

- Chimie -

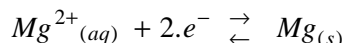
Partie I : L'électrolyse du chlorure de magnésium

1- Nom de l'électrode :

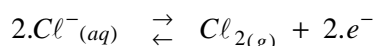
C'est la cathode au niveau de laquelle se réduisent les ions Mg^{2+} en Mg solide.

2- Equation au niveau de chaque électrode :

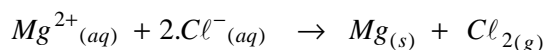
- A la cathode, il y a réduction des ions Mg^{2+} selon la demi- équation suivante :



- 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 Δt :

- 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 :

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

- La quantité d'électricité qui a circulée pendant Δt est :

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

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

- 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 Δt :

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

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

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

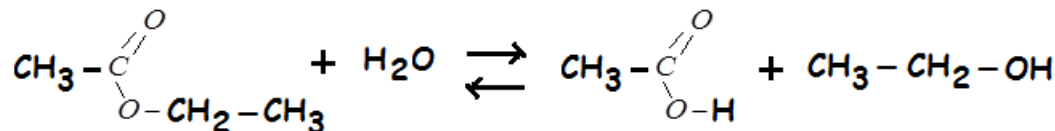
Partie II : Etude de la réaction d'éthanoate d'éthyle

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 :

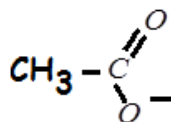
Ester	+	Eau	\rightleftharpoons	Acide	+	Alcool
1mol		1mol		0		0
$1-x_{\text{éq}} = 0,33\text{mol}$		$1-x_{\text{éq}} = 0,33\text{mol}$		$x_{\text{éq}} = 0,67\text{mol}$		$x_{\text{éq}} = 0,67\text{mol}$

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

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 A⁻ :



* Son nom est : Ion éthanoate.

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

Equation de la réaction		$\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_{2(\ell)} + \text{HO}^-_{(\text{aq})} \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^-_{(\text{aq})} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{(\text{aq})}$			
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_{max}	$n_0 - x_{\text{max}}$	$n_0 - x_{\text{max}}$	x_{max}	x_{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 $t=0$: $v(0) = \frac{-6,3 \cdot 10^{-3}}{V_0} \cdot \left(\frac{d\sigma(t)}{dt} \right)_{t=0}$ ou bien $v(0) = \frac{-6,3 \cdot 10^{-3}}{V_0} \cdot \left(\frac{\Delta\sigma(t)}{\Delta t} \right)_{t=0}$

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

- Physique -

Les Réactions Nucléaires :

1- * Identification de la particule X :

L'équation de désintégration est : ${}^{24}_{11}\text{Na} \rightarrow {}^{24}_{12}\text{Mg} + {}^0_{-1}e$, la particule X est un électron

*** Le type de désintégration est : β^-**

2- Calcul de l'énergie libérée en MeV :

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

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

- Par définition : $E({}^{24}_{12}\text{Mg}) = \frac{(12 \cdot m_p + 12 \cdot m_n - m({}^{24}_{12}\text{Mg})) \cdot c^2}{24}$

$$E({}^{24}_{12}\text{Mg}) = \frac{(12 \times 1,00728 + 12 \times 1,00866 - 23,97846) \times u \cdot c^2}{24}$$

- A.N : $= \frac{(28 \times 1,00728 + 32 \times 1,00866 - 59,91543) \times 931,5}{24}$

$$\begin{aligned} &\approx 8,26 \text{ MeV / nucléon} \\ &\approx 1,32 \cdot 10^{-12} \text{ J / nucléon} \end{aligned}$$

4- Calcul de la fréquence du rayonnement émis :

L'énergie du rayonnement électromagnétique (rayonnement gamma γ) est :

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

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

- 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 $u_{R\infty} = R.I_P$ avec $u_{R\infty} = 10V$ graphiquement

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

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

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

3- Vérification que $r = 8\Omega$:

Au régime permanent, la tension le circuit se réduit à deux résistances en série, et d'après la loi de Pouillet on écrit : $I_P = \frac{E}{r+R} \Rightarrow r+R = \frac{E}{I_P} \Rightarrow r = \frac{E}{I_P} - R$

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

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

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

- Loi d'Ohm, en convention récepteur :

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

- Des trois relations ; on écrit :

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

5- Expression des constantes A et τ :

- 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 τ :

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

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

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

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

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

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

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

En effet : $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_1 C}} \Rightarrow C = \frac{1}{4\pi^2 \cdot f_0^2 \cdot L_1}$ 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 $R_2 C_2$ 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 $\tau = R_2 \cdot C_2$

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

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

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

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

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

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

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

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 ; θ_{\max} et φ :

- 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 : $E_m = 10,8mJ$

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

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

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

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