- Exercice1 -

Partie I :

1- * Expression du quotient de réaction : $Q_{r,i} = \dfrac{[A\ell^{3+}]_i^{\,2}}{[Cu^{2+}]_i^{\,3}}$

* Application numérique : $Q_{r,i} = \dfrac{(6{,}5.10^{-1})^2}{(6{,}5.10^{-1})^3} = 1{,}5$

2- Le sens d'évolution spontanée du système chimique : est le sens direct pour lequel il y a formation du cuivre $Cu_{(s)}$; car $Q_{r,i} = 1{,}5 \ll K = 10^{200}$.

3- Schéma conventionnel de la pile étudiée :

Au niveau de la lame de cuivre, il y à réduction des ions Cu^{2+} en Cu : C'est la Cathode (Borne +)

$$\ominus\ A\ell / A\ell^{3+} // Cu^{2+} / Cu\ \oplus$$

4- Recherche de la quantité d'électricité q :

- Tableau d'avancement :

Demi- équation		$3Cu^{2+}{}_{(aq)} + 6.e^- \rightleftarrows 3.Cu_{(s)}$			Quantité de matière des e^- échangés :
Etat du système	Avancement x (mol)	Quantités de matière (mol)			
Etat initial	0	$[Cu^{2+}]_i.V$	$\approx$	$n_i(Cu)$	0
E. intermédiaire	x	$[Cu^{2+}]_i.V - 3.x$	$\approx$	$n_i(Cu) + 3.x$	$n(e^-) = 6.x$

- D'une part la quantité d'électricité est q = n(e-). F = 6.x.F (1)
- d'autre part, la quantité en ion Cu^{2+} restante est : $[Cu^{2+}]_t.V = [Cu^{2+}]_i.V - 3.x$

donnant l'avancement : $x = \dfrac{[Cu^{2+}]_i - [Cu^{2+}]_t}{3}.V$ (2)

- (1) et (2) donnent : $q = 2.([Cu^{2+}]_i - [Cu^{2+}]_t).F.V$

- A.N :

$$q = 2\times(6{,}5.10^{-1} - 1{,}6.10^{-1})\times 9{,}65.10^4 \times 65.10^{-3}$$
$$q \approx 6150C$$

Partie II :

1- Réaction de l'acide butanoique avec l'eau :

1-1- * Taux d'avancement final ;

- $\tau = \dfrac{x_{éq}}{x_m} \Rightarrow \tau = \dfrac{[H_3O^+]_{éq}.V}{C.V} \Rightarrow \tau = \dfrac{[H_3O^+]_{éq}}{C} \Rightarrow \tau = \dfrac{10^{-pH}}{C}$

- A.N : $\tau = \dfrac{10^{-3{,}41}}{1{,}0.10^{-2}} \approx 0{,}039 = 3{,}9\% < 1$

* La réaction de l'acide butanoique avec l'eau : est limitée.

1-2- Expression du quotient de réaction à l'équilibre:

$$Q_{r,éq}=\frac{[H_3O^+]_{éq}\times[C_3H_7COO^-]_{éq}}{[C_3H_7COOH]_{éq}} \Rightarrow Q_{r,éq}=\frac{[H_3O^+]_{éq}^2}{C-[H_3O^+]_{éq}} \Rightarrow \underline{Q_{r,éq}=\frac{10^{-2pH}}{C-10^{-pH}}}$$

$$A.N:\ Q_{r,éq}=\frac{10^{-2\times 3,41}}{1.10^{-2}-10^{-3,41}}\approx \underline{1,57.10^{-5}}$$

1-3- Valeur du pK_A du couple $C_3H_7COOH/C_3H_7COO^-$

A l'équilibre, $K_A = Q_{r;éq}$; donc $pK_A = -Log(K_A) = -Log(Q_{r;éq})$

A.N : $pK_A = -Log(1,57.10^{-5}) \approx \underline{4,8}$

2- Réaction de l'acide butanoique et de son anhydride avec l'éthanol :

2-1- Rôle du chauffage à reflux : permet d'accélérer le rythme de la réaction, et permet d'éviter la perte de la matière des réactifs et produits de cette réaction.

