Lycée T. Elmhiri Menzel Temime		Devoir de contrôle n°1 en sciences physiques	4 sciences expérimentales 3
10.11.2014	10h – 12h		Taoufik Baccari

– Pour l'ensemble du devoir, on veillera à justifier les réponses données dans un français correct.
– L'usage du portable n'est pas autorisé.
– L'usage d'une calculatrice non programmable est autorisé.

CHIMIE

Exercice n°1 : Avancement d'une réaction chimique (4 points)

On prépare à t=0, un système chimique formé par deux solutions aqueuses :

– une solution (S_1) d'iodure de potassium KI de concentration $C_1 = 5.10^{-3} mol.L^{-1}$ et de volume $V_1 = 5$ mL ;
– une solution (S_2) d'eau oxygénée H_2O_2 de concentration $C_2 = 0{,}25$ mol. L^{-1}, de volume $V_2 = 5$ mL et préalablement acidifiée par de l'acide sulfurique en excès.

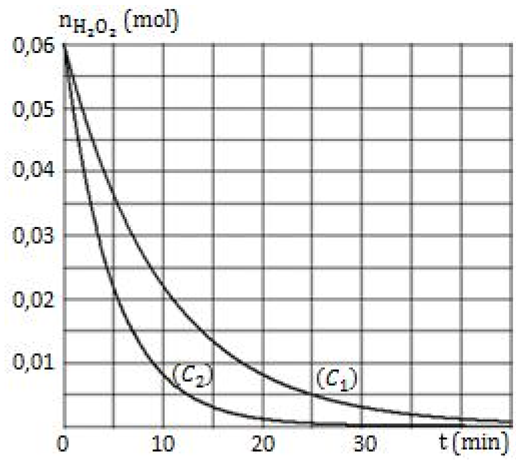
Le système est le siège d'une transformation chimique modélisée par la réaction supposée totale, d'équation bilan : $H_2O_2 + 2I^- + 2H^+ \rightarrow I_2 + 2H_2O$

1) Calculer, dans le système, les quantités de matière initiales, en mol, des ions iodure I^- et de l'eau oxygénée H_2O_2.
2) Déterminer le réactif limitant l'évolution temporelle de la réaction.
3) Dresser le tableau qui décrit l'avancement du système.
4) Déterminer la concentration molaire du réactif en excès lorsque la réaction n'avance plus.

Exercice n°2 : Cinétique chimique (5 points)

On étudie, à une température T_1 constante, la cinétique de la dismutation de l'eau oxygénée d'équation :
$2H_2O_2 \rightarrow O_2(g) + 2H_2O$.

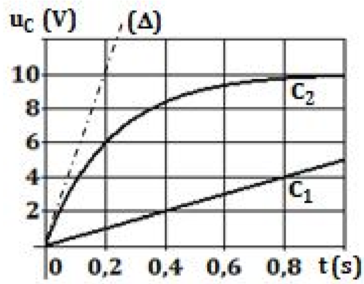
A un instant t=0, on prépare un système contenant 0,060 mol d'eau oxygénée. Son volume $V_S = 1$L reste constant durant toute l'évolution. La mesure du volume du dioxygène à différents instants, a permis de tracer la courbe (C_1) de la figure ci-contre donnant l'évolution temporelle de la quantité de matière d'eau oxygénée : $n_{H_2O_2} = f(t)$.



1) En s'aidant d'un tableau d'avancement, exprimer en fonction de la quantité de matière d'eau oxygénée $n_{H_2O_2}$, l'avancement x(t) : $x = f(n_{H_2O_2})$.
2) Définir la vitesse instantanée d'une réaction chimique.
3) Justifier graphiquement, que la vitesse de la réaction diminue au cours du temps.
4) Déterminer des valeurs approchées de la vitesse de cette réaction aux instants t=0 et $t = t_{1/2}$ (instant pour lequel $x = \frac{x_f}{2}$). En déduire que les valeurs obtenues sont en accord avec la réponse à la question 3).
5) Dans les mêmes conditions expérimentales, on prépare un deuxième système identique au premier, mais à une température $T_2 \neq T_1$. On obtient la courbe (C_2).
   a) Justifier graphiquement, que la température est un facteur cinétique.
   b) En déduire si la température T_2 est inférieure ou supérieure, à la température T_1.

