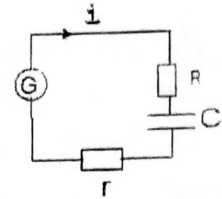


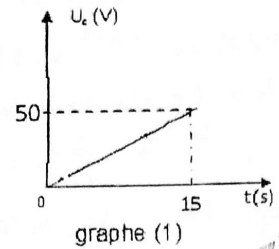
277

Dipôle RC

On réalise le circuit série ci-contre, formé par un générateur (G), un condensateur de capacité C et deux résistors de résistances respectives R et r. On réalise les deux expériences suivantes :



- **Expérience (a) :** (G) est un générateur idéal de courant délivrant une intensité $I=5 \text{ mA}$: la courbe $u_c = f(t)$ est donnée par le graphe (1).
- **Expérience (b) :** (G) est un générateur idéal de tension de f.e.m E, l'oscillogramme (2) correspond aux variations de $u_c(t)$, et $u_R(t)$.



- 1- Expliquer brièvement le phénomène de charge du condensateur.
- 2- Réaliser les connexions nécessaires afin de visualiser $u_c(t)$ et $u_R(t)$.
- 3- **Expérience (b) :**

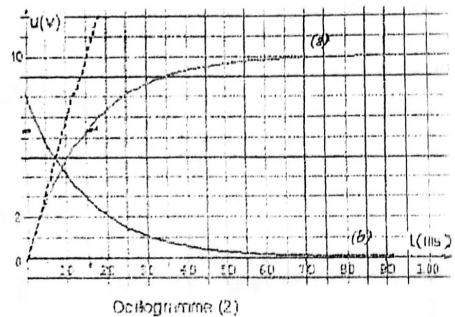
- a) Exprimer u_R en fonction de : u_c , E, R et r.
- b) Etablir l'équation différentielle en u_c puis en u_R .

Vérifier que $u_c(t) = E (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$ est une solution pour cette équation. Déduire l'expression de $u_R(t)$.

- c) Déterminer la valeur de C puis celles de R, r et E.

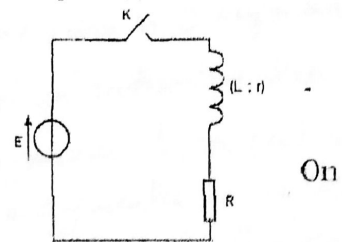
4-Expérience (a) :

- a) Donner l'expression numérique de $u_c(t)$.
- b) Si on isole le condensateur chargé puis on augmente sa capacité, son énergie électrostatique augmente-t-elle ?
- c) Rappeler l'expression de la capacité d'un condensateur plan. Comment peut-on augmenter sa capacité ?



Dipôle RL

A l'aide d'une bobine longue (B) d'inductance L réglable et de résistance r, d'un resistor de résistance R réglable, d'un générateur de tension idéal de f.e.m E. On réalise le circuit ci-contre. Pour $L=L_1$, on représente $i(t)$ pour deux valeurs de R l'une $R_1=10\Omega$ et l'autre $R_2=30\Omega$. obtient les courbes (a) et (b) suivantes :



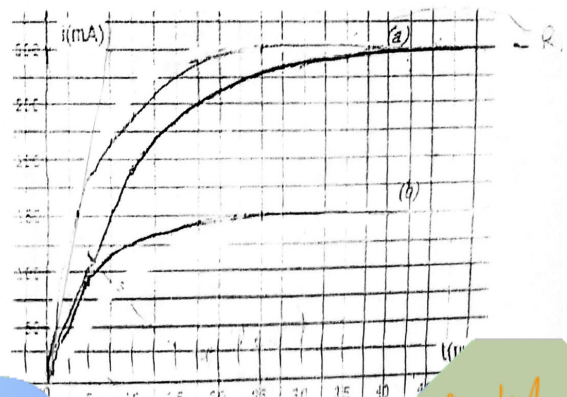
- 1-a) Indiquer le phénomène observé et expliquer la présence du régime transitoire
- b) Exprimer la constante de temps τ du circuit puis montrer qu'elle s'exprime en seconde.

2- Donner une solution de $i(t)$ en fonction des caractéristiques du circuit et déduire l'expression de l'énergie magnétique emmagasinée après une durée τ .

- 3-a) Associer à chaque courbe la valeur de R par deux méthodes

- b) Déterminer les valeurs de r, E et L.

4- Pour $R=R_1$ et $L=L_2=L_1/2$, représenter $i(t)$ et $u_L(t)$.

