Correction de l'examen national 2021- session de rattrapage
Section sciences expérimentales Option SVT- BIOF

www.svt-asslah.com

CHIMIE (7 points)

Partie 1 : Suivi temporel d'une transformation chimique

1- Le couple qui intervient :

$$MnO^-_{4\,(aq)}/Mn^{2+}_{(aq)}$$

2- Calcul des quantités de matières :

$$n_1\left(MnO^-_{4\,(aq)}\right) = C_1.V_1 \implies n_1\left(MnO^-_{4\,(aq)}\right) = 5.10^{-3} \times 40.10^{-3} \Leftrightarrow \boxed{n_1\left(MnO^-_{4\,(aq)}\right) = 2.10^{-4}\ \text{mol}}$$

$$n_2\left(H_2C_2O_{4\,(aq)}\right) = C_2.V_2 \implies n_2\left(H_2C_2O_{4\,(aq)}\right) = 5.10^{-2} \times 60.10^{-3} \Leftrightarrow \boxed{n_2\left(H_2C_2O_{4\,(aq)}\right) = 3.10^{-3}\ \text{mol}}$$

3- Tableau d'avancement de la réaction :

Equation de la réaction		$2MnO^-_{4\,(aq)}$ +	$5H_2C_2O_{4\,(aq)}$ +	$6H_3O^+_{(aq)}$ $\longrightarrow$	$2Mn^{2+}_{(aq)}$ +	$10CO_{2\,(g)}$ +	$H_2O_{(\ell)}$
Etat du système	avancement	Quantités de matière en (mol)					
Initial	0	2.10^{-4}	3.10^{-3}	En excès	0	0	En excès
intermédiaire	x	$2.10^{-4} - 2x$	$3.10^{-3} - 5x$	En excès	$2x$	$5x$	En excès
final	x_{max}	$2.10^{-4} - 2x_{max}$	$3.10^{-3} - 5x_{max}$	En excès	$2x_{max}$	$5x_{m}$	En excès

4- La valeur de l'avancement maximal :

On considère que $MnO^-_{4\,(aq)}$ est le réactif limitant :

$$2.10^{-4} - 2x_{max1} = 0 \implies 2x_{max1} = 2.10^{-4} \implies x_{max1} = \frac{2.10^{-4}}{2} = 10^{-4}\ \text{mol}$$

On considère que $H_2C_2O_{4\,(aq)}$ est le réactif limitant :

$$3.10^{-3} - 5x_{max2} \implies 5x_{max2} = 3.10^{-3} \implies x_{max2} = \frac{3.10^{-3}}{5} = 6.10^{-4}\ \text{mol}$$

On a $x_{max1} < x_{max2}$; L'avancement maximal est $\boxed{x_{max} = 10^{-4}\ \text{mol}}$ et le réactif limitant est MnO^-_4 .

5- La détermination graphique de :

a- la vitesse volumique à t = 116 s :

