

## - Chimie -

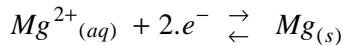
### Partie I : L'électrolyse du chlorure de magnésium

#### 1- Nom de l'électrode :

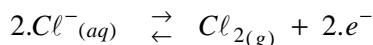
C'est la cathode au niveau de laquelle se réduisent les ions  $Mg^{2+}$  en Mg solide.

#### 2- Equation au niveau de chaque électrode :

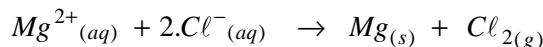
- A la cathode, il y a réduction des ions  $Mg^{2+}$  selon la demi- équation suivante :



- A l'anode, il y a oxydation des ions  $Cl^-$  selon la demi- équation suivante :



- l'équation bilan est la suivante :



#### 3- La masse m du magnésium déposé pendant $\Delta t$ :

- Tableau d'avancement de la réaction :

Demi- équation		$Mg^{2+}_{(aq)} + 2.e^- \rightleftharpoons Mg_{(s)}$			Quantité de matière des $e^-$ échangés :
Etat du système	Avancement $x$ (mol)	Quantités de matière (mol)			
Etat initial	$x=0$	$n_i(Mg^{2+})$	$\approx$	$n_i(Mg)$	0
Etat intermédiaire	$x$	$n_i(Mg^{2+})-x$	$\approx$	$n_i(Mg)+x$	$n(e^-) = 2.x$

- La masse m déposée est :

$$m=\Delta n(Mg) \times Mg \quad \text{avec } \Delta n(Mg)=\underbrace{n_i(Mg)+x}_{n(Mg) \text{ à l'instant } t} - n_i(Mg)=x ; \text{ D'où : } m=x \times Mg \quad (1)$$

- La quantité d'électricité qui a circulée pendant  $\Delta t$  est :

$$Q=n(e^-) \times F=I \times \Delta t \quad \text{ou bien } 2.x \times F=I \times \Delta t \quad \text{ce qui donne : } x=\frac{I \times \Delta t}{2.F} \quad (2)$$

$$\text{On porte (2) dans (1) ; on obtient : } m=\frac{I \times \Delta t}{2.F} \times Mg$$

$$\text{- A.N : } m=\frac{6 \times 10 \times 3600}{2 \times 9,65 \cdot 10^4} \times 24,3 \approx 27,2g$$

#### 4- Le volume V du gaz dégagé pendant $\Delta t$ :

D'après le tableau d'avancement de cette réaction ; on a :  $n_t(Cl_2)=n_i(Mg)$

$$\text{Alors } \frac{V}{V_m}=x=\frac{I \cdot \Delta t}{2.F} ; \text{ on obtient : } V=\frac{I \cdot \Delta t}{2.F} \times V_m$$

$$\text{- A.N : } V=\frac{6 \times 10 \times 3600}{2 \times 9,65 \cdot 10^4} \times 68,6 \approx 76,8L$$

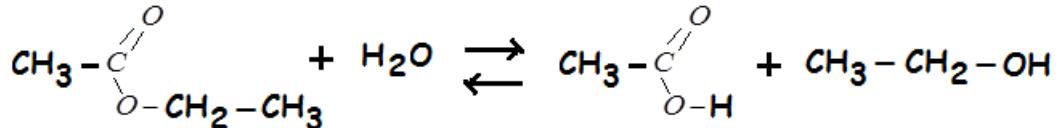
### Partie II : Etude de la réaction d'éthanoate d'éthyle

#### 1- Etude de la réaction d'éthanoate d'éthyle avec l'eau :

1-1- Rôle de l'acide sulfurique : c'est d'augmenter la vitesse de la réaction étudiée.

**1-2- Deux caractéristiques de cette réaction :** Lente et limitée

**1-3- Equation de la réaction entre l'éthanoate d'éthyle et l'eau :**



**1-4- Calcul de la constante de l'équilibre K :**



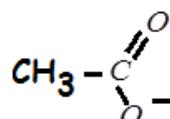
$$1-x_{\text{éq}} = 0,33\text{mol} \quad 1-x_{\text{éq}} = 0,33\text{mol} \quad x_{\text{éq}} = 0,67\text{mol} \quad x_{\text{éq}} = 0,67\text{mol}$$

$$K = \frac{[\text{Acide}]_{\text{éq}} \times [\text{Alcool}]_{\text{éq}}}{[\text{Ester}]_{\text{éq}} \times [\text{Eau}]_{\text{éq}}} \Rightarrow K = \frac{x_{\text{éq}}^2}{(1-x_{\text{éq}})^2}$$

$$\text{A.N : } K = \frac{0,67^2}{(1-0,67)^2} \approx 4,12$$

**2- Etude de la réaction d'éthanoate d'éthyle avec hydroxyde de sodium :**

**2-1- \* La formule semi-développée de  $\text{A}^-$  :**



\* Son nom est : Ion éthanoate.

