

- 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 $C_1 = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ et de volume $V_1 = 5 \text{ mL}$;
- une solution (S_2) d'eau oxygénée H_2O_2 de concentration $C_2 = 0,25 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, de volume $V_2 = 5 \text{ mL}$ 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 : $\text{H}_2\text{O}_2 + 2 \text{I}^- + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{I}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$

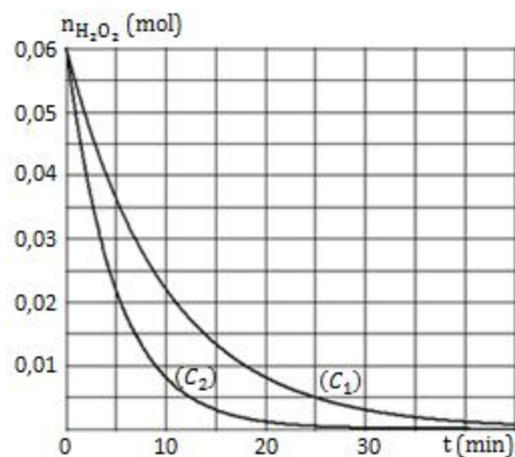
- 1) Calculer, dans le système, les quantités de matière initiales, en mol, des ions iodure I^- et de l'eau oxygénée H_2O_2 .
- 2) Déterminer le réactif limitant l'évolution temporelle de la réaction.
- 3) Dresser le tableau qui décrit l'avancement du système.
- 4) Déterminer la concentration molaire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

$$2 \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{O}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}$$

A un instant $t=0$, on prépare un système contenant $0,060 \text{ mol}$ d'eau oxygénée. Son volume $V_S = 1 \text{ L}$ 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 : $n_{\text{H}_2\text{O}_2} = f(t)$.

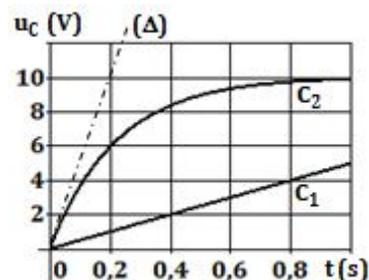


- 1) En s'aidant d'un tableau d'avancement, exprimer en fonction de la quantité de matière d'eau oxygénée $n_{\text{H}_2\text{O}_2}$, l'avancement $x(t)$: $x = f(n_{\text{H}_2\text{O}_2})$.
- 2) Définir la vitesse instantanée d'une réaction chimique.
- 3) Justifier graphiquement, que la vitesse de la 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 $I_0 = 235 \cdot 10^{-5} \text{ A}$;
- Deuxième activité : on décharge le condensateur, puis, on le recharge à l'aide d'un générateur délivrant une tension continue constante égale à



$$U_0 = 10 \text{ V.}$$

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)

- Associer à la courbe (C_1) , le générateur correspondant.
- Déterminer l'équation mathématique vérifiant la courbe (C_1) .
- 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)

- Schématiser le circuit électrique permettant de tracer la courbe (C_2) .
- 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.
- L'équation différentielle traduisant l'évolution temporelle de la tension $u_C(t)$ peut s'écrire sous la forme : $\frac{du_C(t)}{dt} + A \cdot u_C(t) = B$, où A et B sont des constantes positives.

Déterminer les expressions des constantes A et B . En déduire qu'en régime permanent : $u_C = U_0$

- 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 $E=12 \text{ V}$, une bobine d'inductance $L = 0,12 \text{ H}$ et de résistance interne $r = 4 \Omega$, un conducteur ohmique de résistance $R = 20 \Omega$ 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 :

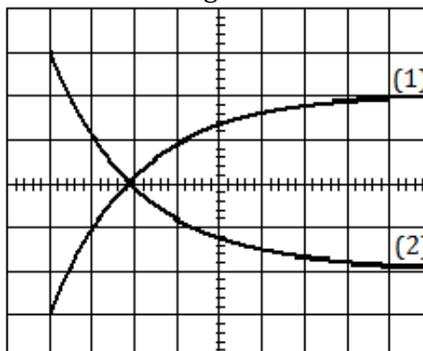
- $u_R(t)$ aux bornes du conducteur ohmique sur la voie A ;
- $u_B(t)$ aux bornes de la bobine inductive sur la voie B.

1) Indiquer sur un schéma, les connexions à l'oscilloscope en précisant les instructions à suivre.