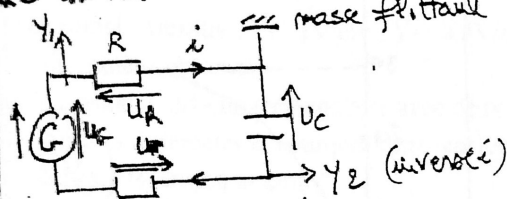


Révision - 1 -

Dipôle RC

1°) lors de la charge du condensateur, il y a déplacement des électrons de l'armature reliée au pôle positif du générateur vers l'armature reliée au pôle négatif du générateur entraînant une augmentation de $U_C(t)$.
Lorsque $U_C(t) = E$, le condensateur est chargé ($i = 0$).

2°) Pour visualiser simultanément $U_C(t)$ et $U_R(t)$, il faut que la masse de l'oscilloscope soit commune au résistor et au condensateur.



* la voie Y_2 doit être inversée.

* la masse de l'oscilloscope doit être flottante pour ne pas court-circuiter le résistor r et le condensateur.

3°/a) loi des mailles: $U_R + U_r + U_C - E = 0$

$$U_R = Ri \text{ et } U_r = ri = \frac{r}{R} \cdot U_R$$

$$\text{donc } U_R \left(1 + \frac{r}{R}\right) = E - U_C \Rightarrow U_R = \frac{R}{R+r} (E - U_C)$$

b) $U_C = \frac{q}{C} = \frac{1}{C} \int i(t) dt \Rightarrow i = C \frac{dU_C}{dt}$
 $\Rightarrow U_C + U_R + U_r = E$ donc:

$$U_C + (R+r)i = E \Rightarrow (R+r)C \frac{dU_C}{dt} + U_C = E$$

* $U_C = \frac{1}{RC} \int (U_R + U_r) dt$ donc l'équ. précédente donne:
 $(R+r)C \cdot \frac{1}{RC} \cdot U_R + \frac{1}{RC} \int (U_R + U_r) dt = E$ multiplions par RC

$$\text{et on dérive } \Rightarrow (R+r)C \cdot \frac{dU_R}{dt} + U_R = 0$$

* $U_C = E(1 - e^{-t/\tau}) \Rightarrow \frac{dU_C}{dt} = \frac{E}{\tau} e^{-t/\tau}$
 $\Rightarrow (R+r)C \cdot \frac{dU_C}{dt} + U_C = (R+r)C \cdot \frac{E}{\tau} e^{-t/\tau} + E(1 - e^{-t/\tau})$
 $= E + E \cdot e^{-t/\tau} \left[\frac{(R+r)C}{\tau} - 1 \right]$

cette expression de $U_C(t)$ est une solution de l'équ. différentielle lorsque $\tau = (R+r)C$.

* $U_R(t) = R \cdot i(t) = RC \cdot \frac{dU_C}{dt} = \frac{R}{R+r} \cdot E \cdot e^{-t/\tau}$

c) Pour le générateur idéal de courant: $i = I = \frac{q}{t} \Rightarrow U_C = \frac{q}{C} = \frac{I}{C} \cdot t$

Pour $U_C \neq 0$, on a: $C = \frac{I}{U_C} \cdot t$

d'après le graphe: $t = 15 \mu s$, $U_C = 50V$
 $\Rightarrow C = \frac{5 \cdot 10^{-3} \cdot 15}{50} = 1,5 \cdot 10^{-3} F$

* Pour le générateur idéal de tension:

$U_C = E(1 - e^{-t/\tau})$, en régime permanent
 $t \rightarrow \infty$ donc $U_C = E = 10V$ (d'après le graphe)

* $U_R(t) = \frac{RE}{R+r} \cdot e^{-t/\tau}$, $U_R(0) = 8V$

$$\Rightarrow U_R(0) = \frac{RE}{R+r} = RE \cdot \frac{C}{\tau}$$

Or τ est l'abscisse du pt d'intersection de la tangente à la courbe (a) au pt d'abscisse $t=0$ et l'asymptote horizontale d'équation

$y = 10V$: $E = 15mA \Rightarrow R = \frac{U_R(0) \cdot \tau}{E \cdot C} = 8 \Omega$

* $\tau = (R+r)C$
 $\Rightarrow r = \frac{\tau}{C} - R = 2 \Omega$

4°/a) $U_G = U_R + U_r + U_C = (R+r)I + \frac{I}{C} t$

$$U_G(t) = \frac{10}{3} t + 0,05$$

b) $E_C = \frac{1}{2} C \cdot U_C^2 = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C}$

Si on isole le condensateur, sa charge reste la même, donc si C augmente, E_C diminue.

c) Pour un condensateur plan: $C = \frac{\epsilon \cdot S}{e}$

Pour augmenter C , on peut soit:

- * augmenter la surface en regard S
- * augmenter la permittivité du diélectrique ϵ
- * diminuer la distance e qui sépare les deux armatures.