**2-2- Tableau d'avancement de cette réaction :**

Equation de la réaction		$\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_{2(\ell)} + \text{HO}^-_{(aq)} \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^-_{(aq)} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{(aq)}$			
Etats du système	Avancement $x$ (en mol)	Quantités de matière (en mol)			
E. Initial	0	$n_0$	$n_0$	0	0
E. Intermédiaire	$x$	$n_0-x$	$n_0-x$	$x$	$x$
E. Final	$x_{\text{max}}$	$n_0-x_{\text{max}}$	$n_0-x_{\text{max}}$	$x_{\text{max}}$	$x_{\text{max}}$

**2-3-1- Calcul de la conductivité  $\sigma_{1/2}$  :**

$$- A partir de la relation : x(t) = -6,3 \cdot 10^{-3} \cdot \sigma(t) + 1,57 \cdot 10^{-3} ; on déduit : \sigma(t) = \frac{1,57 \cdot 10^{-3} - x(t)}{6,3 \cdot 10^{-3}}$$

$$- A l'instant t = t_{1/2} : x(t_{1/2}) = \frac{x_{\text{max}}}{2} = \frac{n_0}{2} = \frac{c_0 \cdot V_0}{2}$$

$$- Finalement : \sigma_{1/2} = \sigma(t_{1/2}) = \frac{1,57 \cdot 10^{-3} - x(t_{1/2})}{6,3 \cdot 10^{-3}} \Rightarrow \sigma_{1/2} = \frac{1,57 \cdot 10^{-3} - \frac{c_0 \cdot V_0}{2}}{6,3 \cdot 10^{-3}}$$

$$- A.N : \sigma_{1/2} = \frac{1,57 \cdot 10^{-3} - \frac{10 \times 10^{-4}}{2}}{6,3 \cdot 10^{-3}} \approx 0,170 \text{ S.m}^{-1} = 170 \text{ mS.m}^{-1}$$

**2-3-2- Détermination du temps de demi-réaction  $t_{1/2}$  :**

Graphiquement, par projection on trouve :  $t_{1/2} \approx 17 \text{ min}$

**2-3-3- Détermination de la vitesse volumique de réaction à  $t=0$  :**

- Par définition on a :  $v(t) = \frac{1}{V_0} \cdot \frac{dx(t)}{dt}$  avec  $x(t) = -6,3 \cdot 10^{-3} \cdot \sigma(t) + 1,57 \cdot 10^{-3}$  ; on aura :

$$v(t) = \frac{1}{V_0} \cdot \frac{d}{dt} (-6,3 \cdot 10^{-3} \cdot \sigma(t) + 1,57 \cdot 10^{-3}) \Rightarrow v(t) = \frac{-6,3 \cdot 10^{-3}}{V_0} \cdot \frac{d\sigma(t)}{dt}$$

$$- A l'instant t=0: v(0) = \frac{-6,3 \cdot 10^{-3}}{V_0} \left( \frac{d\sigma(t)}{dt} \right)_{t=0} \text{ ou bien } v(0) = \frac{-6,3 \cdot 10^{-3}}{V_0} \cdot \left( \frac{\Delta\sigma(t)}{\Delta t} \right)_{t=0}$$

$$- Graphiquement : v(0) = \frac{-6,3 \cdot 10^{-3}}{10^{-4}} \cdot \frac{250 \cdot 10^{-3} - 100 \cdot 10^{-3}}{0 - 18} = 0,525 \text{ mol.m}^{-3} \cdot \text{min}^{-1}$$

**- Physique -**

**Les Réactions Nucléaires :**

**1- \* Identification de la particule X :**

L'équation de désintégration est :  $^{24}_{11}Na \rightarrow ^{24}_{12}Mg + {}^{-1}_-e$ , la particule X est un électron