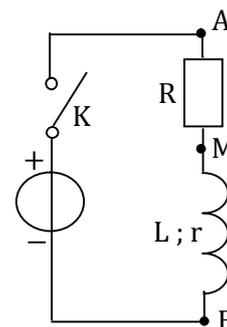
2) Ecrire l'équation différentielle (1) :

- à $t = 0 \text{ s}$: instant de fermeture du circuit ($t = 0 \text{ s}$). En déduire les valeurs des tensions $u_R(0)$ et $u_B(0)$.
- 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 :



- Choisir en le justifiant, parmi les oscillogrammes (1) et (2), celle qui représente la tension $u_B(t)$.
- 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) $n_0(I^-) = C_1 \times V_1 = 2,5 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$ et $n_0(H_2O_2) = C_2 \times V_2 = 1,25 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$.

2) Dans les proportions stœchiométriques, 1 mole de H_2O_2 nécessite 2 moles de $I^- \Rightarrow \frac{n_0(I^-)}{n_0(H_2O_2)} = 2$.

Pour ce système : $\frac{n_0(I^-)}{n_0(H_2O_2)} = 0,02 < 2 \Rightarrow I^-$ 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	+	$2 I^-$	+	$2 H^+$	\rightarrow	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	$x(0) = 0$	$1,25 \cdot 10^{-3}$		$2,5 \cdot 10^{-5}$		excès		0		0
Intermédiaire	$x(t) = x$	$1,25 \cdot 10^{-3} - x$		$2,5 \cdot 10^{-5} - 2x$		excès		x		2 x
Final	$x(t_f) = x_f$	$1,25 \cdot 10^{-3} - x_f$		$2,5 \cdot 10^{-5} - 2 x_f$		excès		x_f		$2 x_f$

4) $[H_2O_2]_f = \frac{1,25 \cdot 10^{-3} - x_f}{V_1 + V_2}$.

$$I^- \text{ étant le réactif limitant } \Rightarrow n(I^-)_f = 0 \Rightarrow 2,5 \cdot 10^{-5} - 2 x_f = 0 \Rightarrow x_f = \frac{2,5 \cdot 10^{-5}}{2} = 1,25 \cdot 10^{-5} \text{ mol.}$$

$$\Rightarrow [H_2O_2]_f = \frac{1,25 \cdot 10^{-3} - 1,25 \cdot 10^{-5}}{(5+5) \cdot 10^{-3}} \approx 0,124 \text{ mol. L}^{-1}.$$

Exercice n°2 : Cinétique chimique (5 points)

1)

Equation de la réaction		$2 H_2O_2 \rightarrow O_2 + 2 H_2O$		
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	$2 x_f$

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

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 \Rightarrow 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.

– $v(0) = -\frac{1}{2} \left(\frac{\Delta n(H_2O_2)}{\Delta t}\right)_{AB} \approx 6 \text{ mmol. min}^{-1}$

– $v(t_{1/2}) = v(7 \text{ min}) = -\frac{1}{2} \left(\frac{\Delta n(H_2O_2)}{\Delta t}\right)_{CD} \approx 2 \text{ mmol. min}^{-1}$

5)

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

- b) La pente de la tangente à l'origine pour (C_2) , est plus grande que celle de $(C_1) \Rightarrow$ la valeur de la vitesse initiale associée à (C_2) est inférieure à celle de $(C_1) \Rightarrow T_2 < T_1$.

PHYSIQUE**Exercice n°1 : Le condensateur ; le dipôle RC (5,5 points)**1) Détermination de la valeur de la capacité à partir de la courbe (C_1)

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

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

c) $I_0 = C \left(\frac{\Delta u_C}{\Delta t} \right) = 5 C \Rightarrow C = \frac{I_0}{5} = \frac{235 \cdot 10^{-5}}{5} = 47 \cdot 10^{-5} \text{ F}$

2) Détermination de la valeur de la capacité à partir de la courbe (C_2)

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

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

En régime permanent, la tension u_C est constante $\Rightarrow \frac{du_C}{dt} = 0 \Rightarrow I_p = 0$.

c) – La loi des mailles : $u_C(t) + u_R(t) - U_0 = 0 \Rightarrow u_C(t) + u_R(t) = U_0$

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

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

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

– $\tau = RC \Rightarrow C = \frac{\tau}{R} \simeq 47 \cdot 10^{-5} \text{ F}$

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

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

b) A $t = t_p$, $\frac{di(t)}{dt} = 0 \Rightarrow$ (1) devient: $i_p = \frac{E}{R+r}$

$$\begin{cases} u_R(t_p) = R i_0 = \frac{R}{R+r} E = 10 \text{ V} \\ u_B(t_p) = r i_p = \frac{r}{R+r} E = 2 \text{ V} \end{cases}$$

3)

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

b) $u_{B\min} = 2 \text{ V}$ et $u_{B\max} = 12 \text{ V} \Rightarrow s_v = \frac{u_{B\max} - u_{B\min}}{n \text{ div}} = \frac{10}{5} = 2 \text{ volt/div.}$