- 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 :

$$Mg^{2+}{}_{(aq)} + 2.e^{-} \rightleftarrows Mg_{(s)}$$

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

$$2.C\ell^{-}{}_{(aq)} \rightleftarrows C\ell_{2(g)} + 2.e^{-}$$

- l'équation bilan est la suivante :

$$Mg^{2+}{}_{(aq)} + 2.C\ell^{-}{}_{(aq)} \rightarrow Mg_{(s)} + C\ell_{2(g)}$$

3- La masse m du magnésium déposé pendant Δt:

- Tableau d'avancement de la réaction :

Demi- équation		$Mg^{2+}{}_{(aq)} + 2.e^{-} \rightleftarrows Mg_{(s)}$			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 :

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

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

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

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

- A.N : $m=\dfrac{6\times10\times3600}{2\times9{,}65.10^4}\times24{,}3\approx\underline{27{,}2g}$

4- Le volume V du gaz dégagé pendant Δt:

D'après le tableau d'avancement de cette réaction ; on a : $n_t(C\ell_2)=n_t(Mg)$

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

- A.N : $V=\dfrac{6\times10\times3600}{2\times9{,}65.10^4}\times68{,}6\approx\underline{76{,}8L}$

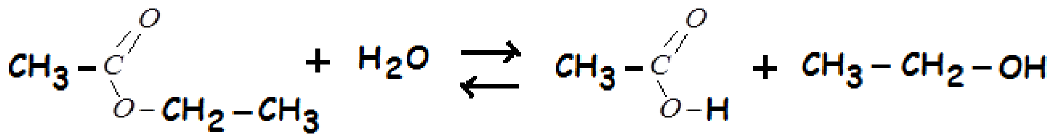
Partie II : Etude de la réaction d'éthanoate d'éthyle

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 :

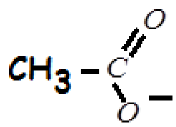
Ester	+	Eau	$\rightleftarrows$	Acide	+	Alcool
1mol		1mol		0		0
$1-x_{éq}$ = 0,33mol		$1-x_{éq}$ = 0,33mol		$x_{éq}$ = 0,67mol		$x_{éq}$ = 0,67mol

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

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

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		$C_4H_8O_{2(\ell)}$	$+ \ HO^-{}_{(aq)}$	$\rightarrow CH_3COO^-{}_{(aq)}$	$+ \ C_2H_5OH_{(aq)}$
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_{max}	n_0-x_{max}	x_{max}	x_{max}

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

- A partir de la relation : $x(t)=-6,3.10^{-3}.\sigma(t)+1,57.10^{-3}$; on déduit : $\sigma(t)=\dfrac{1,57.10^{-3}-x(t)}{6,3.10^{-3}}$

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

- Finalement : $\sigma_{1/2}=\sigma(t_{1/2})=\dfrac{1,57.10^{-3}-x(t_{1/2})}{6,3.10^{-3}} \Rightarrow \sigma_{1/2}=\dfrac{1,57.10^{-3}-\frac{c_0.V_0}{2}}{6,3.10^{-3}}$

- A.N : $\sigma_{1/2}=\dfrac{1,57.10^{-3}-\frac{10\times10^{-4}}{2}}{6,3.10^{-3}}\approx 0,170S.m^{-1}=170mS.m^{-1}$

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

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

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

- Par définition on a : $v(t)=\frac{1}{V_0}.\frac{dx(t)}{dt}$ avec $x(t)=-6{,}3.10^{-3}.\sigma(t)+1{,}57.10^{-3}$; on aura :

$$v(t)=\frac{1}{V_0}.\frac{d}{dt}(-6{,}3.10^{-3}.\sigma(t)+1{,}57.10^{-3}) \Rightarrow v(t)=\frac{-6{,}3.10^{-3}}{V_0}.\frac{d\sigma(t)}{dt}$$

- A l'instant $t=0$: $v(0)=\frac{-6{,}3.10^{-3}}{V_0}.\left(\frac{d\sigma(t)}{dt}\right)_{t=0}$ ou bien $v(0)=\frac{-6{,}3.10^{-3}}{V_0}.\left(\frac{\Delta\sigma(t)}{\Delta t}\right)_{t=0}$

- Graphiquement : $v(0)=\frac{-6{,}3.10^{-3}}{10^{-4}}.\frac{250.10^{-3}-100.10^{-3}}{0-18}=0{,}525 mo\ell.m^{-3}.\min^{-1}$

- Physique -

Les Réactions Nucléaires :

1- * Identification de la particule X :

