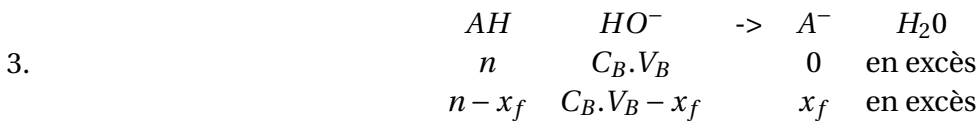


Exercice 1: Chimie (7 points)**Partie 1: vérification de la masse de l'acide propanoïque dans un médicament****Remarque :** n_A : quantité de matière de l'acide dans la solution (S) n : quantité de matière de l'acide dans la solution (S_A)

- L'équation modélisant la réaction du dosage : $C_2H_5COOH_{aq} + HO_{aq}^- \longrightarrow C_2H_5COO_{aq}^- + H_2O_l$
- Lors de la dilution, la quantité de matière se conserve $n = n_A$. La quantité de la soude ajoutée à l'équivalence pour neutraliser l'acide $n_{Be} = C_B \cdot V_{Be} = n_A = n$.
Le volume d'eau ajouté n'a pas d'influence sur le volume de la soude ajoutée à l'équivalence



$$\tau = \frac{x_f}{x_m}, \text{ d'après le tableau d'avancement : } \begin{cases} x_f = C_B \cdot V_B - n(HO^-) \\ x_m = C_B \cdot V_B \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} x_f = C_B \cdot V_B - [HO^-] \cdot (V_A + V_e + V_B) \\ x_m = C_B \cdot V_B \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} x_f = C_B \cdot V_B - K_e \cdot 10^{pH} \cdot (V_A + V_e + V_B) \\ x_m = C_B \cdot V_B \end{cases}$$

On trouve :

$$\tau = 1 - \frac{K_e \cdot 10^{pH}}{C_B} \left(\frac{V_A + V_e}{V_B} + 1 \right)$$

A.N : pour un volume ajouté $V_B = V_{B1} = 3,9 \text{ mL}$; $pH = pH_1 = 4,86$ on obtient : $\tau = \tau_1 = 0,99$

$$4. \begin{cases} [C_2H_5COOH] = \frac{n-x}{V_A + V_e + V_B} \\ [C_2H_5COO^-] = \frac{x}{V_A + V_e + V_B} \end{cases}$$

Après l'ajout du volume V_{B1} l'avancement $x = x_1 = x_m \cdot \tau_1 = C_B \cdot V_{B1} \cdot \tau_1$ et à partir de la relation à l'équivalence $n = n_{Be} = C_B \cdot V_{Be}$. Les expressions des concentrations deviennent

$$\begin{cases} [C_2H_5COOH] = \frac{C_B \cdot V_{Be} - C_B \cdot V_{B1} \cdot \tau_1}{V_A + V_e + V_{B1}} \\ [C_2H_5COO^-] = \frac{C_B \cdot V_{B1} \cdot \tau_1}{V_A + V_e + V_{B1}} \end{cases}$$

$$\begin{cases} [C_2H_5COOH] = 1,23 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L} \\ [C_2H_5COO^-] = 1,20 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L} \end{cases}$$

L'expression de pK_A : $pK_A = pH_1 + \log\left(\frac{[C_2H_5COOH]}{[C_2H_5COO^-]}\right)$ A.N : $pK_A = 4,8$

- A l'équivalence l'acide est totalement consommé par la soude, les espèces restantes sont l'eau et la base conjuguée de l'acide propanoïque qui impose la basicité du milieu.
- le pH de la solution S :

Il s'agit d'une solution aqueuse de l'acide propanoïque $K_A = \frac{[C_2H_5COO^-] \cdot [H_3O^+]}{[C_2H_5COOH]}$, D'après le ta-

$$\text{bleau d'avancement } \begin{cases} [C_2H_5COOH] = C - [H_3O^+] \\ [C_2H_5COO^-] = [H_3O^+] \end{cases}$$

