

Chimie

Partie I :

1-Les quantités de matières $n_0(\text{Zn})$ et $n_0(\text{H}_3\text{O}^+)$:

$$n_0(\text{Zn}) = \frac{m(\text{Zn})}{M(\text{Zn})} \Rightarrow n_0(\text{Zn}) = \frac{1,0}{65,4} = 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

$$n_0(\text{H}_3\text{O}^+) = C_A \cdot V \Rightarrow n_0(\text{H}_3\text{O}^+) = 0,5 \times 40 \cdot 10^{-3} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

2-Le tableau d'avancement :

Équation chimique		$2\text{H}_3\text{O}_{(aq)}^+ + \text{Zn}_{(s)} \longrightarrow \text{H}_{2(g)} + \text{Zn}_{(aq)}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}_{(l)}$				
État du système	Avancement (mol)	Quantités de matière (mol)				
État initial	$x = 0$	$2 \cdot 10^{-2}$	$1,5 \cdot 10^{-2}$	0	0	excès
État intermédiaire	x	$2 \cdot 10^{-2} - 2x$	$1,5 \cdot 10^{-2} - x$	x	x	excès
État final	x_f	$2 \cdot 10^{-2} - 2x_f$	$1,5 \cdot 10^{-2} - x_f$	x_f	x_f	excès

3-Identification du réactif limitant :

Le réactif limitant est celui qui met fin à la réaction.

$$\text{Si } \text{H}_3\text{O}^+ \text{ est le réactif limitant : } 2 \cdot 10^{-2} - 2x_{\max 1} = 0 \Rightarrow x_{\max 1} = \frac{2 \cdot 10^{-2}}{2} = 10^{-2} \text{ mol}$$

$$\text{Si } \text{Zn} \text{ est le réactif limitant : } 1,5 \cdot 10^{-2} - x_{\max 2} = 0 \Rightarrow x_{\max 2} = 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

Le réactif limitant est celui utilisé par défaut, donc c'est H_3O^+ et $x_{\max} = 10^{-2} \text{ mol}$

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

$$\text{A } t = t_{1/2}, \text{ on a : } x(t_{1/2}) = \frac{x_{\max}}{2}$$

$$x(t_{1/2}) = \frac{10^{-2}}{2} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 5 \text{ mmol}$$

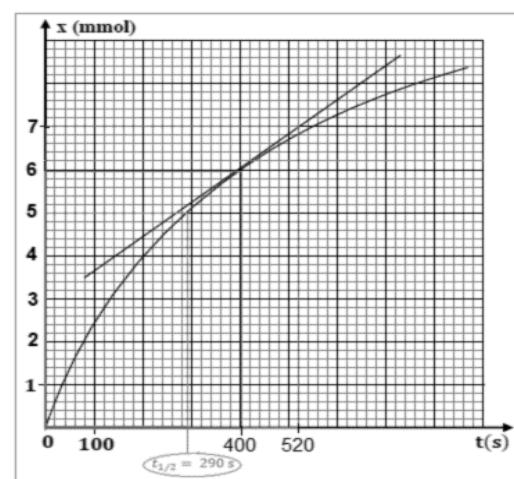
$$t_{1/2} = 290 \text{ s}$$

4-b- La valeur de la vitesse volumique à $t = 400 \text{ s}$:

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

$$v = \frac{1}{V} \cdot \left(\frac{\Delta x}{\Delta t} \right)_{t=400 \text{ s}} = \frac{1}{40 \cdot 10^{-3} L} \times \left[\frac{(6 - 7) \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{(400 - 520) \text{ s}} \right]$$

$$v = 2,08 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot L^{-1} \cdot s^{-1}$$



5-Interprétation de la variation de la vitesse :

La vitesse de la réaction diminue au cours de la réaction à cause de la diminution des concentrations des réactifs.

6-1-Le facteur cinétique :

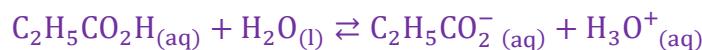
L'augmentation de la concentration initiale de l'un des réactifs.

6-2- La valeur de $t_{1/2}$ va-t-il augmenter ou diminuer ?

Plus les concentrations initiales des réactifs sont élevées, plus que le temps de réaction est court est par conséquent le temps de demi-réaction va diminuer.

