

On notera $\mathbf{u_G}$ la tension aux bornes du générateur, $\mathbf{u_C}$ la tension aux bornes du condensateur, $\mathbf{u_{R_1}}$ et $\mathbf{u_{R_2}}$ les tensions aux bornes des conducteurs ohmiques $\mathbf{R_1}$ et $\mathbf{R_2}$.

On commute le commutateur **K** en position (**1**) à un instant de date **t=0**. Un système d'acquisition de données permet de suivre l'évolution de la tension $\mathbf{u_G}$ au cours du temps et de tracer la courbe de la figure-**2**.

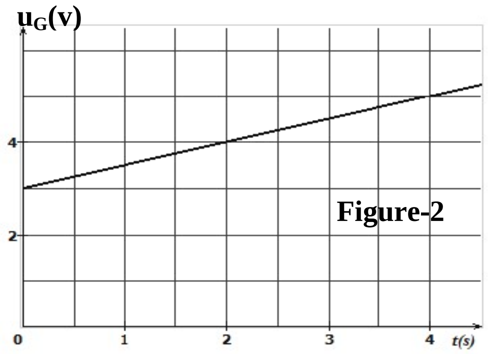


Figure-2

1/ a- En appliquant la loi des mailles, montrer que : $\mathbf{u_G(t) = (R_1 + \frac{t}{C})I}$. {1pt}

b- Déterminer graphiquement les valeurs de **C** et $\mathbf{R_1}$. {1pt}

2/ Calculer, à l'instant de date **t = 8s** :

- la tension $\mathbf{u_c}$ aux bornes du condensateur, {0,5pt}
- l'énergie électrique $\mathbf{E_e}$ emmagasinée dans le condensateur. {0,5pt}

3/ Lorsque la tension du condensateur atteint la valeur $\mathbf{U_0}$**=4,5V**, on bascule le commutateur **K** à la position (**2**), cet instant sera pris comme une nouvelle origine du temps.

a- Etablir l'équation différentielle relative à l'intensité du courant **i(t)**. {1pt}

b- La solution de cette équation différentielle est de la forme $\mathbf{i(t)=Ae^{-\alpha t}}$.

Montrer que $\mathbf{A = \frac{-U_0}{R_1+R_2}}$ et $\mathbf{\alpha = \frac{1}{(R_1+R_2)C}}$. {1pt}

c- On fournit la courbe de figure-**3** qui représente l'évolution de l'intensité du courant **i(t)** au cours du temps.

En exploitant cette courbe,

- déterminer les valeurs de **A** et **α**, {0,5pt}
- retrouver les valeurs de $\mathbf{R_1}$ et **C**. {0,5pt}

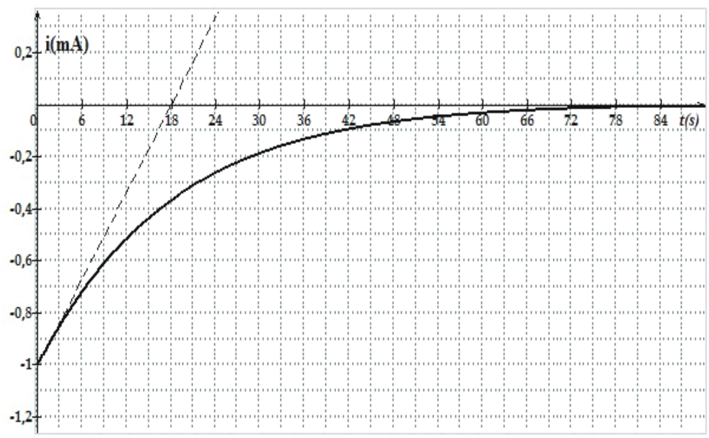


Figure-3

Correction du D.C n°1

Chimie :

1) a) $n_{0b}(S_2O_8^{2-}) = \frac{C_1V_1}{10} = \frac{0,5\times 0,1}{10} = 5.10^{-3}$ mol

$n_{2b}(I^-) = \frac{C_2V_2}{10} = \frac{0,1\times 0,1}{10} = 10^{-3}$ mol (1)

b) $\frac{n_{1b}}{1} > \frac{n_{2b}}{2} \Rightarrow I^-$ est le réactif limitant (0,25)

$n_{2b}(I^-) - 2x_{mb} = 0 \Leftrightarrow x_{mb} = \frac{n_{2b}(I^-)}{2} = 0,5\,10^{-3}$ mol (0,25)

c) L'empois d'amidon permet de repérer le point d'équivalence (la couleur bleu devient incolore) (0,25)

