Exercice 1

Partie I : Chromage d'une plaque d'acier par électrolyse.

1. L'électrode qui joue le rôle de la cathode :

Au voisinage de la plaque d'acier on observe un dépôt de chrome Cr donc :

$$Cr^{3+}_{(aq)} + 3e^- \rightleftarrows Cr_{(s)} \ (Réduction)$$

Alors plaque en acier joue le rôle de la cathode.

2.

2.1. L'équation de la réaction au niveau de l'électrode de graphite :

A. $2H_2O_{(l)} \rightleftarrows O_{2(g)} + 4H^+_{(aq)} + 4e^- \ (Oxydation)$

2.2. L'équation de la réaction au niveau de la plaque d'acier :

B. $Cr^{3+}_{(aq)} + 3e^- \rightleftarrows Cr_{(s)} \ (Réduction)$

3. La masse de chrome déposée sur la plaque d'acier :

On a $Q = n(e).F = I.\Delta t \Rightarrow n(e) = \dfrac{I.\Delta t}{F}$ ❶

Tableau d'avancement a côté de la plaque d'acier				
Equ de la réaction		$Cr^{3+}_{(aq)}$ +	$3e^-$ $\rightleftarrows$	$Cr_{(s)}$
états	avan	Quantité de matière (en mol)		
initial	0	$n_i(Cr^{3+})$	0	0
Après Δt	x	$n_i(Cr^{3+}) - x$	$3x$	x

D'après le tableau d'avancement : $n(e) = 3x$ ❷

D'après ❶ et ❷ : $3x = \dfrac{I.\Delta t}{F}$ donc $x = \dfrac{I.\Delta t}{3F}$

D'après le tableau d'avancement la quantité de matière de chrome déposée :

$n_{déposée} = \Delta n = x - 0 \Rightarrow n_{déposée} = x$

D'ou la masse de Cr déposée :

$$n_{déposée} = \frac{m_{déposée}}{M(Cr)} \Rightarrow m_{déposée} = n_{déposée} \times M(Cr)$$

$$m_{déposée} = x \times M(Cr)$$

Donc $$m_{déposée} = \frac{I.\Delta t}{3F} \times M(Cr)$$

A.N : $$m_{déposée} = \frac{2\times 2\times 3600}{3\times 96500} \times 52$$

$$m_{déposée} = 2,58g$$

Partie II : Etude de quelques propriétés d'une solution aqueuse d'acide propénoïque.

1. Solution aqueuse d'acide propénoïque :

1.1. L'équation de la réaction entre l'acide propénoïque et l'eau :

$$C_2H_5COOH_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftarrows C_2H_5COO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$$

1.2. Le taux d'avancement final :

On a : $\tau = \dfrac{x_f}{x_{max}}$

Equ de la réact		AH +	H_2O $\rightleftarrows$	A^- +	H_3O^+
états	avan	Quantité de matière (en mol)			
initial	0	$C_a.V$	En excès	0	0
Interm	x	$C_a.V - x$	En excès	x	x
Final	x_m	$C_a.V - x_m$	En excès	x_m	x_m

Puisque $H_2O_{(l)}$ est en excès donc $C_2H_5COOH_{(aq)}$ est le réactif limitant donc :

$C_a.V - x_{max} = 0 \Rightarrow x_{max} = C_a.V$

On sait que $x_f = [H_3O^+].V$ et $[H_3O^+] = 10^{-pH}$

Donc $x_f = 10^{-pH}.V$

Alors $$\tau = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{10^{-pH}.V}{C_a.V} = \frac{10^{-pH}}{C_a}$$

A.N : $\tau = \dfrac{5.10^{-2}}{10^{-3,1}} \Rightarrow \tau = 0,015 = 1,5\%$

Puisque $\tau = 0,015 < 1$ donc la réaction est limitée.