$$V = \frac{1}{V}\frac{dx}{dt}$$

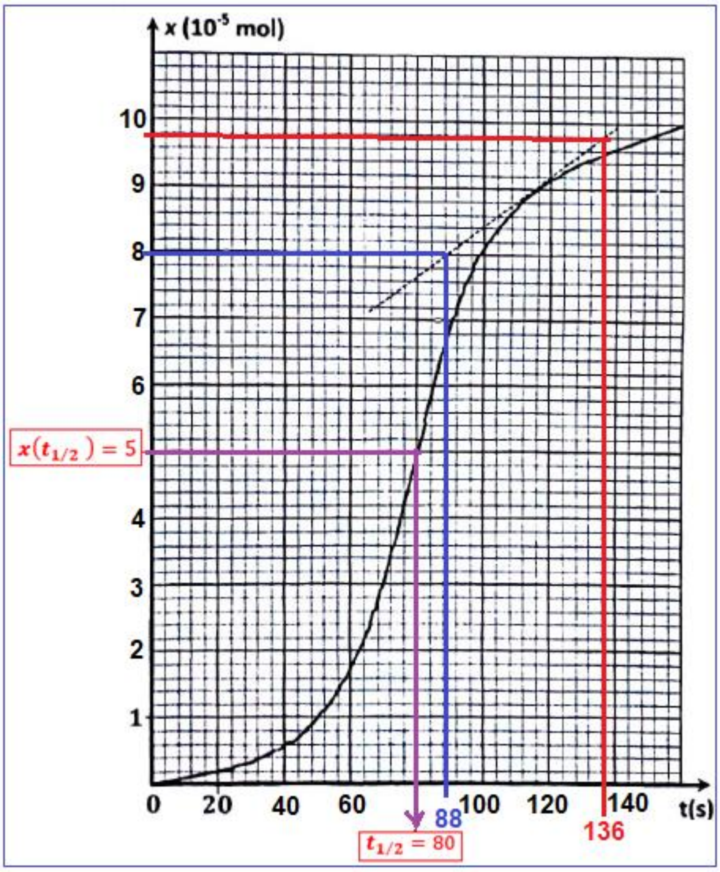
$$V = \frac{1}{V}\left(\frac{\Delta x}{\Delta t}\right)_{t=116s} = \frac{1}{100.10^{-3}} \times \left[\frac{(9,8-8).10^{-5}}{136-88}\right] \Leftrightarrow \boxed{V = 3,75.10^{-6}\ \text{mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}}$$

b- La valeur de $t_{1/2}$:

A $t = t_{1/2}$, on a :

$$x(t_{1/2}) = \frac{x_{max}}{2} = \frac{10^{-4}}{2} = 5.10^{-5}\ \text{mol}$$

D'après la courbe $x = f(t)$ on trouve : $\boxed{t_{1/2} = 80\ s}$



Partie 2 : Utilisation de l'acide oxalique contre la varroase

1-Etude d'une solution aqueuse d'acide oxalique

1.1- Equation de la réaction de l'acide oxalique avec l'eau :

$$H_2C_2H_{4\,(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftarrows HC_2O_4^-{}_{(aq)} + H_3O^+{}_{(aq)}$$

1.2- Le taux d'avancement final :

Tableau d'avancement :

Equation de la réaction		$H_2C_2O_{4\,(aq)}$	+ $H_2O_{(l)}$	$\rightleftarrows$	$HC_2O_4^-{}_{(aq)}$ +	$H_3O^+{}_{(aq)}$
Etat du système	avancement	Quantités de matière en (mol)				
Initial	0	$C.V$	En excès	---	0	0
intermédiaire	x	$C.V - x$	En excès	---	x	x
équilibre	$x_{éq}$	$C.V - x_{éq}$	En excès	---	$x_{éq}$	$x_{éq}$

L'acide lactique est le réactif limitant car l'eau est en excès :

$$C.V - x_{max} = 0 \quad \Longrightarrow x_{max} = C.V$$

D'après le tableau d'avancement : $[H_3O^+]_{éq} = \frac{x_{éq}}{V} = 10^{-pH} \ \Longrightarrow x_{éq} = V.\ [H_3O^+] = 10^{-pH}.V$

$$\tau = \frac{x_{éq}}{x_{max}} = \frac{10^{-pH}.V}{C.V} = \frac{10^{-pH}}{C}$$

A.N : $\tau = \frac{10^{-1,34}}{0,1} \Leftrightarrow \boxed{\tau \approx 0,46} \Longrightarrow \tau \approx 46\ \%$

$\tau < 1$ La réaction de l'acide oxalique avec l'eau est limitée.

1.3- La valeur de $Q_{r,éq}$:

$$Q_{r,éq} = \frac{[HC_2O_4^-]_{éq}.[H_3O^+]_{éq}}{[H_2C_2O_4]_{éq}}$$

D'après le tableau d'avancement : $[HC_2O_4^-]_{éq} = [H_3O^+]_{éq} = \frac{x_{éq}}{V} = 10^{-pH}$

$$[H_2C_2O_4]_{éq} = \frac{C.V - x_{éq}}{V} = C - \frac{x_{éq}}{V} = C - 10^{-pH}$$

$$Q_{r,éq} = \frac{(10^{-pH})^2}{C - 10^{-pH}} = \frac{10^{-2pH}}{C - 10^{-pH}}$$

