- Chimie -

Partie I : Les transformations acido basique dans une solution aqueuse

1-1- Equation chimique de la réaction entre C_2H_5-COOH et l'eau :

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

1-2- Tableau d'avancement :

Equation de la réaction		$C_2H_5COOH_{(aq)}$ +	$H_2O_{(\ell)}$ $\rightleftarrows$	$C_2H_5COO^-_{(aq)}$ +	$H_3O^+_{(aq)}$
Etat du système	Avancement x(mol)	Quantités de matière (mol)			
Etat initial	0	$C_A.V_A$	en excès	0	0
Etat intermédiaire	x	$C_A.V_A-x$	en excès	x	x
Etat final	$x_{éq}$	$C_A.V_A-x_{éq}$	en excès	$x_{éq}$	$x_{éq}$

1-3- Détermination de l'avancement maximal x_{max} :

Si la réaction était totale ; l'eau est en excès $C_A.V_A-x_{max}=0 \Rightarrow \underline{x_{max}=C_A.V_A}$

A.N : $x_{max}=2{,}0.10^{-3}\times 1{,}0 = \underline{2{,}0.10^{-3}mo\ell}$

1-4- Vérification de $x_{éq}=1{,}6.10^{-4}mo\ell$:

- Expression de la conductivité de la solution (S) : $\sigma=\lambda_1\times[H_3O^+]+\lambda_2\times[C_2H_5COO^-]$ (1)

- En se servant du tableau : $[H_3O^+]=[C_2H_5COO^-]=\dfrac{x_{éq}}{V_A}$ (2)

- (1) et (2) donnent : $\sigma=(\lambda_1+\lambda_2).\dfrac{x_{éq}}{V_A}$, qui conduit à : $\underline{x_{éq}=\dfrac{\sigma.V_A}{\lambda_1+\lambda_2}}$

A.N : $x_{éq}=\dfrac{6{,}2.10^{-3}\times 10^{-3}}{35.10^{-3}+3{,}58.10^{-3}}\approx \underline{1{,}6.10^{-4}mo\ell}$

1-5- * Calcul du taux d'avancement final τ :

On sait que $\underline{\tau=\dfrac{x_{éq}}{x_m}}$ A.N : $\tau=\dfrac{1{,}6.10^{-4}}{2{,}0.10^{-3}}=\underline{0{,}08=8\%}$

* Conclusion : $\tau<1$; la réaction étudiée est limitée (elle n'est pas totale)

1-6- * Vérification de $K_A\approx 1{,}39.10^{-5}$:

- La constante d'acidité est : $K_A=\dfrac{[H_3O^+]_{éq}\times[C_2H_5COO^-]_{éq}}{[C_2H_5COOH]_{éq}}$

avec : $[H_3O^+]_{éq}=[C_2H_5COO^-]_{éq}=\dfrac{x_{éq}}{V_A}$ et $[C_2H_5COOH]_{éq}=C_A-\dfrac{x_{éq}}{V_A}$, On obtient :

$K_A=\dfrac{\left(\dfrac{x_{éq}}{V_A}\right)^2}{C_A-\dfrac{x_{éq}}{V_A}}$ ou bien $\underline{K_A=\dfrac{(x_{éq})^2}{V_A.(C_A.V_A-x_{éq})}}$ A.N : $K_A=\dfrac{(1{,}6.10^{-4})^2}{1{,}0\times(2{,}0.10^{-3}\times 1{,}0-1{,}6.10^{-4})}=\underline{1{,}39.10^{-5}}$

2-1 - Calcul du taux d'avancement final τ' :

On sait que ; $\tau' = \frac{x_{éq}'}{x_m'} = \frac{[H_3O^+]_{éq}}{C_A'}$ ou bien $\tau' = \frac{10^{-pH}}{C_A'}$ A.N : $\tau' = \frac{10^{-4,3}}{2.10^{-4}} \approx 0,25 = 25\%$

2-2- Comparaison et conclusion :

$\tau' = 0,25 > \tau = 0,08$: , donc le taux d'avancement final d'une transformation dépond de la composition initiale du système chimique.