\* Le type de désintégration est :  $\beta^-$

**2- Calcul de l'énergie libérée en MeV :**

$$\begin{aligned} E_{lib} = |\Delta E| &= \left| (m(^{24}_{12}Mg) + m(e^-) - m(^{24}_{11}Na)) \times c^2 \right| \\ &= |23,97846 + 0,00055 - 23,98493| \times u.c^2 \\ &= 5,92 \cdot 10^{-3} \times 931,5 \text{ MeV} \\ &\approx 5,51 \text{ MeV} \end{aligned}$$

**3- Détermination de l'énergie de liaison par nucléon :**

$$\begin{aligned} - \text{Par définition : } E(^{24}_{12}Mg) &= \frac{(12.m_p + 12.m_n - m(^{24}_{12}Mg)).c^2}{24} \\ E(^{24}_{12}Mg) &= \frac{(12 \times 1,00728 + 12 \times 1,00866 - 23,97846) \times u.c^2}{24} \\ - \text{A.N : } &= \frac{(28 \times 1,00728 + 32 \times 1,0866 - 59,91543) \times 931,5}{24} \\ &\approx 8,26 \text{ MeV / nucléon} \\ &\approx 1,32 \cdot 10^{-12} \text{ J / nucléon} \end{aligned}$$

**4- Calcul de la fréquence du rayonnement émis :**

L'énergie du rayonnement électromagnétique (rayonnement gamma  $\gamma$ ) est :

$$E = h \cdot \nu = E_2 - E_1 \text{ avec } E_2 = 1,37 \text{ MeV} = 2,192 \cdot 10^{-13} \text{ J et } E_1 = 0$$

$$\text{Donc : } \nu = \frac{E}{h} \text{ ou } \nu = \frac{E_2 - E_1}{h}$$

$$- \text{A.N : } \nu = \frac{2,192 \cdot 10^{-13} - 0}{6,62 \cdot 10^{-34}} \approx 3,31 \cdot 10^{20} \text{ Hz}$$

L'électricité :

Partie I : Etude du dipôle RL

1- Identification des tensions  $u_R(t)$  et  $u_{PN}(t)$  :

A l'instant  $t=0$  ; l'intensité du courant est nulle :  $i(0) = 0$  alors  $u_R(0) = R \times i(0) = 0$

et au même instant  $u_{PN}(0) = E - r \times i(0) = E = 12V$  :

donc la courbe  $C_1$  correspond à  $u_{PN}(t)$  et  $C_2$  à  $u_R(t)$ .

2- Valeur de l'intensité  $I_P$  au régime permanent :

Au régime permanent, la tension  $u_{R_\infty} = R \cdot I_P$  avec  $u_{R_\infty} = 10V$  graphiquement

$$\text{Donc } I_P = \frac{u_{R_\infty}}{R} \quad A.N : I_P = \frac{10}{40} = 0,25A$$

le circuit se réduit à deux résistances en série, et d'après la loi de Pouillet on écrit :

$$I_P = \frac{E}{r+R} \quad A.N : I_P = \frac{E}{r+R}$$

3- Vérification que  $r = 8\Omega$  :

Au régime permanent, la tension le circuit se réduit à deux résistances en série, et d'après la

$$\text{loi de Pouillet on écrit : } I_P = \frac{E}{r+R} \Rightarrow r+R = \frac{E}{I_P} \Rightarrow r = \frac{E}{I_P} - R$$

$$- A.N : r = \frac{12}{0,25} - 40 = 8\Omega$$

4- Équation différentielle vérifiée par  $i(t)$  :

- Loi d'additivité des tensions :  $u_L + u_r + u_R = E$  (1)

- Loi d'Ohm, en convention récepteur :

$$u_R = R \cdot i \text{ et } u_r = r \cdot i \quad (2) \quad \text{et } u_L = L \cdot \frac{di}{dt} \quad (3)$$

- Des trois relations ; on écrit :

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

5- Expression des constantes A et  $\tau$  :

- La solution de cette équation est de la forme :  $i(t) = A \cdot (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$

$$- Portons cette expression dans l'équation différentielle : \frac{d}{dt} \left( A \cdot (1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) \right) + \frac{r+R}{L} \cdot \left( A \cdot (1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) \right) = \frac{E}{L}$$

$$\text{ou bien } A \cdot \underbrace{\left( \frac{1}{\tau} - \frac{r+R}{L} \right)}_{=0} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} + \underbrace{\left( \frac{A \cdot (r+R) - E}{L} \right)}_{=0} = 0 \Rightarrow \tau = \frac{L}{r+R} \text{ et } A = \frac{E}{r+R}$$

6- Détermination de la constante du temps  $\tau$  :

D'après le graphe  $C_2$  ; on trouve  $\tau = 3ms$ .