1.3. Le quotient de réaction à l'équilibre :

On a

$$Q_{r'éq} = \frac{[C_2H_5COO^-]_{éq}.[H_3O^+]_{éq}}{[C_2H_5COOH]_{éq}}$$

D'après le tableau d'avancement :

$$\begin{cases} [C_2H_5COO^-]_{éq} = [H_3O^+]_{éq} = \dfrac{x_{éq}}{V} \\ [H_3O^+]_{éq} = \dfrac{C_a.V - x_{éq}}{V} = C_a - = C_a - x_{éq} \end{cases}$$

Donc $$Q_{r'éq} = \frac{[H_3O^+]^2_{éq}}{C_a - [H_3O^+]_{éq}}$$

On a $[H_3O^+]_{éq} = 10^{-pH} = 10^{-3,1}$

$[H_3O^+]_{éq} = 7,94.10^{-4} mol.L^{-1}$

A.N : $$Q_{r'éq} = \frac{(7,94.10^{-4})^2}{5.10^{-2} - 7,94.10^{-4}}$$

$$Q_{r'éq} = 1,28.10^{-5}$$

1.4. La valeur de pK_A :

On a $pK_A = -\log(K_A)$ et $K_A = Q_{r,éq}$

donc $pK_A = -\log(Q_{r,éq}) = -\log(1,28.10^{-5})$

$$pK_A = 4,89$$

2. Dosage d'une solution aqueuse d'acide propénoïque :

2.1. L'équation de la réaction du dosage :

$$C_2H_5COOH_{(aq)} + HO^-_{(aq)} \rightarrow C_2H_5COO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$$

2.2. Le volume V_{bE} de la solution versé à l'équilibre :

Graphiquement : $V_{bE} = 20mL$

2.3. La Valeur de la concentration C_a :

À l'équivalence on a : $C_a.V_a = C_b.V_{bE}$

donc $C_a = \dfrac{C_b.V_{bE}}{V_a} = \dfrac{5.10^{-2} \times 20.10^{-3}}{20.10^{-3}}$

$C_a = 5.10^{-2} mol.L^{-1}$

2.4. La masse d'acide propénoïque pur dissout dans un litre :

On a : $C_0 = 10C_a$

$$\text{et} \begin{cases} n_0 = \dfrac{m_0}{M} \Rightarrow m_0 = n_0.M \\ C_0 = \dfrac{n_0}{V} \Rightarrow n_0 = C_0.V \end{cases} \Rightarrow m_0 = C_0.V.M$$

donc $m_0 = 10C_a.V.M$

A.N : $m_0 = 10 \times 5.10^{-2} \times 1 \times 74$

$m_0 = 37g$

2.5. Le pourcentage de la forme acide du couple $C_2H_5COOH_{(aq)} / C_2H_5COO^-_{(aq)}$ dans le mélange :

On a :

$$\alpha(C_2H_5COOH) = \frac{[C_2H_5COOH]}{[C_2H_5COOH] + [C_2H_5COO^-]} = \frac{1}{1 + \dfrac{[C_2H_5COO^-_{(aq)}]}{[C_2H_5COOH_{(aq)}]}} = \frac{1}{1 + 10^{pH - pK_A}}$$

Pour un volume $V_b = 5mL$

Graphiquement on trouve : $pH = 4,4$

A.N : $\alpha(C_2H_5COOH) = \dfrac{1}{1 + 10^{4,4-4,89}}$

$\alpha(C_2H_5COOH) = 0,75 = 75\%$

Exercice ❷

▪ Partie I : Propagation des ondes sonores dans l'air.

1.

1.1. L'onde sonore est une onde transversale : faux.

L'onde sonore ne se propage pas dans le vide : vrai.

2. La durée Δt :

Graphiquement : $\Delta t = 5 \times 0,5ms = 2,5ms$

3. La célérité des ondes sonores dans l'air :

On a : $v = \dfrac{L}{\Delta t} = \dfrac{85.10^{-2}}{2,5.10^{-3}} \Rightarrow v = 340 m.s^{-1}$

▪ Partie II : Désintégration de l'iode 131.

