

## 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  |                  | $2\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)} + \text{Zn}_{(s)} \longrightarrow \text{H}_{2(g)} + \text{Zn}^{2+}_{(aq)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(l)}$ |                           |       |       |       |
|--------------------|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------|-------|-------|
| 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.

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

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

Le réactif limitant est celui utilisé par défaut, donc c'est  $\text{H}_3\text{O}^+$  et  $x_{\text{max}} = 10^{-2} \text{ mol}$

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

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

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

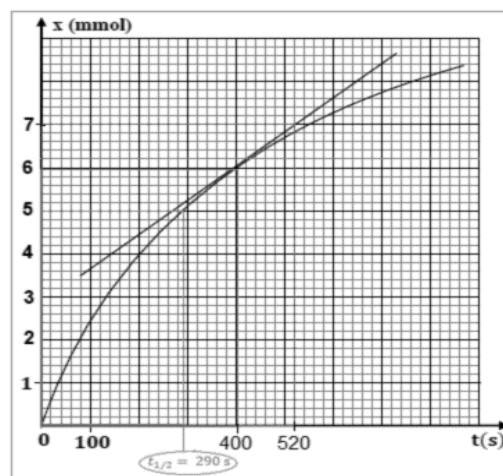
$$t_{1/2} = 290 \text{ s}$$

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

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

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

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



## 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 :

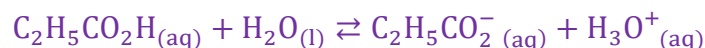
L'augmentation de la concentration initiale de l'un des réactifs.

### 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 $\tau$ :

Le tableau d'avancement :

| Equation de la réaction |            | $\text{C}_2\text{H}_5\text{CO}_2\text{H}_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_5\text{CO}_2^-_{(\text{aq})} + \text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$ |          |       |       |
|-------------------------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-------|-------|
| 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 :  $n_f(\text{H}_3\text{O}^+) = x_f \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}} = \frac{x_f}{V} \Rightarrow x_f = [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}} \cdot V$

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

L'expression de taux d'avancement final :  $\tau = \frac{x_f}{x_{\text{max}}} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}} \cdot V}{C \cdot V} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}}{C}$

$$\tau = \frac{10^{-\text{pH}}}{C}$$

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 :

$$n_f(\text{H}_3\text{O}^+) = n_f(\text{C}_2\text{H}_5\text{CO}_2^-) = x_f \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}} = [\text{C}_2\text{H}_5\text{CO}_2^-]_{\text{éq}} = \frac{x_f}{V}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}} = [\text{C}_2\text{H}_5\text{CO}_2^-]_{\text{éq}} = 10^{-\text{pH}}$$

$$n_f(\text{C}_2\text{H}_5\text{CO}_2\text{H}) = C \cdot V - x_{\text{éq}} \Rightarrow [\text{C}_2\text{H}_5\text{CO}_2\text{H}]_{\text{éq}} = \frac{C \cdot V - x_{\text{éq}}}{V} = C - \frac{x_f}{V}$$

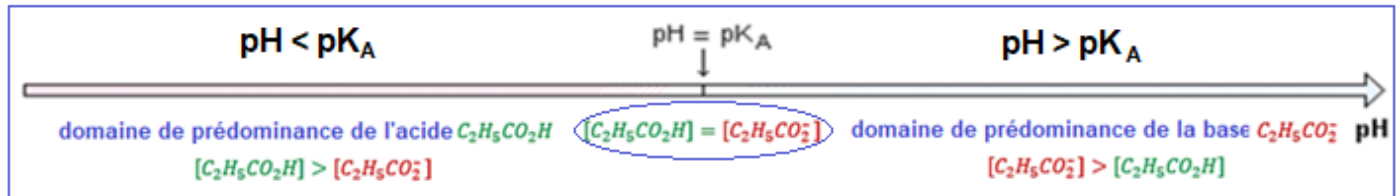
$$[C_3H_6O_3]_{\text{éq}} = C - 10^{-\text{pH}}$$

L'expression de la constante d'acidité :

$$K_{A_1} = \frac{[H_3O^+]_{\text{éq}} \cdot [C_2H_5CO_2^-]_{\text{éq}}}{[C_2H_5CO_2H]_{\text{éq}}} = \frac{[H_3O^+]_{\text{éq}}^2}{[C_2H_5CO_2H]_{\text{éq}}} = \frac{(10^{-\text{pH}})^2}{C - 10^{-\text{pH}}} \Rightarrow K_{A_1} = \frac{10^{-2\text{pH}}}{C - 10^{-\text{pH}}}$$

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

4-Le diagramme de prédominance :



5-1-L'équation de la réaction :