278

Dipôle RL

1°/a) c'est le phénomène d'établissement du courant.

Le régime transitoire est dû au phénomène d'auto-induction qui s'oppose à l'établissement du courant. Le phénomène d'auto-induction est dû à la variation du champ magnétique propre de la bobine.

b)

loi des mailles:

$$U_B + U_R - E = 0$$

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

$$\frac{L}{R+r} \cdot \frac{di}{dt} + i = \frac{E}{R+r}, \text{ la cste du temps du circuit est alors } \tau = \frac{L}{R+r}$$

$$* R+r = \frac{U_{RT}}{I} \text{ s'exprime en } V \cdot A^{-1}$$

$$L = \frac{U_L}{\frac{di}{dt}} \text{ s'exprime en } V \cdot A^{-1} \cdot s$$

$$\text{donc } \tau = \frac{L}{R+r} \text{ en } s.$$

2°/ $i(t)$ est une exponentielle croissante, de la forme: $i(t) = I_0 \cdot (1 - e^{-t/\tau})$

$$\text{avec } \tau = \frac{L}{R+r} \text{ et } I_0 = i_{\text{permanent}} = \frac{E}{R+r}$$

$$* E_L = \frac{1}{2} L i^2 = \frac{1}{2} L I_0^2 (1 - e^{-t/\tau})^2$$

$$\text{Pour } t = \tau: E_L = \frac{1}{2} L I_0^2 (1 - e^{-1})^2$$

$$E_L(\tau) = \frac{1}{2} L \left(\frac{E}{R+r} \right)^2 (1 - e^{-1})^2$$

3°/a) même méthode: $I_0 = \frac{E}{R+r}$

$$R_1 < R_2 \Rightarrow I_{01} > I_{02} \text{ donc}$$

l'expérience (1) correspond à la courbe (a)

$$\text{avec } I_{01} = I_{0a} = 300 \text{ mA}, I_{02} = I_{0b} = 150 \text{ mA}$$

même méthode: $R_1 < R_2 \Rightarrow \tau_1 > \tau_2$

donc l'exp (1) correspond à la courbe (a)

et (2) correspond à la courbe (b).

$$b) * i(t) = I_0 (1 - e^{-t/\tau}) \Rightarrow i(\tau) = 0,63 I_0$$

$$* i(\tau_1) = 0,63 I_{01} = 189 \text{ mA} \Rightarrow \tau_1 = 10 \text{ ms}$$

$$* i(\tau_2) = 0,63 I_{02} = 94,5 \text{ mA} \Rightarrow \tau_2 = 5 \text{ ms}$$

$$* \frac{I_{01}}{I_{02}} = \frac{R_2 + r}{R_1 + r} = 2$$

$$\Leftrightarrow R_2 + r = 2R_1 + 2r \Leftrightarrow r = R_2 - 2R_1$$

$$r = 10 \Omega$$

$$* E = I_{01} (R_1 + r) = 0,3 (10 + 10) = 6 \text{ V}$$

$$* L_1 = E_1 (R_1 + r) = 10 \cdot 10^{-3} (10 + 10)$$

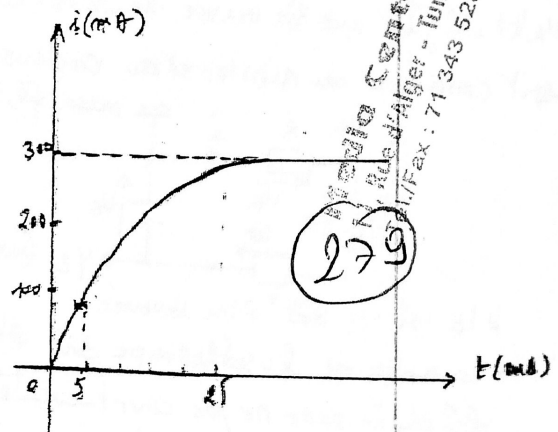
$$L_1 = 0,2 \text{ H}$$

4°/ expérience (3): $R_3 = R_1 = 10 \Omega$

$$L_3 = \frac{1}{2} L_1 = 0,1 \text{ H}$$

$$\Rightarrow I_{03} = \frac{E}{R_1 + r} = 300 \text{ mA} = I_a$$

$$\tau_3 = \frac{0,1}{11 + 10} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ s} = 5 \text{ ms} = \tau_b$$