Partie II :

1-L'équation de la réaction :



2-Le taux d'avancement τ :

Le tableau d'avancement :

Equation de la réaction		$C_2H_5CO_2H_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons C_2H_5CO_2^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$			
Etats	Avancement	Quantité de matière en (mol)			
Etat initial	0	C. V	En excès	0	0
Etat intermédiaire	x	C. V - x	En excès	x	x
Etat final	x _f	C. V - x _f	En excès	x _f	x _f

D'après le tableau d'avancement : $n_f(H_3O^+) = x_f \Rightarrow [H_3O^+]_{eq} = \frac{x_f}{V} \Rightarrow x_f = [H_3O^+]_{eq} \cdot V$

Le réactif limitant est l'acide : $C. V - x_{max} = 0 \Rightarrow x_{max} = C. V$

$$\begin{aligned} \text{L'expression de taux d'avancement final : } \tau &= \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{[H_3O^+]_{eq} \cdot V}{C. V} = \frac{[H_3O^+]_{eq}}{C} \\ \tau &= \frac{10^{-pH}}{C} \end{aligned}$$

$$\text{A.N : } \tau = \frac{10^{-3,79}}{2 \cdot 10^{-3}} \approx 0,081 \Rightarrow \tau = 8,1\%$$

Puisque $\tau < 1$ la réaction est limitée (non totale).

3-L'expression de K_{A_1} :

D'après le tableau d'avancement :

$$n_f(H_3O^+) = n_f(C_2H_5CO_2^-) = x_f \Rightarrow [H_3O^+]_{eq} = [C_2H_5CO_2^-]_{eq} = \frac{x_f}{V}$$

$$[H_3O^+]_{eq} = [C_2H_5CO_2^-]_{eq} = 10^{-pH}$$

$$n_f(C_2H_5CO_2H) = C. V - x_{eq} \Rightarrow [C_2H_5CO_2H]_{eq} = \frac{C. V - x_{eq}}{V} = C - \frac{x_f}{V}$$

$$[\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3]_{\text{éq}} = C - 10^{-\text{pH}}$$

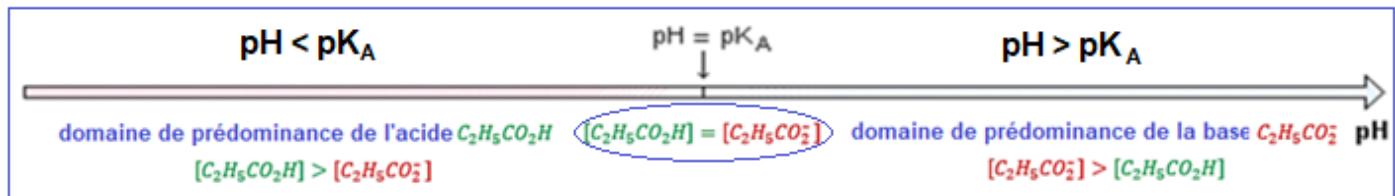
L'expression de la constante d'acidité :

$$K_{A_1} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}} \cdot [\text{C}_2\text{H}_5\text{CO}_2^-]_{\text{éq}}}{[\text{C}_2\text{H}_5\text{CO}_2\text{H}]_{\text{éq}}} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}^2}{[\text{C}_2\text{H}_5\text{CO}_2\text{H}]_{\text{éq}}} = \frac{(10^{-\text{pH}})^2}{C - 10^{-\text{pH}}} \Rightarrow K_{A_1} = \frac{10^{-2\text{pH}}}{C - 10^{-\text{pH}}}$$

A.N :

$$K_{A_1} = \frac{10^{-2 \times 3,79}}{2,10^{-3} - 10^{-3,79}} \approx 1,43 \cdot 10^{-5}$$

4-Le diagramme de prédominance :



5-1-L'équation de la réaction :



5-2-La proposition vraie : C

$$K = \frac{[\text{C}_2\text{H}_5\text{CO}_2^-]_{\text{éq}} \cdot [\text{C}_6\text{H}_5\text{CO}_2\text{H}]_{\text{éq}}}{[\text{C}_2\text{H}_5\text{CO}_2\text{H}]_{\text{éq}} \cdot [\text{C}_6\text{H}_5\text{CO}_2^-]_{\text{éq}}} \cdot \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}}{[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}} \\ K = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}} \cdot [\text{C}_2\text{H}_5\text{CO}_2^-]_{\text{éq}}}{[\text{C}_2\text{H}_5\text{CO}_2\text{H}]_{\text{éq}}} \cdot \frac{[\text{C}_6\text{H}_5\text{CO}_2\text{H}]_{\text{éq}}}{[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}} \cdot [\text{C}_6\text{H}_5\text{CO}_2^-]_{\text{éq}}} = \frac{K_{A_1}}{K_{A_2}}$$