2-2- * Temps de demi-réaction :

- Pour la première expérience (courbe1) ; $\frac{x_{éq}}{2}\approx\frac{0,2}{2}=0,1mol \Rightarrow \underline{t_{1/2}\approx 8\min}$

- Pour la deuxième expérience (courbe2) ; $\frac{x_{éq}}{2}\approx\frac{0,3}{2}=0,15mol \Rightarrow \underline{t_{1/2}\approx 2\min}$

* La réaction la plus rapide : est celle entre l'anhydride butanoique et l'éthanol. (2min < 8min)

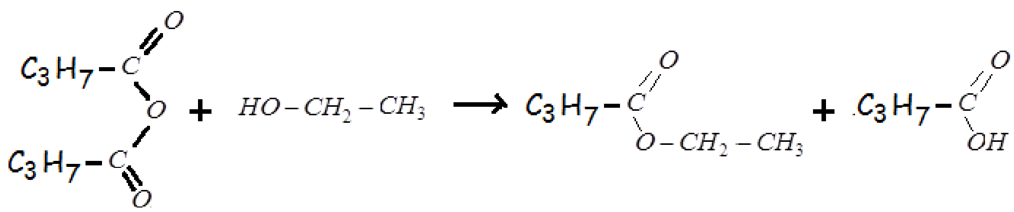
2-3- * Taux d'avancement finale :

- Pour la première expérience (courbe1) ; $x_{éq}=0,2mol$ et $x_{max}=0,3mol \Rightarrow \tau=\frac{0,2}{0,3}\approx\underline{0,67}$

- Pour la deuxième expérience (courbe2) ; $x_{éq}=0,3mol$ et $x_{max}=0,3mol \Rightarrow \tau=\frac{0,3}{0,3}=\underline{1}$

* La réaction entre l'anhydride butanoique et l'éthanol : est totale. (τ = 1)

2-4- Equation de la réaction entre l'anhydride butanoique et l'éthanol :



- Exercice2-

1- La longueur d'onde : est $\lambda = \underline{4cm}$

2- La vitesse de propagation de l'onde : est $V = \lambda \times N = 0,04\times 50 = \underline{2m.s^{-1}}$.

3- L'instant t de capture de la surface de l'eau : est $t = SM/V = 0,06/2 = \underline{0,03s}$

4- La relation : est $y_M(t) = y_S(t - 0,03)$

- Exercice3-

Partie I:

1-1- Représentation de la tension u_R :

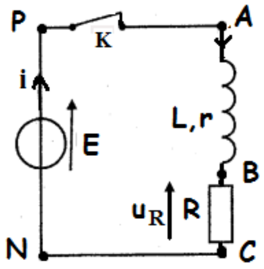


figure1

1-2- Expression de l'intensité Ip :

En régime permanent, la bobine se comporte comme une résistance r, et d'après la loi de Pouillet : $I_p = \dfrac{E}{r+R}$

2-1- Equation différentielle que vérifie la tension u_R :

- Loi d'additivité des tensions : $u_b + u_R = 0 \;\; (1)$

- Loi d'Ohm, en convention récepteur : $i = \dfrac{u_R}{R} \;\; (2)$ et $u_b = L.\dfrac{di}{dt} + r.i \;\; (3)$

- Des trois relations ; on écrit :

$$\overset{(1)et(3)}{\Rightarrow} L.\frac{di}{dt} + r.i + u_R = E \;\; \overset{(2)}{\Rightarrow} L.\frac{d}{dt}(\frac{u_R}{R}) + r.(\frac{u_R}{R}) + u_R = 0 \;\; \Rightarrow \frac{L}{R}.\frac{du_R}{dt} + (\frac{r}{R}+1).u_R = 0$$

$$\Rightarrow \frac{L}{R}.\frac{du_R}{dt} + \frac{r+R}{R}.u_R = 0 \;\; \Rightarrow \;\; \frac{L}{r+R}.\frac{du_R}{dt} + u_R = 0$$

2-2- Expression de τ :

- La solution de cette équation est de la forme : $u_R(t) = R.I_p.e^{-\frac{t}{\tau}}$

- Portons cette expression dans l'équation différentielle :

$$\frac{L}{r+R}.\frac{d}{dt}(R.I_p.e^{-\frac{t}{\tau}}) + R.I_p.e^{-\frac{t}{\tau}} = 0 \Rightarrow \frac{L}{r+R}.\frac{d}{dt}(e^{-\frac{t}{\tau}}) + e^{-\frac{t}{\tau}} = 0 \Rightarrow (\frac{L}{r+R}.\frac{-1}{\tau} + 1).e^{-\frac{t}{\tau}} = 0 \Rightarrow \tau = \frac{L}{r+R}$$

2-3- a) Résistance de la bobine :

$u_R(0) = R.I_p = \dfrac{R.E}{R+r}$ et $u_R(0) = 6V$ d'où : $r = R \times (\dfrac{E - u_R(0)}{u_R(0)})$

A.N : $r = 60 \times (\dfrac{6{,}5-6}{6}) = 5\Omega$

b) Inductance de la bobine :