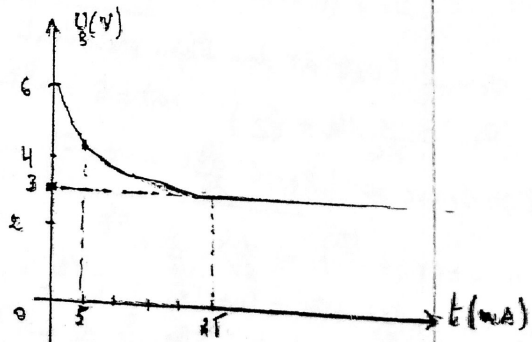
$$* U_B(t) = E - U_R(t) = E - R i(t)$$

$$\Rightarrow U_B(0) = E - R i(0) = 6 - 0 = 6 \text{ V} = E$$

$$U_B(\tau_3) = E - R i(\tau_3) = 6 - 10 \times 0,63 \times 0,3 = 4,1 \text{ V}$$

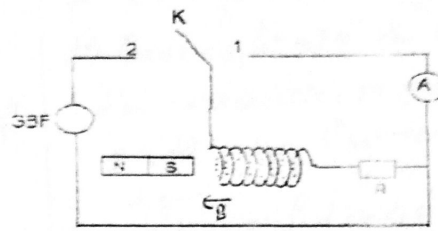
$$U_B(5\tau_3) = E - R i(5\tau_3) = 6 - 10 \times 0,3 = 3 \text{ V}$$

$U_B(t)$ est une exponentielle décroissante.



Induction et auto-induction

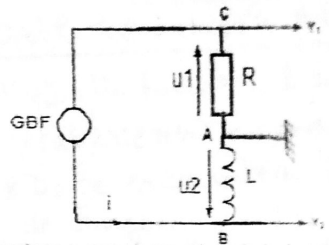
Une bobine d'inductance L et de résistance négligeable associée en série avec un résistor de résistance $R=1k\Omega$ G.B.F. délivrant un signal triangulaire de fréquence Hz .



est et un $N=500$ 33,3 Hz approche bobine.

1-On bascule l'interrupteur K à la position (1) et on le pôle sud d'un aimant droit de la face (A) de la on observe une déviation de l'aiguille de l'ampèremètre.

- a) De quel phénomène s'agit-il ? Préciser sa cause.
- b) Représenter le vecteur champ magnétique induit. En déduire courant induit.
- c) Donner deux applications du phénomène qui se produit.

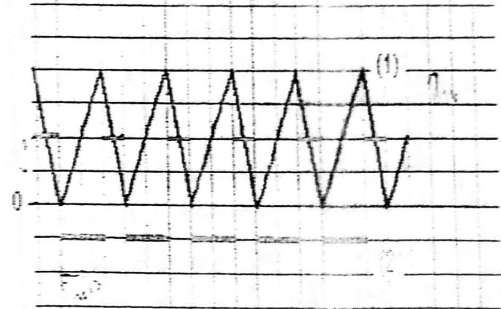


le sens du montage 2

2- On bascule K à la position (2) et on visualise les tensions $u_1(t)$ et $u_2(t)$. Montage 2.

Sensibilité horizontal : $1ms/div$; $Y_1 : 1V/div$; $Y_2 : 0,5V/div$.

- a) Préciser le phénomène observé.
- b) Pourquoi la tension u_2 est-elle rectangulaire avec deux crêteaux de hauteurs différentes et pourquoi cette tension est-elle négative lorsque la tension u_1 croît ?
- c) Déterminer la valeur de L .
- d) Donner deux applications du phénomène qui se produit.



280

Dipôle RC- dipôle RL

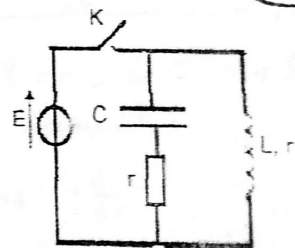
On considère le dispositif électrique ci-contre.

A la date $t=0$, on ferme l'interrupteur K . condensateur initialement déchargé

- 1- Préciser les phénomènes qui se produisent.
- 2- Etablir l'expression suivante :

$$i(t) = \frac{E}{r} (1 + e^{-\frac{t}{RC}} - e^{-\frac{t}{L/r}})$$

- 3- Exprimer l'énergie électrique totale emmagasinée par le circuit en régime permanent en fonction de : E, r, C et L .
- 4- Tracer $u_1(t)$ et $u_2(t)$.



régime

Cinétique chimique : Dans un bécher, on introduit :

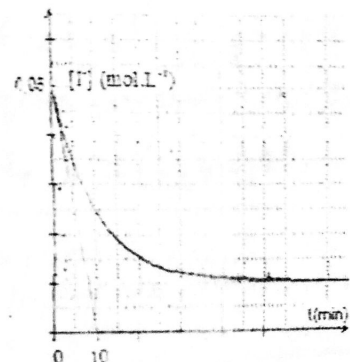
* $V_1=40 mL$ d'une solution de peroxydisulfate de sodium $Na_2S_2O_8$ de concentration C_1 .