5-3-Calcul de K_{A_2} :

$$K = \frac{K_{A_1}}{K_{A_2}} \Rightarrow K_{A_2} = \frac{K_{A_1}}{K}$$

$$\text{A.N : } K_{A_2} = \frac{1,43 \cdot 10^{-5}}{0,23} = 6,22 \cdot 10^{-5}$$

Physique (13 points)

Exercice 1 : Propagation des ondes à la surface de l'eau

1-Définition d'une onde mécanique progressive :

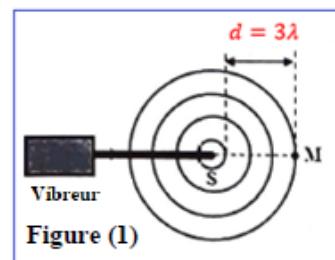
Une onde progressive est une série d'ébranlements identiques résultant d'une vibration entretenue de la source des ondes.

2.1-La valeur de λ : C

$$\text{D'après la figure 1, on a : } d = 3\lambda \Rightarrow \lambda = \frac{d}{3} \Rightarrow \lambda = \frac{15}{3} = 5 \text{ mm}$$

2.2-La valeur de v : C

$$\text{On a : } v = \lambda \cdot N \Rightarrow v = 5 \cdot 10^{-3} \times 50 = 0,25 \text{ m.s}^{-1}$$



2.3-L'elongation $y_M(t)$ en fonction de $y_S(t) : A$

Calculons le retard temporel du point M par rapport au point S est :

$$\tau = \frac{SM}{v} \Rightarrow \tau = \frac{17,5 \cdot 10^{-3}}{0,5} = 0,07 \text{ s}$$

$$y_M = y_S(t - \tau) \Rightarrow y_M = y_S(t - 0,07)$$

3-L'eau est-il un milieu dispersif ?

Calculons la vitesse de célérité à la fréquence $N' : v' = \lambda' \cdot N'$

$$v' = 3 \cdot 10^{-3} \text{ m} \times 100 \text{ Hz} = 0,3 \text{ m.s}^{-1}$$

La célérité de propagation de l'onde dépend de sa fréquence, par conséquence l'eau est un milieu dispersif.

Fréquence N (Hz)	50	100
La célérité de l'onde v (m.s^{-1})	0,25	0,3

4.1-Le nom du phénomène :

La largeur de l'ouverture a est inférieure à la longueur d'onde λ ($a = 4,5 \text{ mm} < \lambda = 5 \text{ mm}$) le phénomène qui se produit s'appelle diffraction.

4.2- La proposition vraie : D

Au cours du phénomène de diffraction, les deux ondes incidente et diffractée ont même fréquence et même vitesse de propagation ($\lambda = 5 \text{ mm} ; v = 0,25 \text{ m/s}$).

Exercice 2 : Médecine nucléaire

1-Production du technétium $^{99}\text{Tc}^*$:

1.1- Le type de désintégration :

L'équation de désintégration : $^{42}_{42}\text{Mo} \rightarrow ^{43}_{43}\text{Tc}^* + ^A_Z\text{X}$

Loi de conservation de Soddy :

$$\begin{cases} 99 = 99 + A \\ 42 = 43 + Z \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A = 0 \\ Z = -1 \end{cases} \Rightarrow ^A_Z\text{X} = {}^0_{-1}\text{e}$$

Type de désintégration : radioactivité β^- .