A.N : $$Q_{r,éq} = \frac{10^{-2\times1,34}}{0,1-10^{-1,34}} \Leftrightarrow \boxed{Q_{r,éq} = 3,85.10^{-2}}$$

1.4- La valeur du pK_A :

$$pK_A = -\log K_A$$

$$K_A = Q_{r,éq} = 3,84.10^{-2}$$

$$pK_A = -\log(3,85.10^{-2}) \Leftrightarrow \boxed{pK_A \approx 1,41}$$

1.5- Diagramme de prédominance du couple $H_2C_2O_{4\,(aq)}/HC_2O^-_{4\,(aq)}$:

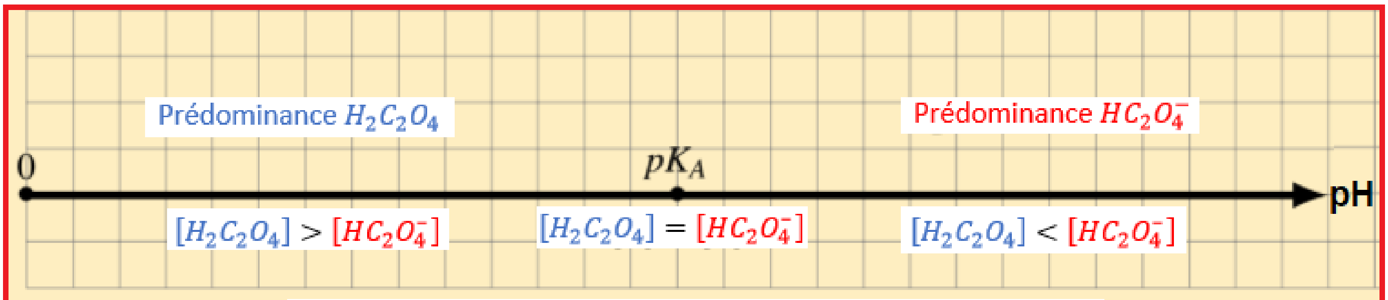


Diagramme de prédominance du couple $H_2C_2O_{4\,(aq)}/HC_2O^-_{4\,(aq)}$

2- Contrôle de la solution aqueuse d'acide oxalique utilisée contre la varroase :

2.1- Ecrire l'équation de la réaction du dosage :

$$\mathbf{H_2C_2H_{4\,(aq)} + HO^-_{(aq)} \longrightarrow HC_2O^-_{4\,(aq)} + H_2O_{(l)}}$$

2.2- La valeur de C_A :

La relation d'équivalence : $$C_A.V_A = C_B.V_{B,E} \Longrightarrow C_A = \frac{C_B.V_{B,E}}{V_A}$$

$$C_A = \frac{0,5 \times 38,5}{50} \Leftrightarrow \boxed{C_A = 0,385\ mol.L^{-1}}$$

2.3- Vérification :

Calculons la concentration massique C_m de l'acide oxalique :

$$C_m = C.M(H_2C_2H_4)$$

$$C_m = 0,385\ mol.L^{-1} \times 90\ g.mol^{-1} \Leftrightarrow \boxed{C_m \approx 34,6\ g.L^{-1}}$$

La concentration massique de l'acide lactique $34,6\ g.L^{-1}$ ne dépasse pas la valeur $35\ g.L^{-1}$; donc l'apiculteur respecte la recommandation de l'Agence Européenne des médicaments (AEM).

PHYSIQUE (13 points)

Exercice 1 Etude des ondes ultrasonores et sonores

1- Propriétés des ondes :

Répondre par vrai ou faux

A- Faux

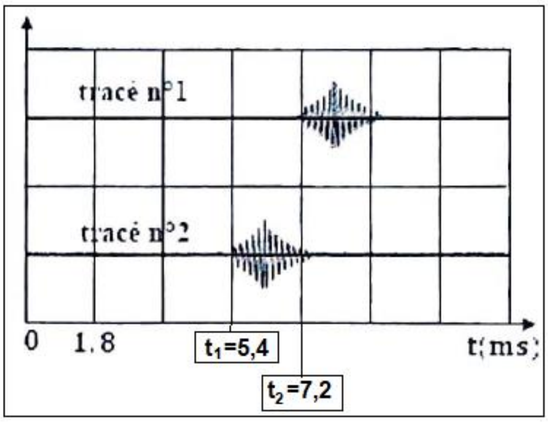
B- Faux

C- Faux

D- Faux

2- Ondes ultrasonores

a- Identification du signal émis et reçu :



Le tracé n°1 représente le signal émis.