 $K_A = \frac{[H_3O^+]^2}{C - [H_3O^+]}$, après résolution d'une équation du second degré on obtient :

$$pH = -\log \frac{-K_A + \sqrt{K_A^2 + 4 \cdot K_A \cdot C}}{2}$$

$$\text{A.N : } n = C \cdot V_A = C_B \cdot V_{Be} \Rightarrow C = 0,0156 \text{ mol/L} \Rightarrow \text{pH} = 3,31$$

7. La masse de l'acide propanoïque dans un volume $V = 40 \text{ mL}$: $m_A = C_A \cdot V \cdot M(\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH})$, on cherche C_A

A l'équivalence $n = n_{Be} = C_B \cdot V_{Be}$ (relation d'équivalence)

La concentration C_A de la solution S_A : $n_A = n \Leftrightarrow C_A = \frac{C_B \cdot V_{Be}}{V_A}$ (Dilution)

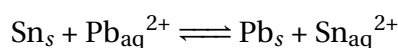
Ce qui donne :

$$m_A = \frac{C_B \cdot V_{Be}}{V_A} \cdot V \cdot M(\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH})$$

$$\text{A.N : } m_A = 0,0461 \text{ g} = 46,1 \text{ mg}$$

Partie2: Etude de la pile plomb-étain

1. La courbe présente une évolution de la concentration des ions d'étain, il s'agit alors d'un produit de la réaction. Le système évolue alors dans le sens 2



2. La réaction qui se produit à l'anode est l'oxydation de l'étain : $\text{Sn}_s \rightleftharpoons \text{Sn}_{\text{aq}}^{2+} + 2e^-$

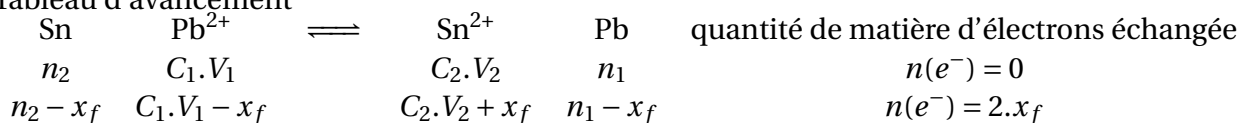
3. Schéma conventionnelle de la pile :

WWW.CoursdusoirPC.com



4. Les ions chlorure migrent vers l'électrode où il se produit l'oxydation.

5. Tableau d'avancement



5.1. La concentration des ions étain : $[\text{Sn}^{2+}] = \frac{C_2 \cdot V_2 + x}{V_2}$

La quantité d'électrons échangée $n(e^-) \cdot F = 2 \cdot x \cdot F = I \cdot \Delta t \Leftrightarrow x_f = \frac{I \cdot t}{2 \cdot F}$

On trouve :

$$[\text{Sn}^{2+}] = C_2 + \frac{I \cdot t}{2 \cdot F \cdot V_2}$$

5.2. On sait que $K = \frac{[\text{Pb}^{2+}]}{[\text{Sn}^{2+}]}$ et d'après le tableau d'avancement : $\left\{ \begin{array}{l} [\text{Sn}^{2+}] = C_2 + \frac{I \cdot \Delta t}{2 \cdot F \cdot V_2} \\ [\text{Pb}^{2+}] = C_2 - \frac{I \cdot \Delta t}{2 \cdot F \cdot V_2} \end{array} \right.$

On obtient :

$$K = \frac{2 \cdot C_2 \cdot 2 \cdot F \cdot V_2 - I \cdot \Delta t}{2 \cdot C_2 \cdot 2 \cdot F \cdot V_2 + I \cdot \Delta t}$$

$$\text{A.N : } C_2 = 20 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}; \Delta t = 2,5 \cdot 10^3 \text{ s} \Rightarrow K = 0,46$$

Exercice2: Propagation d'une onde mécanique à la surface de l'eau

1. le point M commence la vibration à $t_M = 7,5 \text{ s}$, donc $\tau_{SM} = t_M - t_S = 7,5 - 0 = 7,5 \text{ s}$

La vitesse de propagation dans le milieu 1 : $v_1 = \sqrt{g \cdot H_1} = \frac{SM}{\tau_{SM}} = \frac{L_1}{\tau_{SM}}$

$$H_1 = \frac{1}{g} \cdot \left(\frac{L_1}{\tau_{SM}} \right)^2$$

$$\text{A.N : } H_1 = 1,6 \text{ m}$$

2. La vitesse de propagation dans le milieu 2 : $v_2 = \sqrt{g \cdot H_2} = \frac{MN}{\tau_{MN}} = \frac{L_2}{\tau_{MN}} \Rightarrow H_2 = \frac{1}{g} \cdot \left(\frac{L_2}{\tau_{MN}}\right)^2$