1.2-La valeur de $E_{\text{libérée}}$:

$$E_{\text{libérée}} = |\Delta E|$$

$$\Delta E = [m(\text{Tc}) + m(e) - m(\text{Mo})] \cdot c^2$$

$$\Delta E = [98,882 + 5,486 \cdot 10^{-4} - 98,884] u.c^2 = -1,4514 \cdot 10^{-3} \times 931,5 \text{ MeV} \cdot c^{-2} \cdot c^2 = -1,3520 \text{ MeV}$$

$$E_{\text{libérée}} = |\Delta E| = 1,352 \text{ MeV}$$

2.1-Détermination graphique de $t_{1/2}$:

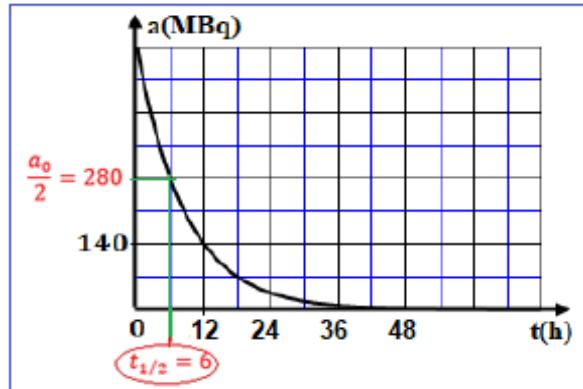
A l'instant $t = t_{1/2}$ on a :

$$a(t_{1/2}) = \frac{a_0}{2} = \frac{4 \times 140}{2} = 280 \text{ MBq}$$

On trouve d'après le graphe : $t_{1/2} = 6 \text{ h}$

2.2-La valeur de λ :

$$\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} \Rightarrow \lambda = \frac{\ln 2}{6} = 0,1155 \text{ h}^{-1}$$



2.3-La valeur de N :

$$N = N_0 e^{-\lambda \cdot t} = \frac{a_0}{\lambda} \cdot e^{-\lambda \cdot t} = \frac{a_0}{\ln 2} \cdot t_{1/2} \cdot e^{-\lambda \cdot t}$$

$$N = \frac{4 \times 140 \cdot 10^6}{\ln 2} \times 6 \times 3600 \times e^{-0,1155 \times 3} = 1,23 \cdot 10^{13}$$

2.4-Est-il possible de refaire le même examen après 48 h :

D'après le graphe ci-contre La valeur de l'activité est nulle $a = 0$ à $t = 48 \text{ h}$, donc on ne peut pas faire le même examen ($N(t) = \frac{a(t)}{\lambda}$) .

Exercice 3 (6,5 points) Décharge d'un condensateur :

1-Vérifions de la valeur de C :

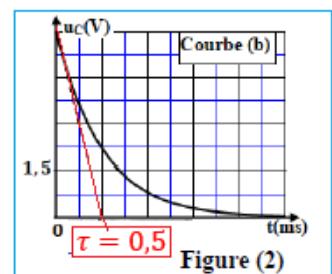
$$\text{A } t_0 = 0 \text{ on a : } Q_0 = C \cdot E \Rightarrow C = \frac{Q_0}{E}$$

$$\text{A.N : } C = \frac{3 \mu C}{6} = 0,5 \mu F$$

2-1-Assiation de chaque courbe à l'expérience qui lui correspond :

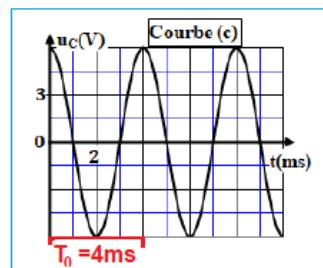
L'expérience (1) → courbe (b).

Le condensateur se décharge dans un conducteur ohmique : la tension u_C aux bornes du condensateur diminue pour s'annuler en régime permanent



L'expérience (2) → courbe (c).

Le condensateur se décharge dans une bobine b_1 de résistance nulle, on obtient des oscillations libres et non amorties.

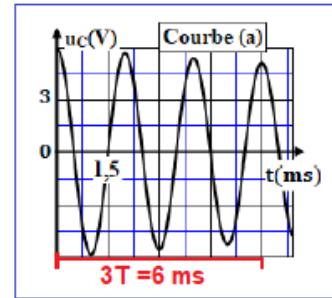


L'expérience (3) → courbe (a).

Le condensateur se décharge dans une bobine b_2 de résistance non nulle, on obtient des oscillations libres et amorties.