7- Déduction de l'inductance L de la bobine :

$$\text{On a } \tau = \frac{L}{r+R} \text{ donc } L = \tau \times (r+R) \quad A.N : L = 3 \cdot 10^{-3} \times (8+40) = 0,144H$$

**8- L'énergie emmagasinée dans la bobine à l'instant  $t=\tau/2$ :**

$$E_m(t=\frac{\tau}{2}) = \frac{1}{2} L \cdot i^2(\frac{\tau}{2}) = \frac{1}{2} \cdot L \left( \frac{u_R(\frac{\tau}{2})}{R} \right)^2 \quad \text{avec } u_R(\tau/2) = 4V \text{ graphiquement}$$

A.N :  $E_m = \frac{1}{2} \times 0,144 \times (\frac{4}{40})^2 = 7,2 \cdot 10^{-4} J$

**Partie II :** La réception d'une onde modulée en amplitude

**1-1- La partie (1) joue le rôle :** de la réception et du filtrage

**1-2- La valeur approchée de la capacité est :** 49,9pF

$$\text{En effet : } f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_1 \cdot C}} \Rightarrow C = \frac{1}{4\pi^2 \cdot f_0^2 \cdot L_1} \quad \text{A.N : } C = \frac{1}{4 \times \pi^2 \times (594 \cdot 10^3)^2 \times 1,44 \cdot 10^{-3}} \approx 4,99 \cdot 10^{-11} F = 49,9 pF$$

**2-1- Le produit  $R_2C_2$  à la dimension :** du temps [T]

**2-2- La valeur de la résistance  $R_2$  est :** 5kΩ

Il faut que :  $T_p \ll \tau < T_s$ , avec  $\tau = R_2 \cdot C_2$

$$\Rightarrow \frac{1}{f_0} \ll R_2 \cdot C_2 < \frac{1}{f_s} \Rightarrow \frac{1}{C_2 \cdot f_0} \ll R_2 < \frac{1}{C_2 \cdot f_s}$$

$$\text{A.N : } \frac{1}{50 \cdot 10^{-9} \times 594 \cdot 10^3} \ll R_2 < \frac{1}{50 \cdot 10^{-9} \times 1 \cdot 10^3} \Rightarrow 33,7 \Omega \ll R_2 < 2 \cdot 10^4 \Omega (= 20 k\Omega)$$

**La mécanique :**

**1- Etude dynamique :**

**1-1- Équation différentielle :**

- Système à étudier : {Tige (AB) ; Solide (S)}

- Repère d'étude ( $A ; \vec{i}, \vec{j}$ ) supposé galiléen ;

- Bilan des forces extérieures :

\* Poids du solide (S) :  $\vec{P}$

\* Action de l'axe de rotation :  $\vec{R}$

\* Couple de torsion du ressort de moment  $Mc$

- On applique la relation fondamentale de la dynamique dans le cas de rotation :

$$M_\Delta(\vec{P}) + M_\Delta(\vec{R}) + Mc = J_\Delta \cdot \ddot{\theta} \quad (*)$$

-  $M_\Delta(\vec{R}) = 0$  : la direction de  $\vec{R}$  coupe l'axe de rotation ;  $M_\Delta(\vec{P}) = +m \cdot g \cdot BH$  avec  $BH = L \cdot \sin(\theta)$

donc  $M_\Delta(\vec{P}) = +m \cdot g \cdot L \cdot \sin(\theta)$  ; et  $Mc = -C \cdot \theta$

- La relation (\*) devient :  $+m \cdot g \cdot L \cdot \sin(\theta) + 0 - C \cdot \theta = J_\Delta \cdot \ddot{\theta}$  (\*) et sachant que  $\sin(\theta) \approx \theta$  et  $J_\Delta = m \cdot L^2$ ,

alors :  $-(C - m \cdot g \cdot L) \cdot \theta = m \cdot L^2 \cdot \ddot{\theta} \Rightarrow \ddot{\theta} + \left( \frac{C}{m \cdot L^2} - \frac{g}{L} \right) \cdot \theta = 0$