* $V_2= 60mL$ d'une solution aqueuse d'iodure de potassium KI de concentration C_2 . On obtient la courbe ci-contre :

- 1- Déterminer l'avancement final de la réaction qui se produit.
- 2- Calculer la vitesse de la réaction à la date $t_1=0$ et à la date $t=t_2$.

Interpréter.

- 3- A quel instant t , la vitesse de la réaction est égale à la vitesse moyenne entre t_1 et t_2 ?
- 4- Calculer les valeurs de C_1 et C_2 .
- 5- Comment est signalée l'équivalence au cours du dosage de diiode formé ?
- 6- Déterminer le volume de la solution décimolaire de $S_2O_8^{2-}$ versé à $t_1, 2$ pour doser le diiode formé.



7- Le volume versé à t_2 :

Revisions 21

Induction et auto-induction

1°) Il s'agit du phénomène d'induction qui est dû à la variation du champ magnétique externe à travers les spires de la bobine.

b) Lorsque l'on approche l'aimant de la face droite de la bobine, le champ magnétique externe \vec{B} à travers les spires de la bobine augmente. D'après la loi de Lenz, la bobine crée un champ magnétique induit \vec{b}_i de sens opposé à celui de \vec{B} afin de s'opposer à cette augmentation. Comme \vec{B} sort du pôle nord de l'aimant, il est orienté de droite à gauche et donc \vec{b}_i sera de gauche à droite.



* Le champ induit \vec{b}_i sort par la face nord de la bobine et entre par la face sud, d'après la règle de la main droite, le sens du courant induit i est descendant des spires de la bobine.

c) * La production du courant électrique alternatif des alternateurs.

* Abaissement ou augmentation d'une tension alternative de la transformateur.

2°) a) On observe le phénomène d'auto-induction suite à la variation du champ magnétique interne de la bobine résultant de la variation du courant qui la traverse.

b) * A la voie Y_2 , on observe: $u_2(t) = u_B(t) = L \frac{di}{dt}$

* voie Y_1 , on observe: $u_1(t) = -u_R(t) = -R i$
 $\Rightarrow u_2(t) = -\frac{L}{R} \cdot \frac{du_1(t)}{dt}$

Comme $u_1(t)$ est un signal en dents de scie, la dérivée est un signal rectangulaire avec deux crêtes de hauteurs différentes.

* $u_2(t)$ est opposée à $\frac{du_1}{dt}$ car la voie Y_1 n'est pas inversée et par suite, on visualise $(-u_R(t))$ et non $u_R(t)$.

Rp: * la trace de l'oscilloscope doit être flottante pour ne pas court-circuiter la résist.

* La fem d'auto-induction est: $e = -L \frac{di}{dt}$, le régime est transitoire de la loi de LENE.

c) * Pour $t \in [0; 1m]$ avec $b = 4 d$

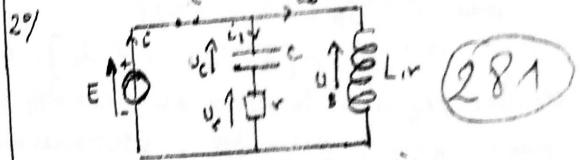
* $u_2(t) = 2 \text{ div} = 2 \times 0,5 \text{ V/div} = 1 \text{ V}$
 $u_2(t) = -\frac{L}{R} \cdot \frac{du_1}{dt} = -\frac{L}{R} a$

$\Rightarrow L = -\frac{R}{a} \cdot u_2(t) = 0,2 \text{ mH}$

d°) Comme au lieu de phénomène d'auto-induction, on peut citer:
 * L'allumeur électrique des cuisinières à gaz.
 * le dispositif d'amorçage de tube néon

Dipôle RC - dipôle RL

1°) * Dans la bobine, il se produit le phénomène d'établissement du courant.
 * Dans le condensateur, il se produit le phénomène de charge.