PHYSIQUE

Exercice n°1 : Le condensateur ; le dipôle RC (5,5 points)



On se propose de déterminer par deux activités expérimentales différentes, la capacité C d'un condensateur initialement déchargé.

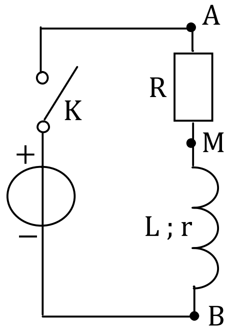
– Première activité : on charge le condensateur à travers un conducteur ohmique de résistance $R = 425\ \Omega$ à l'aide d'un générateur débitant un courant d'intensité constante $I_0 = 235.10^{-5}$A ;
– Deuxième activité : on décharge le condensateur, puis, on le recharge à l'aide d'un générateur délivrant une tension continue constante égale à

$U_0 = 10$ V.
On relève pour chaque activité et à différents instants, la valeur de la tension u_C aux bornes du condensateur et on trace les courbes (C_1) et (C_2) de la figure ci-avant.

1) Détermination de la valeur de la capacité à partir de la courbe (C_1)
   a) Associer à la courbe (C_1), le générateur correspondant.
   b) Déterminer l'équation mathématique vérifiant la courbe (C_1).
   c) Déterminer la valeur de la capacité C, en sachant qu'en courant continu, l'intensité I du courant vérifie la relation : $I = C\left(\frac{\Delta u_C}{\Delta t}\right)$.
2) Détermination de la valeur de la capacité à partir de la courbe (C_2)
   a) Schématiser le circuit électrique permettant de tracer la courbe (C_2).
   b) Etablir la relation de proportionnalité entre l'intensité i(t) et $\frac{du_C}{dt}$. En déduire que l'intensité du courant est nulle en régime permanent.
   c) L'équation différentielle traduisant l'évolution temporelle de la tension $u_C(t)$ peut s'écrire sous la forme : $\frac{du_C(t)}{dt} + A.u_C(t) = B$, où A et B sont des constantes positives.
   Déterminer les expressions des constantes A et B. En déduire qu'en régime permanent : $u_C = U_0$
   d) Une méthode de détermination de la constante de temps τ fait appel au tracé de la tangente à la courbe (C_2) à l'instant t=0.
      – Déterminer la valeur numérique de la constante de temps τ.
      – Retrouver la valeur de la capacité C.

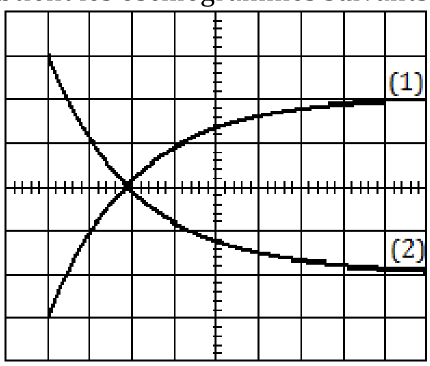
Exercice n°2 : La bobine inductive ; le dipôle RL (5,5 points)

On réalise un circuit électrique comportant en série : un générateur idéal de tension continue de fem E=12 V, une bobine d'inductance L = 0,12 H et de résistance interne r = 4 Ω, un conducteur ohmique de résistance R = 20 Ω et un interrupteur K (Schéma ci-contre). En fermant l'interrupteur à un instant t=0, le circuit est parcouru par un courant d'intensité vérifiant l'équation différentielle : $i(t) + \frac{L}{R+r}\frac{di(t)}{dt} = \frac{E}{R+r}$; si $t \in [0, +\infty[$ (1).