Le tracé n°2 représente le signal reçu (il a un retard temporel).

b- La durée Δt :

$$\Delta t = t_2 - t_1 = 7{,}2 - 5{,}4 \Leftrightarrow \boxed{\Delta t = 1{,}8\ \text{ms}}$$

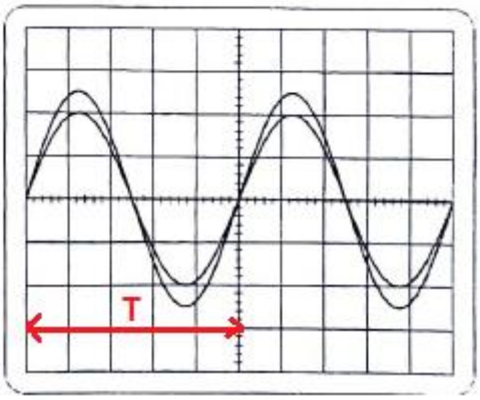
2.2- La vitesse de propagation V :

$$V = \frac{d}{\Delta t} = \frac{2D}{\Delta t}$$

$$V = \frac{2 \times 30.10^{-2}}{1{,}8.10^{-3}} \Leftrightarrow \boxed{V = 333{,}3\ \text{m.s}^{-1}}$$

3-Ondes sonores

3.1- La valeur de la fréquence N :



D'après la figure ci-contre la période T est :

$$T = S_H.x = 0{,}1\ \text{ms/div} \times 5\ \text{div} = 0{,}5\ \text{ms}$$

$$N = \frac{1}{T} \Longrightarrow N = \frac{1}{0{,}5.10^{-3}} = 2000\ \text{Hz} \Leftrightarrow \boxed{N = 2\text{kHz}}$$

3.2.1- La valeur de λ :

Les deux sinusoïdes se retrouvent pour la 3$^{\text{éme}}$ fois en phase donc :

$$d = 3\lambda \Longrightarrow \lambda = \frac{d}{3} \Longrightarrow \lambda = \frac{51}{3} = 17\ \text{cm} \Leftrightarrow \boxed{\lambda = 0{,}17\ \text{m}}$$

3.2.2- La vitesse de propagation V :

$$V = \lambda.N \Longrightarrow V = 17.10^{-2} \times 2\,000 \Longrightarrow \boxed{V = 340\ \text{m.s}^{-1}}$$

Exercice 2 : Désintégration du césium

1-Répondre par vrai ou faux :

A- Faux

B- Vrai

C- Vrai

D- Faux

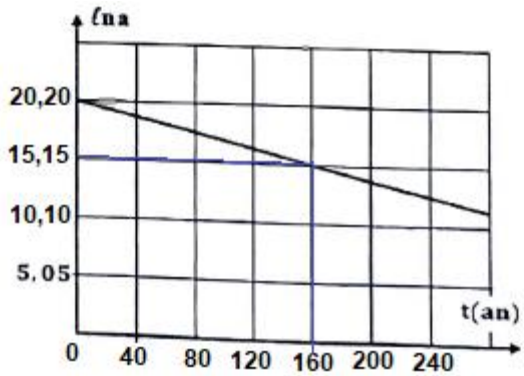
2- La valeur de l'énergie de liaison de ${}^{137}_{55}Cs$: B

$$E_L = [55\ m_p + (137 - 55)m_n - m({}^{137}_{55}Cs)].c^2 = 51605{,}47 + 77044{,}48 - 127522{,}35 = 1127{,}6\ Mev$$

$$E_L({}^{137}_{55}Cs) = 1{,}13.10^3\ Mev$$

3.1- L'activité s'écrit : B

$$a = a_0.e^{-\lambda.t} \implies \ln a = \ln(a_0 e^{-\lambda.t}) \implies \ln a = \ln a_0 + \ln e^{-\lambda.t} \implies \ln a = \ln a_0 - \lambda.t$$