* loi des nœuds: $i = i_1 + i_2$

* loi des mailles: $u_r + u_c - E = 0$

$\Rightarrow r i_1 + \frac{q}{C} = E$ avec $q = \int i_1 dt$

$\Rightarrow r C i_1 + \frac{1}{C} \int i_1 dt = E \Rightarrow r \frac{di_1}{dt} + \frac{1}{C} i_1 = 0$

$\Rightarrow \left[r C \cdot \frac{di_1}{dt} + i_1 = 0 \right] \Rightarrow i_1(t) = I_1(0) e^{-t/\tau_1}$
 (exponentielle décroissante)

avec $\tau_1 = rC$ et $I_1(0) = \frac{E}{r}$; (car $q(0) = 0$)

* loi des mailles: $u_L - E = 0$

$r i_2 + L \frac{di_2}{dt} = E \Rightarrow \left[\frac{L}{r} \cdot \frac{di_2}{dt} + i_2 = \frac{E}{r} \right]$

$\Rightarrow i_2(t) = I_{2p} (1 - e^{-t/\tau_2})$ exponentielle croissante

avec $\tau_2 = \frac{L}{r}$ et $I_{2p} = \frac{E}{r}$ (régime permanent)

d'où $i(t) = i_1(t) + i_2(t)$

$= I_1(0) e^{-t/\tau_1} + I_{2p} (1 - e^{-t/\tau_2})$

$\left[i(t) = \frac{E}{r} \left[1 + e^{-t/\tau_1} - e^{-t/\tau_2} \right] \right]$

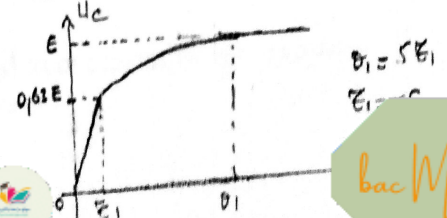
3°) * $E_c = E_L + E_C = \frac{1}{2} L i_2^2 + \frac{1}{2} C u_c^2$

en régime permanent: $i_2 = I_p = \frac{E}{r}$ et $u_c =$

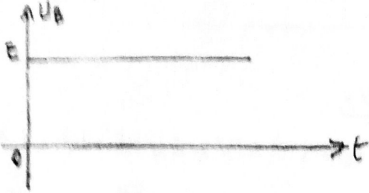
$\Rightarrow E_p = \frac{1}{2} \left(\frac{L}{r^2} + C \right) E^2$

4°) * $u_c(t) = E - u_r = E - r i_2 = E (1 - e^{-t/\tau_2})$

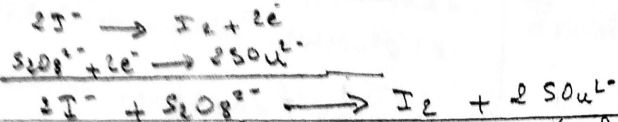
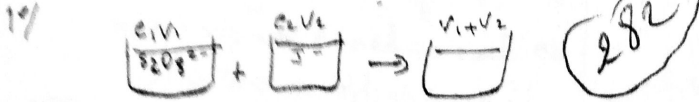
$u_c(t)$ est une expo croissante.



• 10/10/25 dans la M du malles.



Chimie chimique:



0:	$[I^-]_i$	$[S_2 O_8^{2-}]_i$	0	0 (mol.L ⁻¹)
t:	$[I^-]_i - 2y$	$[S_2 O_8^{2-}]_i - y$	y	2y
t _f :	$[I^-]_i - 2y_f$	$[S_2 O_8^{2-}]_i - y_f$	y _f	2y _f

* $[I^-]_i = \frac{c_1 V_1}{V_1 + V_2}$; $[S_2 O_8^{2-}]_i = \frac{c_2 V_2}{V_1 + V_2}$
 * D'après le graphe: $[I^-]_i = 0,05 \text{ mol.L}^{-1}$; $[I^-]_f = 0,01 \text{ mol.L}^{-1}$

avec $[I^-]_f = [I^-]_i - 2y_f$
 $\Rightarrow y_f = \frac{1}{2} ([I^-]_i - [I^-]_f) = 0,02 \text{ mol.L}^{-1}$

20/ Par définition, la vitesse de la réaction est définie par:

$v(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt}$ avec x: avancement de la réaction.

* on a: $[I^-] = [I^-]_i - 2y = [I^-]_i - \frac{2x}{V_1 + V_2}$
 $\Rightarrow \frac{d[I^-]}{dt} = -\frac{2}{V_1 + V_2} \cdot \frac{dx}{dt} = -\frac{2}{V_1 + V_2} \cdot v(t)$

d'où $v(t) = -\frac{1}{2} (V_1 + V_2) \cdot \left(\frac{d[I^-]}{dt} \right)$

avec $\frac{d[I^-]}{dt}$ est le coefficient directeur de la tige à la courbe $[I^-] = f(t)$ au pt d'abscisse t considéré.

à t = t_i = 0: $v(t_i) = -\frac{1}{2} (0,1) \cdot \left(\frac{0 - 0,05}{10 \text{ min} - 0} \right)$
 $v(t_i) = 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol.min}^{-1}$

* à t = t_f = 50 min: $v(t_f) = 0$, le syst n'évolue plus.