Un oscilloscope à mémoire convenablement branché permet de visualiser les tensions :
– $u_R(t)$ aux bornes du conducteur ohmique sur la voie A ;
– $u_B(t)$ aux bornes de la bobine inductive sur la voie B.

1) Indiquer sur un schéma, les connexions à l'oscilloscope en précisant les instructions à suivre.
2) Ecrire l'équation différentielle (1) :
   a) à t = 0s : instant de fermeture du circuit (t = 0 s). En déduire les valeurs des tensions $u_R(0)$ et $u_B(0)$.
   b) à t_P : instant d'établissement du régime permanent. En déduire les valeurs des tensions $u_R(t_P)$ et $u_B(t_P)$.
3) Sur l'écran, de l'oscilloscope, on obtient les oscillogrammes suivants :



   a) Choisir en le justifiant, parmi les oscillogrammes (1) et (2), celle qui représente la tension $u_B(t)$.
   b) Déterminer la sensibilité verticale choisie pour l'oscilloscope.

BAREME :

- CHIMIE :
  - Exercice n°1 : 1° (0,5–0,5) ; 2° (1) ; 3° (1) ; 4° (0,5–0,5).
  - Exercice n°2 : 1° (0,5–0,5) ; 2° (0,5) ; 3° (1) ; 4° (0,5–0,5–0,5) ; 5°a (0,5) ; 5°b (0,5).
- PHYSIQUE :
  - Exercice n°1 : 1°a(0,5) ; 1°b(0,5) ; 1°c(0,5) ; 2°a(0,5) ; 2°b (0,5–0,5) ; 2°c (1–0,5) ; 2°d (0,5–0,5).
  - Exercice n°2 : 1°(0,25 × 5) ; 2°a (0,5 × 5) ; 2°b (0,5 × 5) ; 3°a (0,5) ; 3°b (0,75).

CHIMIE

Exercice n°1 : Avancement d'une réaction chimique (4 points)

1) $n_0(I^-) = C_1 \times V_1 = 2{,}5.10^{-5}$ mol et $n_0(H_2O_2) = C_2 \times V_2 = 1{,}25.10^{-3}$ mol.
2) Dans les proportions stœchiométriques, 1 mole de H_2O_2 nécessite 2 moles de $I^- \Longrightarrow \frac{n_0(I^-)}{n_0(H_2O_2)} = 2$.
   Pour ce système : $\frac{n_0(I^-)}{n_0(H_2O_2)} = 0{,}02 < 2 \Longrightarrow I^-$ est le réactif qui limite l'évolution temporelle de la réaction.
3) Tableau décrivant l'avancement du système

Equation de la réaction		H_2O_2 +	$2\,I^-$ +	$2H^+$ →	I_2	+ $2\,H_2O$
Etat du système	Avancement en (mol)	$n(H_2O_2)$	$n(I^-)$	$n(H^+)$	$n(I_2)$	$n(H_2O)$
Initial	$x(0) = 0$	$1{,}25.10^{-3}$	$2{,}5.10^{-5}$	*excès*	0	0
Intermédiaire	$x(t) = x$	$1{,}25.10^{-3} - x$	$2{,}5.10^{-5} - 2x$	*excès*	x	2 x
Final	$x(t_f) = x_f$	$1{,}25.10^{-3} - x_f$	$2{,}5.10^{-5} - 2\,x_f$	*excès*	x_f	$2\,x_f$

4) $[H_2O_2]_f = \frac{1{,}25.10^{-3} - x_f}{V_1 + V_2}$.
   I^- étant le réactif limitant $\Longrightarrow n(I^-)_f = 0 \Longrightarrow 2{,}5.10^{-5} - 2\,x_f = 0 \Longrightarrow x_f = \frac{2{,}5.10^{-5}}{2} = 1{,}25.10^{-5}$ mol.
   $\Longrightarrow [H_2O_2]_f = \frac{1{,}25.10^{-3} - 1{,}25.10^{-5}}{(5+5).10^{-3}} \simeq 0{,}124\ mol.L^{-1}$.