2) a) $[I_2]_b(t) = \frac{n(I_2)}{V}$

or à l'équivalence $n(I_2) = \frac{CV_E}{2}$ $\Bigg\} \Rightarrow [I_2]_b(t) = \frac{CV_E}{2V}$ (0,5)

b) $V_E = \frac{2V[I_2]_b(t_1)}{C} = \frac{2\times 20.10^{-3}\times 15.10^{-3}}{0,1} = 6.10^{-3}$ l (0,5)

3) a) $[I_2]_b(t_1) = \frac{x_1}{V} \Leftrightarrow x_1 = V.[I_2]_b(t_1) = 20.10^{-3}\times 15.10^{-3}$

$\Rightarrow x_1 = 0,3.10^{-3}$ mol $= 0,3$ m mol $\Rightarrow t_1 = 15$ min (0,5)

b) Le temps de demi-réaction est la durée au bout duquelle l'avancement de la réaction atteint la moitié de sa valeur finale.

la réaction est totale $x_f = x_{mb} = 0,5.10^{-3}$ mol

$\Rightarrow \frac{x_f}{2} = 0,25\,10^{-3}$ mol $\Rightarrow t_{1/2} = 12$ min (1)

4) a) La vitesse moyenne d'une réaction est égale à la variation de l'avancement pendant une durée déterminée. (0,25)

b) $v_{moy} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{0,3\,10^{-3} - 0}{15 - 0} = 2\,10^{-5}\ mol\ min^{-1}$ (0,75)

5°) L'avancement maximale de la réaction augmente

Justification :

$n'_{2b}(I^-) = \frac{C'_2 V_2}{10} = \frac{0,2 \times 0,1}{10} = 2.10^{-3}$ mol

$x'_{mb} = \frac{n'_{2b}(I^-)}{2} = 10^{-3}$ mol

1,5

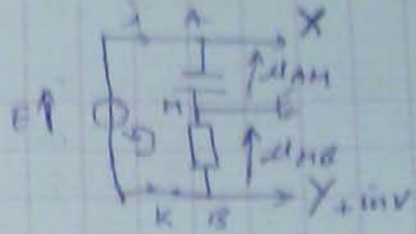
* le temps de demi-réaction diminue

Justification : Lorsque la concentration d'un réactif augmente, la réaction devient plus rapide.

* La vitesse initial de la réaction augmente

Justification : la concentration est un facteur cinétique, lorsque la concentration de I^- augmente alors la vitesse augmente.

Physique / Ex n°1



1) a) voir schéma (0,5)

b) il faut actionner l'inversion sur la voie Y pour visualiser la tension u_{MB}. (0,5)

2) a) La loi des mailles s'écrit

$u_{MB} + u_{AM} - E = 0 \iff u_{MB} + u_{AM} = E$

or $u_{MB} = Ri = R\dfrac{dq}{dt} = RC\dfrac{du_{AM}}{dt}$

$\Rightarrow RC\dfrac{du_{AM}}{dt} + u_{AM} = E$ (0,75)

b) $u_{AM}(t) = u_p(1 - e^{-t/\tau})$

Lorsque $t \to +\infty$ u_{AM} tend vers E $\Big\} \to u_p = E$

$\tau = RC$ (0,5)

3) a) Le condensateur étant déchargé, à t=0,

$\Rightarrow u_{AM}(t=0) = 0 \Rightarrow$ La courbe (C_1) représente u_{AM} et (C_2) représente u_{MB} (0,5)

b) $u_{MB}(0) + u_{AM}(0) = E$

or $u_{AM}(0) = 0V \Rightarrow u_{MB}(0) = E = 12V$ (0,5)

c) $u_{AM}(t_1) < E \Rightarrow$ le phénomène de charge n'est pas encore atteint. (0,5)

4) a) $q(t) = C\,u_{AM} = CE(1 - e^{-t/RC})$ (0,5)

b) l'éq de la tangente à t=0 s'écrit

b) $q(t) = \left(\dfrac{dq}{dt}\right)_{t=0} \cdot t = \dfrac{E}{R}\, t$

$\Rightarrow$ la pente de la droite (Δ) est égale à $\dfrac{E}{R} = 1{,}2.10^{-3}$

$\Rightarrow R = \dfrac{E}{1{,}2.10^{-3}} = \dfrac{12}{1{,}2.10^{-3}} = 10^4\,\Omega$. (1)

$\tau = RC = 10^4 \times 3.10^{-3} = 30\,s$

$Q_{max} = CE = 3.10^{-3} \times 12 = 36.10^{-3}\,C = 36\,mC$

L'intersection de l'asymptote $q(t) = Q_{max} = 36\,mC$ et la tgte $(\Delta) \Rightarrow \tau = 30\,s \Rightarrow \tau = 3$ divisions

$\Rightarrow$ une division $= 10\,s \to t_1 = 8$ divisions $= 80\,s$.