1. L'équation de désintégration de l'iode 131 :

$${}^{131}_{53}I \rightarrow {}^{A}_{Z}X + {}^{0}_{-1}e$$

D'aprés les lois de soddy :

$$\begin{cases} 131 = A + 0 \Rightarrow A = 131 \\ 53 = Z - 1 \Rightarrow Z = 54 \end{cases} \Rightarrow {}^{131}_{54}X$$

D'après le tableau le noya produit au cour de cette désintégration est Xénon ${}^{131}_{54}Xe$

Donc ${}^{131}_{53}I \rightarrow {}^{131}_{54}Xe + {}^{0}_{-1}e$

2. L'énergie libérée $|\Delta E|$:

On a :

$$\Delta E = \Delta m.c^2 = \left[m({}^{131}_{54}Xe) + m({}^{0}_{-1}e) - m({}^{131}_{53}I)\right].c^2$$

$$= \left[130.905082 + 5,48580.10^{-4} - 130,906125\right].c^2$$

$$= -4,9442.10^{-4} u.c^2$$

$$= -4,9442.10^{-4} \times 931,5 MeV.c^{-2}.c^2$$

$$\Delta E = -0,46055223 MeV$$

Donc $|\Delta E| = |-0,46055223 MeV|$

$|\Delta E| = 0,46055223 MeV$

3.

3.1. La demi-vie $t_{1/2}$:

Graphiquement $t_{1/2} = 8 jours$

3.2. Le nombre N_0 de noyaux d'iode presents à la date $t = 0$:

On a $a_0 = \lambda.N_0$ donc $N_0 = \dfrac{a_0}{\lambda}$

d'où $\lambda = \dfrac{\ln(2)}{t_{1/2}}$

Donc $N_0 = \dfrac{t_{1/2}}{\ln(2)}.a_0$

A.N : $N_0 = \dfrac{\ln(2)}{8 \times 24 \times 3600} \times 4.10^6$

$N_0 = 3,99.10^{12}$

3.3. L'instant t_1 où 95% des noyaux d'iode se sont désintégrés :

D'après loi de décroissance radioactive :

$$N = N_0 e^{-\lambda.t}$$

À l'instant t_1 : $N_1 = N_0 e^{-\lambda.t_1}$

Puisque 95% des noyaux d'iode se sont désintégrés donc 5% des noyaux d'iode restants.

Alors $N_1 = \frac{5}{100} N_0 = 0{,}05 N_0$

$$0{,}05 N_0 = N_0 e^{-\lambda.t_1}$$

$$0{,}05 = e^{-\lambda.t_1}$$

$$\ln(0{,}05) = -\lambda.t_1$$

$$t_1 = \frac{\ln(0{,}05)}{-\lambda}$$

On sait que $\lambda = \frac{\ln(2)}{t_{1/2}}$ *donc* $t_1 = -\frac{t_{1/2}}{\ln(2)}.\ln(0{,}05)$

A.N : $t_1 = -\frac{8}{\ln(2)}.\ln(0{,}05)$

$$t_1 = 34{,}57\,jours$$

Exercice ❸

1. *Réponse d'un dipôle RC à un échelon de tension.*

1.1. *L'équation différentielle vérifiée par la tension* u_C :

D'après la loi d'additivité des tensions on a :

$$u_R + u_C = E$$

D'après la loi d'ohm : $u_R = R.i$

$$R.i + u_C = E$$

D'où $\begin{cases} i = \frac{dq}{dt} \\ q = C.u_C \end{cases} \Rightarrow i = C.\frac{du_C}{dt}$

$$RC.\frac{du_C}{dt} + u_C = E$$

Donc $\frac{du_C}{dt} + \frac{1}{RC}.u_C = \frac{E}{RC}$

1.2.

1.2.1. *L'expression de l'intensité du courant* $i(t)$:

On a : $i = C.\frac{du_C}{dt}$ ❶

On sait que : $u_C = E(1 - e^{-\frac{1}{RC}t}) = E - Ee^{-\frac{1}{RC}t}$

Donc $\frac{du_C}{dt} = \frac{d(E - Ee^{-\frac{1}{RC}t})}{dt} = 0 - (-\frac{1}{RC}Ee^{-\frac{1}{RC}t})$

$$\frac{du_C}{dt} = \frac{1}{RC}Ee^{-\frac{1}{RC}t}$$

En remplaçant ❷ *dans* ❶ *on obtient :*

$$i = C.\frac{1}{RC}Ee^{-\frac{1}{RC}t}$$

$$i = \frac{E}{R}e^{-\frac{1}{RC}t}$$

1.2.2. *La valeur de R :*

On a : $i = \frac{E}{R}e^{-\frac{1}{RC}t}$

À l'instant $t = 0$: $i(0) = \frac{E}{R}e^{-\frac{1}{RC}\times 0} = \frac{E}{R}$

Donc $R = \frac{E}{i(0)}$

Graphiquement $E = 12V$

et $i(0) = 12mA = 12.10^{-3}A$

A.N : $R = \frac{12}{12.10^{-3}}$ *donc* $R = 10^3\Omega$

1.2.3. *La capacité C du condensateur :*

On a : $\tau = RC$ *donc* $C = \frac{\tau}{R}$

Graphiquement $\tau = 50ms = 50.10^{-3}s$

A.N : $C = \frac{50.10^{-3}}{10^3} = 50.10^{-6}F$ *donc* $C = 50\mu F$

2. *Oscillations libres dans un circuit RLC série :*

2.1. *Premier cas :*

2.1.1. *L'équation différentielle vérifiée par la tension* u_C :

D'après la loi d'additivité des tensions on a :

$$u_L + u_C = 0$$

On sait que : $u_L = L.\frac{di}{dt}$

$$L.\frac{di}{dt} + u_C = 0 \quad ❶$$

D'où $i = C.\frac{du_C}{dt}$ *donc* $\frac{di}{dt} = C.\frac{d^2u_C}{dt^2}$ ❷

En remplaçant ❷ *dans* ❶ *on obtient :*

$$LC.\frac{d^2u_C}{dt^2} + u_C = 0$$

Finalement : $\frac{d^2u_C}{dt^2} + \frac{1}{LC.}u_C = 0$ ❸

2.1.2. *La courbe qui représente l'évolution de la tension* u_C :

La courbe (C_1) *représente l'évolution de la tension* u_C *car :*

- *Régime périodique (la résistance est négligeable).*
- $u_C(0) = 12V$ *(le condensateur initialement chargé* $u_C(0) = E = 12V$ *)*

2.1.3.

a. *L'expression de T_0 :*

On a : $u_C = U_0\cos(\frac{2\pi}{T_0}t)$

Donc $$\frac{du_C}{dt} = -\frac{2\pi}{T_0}U_0\sin(\frac{2\pi}{T_0}t)$$

$$\frac{d^2u_C}{dt^2} = -\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2 U_0\cos(\frac{2\pi}{T_0}t)$$

$$\frac{d^2u_C}{dt^2} = -\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2 .u_C \quad ❹ \quad car\ u_C = U_0\cos(\frac{2\pi}{T_0}t)$$

En remplaçant ❹ dans ❸ on obtient :

$$-\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2 .u_C + \frac{1}{LC}u_C = 0$$

$$\left[-\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2 + \frac{1}{LC}\right]u_C = 0$$

On a donc : $$-\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2 + \frac{1}{LC} = 0$$

$$\frac{1}{LC} = \left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2$$

$$\frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{2\pi}{T_0}$$

Finalement $$\boxed{T_0 = 2\pi\sqrt{LC}}$$

b. *La valeur de l'inductance L :*

On a : $T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$ donc $T_0^{\,2} = 4\pi^2 LC$

$$L = \frac{T_0^{\,2}}{4\pi^2 C}$$

Graphiquement $T_0 = 10ms = 10.10^{-3}s$

A.N : $L = \frac{(10.10^{-3})^2}{4\times 10\times 50.10^{-6}}$ donc $\boxed{L = 0,05H}$

2.2. Deuxième cas :

2.2.1. *L'expression de l'énergie totale E_t :*

On a : $E_t = E_e + E_m$

Avec $\begin{cases} E_e = \frac{1}{2}C.u_C^2 \\ E_m = \frac{1}{2}L.i^2 \end{cases}$ donc $\boxed{E_t = \frac{1}{2}C.u_C^2 + \frac{1}{2}L.i^2}$