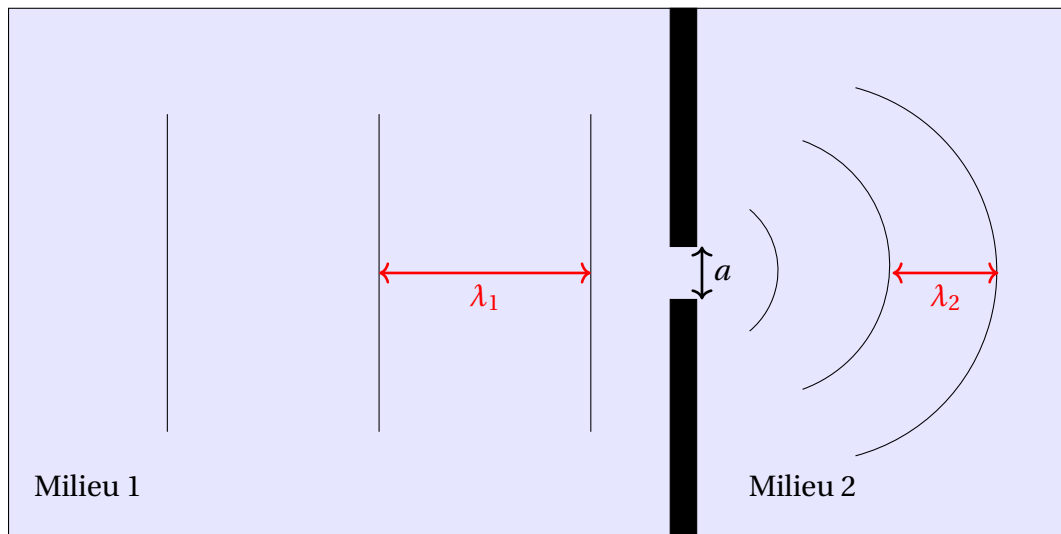
$$\text{avec } \begin{cases} \tau_{MN} = t_N - t_M \\ L_2 = L - L_1 \end{cases}$$

$$H_2 = \frac{1}{g} \cdot \left(\frac{L-L_1}{t_N-t_M}\right)^2$$

A.N : $H_2 = 0,4m$

3. $\lambda = v \cdot T = T \cdot \sqrt{g \cdot H} \Rightarrow \begin{cases} \lambda_1 = T \cdot \sqrt{g \cdot H_1} = \\ \lambda_2 = T \cdot \sqrt{g \cdot H_2} \end{cases}$ **A.N :** $T = 5s, \begin{cases} \lambda_1 = 20m \\ \lambda_2 = 10m \end{cases}$

4. 4.1. Le phénomène qui se produit : La diffraction



Exercice3: Électricité (5 points)

Partiel: Le condensateur réel

1. Charge d'un condensateur réel

1.1. D'après la loi des noeuds : $i = i_1 + i_2$, avec $\begin{cases} U_c = R_d \cdot i_1 \Leftrightarrow i_1 = \frac{U_c}{R_d} \\ i_2 = C \cdot \frac{dU_c}{dt} \end{cases}$

$$i = \frac{U_c}{R_d} + C \cdot \frac{dU_c}{dt}$$

1.2. D'après la loi d'additivité des tensions : $U_c + U_R = E \Leftrightarrow U_c + R \cdot i = E$

$$\Leftrightarrow U_c + R \cdot \left(\frac{U_c}{R_d} + C \cdot \frac{dU_c}{dt}\right) = E$$

$$\Leftrightarrow \left(\frac{R_d+R}{R_d}\right) \cdot U_c + RC \cdot \frac{dU_c}{dt} = E$$

Divisant par RC on trouve :

$$\frac{dU_c}{dt} + \frac{U_c}{\tau} = A \quad \text{avec } \begin{cases} \tau = \frac{R \cdot R_d \cdot C}{R+R_d} \\ A = \frac{E}{R \cdot C} \end{cases}$$