5-2-La proposition vraie : C

$$K = \frac{[C_2H_5CO_2^-]_{\text{éq}} \cdot [C_6H_5CO_2H]_{\text{éq}}}{[C_2H_5CO_2H]_{\text{éq}} \cdot [C_6H_5CO_2^-]_{\text{éq}}} \cdot \frac{[H_3O^+]_{\text{éq}}}{[H_3O^+]_{\text{éq}}}$$

$$K = \frac{[H_3O^+]_{\text{éq}} \cdot [C_2H_5CO_2^-]_{\text{éq}}}{[C_2H_5CO_2H]_{\text{éq}}} \cdot \frac{[C_6H_5CO_2H]_{\text{éq}}}{[H_3O^+]_{\text{éq}} \cdot [C_6H_5CO_2^-]_{\text{éq}}} = \frac{K_{A_1}}{K_{A_2}}$$

5-3-Calcul de  $K_{A_2}$  :

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

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 :

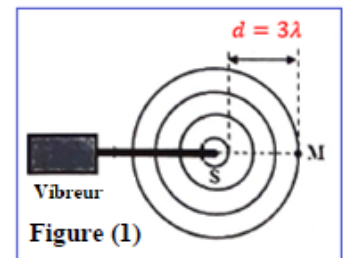
Une onde progressive est une série d'ébranlements identiques résultant d'une vibration entretenue de la source des ondes.

2.1-La valeur de  $\lambda$  : C

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

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



### 2.3-L'élongation $y_M(t)$ 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  $N'$  :  $v' = \lambda' \cdot N'$

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

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

|                                               |      |     |
|-----------------------------------------------|------|-----|
| Fréquence N (Hz)                              | 50   | 100 |
| La célérité de l'onde v (m. s <sup>-1</sup> ) | 0,25 | 0,3 |

### 4.1-Le nom du phénomène :

La largeur de l'ouverture a est inférieure à la longueur d'onde  $\lambda$  ( $a = 4,5 \text{ mm} < \lambda = 5 \text{ mm}$ ) 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 :  $^{99}_{42}\text{Mo} \rightarrow ^{99}_{43}\text{Tc}^* + \frac{A}{Z}\text{X}$

Loi de conservation de Soddy :

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

Type de désintégration : radioactivité  $\beta^-$ .



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

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

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

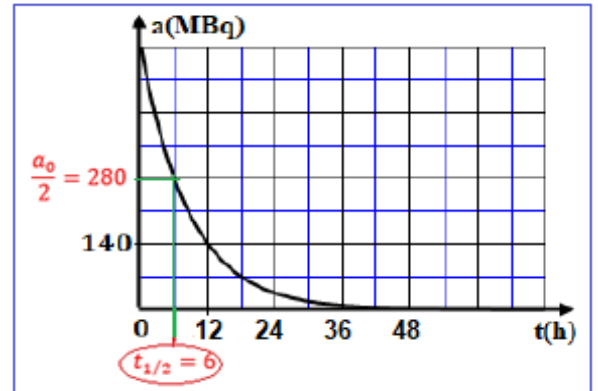
$$E_{\text{libéré}} = |\Delta E| = 1,352 \text{ MeV}$$

### 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 $\lambda$ : A

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

### 2.3-La valeur de N : A

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

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

### 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 :

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

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

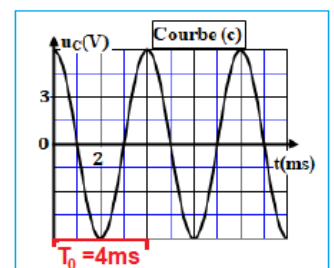
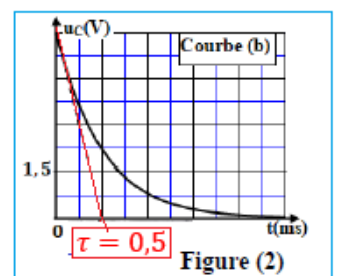
### 2-1-Association de chaque courbe à l'expérience qui lui correspond :

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 $\tau$ :

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 :

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

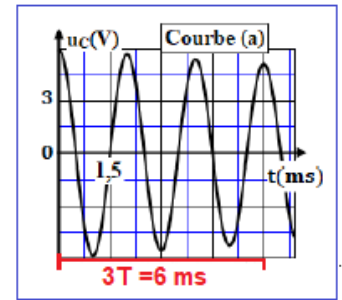
$$T_0^2 = 4\pi^2 L_1 \cdot C \Rightarrow L_1 = \frac{T_0^2}{4\pi^2 C}$$

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 :  $u_C + u_{L_1} = 0$

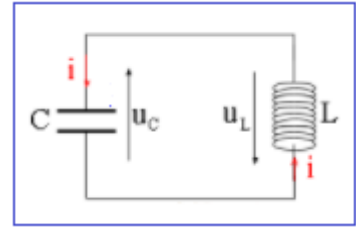


$$L_1 \cdot \frac{di}{dt} + u_C = 0$$

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

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

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



### 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 $|q|$ :

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

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

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

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