2.2.2. *L'énergie dissipée ΔE dans le circuit entre t_0 et t_1 :*

On a : $\Delta E = E_1 - E_0$

À l'instant $t_0 = 0$:

$$E_0 = \frac{1}{2}C.u_0^2 + \frac{1}{2}L.i_0^{\,2}$$

Graphiquement $u_0 = 12V$ et $i_0 = 0A$

Donc $E_0 = \frac{1}{2}\times 50.10^{-6}\times 12^2 + \frac{1}{2}\times 0,05\times 0^2$

$$\boxed{E_0 = 3,6.10^{-3}J}$$

À l'instant $t_1 = 9ms$:

$$E_1 = \frac{1}{2}C.u_1^2 + \frac{1}{2}L.i_1^{\,2}$$

Graphiquement

$u_1 = 6V$ et $i_1 = 140mA = 140.10^{-3}A$

Donc $E_1 = \frac{1}{2}\times 50.10^{-6}\times 6^2 + \frac{1}{2}\times 0,05\times(140.10^{-3})^2$

$$\boxed{E_1 = 1,39.10^{-3}J}$$

A.N : $\Delta E = 1,39.10^{-3} - 3,6.10^{-3}$

Donc $\boxed{\Delta E = -2,21.10^{-3}J}$

Exercice ❹

- **Partie I : Etude de la chute d'une bille dans un fluide visqueux.**

1. *Les régimes :*

- Zone 1 : régime initial.
- Zone 2 : régime permanent.

2. *L'équation différentielle du mouvement de G :*

Le système étudie : (la bille)

Les forces exercées sur la bille :

- $\vec{P}$: le poids.
- $\vec{F}_A$: Poussée d'Archimède.
- $\vec{F}$: Force de frottement fluide.

On applique la 2éme loi de newton :

$$\sum \vec{F}_{ext} = m.\vec{a}_G$$

$$\vec{P} + \vec{F}_A + \vec{F} = m.\vec{a}_G$$

Projection sur (Oz) : $P_z + F_{AZ} + F_Z = m.a_{GZ}$

$$P - F_A - F = m.a_G$$

$$m.g - \rho_r.V.g - k.v = m.a_G$$

$$a_G = g - \frac{\rho_r.V.g}{m} - \frac{k}{m}.v$$

$$\frac{dv_G}{dt} = g(1 - \frac{\rho_r.V}{m}) - \frac{k}{m}.v \qquad \left(a_G = \frac{dv_G}{dt}\right)$$

$$\frac{dv_G}{dt} + \frac{k}{m}.v = g(1 - \frac{\rho_r.V}{m})$$

$$\rho_a = \frac{m}{V} \quad \Rightarrow \quad m = \rho_a.V$$

$$\frac{dv_G}{dt}+\frac{k}{m}.v=g(1-\frac{\rho_r.V}{\rho_a.V})$$

$$\frac{dv_G}{dt}+\frac{k}{m}.v=g(1-\frac{\rho_r}{\rho_a})$$

On pose $\tau=\frac{m}{k}$ donc $\frac{dv_G}{dt}+\frac{1}{\tau}.v=g(1-\frac{\rho_r}{\rho_a})$

3.

3.1. La Valeur de τ :

Graphiquement : $\tau=0{,}1s$

On a $\tau=\frac{m}{k}$ donc $k=\frac{m}{\tau}=\frac{10.10^{-3}}{0{,}1}$

$$k=0{,}1kg/s$$

3.2. La Valeur de la vitesse limite V_l :

Graphiquement $V_l=0{,}88m.s^{-1}$

4. L'expression de la masse volumique ρ_r :

En régime permanent $v_G=V_l=cte$ donc $\frac{dv_G}{dt}=0$

On remplace dans l'équation différentielle on obtient : $0+\frac{1}{\tau}.V_l=g(1-\frac{\rho_r}{\rho_a})$

$$\frac{1}{\tau.g}.V_l=1-\frac{\rho_r}{\rho_a}$$

$$\frac{\rho_r}{\rho_a}=1-\frac{1}{\tau.g}.V_l$$

$$\rho_r=(1-\frac{1}{\tau.g}.V_l)\rho_a$$

A.N : $\rho_r=(1-\frac{1}{0{,}1\times10}\times0{,}88)\times7{,}8$

$$\rho_r=0{,}936g.cm^{-3}$$

- **Partie II : Etude du mouvement de satellite artificiel.**

1.