Partie II : Les piles et la récupération de l'énergie

1- Détermination du quotient de réaction initial :

$$Q_{r,i} = \frac{[Zn^{2+}]_i}{[Ag^+]_i^2} = \frac{2,0.10^{-2}}{(2,0.10^{-1})^2} = 0,5$$

2- Déduction du sens de l'évolution spontanée de la réaction :

C'est le sens direct $\xrightarrow{(1)}$; car $Q_{r,i} = 0,5 << K = 10^{52}$.

3- Calcul de la quantité d'électricité maximale :

On a la quantité d'électricité Q_{max} transportée pendant Δt, par les porteurs de charges (les électrons dans le circuit extérieur de la pile) est :

$Q_{max} = n_{max}(e^-).F$ avec $n_{max}(e^-) = 2.x_{max}$ d'où : $Q_{max} = 2.x_{max}.F$

- A.N : $Q_{max} = 2 \times 5.10^{-3} \times 9,65.10^4 = 965C$

- Physique -

Les Transformations Nucléaires : L'Age approché de la Terre

1- Le bon choix est : a) Le noyau ${}^{238}_{92}U$ se désintègre selon ${}^{238}_{92}U \rightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{234}_{90}Th$

2-1- Détermination de A et Z :

On applique les lois de conservation pour l'équation : ${}^{238}_{92}U \rightarrow + {}^{A}_{Z}Pb + 6.\ {}^{0}_{-1}e + 8.\ {}^{4}_{2}He$

$$\begin{cases} 238 = A + 6\times 0 + 8\times 4 \\ 92 \ = Z \ + 6\times(-1) + 8\times 2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 238 = A + 32 \\ 92 \ = Z - 6 + 16 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A = 206 \\ Z = 82 \end{cases}$$

2-2-1- La valeur de $N_U(0)$: est d) $N_U(0) = 5.10^{12}$ (d'après le graphe)

2-2-2- La valeur de la demi-vie $t_{1/2}$: est c) $t_{1/2} = 4,5.10^9$ ans (d'après le graphe)

2-2-3- L'age approché de la terre : est a) $t_T = 4,5.10^9$ ans

- Le nombre de noyaux de Pb restants à t_T est : $N_{Pb}(t_T) = 2,5.10^{12}$
- Ce nombre est égal au nombre de noyaux de ^{238}U désintégrés :

$N_{Pb}(t_T) = N_U(0).\left(1 - e^{-\frac{\ln 2}{t_{1/2}} \times t_T}\right)$, C'est-à-dire $t_T = \frac{t_{1/2}}{\ln 2} \times \ln\left(\frac{N_U(0)}{N_U(0) - N_{Pb}(t_T)}\right)$

A.N : $t_T = \frac{4,5.10^9}{\ln 2} \times \ln\left(\frac{5.10^{12}}{5.10^{12} - 2,5.10^{12}}\right) = \underline{4,5.10^9\,ans}$

L'Electricité : Dipôle RL ; Oscillations libres dans RLC série

Partie I : Le dipôle RL

1- Le bon choix est: b) Juste après la fermeture de l'interrupteur K ; la lampe L_1 s'allume, et après un retard la lampe L_2 s'allume aussi. (La bobine retarde l'établissement du courant dans la branche contenant cette bobine).

2-1- L'équation différentielle :

D'après la figure2 : $u_b + u_R = E \Rightarrow L.\frac{di}{dt} + r.i + R.i = E \Rightarrow L.\frac{di}{dt} + (r+R).i = E \Rightarrow \underline{\frac{di}{dt} + \frac{r+R}{L}.i = \frac{E}{L}}$

2-2- Expression de A et τ :

On porte la solution $i(t) = A.\left(1 - e^{-t/\tau}\right)$ dans l'expression de l'équation différentielle :

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

ce qui donne : $\underline{I_{max} = A = \frac{E}{R+r}}$ et $\underline{\tau = \frac{L}{R+r}}$

2-3-1- La courbe (2) correspond à $u_{AB}(t)$:

On a : $u_{AB}(t) = R.i(t)$ et à t=0 on aussi $i(0) = 0$ alors $u_{AB}(0) = R.i(0) = 0$, et la figure3 montre que la courbe2 passe par l'origine du repère.