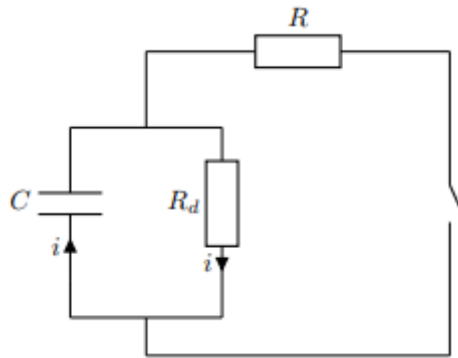
1.3. Au régime permanent : $U_c(\infty) = U_{cmax}$ et $\left(\frac{dU_c}{dt}\right)_\infty = 0 \Rightarrow U_{cmax} = A \cdot \tau$

$$U_{cmax} = \left(\frac{R_d}{R_d+R}\right) \cdot E$$

$$R_d < R_d + R \Leftrightarrow \frac{R_d}{R_d+R} < 1 \Leftrightarrow U_{cmax} < E$$

$$1.4. R_d \gg R \Rightarrow \begin{cases} \tau = R.C \\ U_{cmax} = E \end{cases} \quad \text{A.N} \begin{cases} R = 500\Omega \\ E = 12V \end{cases}$$

2. Décharge du condensateur réel dans le cas où $R_d \gg R$



2.1. Lorsque l'interrupteur est ouvert implique que le courant ne traverse plus le conducteur ohmique de résistance R , le circuit fermé est celui qui contient le condensateur et la résistance de fuite R_d . Son équation différentielle est celle d'un circuit (RC) en série s'écrit sous la forme :

$$\frac{dq}{dt} + \frac{q}{R_d.C} = 0$$

2.2. La solution s'écrit : $q(t) = \beta \cdot \exp(-\lambda \cdot t)$, sachant que $\beta = q(0) = C \cdot U_{cmax}$ et $\lambda = \frac{1}{R_d.C}$

2.2.1. On cherche la valeur de R_d :

$$q(t) = C \cdot U_c(t) = C \cdot U_{cmax} \cdot \exp(-\lambda \cdot t) \Rightarrow \ln \frac{U_{cmax}}{U_c(t)} = \lambda \cdot t$$

$$R_d = \frac{t}{C \cdot \ln \frac{U_{cmax}}{U_c(t)}}$$

A.N : à $t = t_1 = 12 \text{ min}$, $U_c(t_1) = U_1 = 10V$. on trouve : $R_d = 8.10^8 \Omega$

$$2.2.2. \begin{cases} E_J = E_0 - E_c(t_1) = E_0 - \frac{1}{2} \cdot C \cdot U_1^2 \\ E_0 = \frac{1}{2} \cdot C \cdot U_{cmax}^2 \end{cases} \Rightarrow p = 1 - \left(\frac{U_1}{U_{cmax}} \right)^2$$

A.N : $p = 0,305$

WWW.CoursduSoirPC.com

Partie2: Réception d'une onde modulée en amplitude

1. Z,W,Y,X

2. d

3. pour recevoir l'onde de fréquence il faut que $F_0 = F_p \Leftrightarrow \frac{1}{C_e} = 4 \cdot \pi^2 \cdot L \cdot F_p^2$

$$\text{Les condensateurs en série : } \frac{1}{C_e} = \frac{1}{C} + \frac{1}{C_1} \Leftrightarrow \frac{1}{C_1} = 4 \cdot \pi^2 \cdot L \cdot F_p^2 - \frac{1}{C}$$

Donc

$$C_1 = \frac{1}{4 \cdot \pi^2 \cdot L \cdot F_p^2 - \frac{1}{C}}$$

A.N : $C_1 = 5,563 \cdot 10^{-10} F = 556,3 pF$

4. la condition pour avoir une bonne détection de crêtes : $T_p \ll \tau < T_s \Leftrightarrow \frac{1}{C \cdot F_p} \ll R < \frac{1}{C \cdot F_s}$

$$108,69\Omega \ll R < 50000\Omega = 50K\Omega$$

celui qui convient de résistance $47K\Omega$

Exercice4: Mécanique (5,25 points)