3.2- Détermination graphique de :

3.2.1- La valeur de λ :

L'équation de la courbe $\ln a = f(t)$ s'écrit sous la forme : $\ln a = Kt + b$

$$K = \frac{\ln a_2 - \ln a_1}{t_2 - t_1} = \frac{20{,}2 - 15{,}15}{(0 - 160)ans} = -0{,}03156\ an^{-1}$$

En comparant les expressions : $\ln a = Kt + b$ et $\ln a = \ln a_0 - \lambda.t$ on écrit : $K = -\lambda \implies \lambda = -K$

$$\lambda = 0{,}03156\ an^{-1} \iff \boxed{\lambda \approx 3{,}2.10^{-2}\ an^{-1}}$$

-La valeur de a_0 :

D'après la courbe $\ln a = f(t)$ à t=0, on a : $\ln a_0 = 20{,}2 \implies a_0 = e^{20{,}2} \implies \boxed{a_0 = 5{,}93.10^8\ Bq}$

3.2.2- L'échantillon ne sera plus utilisable à partir de l'année : A

$$a < 20\%\ a_0 \implies a_0.e^{-\lambda.t} < 0{,}2\ a_0 \implies e^{-\lambda.t} < 0{,}2 \implies -\lambda.t < \ln(0{,}2) \implies t > -\frac{\ln(0{,}2)}{\lambda}$$

$$t > -\frac{\ln(0{,}2)}{0{,}03156} = 50{,}996\ ans \approx 51\ ans$$

L'échantillon ne sera plus utilisable à partir de l'année : $2021 + 51 = 2052$

Exercice 3 :

Partie : Réponse d'un dipôle RL à un échelon de tension :

1- L'équation différentielle :

Loi d'additivité des tensions : $u_L + u_R = E \xrightarrow{\text{avec}} \begin{cases} u_L = L.\frac{di}{dt} + r.i \\ u_R = R.i \end{cases}$

$$L.\frac{di}{dt} + r.i + R.i = E$$

$$\frac{di}{dt} + \frac{R+r}{L}.i = \frac{E}{L}$$

2- Vérifions que $L = 0{,}2\ H$:

L'équation différentielle s'écrit : $\frac{di}{dt} = -\frac{R+r}{L}.i + \frac{E}{L}\ \ (1)$

L'équation de la courbe $\frac{di}{dt} = f(i)$ s'écrit : $\frac{di}{dt} = K.t + b\ \ (2)$

En comparant les expressions (1) et (2) on écrit : $\mathbf{b} = \frac{\mathbf{E}}{\mathbf{L}}$ et $K = -\frac{R+r}{L}$

b est l'ordonnée à l'origine graphiquement sa valeur : $b = 60\ A.s^{-1}$

$$b = \frac{E}{L} \Longrightarrow L = \frac{E}{b} \Longrightarrow L = \frac{12}{60} \Longrightarrow \boxed{L = 0{,}2\ H}$$

- Vérifions que $r = 8\Omega$:

K le coefficient directeur :

$$K = \frac{\left(\frac{di}{dt}\right)_2 - \left(\frac{di}{dt}\right)_1}{i_2 - i_1} = \frac{(60-30)A.s^{-1}}{(0-0{,}12)A} = -250\ s^{-1}$$

$$K = -\frac{R+r}{L} \Longrightarrow R + r = -K.L \Longrightarrow r = -K.L - R$$

$$r = -(-250).0{,}2 - 42 \Longrightarrow \boxed{r = 8\Omega}$$

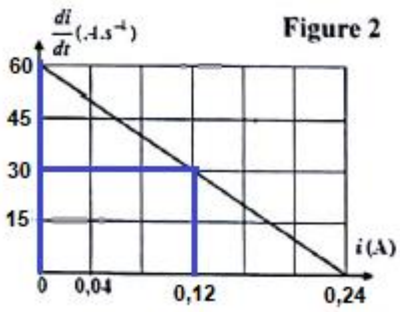


Figure 2

3- Calcul de τ :

$$\tau = \frac{L}{R+r} \Longrightarrow \tau = \frac{0{,}2}{42+8} = 4.10^{-3}\ s \Longrightarrow \boxed{\tau = 4\ ms}$$