* v(t) diminue au cours du temps jusqu'à s'annuler à la fin de la réaction (à cause de la diminution de la concentratn des réactifs).

30/ à t = t₀, on a: $v(t_0) = v_{\text{moy}}(t_1, t_2)$

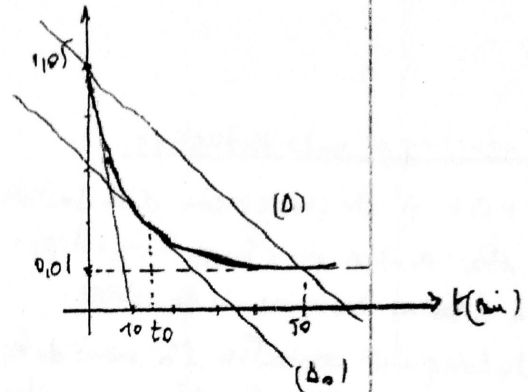
$\Rightarrow \left(\frac{dx}{dt} \right)_{t_0} = \left(\frac{dx}{dt} \right)_{t_1 \rightarrow t_2} = \frac{x(t_2) - x(t_1)}{t_2 - t_1}$

$\Rightarrow \frac{d[I^-]}{dt} \Big|_{t_0} = \frac{[I^-]_{t_2} - [I^-]_{t_1}}{t_2 - t_1}$

Donc, la tige (D₀) à la courbe $[I^-] = f(t)$

au pt d'abscisse t = t₀ est parallèle à la sécante (Δ)

à la courbe d'abscisse t₁ = 0 et t₂ = 50 min



graphiquement t₀ = 15 min.

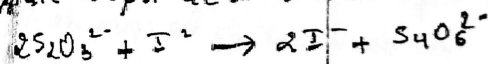
$40\% [I^-]_i = \frac{c_2 V_2}{V_1 + V_2} \Leftrightarrow c_2 = \frac{(V_1 + V_2) [I^-]_i}{V_2} = 2,32 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$

* $[I^-]_f \neq 0$ et comme la réaction est totale, I⁻ est le réactif en excès et par suite S₂O₈²⁻ est limitant: $[S_2 O_8^{2-}]_f = 0$

$\Rightarrow [S_2 O_8^{2-}]_i - y_f = 0$
 $[S_2 O_8^{2-}]_i = y_f = 0,02 \text{ mol.L}^{-1}$

$\Rightarrow c_2 = \frac{(V_1 + V_2) [S_2 O_8^{2-}]_i}{V_2} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$

50/ l'équivalence est signalée par la disparition de la coloration jaune brune de I₂ en solution (ou bien coloration bleue en présence d'amidon). On rappelle l'équ de la réaction du dosage:



60/ à t = t_{1/2}, $x(t_{1/2}) = \frac{1}{2} x_f = \frac{1}{2} V_2 y_f$
 $x(t_{1/2}) = 10^{-3} \text{ mol}$

n $[I^-]_{t_{1/2}} = [I^-]_i - \frac{2x(t_{1/2})}{V_1 + V_2} = 0,05 - \frac{2 \cdot 10^{-3}}{0,1} = 0,03 \text{ mol.L}^{-1}$

d'après le graphe: t_{1/2} = 7 min

* l'équ de la réaction du dosage, à l'équivalence on a: $n(I_2)_{\text{dose}} = \frac{n(S_2 O_8^{2-})_{\text{vau}}(t_{1/2}) [S_2 O_8^{2-}]_{\text{vau}}}{2}$

$\Rightarrow v_{\text{vau}}(t_{1/2}) = \frac{2 n(I_2)_{\text{dose}}(t_{1/2})}{[S_2 O_8^{2-}]_{\text{vau}}(t_{1/2})} = \frac{2x(t_{1/2})}{[S_2 O_8^{2-}]_{\text{vau}}}$
 $= \frac{2 \cdot 10^{-3}}{0,1} = 0,02 \text{ L}$

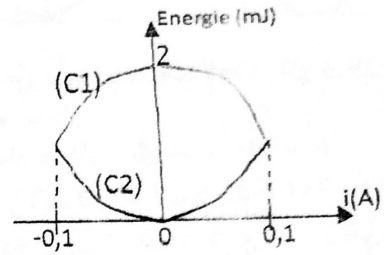
70/ L'asquin ajoute des ions Fe²⁺, la réaction devient plus rapide puisqu'ils jouent le rôle de catalyseur \Rightarrow t_f diminue et t_{1/2} aussi mais x_f reste le même $\Rightarrow x(t_{1/2})$ ne change pas $\Rightarrow v_{\text{vau}}(t_{1/2})$ reste le même