Partie1: Mouvement d'un projectile dans un champ de pesanteur uniforme

- Système étudié Projectile de masse m
 - Bilan de forces : Le poids \vec{P}
 - L'étude dans le référentiel terrestre supposé galiléen

On applique la deuxième loi de Newton : $\vec{P} = m \cdot \vec{g} = m \cdot \vec{a} \Leftrightarrow \vec{a} = \vec{g}$

Projection à la fois sur les deux axes :

$$\vec{a} = \begin{cases} a_x = 0 \\ a_z = -g \end{cases} \Rightarrow \vec{V} = \begin{cases} V_x = V_0 \cdot \cos(\alpha) \\ V_z = -g \cdot t + V_0 \cdot \sin(\alpha) \end{cases}$$

$$2. \text{ La norme de } V : V = \sqrt{V_x^2 + V_z^2} = \sqrt{(V_0 \cdot \cos(\alpha))^2 + (-g \cdot t + V_0 \cdot \sin(\alpha))^2}$$

- Exploitation de la courbe :

- à $t = 0$, $V_0 = 23 \text{ m/s}$

-

$$V^2 = (V_0 \cdot \cos(\alpha))^2 + (-g \cdot t + V_0 \cdot \sin(\alpha))^2$$

$$\frac{dV^2}{dt} = 2 \cdot V \cdot \frac{dV}{dt} = -2 \cdot g \cdot (-g \cdot t + V_0 \cdot \sin(\alpha)) = -2 \cdot g \cdot V_z$$

au minimum $V = V_{min}$ et $(\frac{dV}{dt})_{min} = 0 \Rightarrow V_{zmin} = 0$

On déduit que $V_{min} = V_{xmin} \Rightarrow V_{0x} = V_{min}$ A.N : $V_{0x} = 20 \text{ m/s}$

D'autre part $V_0 = \sqrt{V_{0x}^2 + V_{0z}^2} \Rightarrow V_{0z} = \sqrt{V_0^2 - V_{0x}^2}$ A.N : $V_{0z} = 11,35 \text{ m/s}$

- $V_{0x} = V_0 \cdot \cos(\alpha) \Rightarrow \cos(\alpha) = \frac{V_{0x}}{V_0}$ A.N : $\alpha = 29,59^\circ \approx 30^\circ$

- Equation horaire $z = f(t) \Rightarrow z = -\frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 + V_0 \cdot \sin(\alpha) \cdot t + h$

- On cherche les deux instans de passage par M_1 et N_1

$$\frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 - V_0 \cdot \sin(\alpha) \cdot t + z_1 - h = 0$$

On trouve deux solutions $\left\{ \begin{array}{l} t_{N_1} = \frac{V_0 \cdot \sin(\alpha) + \sqrt{(V_0 \cdot \sin(\alpha))^2 + 2 \cdot g \cdot (h - z_1)}}{g} \\ t_{M_1} = \frac{V_0 \cdot \sin(\alpha) - \sqrt{(V_0 \cdot \sin(\alpha))^2 + 2 \cdot g \cdot (h - z_1)}}{g} \end{array} \right.$

$$\Delta t_1 = t_{N_1} - t_{M_1} = \frac{2 \cdot \sqrt{(V_0 \cdot \sin(\alpha))^2 + 2 \cdot g \cdot (h - z_1)}}{g}$$

- De même $\Delta t_2 = t_{N_2} - t_{M_2} = \frac{2 \cdot \sqrt{(V_0 \cdot \sin(\alpha))^2 + 2 \cdot g \cdot (h - z_2)}}{g}$