**1-2- La dimension de  $\frac{C}{mL^2} - \frac{g}{L}$ :**

- On a :  $\left[ \frac{C}{mL^2} - \frac{g}{L} \right] = \left[ \frac{C.L - mgL}{mL^2} \right] = \frac{[C.L - mgL]}{[mL^2]}$

-  $[C.L] = [mgL] = M \cdot L^2 \cdot T^{-2}$  et  $[mL^2] = M \cdot L^2$

- Finalement:  $\left[ \frac{C}{mL^2} - \frac{g}{L} \right] = \frac{M \cdot L^2 \cdot T^{-2}}{M \cdot L^2} \Rightarrow \left[ \frac{C}{mL^2} - \frac{g}{L} \right] = T^{-2}$

**1-3- Expression de  $C_{\min}$ :**

Pour que l'équation différentielle précédente admette pour solution :  $\theta(t) = \theta_{\max} \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T} \cdot t + \varphi\right)$

Il faut que :  $\frac{C}{mL^2} - \frac{g}{L} > 0$  ou bien  $C > mgL \Rightarrow C > C_{\min}$  avec  $C_{\min} = mgL$

**1-4-1- Valeur de T ;  $\theta_{\max}$  et  $\varphi$  :**

- Graphiquement on trouve :  $T = 1s$  et  $\theta_{\max} = 0,15rad$

- A  $t=0$ , on a graphiquement :  $\theta(0) = \theta_{\max}$  et  $\theta(0) = \theta_{\max} \cdot \cos(\varphi)$  d'où  $\cos(\varphi) = 1 \Rightarrow \varphi = 0$

**1-4-2- \* Expression de g :**

- De la solution :  $\theta(t) = \theta_{\max} \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T} \cdot t + \varphi\right)$ , on aura :  $\ddot{\theta}(t) = -\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 \underbrace{\theta_{\max} \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T} \cdot t + \varphi\right)}_{=\theta(t)}$ ; ce qui donne:

$\ddot{\theta} + \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 \cdot \theta = 0$ ; en comparant avec l'équation :  $\ddot{\theta} + \left(\frac{C}{mL^2} - \frac{g}{L}\right) \cdot \theta = 0$ ; on déduit que:

$$\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 = \frac{C}{mL^2} - \frac{g}{L}, \text{ ou bien: } g = \frac{C}{mL} - L \cdot \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2$$

**\* Valeur de g :**

$$g = \frac{1,31}{5 \cdot 10^{-2} \times 0,7} - 0,7 \cdot \left(\frac{2 \times 3,14}{1}\right)^2 \approx 9,82 m.s^{-2}$$

**2- Etude énergétique :**

**2-1- Valeur de l'énergie mécanique  $E_m$ :**

- Lorsque  $\theta = 0$  alors  $B = B_0$  donc  $E_p = E_{pp} + E_{pe} = 0 + 0 = 0$

L'énergie mécanique est constante est vaut en cette position  $E_m = E_c(0)$ .

- Le graphe de la figure3 donne :  $E_m = 10,8 mJ$

**2-2- Valeur de l'énergie potentielle  $E_p$  à  $\theta_1 = 0,10rad$  :**

A la position  $\theta = 0,1rad$  :  $E_p(\theta_1) = E_m - E_c(\theta_1) = 10,8 - 6 = 4,8 mJ$

**2-3- Valeur de la vitesse angulaire lors du passage par la position  $\theta = 0$  :**

En passant par la position  $\theta = 0$ , on a  $E_p = 0$  et  $E_m = E_c$

Donc :  $\frac{1}{2} J_{\Delta} \dot{\theta}^2 = E_m$ , avec  $J_{\Delta} = m \cdot L^2$  on obtient:  $|\dot{\theta}| = \sqrt{\frac{2 \cdot E_m}{m \cdot L^2}}$

**A.N :**  $|\dot{\theta}| = \sqrt{\frac{2 \times 10,8 \cdot 10^{-3}}{5 \cdot 10^{-2} \times 0,7^2}} \approx 0,94 rad.s^{-1}$