$\tau = \dfrac{L}{r+R}$ et $\tau = 2{,}8ms$ alors $L = \tau \times (r+R)$

$A.N :\quad L = 2{,}8 \times (5+60) = 182mH$

2-4- Energie E_m emmagasinée par la bobine à $t_1 = \tau$:

$E_m = \frac{1}{2}.L.i^2 = \frac{1}{2}.L.(\frac{u_R}{R})^2$ et $u_R(\tau) = 2{,}2V$

A.N : $E_m = \frac{1}{2}\times 182.10^{-3}\times(\frac{2,2}{60})^2 \approx \underline{1,22.10^{-4}\,J}$

Partie II :

1- Montrons que $u_s(t) = A.[1+m.\cos(2\pi.f_s.t)].\cos(2\pi.F_p.t)$

$$u_s(t)=k.u_1(t).u_2(t)$$
$$\Rightarrow\ u_s(t)=k.u_1(t).[U_0+s(t)]$$
$$\Rightarrow\ u_s(t)=k.P_m\cos(2\pi F_p.t).[U_0+S_m\cos(2\pi f_s.t)]$$
$$\Rightarrow\ u_s(t)=kP_m.[U_0+S_m\cos(2\pi f_s.t)].\cos(2\pi F_p.t)$$
$$\Rightarrow\ u_s(t)=kP_mU_0.\left[1+\frac{S_m}{U_0}\cos(2\pi f_s.t)\right].\cos(2\pi F_p.t)$$

En posant : $\underline{m=\frac{S_m}{U_0}}$ et $\underline{A=kP_mU_0}$ alors : $u_s(t) = A.[1+m.\cos(2\pi.f_s.t)].\cos(2\pi.F_p.t)$

2-1- * La fréquence F_p de la porteuse : $F_p = 1/T_p$

Graphiquement : $10\times T_p$ = 10ms alors T_p = 1ms et F_p = 1/0.001 = 1000Hz

* La fréquence fs de la tension modulante : fs = 1/Ts

Graphiquement : T_s = 10ms alors fs = 1/0.01 = 100Hz

2-2- * Taux de modulation :

$$m=\frac{Um_{max}-Um_{min}}{Um_{max}+Um_{min}}=\frac{3-1}{3+1}\approx \underline{0,5}$$

* La modulation est bonne puisque $m \prec 1$ et $F_p \succ\succ f_s$

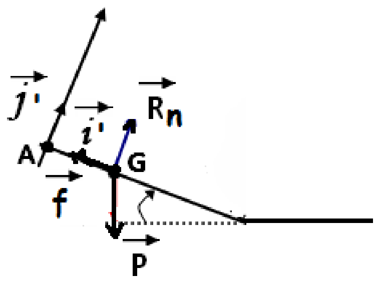
- Exercice4-

Partie I :

1- Etude du mouvement sur le plan incliné :

1-1- Equation différentielle :

- Système à étudier : {skieur}



- Repère d'étude (A ; $\vec{i}'$, $\vec{j}'$) supposé galiléen;
- Bilan des forces extérieures :

  * Poids du skieur $\vec{P}$

  * Réaction du plan incliné : $\vec{R}=\vec{R_n}+\vec{f}$ ($\vec{f}$: *force de frottement*)

- 2ème loi de newton : $\vec{P}+\vec{R_n}+\vec{f}=m.\vec{a_G}$
- Projection de cette relation vectorielle sur l'axe Ax' : $P_x+R_{nx}+f_x=m.a_x$ (*)
- Expressions : $P_x=m.g.\sin(\alpha)$, $R_{nx}=0$, $f_x=-f$ et $a_x=\frac{dv_G}{dt}$.
- La relation (*) devient : $m.g.\sin(\alpha)-f=m.\frac{dv_G}{dt}$

- finalement l'équation différentielle s'écrira : $\frac{dv_G}{dt} = g.\sin(\alpha) - \frac{f}{m}$

1-2- Détermination des valeurs de b et c :

- Remarquons que $\frac{dv_G}{dt} = g.\sin(\alpha) - \frac{f}{m} = \text{constante}$
- Par intégration : $v_G(t) = (g.\sin(\alpha) - \frac{f}{m}).t + v(0)$
- D'après la condition initiale v(0) = 0 ; alors : $v_G(t) = (g.\sin(\alpha) - \frac{f}{m}).t$
- par identification avec la forme $v_G(t) = b.t + c$; on déduit que :

$$b = g.\sin(\alpha) - \frac{f}{m} = 9{,}8 \times \sin(23°) - \frac{15}{65} \approx \underline{3{,}6 m.s^{-2}}$$
$$\underline{c = 0}$$

1-3- Déduction de l'instant t_B :