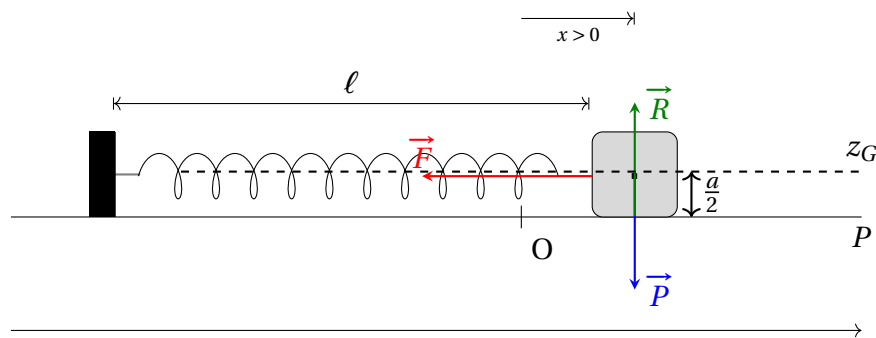
$$\Delta t_1^2 - \Delta t_2^2 = \frac{8 \cdot (z_2 - z_1)}{g}$$

$$H = \frac{g}{8} \cdot (\Delta t_1^2 - \Delta t_2^2)$$

A.N : La valeur de $g : g = 9,8 \text{ m/s}^2$

WWW.CoursduSoirPC.com

Partie2: Mouvement d'un pendule élastique



1. $E_{pe} = \frac{1}{2}.k.x^2 + C$, à la position d'équilibre $E_{pe}(0) = 0 \Rightarrow C = 0 \Rightarrow E_{pe} = \frac{1}{2}.k.x^2$
 $E_{pp} = m.g.z_G + C$, au niveau du plan (P) $E_{pp}(z_{ref}) = 0 \Rightarrow C = -m.g.z_{ref}$
 $\Rightarrow E_{pp} = m.g.(z_G - z_{ref}) = \frac{1}{2}.m.g.a$
 L'énergie potentielle totale :

$$E_p(t) = \frac{1}{2}.k.x(t)^2 + \frac{1}{2}.m.g.a$$

2. en remplaçant $x(t)$ on trouve $E_p = \frac{1}{2}.k.X_m^2.\cos(\frac{2\pi}{T_0}.t + \phi)^2 + \frac{1}{2}.m.g.a$
 sachant que $-X_m \leq x \leq X_m \Rightarrow 0 \leq x^2 \leq X_m^2 \Rightarrow \frac{1}{2}.m.g.a \leq E_p \leq \frac{1}{2}.k.X_m^2 + \frac{1}{2}.m.g.a$
 On écrit : $E_p = (E_{pmax} - E_{pmin}).\cos(\frac{2\pi}{2.T}.t + \phi)^2 + E_{pmin}$, ainsi $T_0 = 2.T$

$$\text{Graphiquement : } \begin{cases} E_{pmax} = 8.10^{-3} \text{ J} \\ E_{pmin} = 2.10^{-3} \text{ J} \\ T = 0,25 \text{ s} \end{cases}$$

On obtient :

$$E_p = 6.10^{-3}.\cos(4.t + \phi)^2 + 2.10^{-3}$$

3. $E_{pmin} = \frac{1}{2}.m.g.a \Rightarrow m = \frac{2E_{pmin}}{g.a}$ **A.N :** $m = 0,02 \text{ Kg} = 20 \text{ g}$

$$T_0 = 2.\pi.\sqrt{\frac{m}{k}} = 2.T \Rightarrow k = \frac{\pi^2.m}{T^2}$$
 A.N : $k = 3,2 \text{ N/m}$

$$E_p(0) = 6.10^{-3}.\cos(\phi)^2 + 2.10^{-3} = 5.10^{-3} \Rightarrow \frac{1+\cos(2.\phi)}{2} = 0,5 \Rightarrow \phi = \frac{\pi}{4} \text{ ou } \phi = -\frac{\pi}{4}$$

Le signe de ϕ : $(\frac{dE_p}{dt})_0 = -12.10^{-3}.\cos(\phi).\sin(\phi) < 0$, or $\cos(\phi) > 0$ pour les deux valeurs $\Rightarrow \sin(\phi) > 0 \Rightarrow \phi = \frac{\pi}{4}$

4. En absence des frottements, l'énergie mécanique reste conservée $E_m = E_c + E_p = E_{pmax} \Rightarrow \frac{1}{2}.m.V^2 = E_{pmax} - E_p$

$$V = \sqrt{\frac{2.(E_{pmax} - E_p)}{m}}$$

A.N : à $t = 0,25 \text{ s}$, $E_p = 5.10^{-3} \text{ J} \Rightarrow V = 0,54 \text{ m/s}$

Fin

WWW.CoursduSoirPC.com