2-3-2- Détermination de E et u_{ABmax} :

Graphiquement, on trouve : $E = 6V$ et $u_{AB_{max}} = 4V$

2-3-3- * Expression de r :

On a $I_{max} = \frac{E}{R+r} \Rightarrow u_{ABmax} = R.I_{max} = \frac{R.E}{R+r} \Rightarrow R + r = \frac{R.E}{u_{ABmax}} \Rightarrow \underline{r = R.\left(\frac{E}{u_{ABmax}} - 1\right)}$

* A.N : $r = 8 \times (\frac{6}{4} - 1) = \underline{4\Omega}$

2-3-4- Détermination de τ :

Graphiquement, on trouve : $\underline{\tau = 5ms = 5.10^{-3}s}$

2-3-5- Vérification de la valeur de L :

On sait que $\tau = \frac{L}{r+R} \Rightarrow \underline{L = \tau \times (r+R)}$ $\quad A.N : L = 5.10^{-3} \times (4+8) = \underline{6.10^{-2}H = 60mH}$

Partie II : Oscillations libres dans RLC

1- Remplissage du tableau :

La résistance	R = 10Ω	R = 20Ω	R = 123Ω
N° de la courbe	1	3	2

2-1- La pseudo période T :

De la courbe (1), on lit : $\underline{T = 6ms = 6.10^{-3}s}$

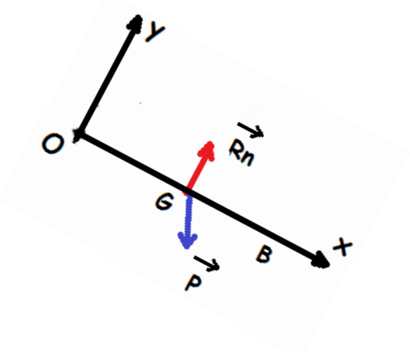
2-2- Vérification de la capacité $C = 15\mu F$:

$$T \approx T_0 = 2\pi.\sqrt{L.C} \Rightarrow C = \frac{T^2}{4.\pi^2.L} \quad A.N : C = \frac{(6.10^{-3})^2}{4\times10\times60.10^{-3}} \approx 1{,}5.10^{-5} F = 15\mu F$$

La Mécanique : L'étude dynamique et énergétique du mouvement d'un solide

1- Etude du mouvement d'un corps sur un plan incliné :

1-1-1- * Expression de l'accélération :



- Système à étudier : {corps(S)}
- Repère d'étude R (O ; $\vec{i}$, $\vec{j}$) supposé galiléen ;
- Bilan des forces extérieures :

  * Poids du corps : $\vec{P}$

  * Réaction du plan incliné : $\vec{R} = \vec{R_n}$ $(pas\ de\ frottement)$
- 2ème loi de newton : $\vec{P} + \vec{R} = m.\vec{a_G}$ ou $\vec{P} + \vec{R_n} = m.\vec{a_G}$
- Projection de cette relation vectorielle sur l'axe Ox :

$$P_x + R_{nx} = m.a_x \quad (*)$$

- Expressions : $P_x = mg.\sin(\alpha)$, $R_{nx} = 0$, et $a_x = a_1$.
- La relation (*) devient : $m.a_1 = m.g.\sin(\alpha)$
- Finalement on obtient l'expression : $a_1 = g.\sin(\alpha) = Cte$

* L'accélération est constante, donc le mouvement de G est rectiligne uniformément varié.