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

* Le type de désintégration est : β^-

2- Calcul de l'énergie libérée en MeV :

$$\begin{aligned} E_{\ell ib} &= |\Delta E| = \left|\left(m({}^{24}_{12}Mg)+m(e^-)-m({}^{24}_{11}Na)\right)\times c^2\right| \\ &= |23{,}97846+0{,}00055-23{,}98493|\times u.c^2 \\ &= 5{,}92.10^{-3}\times 931{,}5\ MeV \\ &\approx 5{,}51 MeV \end{aligned}$$

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

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

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

- A.N : $=\frac{(28\times 1{,}00728+32\times 1{,}0866-59{,}91543)\times 931{,}5}{24}$

$$\approx 8{,}26 MeV/nucléon$$
$$\approx 1{,}32.10^{-12} J/nucléon$$

4- Calcul de la fréquence du rayonnement émis :

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

$E=h.\nu=E_2-E_1$ avec $E_2=1{,}37 MeV=2{,}192.10^{-13} J$ et $E_1=0$

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

- A.N : $\nu=\frac{2{,}192.10^{-13}-0}{6{,}62.10^{-34}}\approx 3{,}31.10^{20} Hz$

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*

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

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

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

3- Vérification que r = 8Ω :

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

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

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 :

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

- Des trois relations ; on écrit :

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

5- Expression des constantes A et τ :

- La solution de cette équation est de la forme : $i(t) = A.(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$
- Portons cette expression dans l'équation différentielle : $\frac{d}{dt}\left(A.(1-e^{-\frac{t}{\tau}})\right) + \frac{r+R}{L}.\left(A.(1-e^{-\frac{t}{\tau}})\right) = \frac{E}{L}$

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

6- Détermination de la constante du temps τ :

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

7- Déduction de linductance L de la bobine :

On a $\tau = \frac{L}{r+R}$ *donc* $\underline{L = \tau\times(r+R)}$ A.N : $L = 3.10^{-3}\times(8+40) = \underline{0,144H}$

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

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

A.N : $E_m=\frac{1}{2}\times 0{,}144\times(\frac{4}{40})^2=\underline{7{,}2.10^{-4}\,J}$

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 : $f_0=\frac{1}{2.\pi.\sqrt{L_1.C}}\Rightarrow C=\underline{\frac{1}{4.\pi^2.f_0{}^2.L_1}}$ $\quad A.N:\ C=\frac{1}{4\times\pi^2\times(594.10^3)^2\times 1{,}44.10^{-3}}\approx\underline{4{,}99.10^{-11}F}=\underline{49{,}9\,pF}$

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 : $T_p<<\tau<T_s$, $avec\ \tau=R_2.C_2$

$$\Rightarrow\frac{1}{f_0}<<R_2.C_2<\frac{1}{f_s}\Rightarrow\underline{\frac{1}{C_2.f_0}<<R_2<\frac{1}{C_2.f_s}}$$

$$A.N:\frac{1}{50.10^{-9}\times 594.10^3}<<R_2<\frac{1}{50.10^{-9}\times 1.10^3}\Rightarrow\underline{33{,}7\Omega<<R_2<2.10^4\,\Omega(=20k\Omega)}$$

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 :

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

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

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

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

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

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

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

1-3- Expression de C_{min} :

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

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

1-4-1- Valeur de T ; θ_{max} et φ :

- Graphiquement on trouve : $\underline{T=1s \text{ et } \theta_{\max}=0{,}15rad}$
- A t=0, on a graphiquement : $\theta(0)=\theta_{\max}$ et $\theta(0)=\theta_{\max}.\cos(\varphi)$ d'où $\cos(\varphi)=1 \Rightarrow \underline{\varphi=0}$

1-4-2- * Expression de g :

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

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

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

* Valeur de g :

$g=\frac{1{,}31}{5.10^{-2}\times0{,}7}-0{,}7.\left(\frac{2\times3{,}14}{1}\right)^2 \approx \underline{9{,}82m.s^{-2}}$

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 : $\underline{E_m = 10{,}8mJ}$

2-2- Valeur de l'énergie potentielle E_p à θ_1 = 0,10rad :

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

2-3- Valeur de la vitesse angulaire lors du passage par la position θ = 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 $J_\Delta=m.L^2$ on obtient: $\underline{|\dot{\theta}|=\sqrt{\frac{2.E_m}{m.L^2}}}$

A.N : $|\dot{\theta}|=\sqrt{\frac{2\times10{,}8.10^{-3}}{5.10^{-2}\times0{,}7^2}} \approx \underline{0{,}94rad.s^{-1}}$