Exercice n°2 : Cinétique chimique (5 points)

1)

Equation de la réaction		$2\,H_2O_2$ →	O_2 +	$2\,H_2O$
Etat du système	Avancement en (mol)	$n(H_2O_2)$	$n(O_2)$	$n(H_2O)$
Initial	$x(0) = 0$	0,06	0	0
Intermédiaire	$x(t) = x$	$0{,}06 - 2x$	x	2 x
Final	$x(t_f) = x_f$	$0{,}06 - 2x_f$	x_f	$2\,x_f$

$n(H_2O_2) = 0{,}06 - 2x \Longrightarrow x(t) = \frac{0{,}06 - n(H_2O_2)}{2}$

2) La vitesse d'une réaction à un instant donné est la dérivée par rapport au temps, de l'avancement de la réaction à cet instant.
3) Graphiquement, la concentration du réactif H_2O_2, qui est un facteur cinétique, diminue $\Longrightarrow$ la vitesse de la réaction diminue au cours du temps.
4) $v(t) = \left(\frac{dx}{dt}\right)_t = \frac{1}{2}\left(\frac{0{,}06 - n(H_2O_2)}{dt}\right)_t = -\frac{1}{2}\left(\frac{dn(H_2O_2)}{dt}\right)_t$: La valeur de la vitesse à un instant donné est égale à l'opposé de la moitié de la pente de la tangente à la courbe (C_1). à l'instant considéré.

- $v(0) = -\frac{1}{2}\left(\frac{\Delta n(H_2O_2)}{\Delta t}\right)_{AB} \simeq 6\ \ mmol.min^{-1}$
- $v\left(t_{1/2}\right) = v(7min) = -\frac{1}{2}\left(\frac{\Delta n(H_2O_2)}{\Delta t}\right)_{CD} \simeq 2\ \ mmol.min^{-1}$

5)
   a) Les pentes des tangentes à l'origine pour les deux courbes, sont différentes $\Longrightarrow$ les deux vitesses initiales sont différentes $\Longrightarrow$ la température est un facteur cinétique.

b) La pente de la tangente à l'origine pour (C_2), est plus grande que celle de $(C_1) \Longrightarrow$ la valeur de la vitesse initiale associée à (C_2) est inférieur à celle de $(C_1) \Longrightarrow \mathrm{T_2} < \mathrm{T_1}$.

PHYSIQUE

Exercice n°1 : Le condensateur ; le dipôle RC (5,5 points)

1) <u>Détermination de la valeur de la capacité à partir de la courbe (C_1)</u>

a) La courbe (C_1) est une droite $\Longrightarrow$ générateur de courant.

b) $\mathrm{u_C(t)} = \frac{\Delta \mathrm{u_C}}{\Delta \mathrm{t}}\ \mathrm{t} = 5\ \mathrm{t}$.

c) $\mathrm{I_0} = \mathrm{C}\left(\frac{\Delta \mathrm{u_C}}{\Delta \mathrm{t}}\right) = 5\ \mathrm{C} \Longrightarrow \mathrm{C} = \frac{\mathrm{I_0}}{5} = \frac{235.10^{-5}}{5} = 47.10^{-5}\ \ \mathrm{F}$

2) <u>Détermination de la valeur de la capacité à partir de la courbe (C_2)</u>

a) Schéma du circuit électrique (générateur de tension, condensateur, conducteur ohmique).

b) $\mathrm{i(t)} = \frac{\mathrm{dq(t)}}{\mathrm{dt}} = \mathrm{C}\ \frac{\mathrm{du_C}}{\mathrm{dt}}$.