(0,5)

5°) a) $u_{AM}(t) = E(1 - e^{-t/\tau})$

$\tau = 30\ s$ et $t_1 = 80\ s \Rightarrow \frac{t_1}{}$

$\frac{\tau}{t_1} = \frac{30}{80} = \frac{3}{8} \Rightarrow \tau = \frac{3}{8} t_1$

$u_{AM}(t) = E(1 - e^{-\frac{t}{\frac{3t_1}{8}}}) = E(1 - e^{-\frac{t}{0{,}375 t_1}})$

$u_{AM}(t_1) = E(1 - e^{-\frac{t_1}{0{,}375 t_1}}) = 0{,}93\,E$

$\Rightarrow$ % de charge $= 93\ \%$

1

b) Lorsque $t_1 = 5\tau_1'$ le régime permanent est atteint

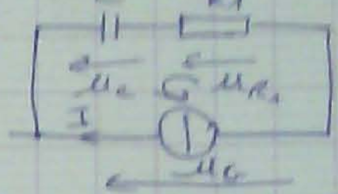
$t_1 = 5 R_1 C \Leftrightarrow R_1 = \frac{t_1}{5C} = \frac{80}{5 \times 3.10^{-3}}$

$R_1 = 5333\ \Omega$.

0,5

Physique - Ex. 1

1) a) La loi des mailles



$u_{R_1} + u_c - u_G = 0$

$R_1 I + \frac{q}{C} = u_G$

$\Rightarrow u_G(t) = R_1 I + \frac{It}{C} \Rightarrow u_G(t) = \left(R_1 + \frac{t}{C}\right) I$ (1)

b) La fig 2 : $u_G(0) = R_1 I \Rightarrow R_1 = \frac{u_G(0)}{I} = \frac{3}{2.10^{-3}} = 1500 \Omega$

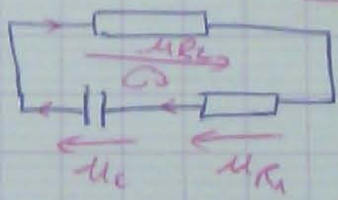
pente $= \frac{I}{C} \Rightarrow$ pente $= \frac{4-3}{2-0} = 0,5$

$\Rightarrow \frac{I}{C} = 0,5 \Rightarrow C = \frac{I}{0,5} = 4 mF.$ (1)

2) $u_c(t) = \frac{I}{C} \times t = \frac{2.10^{-3}}{4.10^{-3}} \times 8 = 4V.$ (0,5)

$E_e = \frac{1}{2} C u_c^2 = \frac{1}{2} \times 4.10^{-3} \times 4^2 = 32.10^{-3} J.$ (0,5)

3) a) La loi des mailles



$u_c + u_{R_1} + u_{R_2} = 0$

$\frac{q}{C} + R_1 i + R_2 i = 0$

$\frac{q}{C} + (R_1 + R_2) i = 0$

Dérivons : $\frac{1}{C}\frac{dq}{dt} + (R_1 + R_2)\frac{di}{dt} = 0.$

$\Rightarrow (R_1 + R_2)\frac{di}{dt} + \frac{i}{C} = 0$ (1) (1)

b) $i(t) = A e^{-\alpha t}$

$t=0$; $u_c(0) + u_{R_1}(0) + u_{R_2}(0) = 0$

$U_0 + R_1 I_0 + R_2 I_0 = 0 \Rightarrow I_0 = \frac{-U_0}{R_1 + R_2}$

$i(0) = A = I_0 \Rightarrow A = -\frac{U_0}{R_1 + R_2}$ (1)

L'eq. diff. donne $-(R_1+R_2)\alpha A e^{-\alpha t} + \frac{1}{C} A e^{-\alpha t} = 0$

$\Rightarrow \alpha = \frac{1}{(R_1+R_2)C}$

c) $A = i(0) = -1\,mA = -10^{-3} A$ 0,5

$\alpha = \frac{1}{\tau} = \frac{1}{18} = 0{,}055\ s^{-1}$

$A = -\frac{U_0}{R_1+R_2} \Leftrightarrow -(R_1+R_2)A = U_0$

$R_1 A + R_2 A = -U_0 \Leftrightarrow R_1 = \frac{-U_0 - R_2 A}{A}$

$R_1 = \frac{-4{,}5 + 3000 \times 10^{-3}}{-0{,}001} = 1500\ \Omega$

$C = \frac{1}{(R_1+R_2)\alpha} = \frac{1}{(1500+3000)\times 0{,}055} = 4\,10^{-3} F$

0,5