1-1-2- Equation horaire:

Le mouvement de G est rectiligne uniformément varié, alors :

$$x(t) = \frac{1}{2}a_1.t^2 + v_0.t + x_0 \quad ou\ bien \quad x(t) = \frac{1}{2}g\sin(\alpha).t^2 + v_0.t + x_0$$

A.N : $x(t) = \frac{1}{2}\times10\times\sin(11°).t^2 + 2.t + 0 = 0{,}954.t^2 + 2.t$

1-2-1- Accélération expérimentale a_2 :

La vitesse est une fonction affine, alors : $v(t) = a_2.t + v_0$; $avec\ a_2 = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{3-2}{5-0} \Rightarrow a_2 = 0{,}2 m.s^{-2}$

1-2-2- Le mouvement se fait avec frottement :

Il suffit de comparer l'accélération théorique a_1 et l'accélération expérimentale a_2 :

On a : $a_1 = g.\sin(\alpha) = 10\times\sin(11°) \approx 1{,}9 m.s^{-2} \neq a_2 = 0{,}2 m.s^{-2}$: Il y a alors frottement.

1-2-3- Intensité de la force de frottement :

- Système à étudier : {corps(S)}
- Repère d'étude R (O ; $\vec{i}$, $\vec{j}$) supposé galiléen ;
- Bilan des forces extérieures :

Poids du corps : $\vec{P}$ et réaction du plan incliné : $\vec{R} = \vec{R_n} + \vec{f}$ ($\vec{f}$: $force\ de\ frottement$)

- 2ème loi de newton : $\vec{P} + \vec{R} = m.\vec{a}_G$ ou $\vec{P} + \vec{R}_n + \vec{f} = m.\vec{a}_G$
- Projection de cette relation vectorielle sur l'axe Ox : $P_x + R_{nx} + f_x = m.a_x \quad (*)$
- Expressions : $P_x = mg.\sin(\alpha)$, $R_{nx} = 0$, $f_x = -f$, et $a_x = a_1$.
- La relation (*) devient : $mg.\sin(\alpha) - f = m.a_1$
- Finalement on obtient l'intensité : $\underline{f = m.(g.\sin(\alpha) - a_1)}$
- A.N : $f = 0{,}2 \times (10 \times \sin(11°) - 0{,}2) \approx \underline{0{,}34N}$

2- Etude du mouvement de l'oscillateur mécanique $\{solide(S); Ressort\}$:

2-1- La courbe (2) correspond à l'énergie cinétique :

L'énergie cinétique a pour expression : $E_c = \frac{1}{2}.m.v^2$, et à l'instant t = 0 :

$E_c(0) = \frac{1}{2}.m.v(0)^2 \underline{= 0}$ car $v(0) = 0$; Et la courbe passant par O à l'instant t = 0 est la courbe (2).

2-2- Energie potentielle élastique maximale :

Graphiquement, la valeur maximale de l'énergie potentielle élastique est :

$\underline{E_{pe_{max}} = 1{,}6mJ = 1{,}6.10^{-3}\,J}$

2-3- Coefficient de raideur K :

- L'énergie mécanique se conserve : $E_m = \frac{1}{2}.K.X_{max}^2 = E_{pe_{max}}$

D'où $\underline{K = \frac{2.E_{pe_{max}}}{X_{max}^2}}$ $\quad A.N:\ K = \frac{2 \times 1{,}6.10^{-3}}{(2.10^{-2})^2} \approx \underline{8N.m^{-1}}$

2-4- Valeur de la vitesse lorsque Ec = Epe :

- A un instant t : $E_c = E_{pe}$ et $E_{pe} = E_m - E_c \Rightarrow 2.E_c = E_m \Rightarrow m.v_G^2 = E_{pe_{max}}$
- On en déduit : $\underline{v_G = \sqrt{\frac{E_{pe_{max}}}{m}}}$
- A.N : $v_G = \sqrt{\frac{1{,}6.10^{-3}}{0{,}2}} \approx \underline{8{,}9.10^{-2}\,m.s^{-1}}$