En régime permanent, la tension $\mathrm{u_C}$ est constante $\Longrightarrow \frac{\mathrm{du_C}}{\mathrm{dt}} = 0 \Longrightarrow \mathrm{Ip} = 0$.

c) – La loi des mailles : $\mathrm{u_C(t)} + \mathrm{u_R(t)} - \mathrm{U_0} = 0 \Longrightarrow \mathrm{u_C(t)} + \mathrm{u_R(t)} = \mathrm{U_0}$

$$\Longrightarrow \mathrm{u_C(t)} + \mathrm{R\ i(t)} = \mathrm{U_0} \ \Longrightarrow \mathrm{u_C(t)} + \mathrm{R\ C}\ \frac{\mathrm{du_C}}{\mathrm{dt}} = \mathrm{U_0} \Longrightarrow \frac{\mathrm{du_C}}{\mathrm{dt}} + \frac{1}{\mathrm{RC}}\mathrm{u_C(t)} = \frac{\mathrm{U_0}}{\mathrm{RC}} \Longrightarrow \begin{cases} A = \frac{1}{\mathrm{RC}} \\ B = \frac{\mathrm{U_0}}{\mathrm{RC}} \end{cases}$$

– En régime permanent D'après 2a), $\frac{\mathrm{du_C(t)}}{\mathrm{dt}} = 0 \Longrightarrow \mathrm{u_C(t)} = \frac{\mathrm{B}}{\mathrm{A}} = \ \mathrm{U_0}$.

d) – La constante de temps est l'abscisse du point d'intersection que fait l'asymptote d'équation $\mathrm{u_C} = \mathrm{U_0}$ et la tangente à la courbe (C_2). On obtient : $\tau = \quad s$

– $\tau = RC \ \Longrightarrow C = \frac{\tau}{R} \simeq 47.10^{-5}\ \ \mathrm{F}$

Exercice n°2 : La bobine inductive ; le dipôle RL (5,5 points)

1)

– Connexions : Masse commune au point M ; voie A au point A et la voie B au point B.

– Instructions : Inversion de la voie B ; Masse du générateur est flottante.

2)

a) A t = 0 , $\mathrm{i(0)} = 0$ et $\frac{\mathrm{di(t)}}{\mathrm{dt}} \neq 0 \ \Longrightarrow$ (1) devient: $\left(\frac{\mathrm{di(t)}}{\mathrm{dt}}\right)_0 = \frac{\mathrm{E}}{\mathrm{L}}$

$$\begin{cases} \mathrm{u_R(0)} = \mathrm{R\ i(0)} = 0 \\ \mathrm{u_B(0)} = \mathrm{r\ i(0)} + \ \mathrm{L}\ \frac{\mathrm{di(0)}}{\mathrm{dt}} = 0 + \mathrm{L}\ \left(\frac{\mathrm{E}}{\mathrm{L}}\right) = \mathrm{E} = 12\ \mathrm{V} \end{cases}$$

b) A $\mathrm{t} = \ \mathrm{t_P}, \frac{\mathrm{di(t)}}{\mathrm{dt}} = 0 \Longrightarrow$ (1) devient: $\mathrm{i_P} = \frac{\mathrm{E}}{\mathrm{R+r}}$

$$\begin{cases} \mathrm{u_R(t_P)} = \mathrm{Ri_0} = \frac{\mathrm{R}}{\mathrm{R+r}}\mathrm{E} = 10\mathrm{V} \\ \mathrm{u_B(t_P)} = \mathrm{r\ i_P} = \frac{\mathrm{r}}{\mathrm{R+r}}\mathrm{E} = \ 2\mathrm{V} \end{cases}$$

3)

a) Pour $t \in [0\ , \mathrm{t_P}\ ]$, $\mathrm{u_B(t)}$ varie de la valeur 12V à la valeur 2V : Elle est alors décroissante $\Longrightarrow$ c'est l'oscillogrammes (2), qui représente la tension $\mathrm{u_B(t)}$.

b) $\mathrm{u_{Bmin}} = 2\mathrm{V}$ et $\mathrm{u_{Bmax}} = 12\mathrm{V} \ \Longrightarrow \mathrm{s_V} = \frac{\mathrm{u_{Bmax}} - \mathrm{u_{Bmin}}}{\mathrm{n\ div}} = \frac{10}{5} = 2\ $ volt/div.