2.2-La valeur de τ :

Graphiquement (courbe (b)) on trouve : $\tau = 0,5 \text{ ms}$



Détermination de R :

$$\tau = RC \Rightarrow R = \frac{\tau}{C}$$

A.N : $R = \frac{0,5 \times 10^{-3}}{0,5 \cdot 10^{-6}} = 10^3 \Omega \Rightarrow R = 1 \text{ k}\Omega$

2.3-Le cas de l'expérience (3) :

a- Le nom du régime d'oscillation :

Régime pseudopériodique

b-Explication de l'allure de la courbe de point de vue énergétique :

L'énergie totale du circuit décroît en fonction du temps et les oscillations sont amorties à cause de la perte de l'énergie par effet joule au niveau de la résistance de la bobine b_2 .

c-La valeur de la pseudo-période :

Graphiquement (voir figure (a)) on trouve : $T = \frac{6 \text{ ms}}{3} = 2 \text{ ms}$

3-Le cas de l'expérience (2) :

3.1-La valeur de la période propre T_0 :

Voir courbe (c) : $T_0 = 4 \text{ ms}$

3.2-La valeur de L_1 :

L'expression de la période propre :

$$T_0 = 2\pi\sqrt{L_1 \cdot C}$$

$$T_0^2 = 4\pi^2 L_1 \cdot C \Rightarrow L_1 = \frac{T_0^2}{4\pi^2 C}$$

On a : $T = T_0 = 4 \cdot 10^{-3} \text{ s}$

$$L_1 = \frac{(4 \times 10^{-3})^2}{4 \times \pi^2 \times 0,5 \cdot 10^{-6}} = 2,5 \cdot 10^{-6} \text{ F} \Rightarrow L_1 = 0,81 \text{ H}$$

3.3-L'équation différentielle :

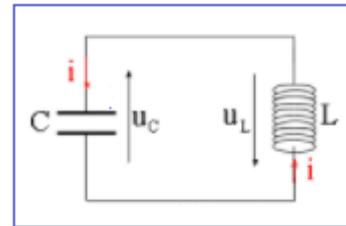
D'après la loi d'additivité des tensions : $u_C + u_{L_1} = 0$

$$L_1 \cdot \frac{di}{dt} + u_C = 0$$

$$u_C = \frac{q}{C} \Rightarrow q = C \cdot u_C \quad \text{et} \quad \frac{di}{dt} = \frac{d}{dt} \left(\frac{dq}{dt} \right) = \frac{d^2 q}{dt^2} \Rightarrow i = \frac{dq}{dt}$$

$$L_1 \cdot \frac{d^2 q}{dt^2} + \frac{1}{C} \cdot q = 0$$

$$\frac{d^2 q}{dt^2} + \frac{1}{L_1 \cdot C} \cdot q = 0$$



3.4-a- L'expression numérique de la charge : A

D'après la courbe (c) :

$$u_C(t) = E \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} \cdot t\right) = 6 \cos\left(\frac{2\pi}{4 \cdot 10^{-3}} \cdot t\right) = 6 \cos(500\pi t)$$

$$q(t) = C \cdot u_C(t) = 6 \times 0,5 \cdot 10^{-6} \cos(500\pi t) = 3 \cdot 10^{-6} \cos(500\pi t)$$

3.4-b- La valeur de I_{max} : D

$$i(t) = \frac{dq}{dt} = -3 \cdot 10^{-6} \times 500 \pi \sin(500\pi t) = -4,71 \cdot 10^{-3} \sin(500\pi t)$$

$$I_m = 4,71 \text{ mA}$$

3.5-Explication de la conservation de l'énergie totale du circuit :

La transformation d'énergie électrique en énergie magnétique et inversement se fait sans dissipation de l'énergie par effet joule. L'énergie totale du circuit se conserve (car la résistance est nulle).

3.6-La valeur de l'énergie totale du circuit :

L'énergie totale du circuit LC est égale à l'énergie initiale emmagasinée dans le condensateur.

$$\xi = E_e + E_m = \frac{1}{2} C \cdot E^2$$

$$\xi = \frac{1}{2} \times 0,5 \cdot 10^{-6} \times 6^2 = 9 \cdot 10^{-6} \text{ J}$$

3.7-la valeur de $|q|$:

$$\begin{cases} \xi = E_e + E_m \Rightarrow \xi = 2E_e = 2 \times \frac{1}{2C} \cdot q^2 = \frac{q^2}{C} \\ E_e = E_m \end{cases}$$

$$q^2 = \xi \cdot C$$

$$|q| = \sqrt{\xi \cdot C} \Rightarrow |q| = \sqrt{9 \cdot 10^{-6} \times 0,5 \cdot 10^{-6}} = 2,12 \cdot 10^{-6} \text{ C}$$

$$|q| = 2,12 \mu\text{C}$$