- L'équation de la vitesse s'écrit : $v_G(t_B) = b \times t_B$ et $v_G(t_B) = 90 km.h^{-1} = \frac{90}{3{,}6} m.s^{-1} = 25 m.s^{-1}$
- Alors $\underline{t_B = \frac{v_G(t_B)}{b}}$ A.N : $t_B = \frac{25}{3{,}6} \approx \underline{6{,}9 s}$

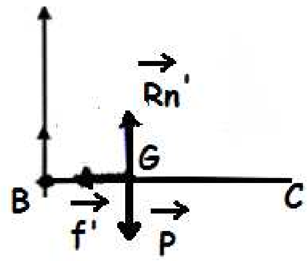
1-4- Intensité R de l'action du plan :

$R = \sqrt{Rn^2 + f^2} \Rightarrow \underline{R = \sqrt{(mg\cos(\alpha))^2 + f^2}}$

A.N : $R = \sqrt{(65 \times 9{,}8 \times \cos(23°))^2 + 15^2} \approx \underline{586{,}5 N}$

2- Etude du mouvement sur le plan horizontal :

2-1- Recherche de l'intensité f ' :



- Système à étudier : {skieur}
- Repère d'étude (B ; $\vec{i}$) supposé galiléen ;
- Bilan des forces extérieures :

  * Poids du skieur $\vec{P}$

  * Réaction du plan horizontal : $\vec{R} = \vec{R_n}' + \vec{f}'$ ($\vec{f}'$: *force de frottement*)

- 2ème loi de newton : $\vec{P} + \vec{R_n}' + \vec{f}' = m.\vec{a_G}$
- Projection de cette relation vectorielle sur l'axe Bx : $P_x + R_{nx}' + f_x' = m.a_x$ (*)
- Expressions : $P_x = 0$, $R_{nx} = 0$, $f_x' = -f'$ et $a_x = -3 m.s^{-2}$.
- La relation (*) nous donne : $\underline{f' = -m.a_x}$

  A.N : $f' = -65 \times (-3) = \underline{195 N}$

2-2- Détermination de tc :

- Equation de la vitesse : $v_G(t) = a_x.t + v(0)$

- Au point tc ; $v_G(tc) = 0$, alors $a_x.tc + v(0) = 0$
- On déduit que : $\underline{t_C = -\dfrac{v(0)}{a_x}}$ A.N : $t_C = -\dfrac{25}{-3} \approx \underline{8,33s}$

2-3- Déduction de la distance BC :

- L'équation horaire est : $x(t) = \frac{1}{2}.a_x.t^2 + v(0).t + x(0) \Rightarrow x(t) = -\frac{3}{2}.t^2 + 25.t$
- La distance $BC = x_C - x_B = x(t_C) - \underbrace{x(t_B)}_{=0} \Rightarrow \underline{BC = -\frac{3}{2}.tc^2 + 25.tc}$
- A.N: $BC = -\frac{3}{2} \times 8,33^2 + 25 \times 8,33 \approx \underline{104,2m}$

Partie II :

1- Expression de l'énergie mécanique du pendule :

$E_m = E_c + E_{pt} + E_{pp}$ avec $E_c = \frac{1}{2} J_\Delta . \dot{\theta}^2$; $E_{pt} = \frac{1}{2} C.\theta^2$ et $E_{pp} = 0$

Alors $\underline{E_m = \frac{1}{2} J_\Delta . \dot{\theta}^2 + \frac{1}{2} C.\theta^2}$

2- Constante de torsion C du fil :

- Lorsque $\theta = \theta_{max} = 0,8rad$; l'énergie cinétique est nulle : $Ec(0,8) = 0$
- Graphiquement, l'énergie mécanique est $E_m = 16mJ = 16.10^{-3}J$
- D'après l'équation (*), on aura $\frac{1}{2} C.\theta_{max}{}^2 = E_m \Rightarrow \underline{C = \dfrac{2.E_m}{\theta_{max}{}^2}}$
- A.N : $C = \dfrac{2 \times 16.10^{-3}}{0,8^2} \approx \underline{0,05 N.m.rad^{-1}}$

3- Détermination de J_Δ :

- Lorsque $\theta = 0$; l'énergie cinétique est maximale : $Ec(0) = E_m = 16mJ = 16.10^{-3}J$
- Lorsque $\theta = 0$; l'énergie potentielle de torsion est nulle : $E_{pt}(0) = 0$
- D'après l'équation (*), on aura $E_m = \frac{1}{2} J_\Delta . (\dot{\theta}_{max})^2 \Rightarrow \underline{J_\Delta = \dfrac{2.E_m}{(\dot{\theta}_{max})^2}}$
- A.N : $J_\Delta = \dfrac{2 \times 16.10^{-3}}{2,31^2} \approx \underline{6.10^{-3} kg.m^2}$