4- En régime permanent la valeur de :

a- l'intensité du courant I_0 :

En régime permanent on écrit : $i = I_0 = cte \Longrightarrow \frac{di}{dt} = \frac{dI_0}{dt} = 0$

L'équation différentielle $\frac{di}{dt} + \frac{R+r}{L}.i = \frac{E}{L}$ s'écrit : $\frac{R+r}{L}.I_0 = \frac{E}{L} \Longrightarrow (R+r)I_0 = E$

$$I_0 = \frac{E}{R+r} \Longrightarrow I_0 = \frac{12}{42+8} \Longrightarrow \boxed{I_0 = 0{,}24\ A}$$

2[éme] méthode : graphiquement quand $\frac{di}{dt} = 0$ l'intensité du courant est $i = I_0 = 240\ ms \Longrightarrow \boxed{I_0 = 0{,}24\ A}$

b- La tension u_L :

La tension aux bornes de la bobine est : $u_L = L.\frac{di}{dt} + r.i$

En régime permanent : $u_L = L.\underbrace{\frac{di}{dt}}_{=0} + r.I_0 \Longrightarrow u_L = r.I_0 \quad \Longrightarrow u_L = 8 \times 0{,}24 \Longrightarrow$ $\boxed{u_L = 1{,}92\ V}$

Partie 2 : Etude d'un circuit RLC série :

1-Explication de l'allure de la courbe $u_C(t)$:

On constate la diminution progressive de l'amplitude de la tension $u_C(t)$ au cours du temps, ceci est dû à la dissipation (perte) d'énergie électrique du circuit par effet joule au niveau de la résistance du circuit.

2- La valeur de C :

$$T_0 = 2\pi\sqrt{L.C} \Longrightarrow T_0^2 = 4\pi^2 L.C \Longrightarrow C = \frac{T_0^2}{4\pi^2 L}$$

$$T_0 \approx T$$

Graphiquement on trouve : $T = 1{,}25\ ms$

$$C = \frac{(1{,}25.10^{-3})^2}{4\pi^2 \times 0{,}2} = 1{,}98.10^{-7}\ F \Longrightarrow \boxed{C \approx 0{,}2\ \mu F}$$

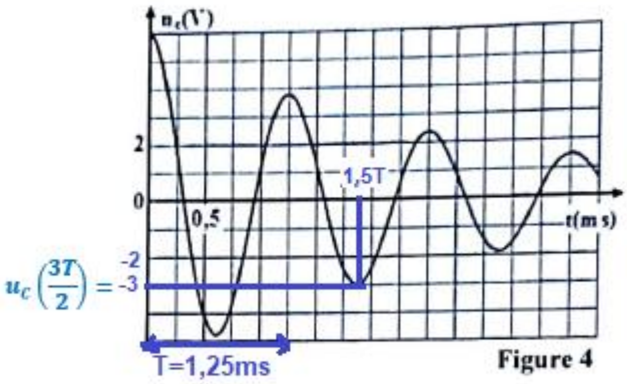


Figure 4

3-Calcul de E_e et E_m à $t = \frac{3T}{2}$:

$$E_e = \frac{1}{2} C u_C^2(t)$$

Graphiquement : $u_C\left(\frac{3T}{2}\right) = -3\ V$

$$E_e\left(\frac{3T}{2}\right) = \frac{1}{2} \times 2.10^{-7} \times (-3)^2 = 9.10^{-7}\ J \Longrightarrow E_e\left(\frac{3T}{2}\right) = 0{,}9\ \mu F \Longleftrightarrow \boxed{E_e\left(\frac{3T}{2}\right) = 9.10^{-7}\ J}$$

A $t = \frac{3T}{2}$, on a : u_C est minimale donc E_e est maximale et par conséquent $i = 0 \Longrightarrow$ $\boxed{E_m\left(\frac{3T}{2}\right) = 0}$

4-L'entretient expérimental des oscillations électriques dans le circuit :

Pour entretenir les oscillations, on doit utiliser un générateur d'entretien pour récompenser l'énergie perdue par effet Joule dans les résistances à chaque oscillation.