1.1. L'expression de l'intensité de la force de gravitation universelle exercée par la terre sur ce satellite :

$$B:\ F_{T/S}=G.\frac{M_T.m_s}{(R_T+h_1)^2}$$

1.2. L'expression de la vitesse v de S :

Le système étudie : (Le satellite S)

Les forces exercées sur le satellite S :

– $\vec{F}_{T/S}$: la force de gravitation exercée par la terre sur le satellite S.

On applique la 2éme loi de newton :

$$\sum\vec{F}_{ext}=m_s.\vec{a}_G$$

$$\vec{F}_{T/S}=m_s.\vec{a}_G$$

$$G.\frac{M_T.m_s}{(R_T+h_1)^2}\vec{n}=m_s.\vec{a}_G$$

$$\vec{a}_G=G.\frac{M_T}{(R_T+h_1)^2}\vec{n}$$

On sait que $\vec{a}_G=a_T\vec{u}+a_N\vec{n}$

Avec $a_T=\frac{dv}{dt}$ et $a_N=\frac{v^2}{R_T+h_1}$ ((R_T+h_1) le rayon de la trajectoire circulaire).

Par projection sur les axes du repère de Freinet :

$$\begin{cases}a_T=0\\ a_N=a_G\end{cases}\Rightarrow\begin{cases}\frac{dv}{dt}=0\\ \frac{v^2}{R_T+h_1}=G.\frac{M_T}{(R_T+h_1)^2}\end{cases}$$

$$\begin{cases}v=cte\\ \frac{v^2}{R_T+h_1}=G.\frac{M_T}{(R_T+h_1)^2}\end{cases}$$

$$v^2=G.\frac{M_T}{(R_T+h_1)}$$

$$v=\sqrt{G.\frac{M_T}{(R_T+h_1)}}$$

La période de révolution du mouvement de S :

$$\text{On a }\begin{cases}T_1=\frac{2\pi(R_T+h_1)}{v}\\ v=\sqrt{G.\frac{M_T}{(R_T+h_1)}}\end{cases}\Rightarrow T_1=\frac{2\pi(R_T+h_1)}{\sqrt{G.\frac{M_T}{(R_T+h_1)}}}$$

$$T_1=2\pi\frac{\sqrt{(R_T+h_1)}^2}{\sqrt{G.\frac{M_T}{(R_T+h_1)}}}$$

$$T_1=2\pi\sqrt{\frac{(R_T+h_1)^2}{G.\frac{M_T}{(R_T+h_1)}}}$$

$$T_1=2\pi\sqrt{\frac{(R_T+h_1)^3}{G.M_T}}$$

A.N : $T_1=2\pi\sqrt{\frac{(6380.10^3+1000.10^3)^3}{6{,}67.10^{-11}\times5{,}97.10^{24}}}$

$T_1=6312{,}68s=\frac{6312{,}68}{3600}$ donc $T_1=1{,}75h$

2. L'altitude h_2 :

D'aprés la 3eme loi de Kepler : $\frac{T^2}{r^3}=cte$ avec r le *rayon de la trajectoire circulaire.*

Donc $$\frac{T_1^2}{(R_T+h_1)^3}=\frac{T_2^2}{(R_T+h_2)^3}$$

$$(R_T+h_2)^3=\frac{T_2^2}{T_1^2}(R_T+h_1)^3$$

$$R_T+h_2=\sqrt[3]{\frac{T_2^2}{T_1^2}(R_T+h_1)^3}$$

$$h_2=\sqrt[3]{\frac{T_2^2}{T_1^2}(R_T+h_1)^3}-R_T$$

A.N :

$$h_2=\sqrt[3]{\frac{24^2}{1{,}75^2}(6380.10^3+1000.10)^3}-6380.10^3$$

$$h_2=3{,}6.10^7\,m$$