LC libre à résonance

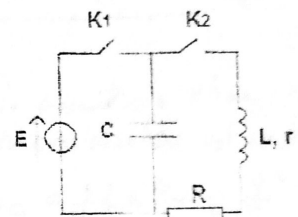
On considère un circuit oscillant libre et non amorti de fréquence $N_0=79,6$ Hz. A l'aide d'un logiciel approprié, on trace les variations de E_L et de E_C en fonction de i ; on obtient le graphe ci-contre :

- 1-Qu'est-ce qu'un circuit oscillant libre et non amorti ?
- 2-Montrer que le circuit est conservatif. Comment peut-on expliquer cette conservation de l'énergie totale E_c du circuit ?
- 3-Identifier chaque courbe.
- 4-Déterminer les valeurs de E_c et de I_m .
- 5-Déduire la valeur de la f.e.m E du générateur idéal de tension qui a chargé le condensateur, puis les valeurs de L et de C .
- 6-Tracer les variations de u_c en fonction de t , sachant qu'à $t=0$, $i=-I_m$.
- 7-Déterminer les instants t pour lesquels $u_c=u_L$. Déduire pour ces instants les valeurs de E_L et E_C .

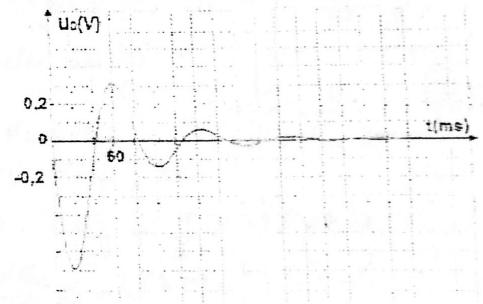


RLC libre à résonance

On réalise le montage, représenté par la figure ci-contre, formé d'un générateur de tension idéal de f.e.m $E=2V$, d'un condensateur de capacité $C=400 \mu F$, d'un résistor de résistance $R=28 \Omega$, d'une bobine d'inductance $L=400$ mH et de résistance $r=2\Omega$ et de deux interrupteurs K_1 et K_2 initialement ouverts. On ferme K_1 et on garde K_2 ouvert puis on ouvre K_1 et on ferme K_2 . On trace les variations de la tension $u_D(t)$ de l'un des dipôles du circuit de la décharge.



- 1-La charge du condensateur est-elle instantanée ?
- 2-Au cours de la décharge du condensateur, montrer que l'énergie est dissipée sous forme de chaleur par effet joule.
- 3-Identifier la tension $u_D(t)$.
- 4-Sous quelles formes est emmagasinée l'énergie électrique du circuit à la date $t=60$ ms.
- 5-Calculer l'énergie dissipée par effet joule pendant les 60 premières ms.

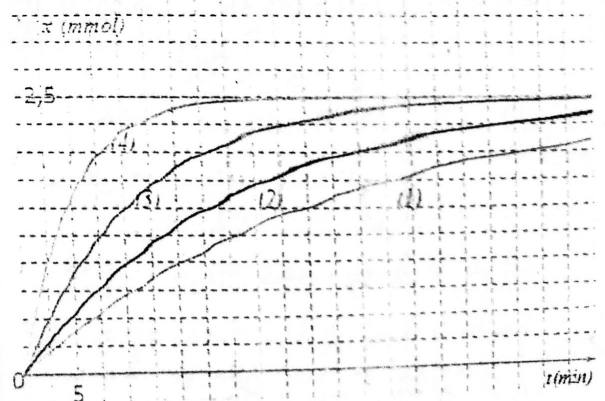


283

Les facteurs cinétiques

Dans quatre tubes à essais numérotés (1), (2), (3), et (4). On introduit 5 mL d'eau oxygéné vendu en pharmacie de concentration C . On place le tube (2) dans un bain marie de température $80^\circ C$ et les quatre autres tubes dans un bain marie de $50^\circ C$. Dans le tube (3), on introduit quelques cristaux de dioxyde de plomb PbO_2 et dans le tube (4) quelques gouttes de sang. L'évolution de l'avancement de la réaction supposée totale, dans chaque tube est donnée par la figure ci-contre.

- 1-Préciser le rôle du sang.
- 2- Déterminer la valeur de la concentration C .
- 3-Comparer l'intensité du dégagement de dioxygène dans chaque tube pendant les 5 premières minutes.
- 4-Montrer que la comparaison de cette intensité permet de mettre en évidence certains facteurs cinétiques.
- 5-Le facteur cinétique « concentration des réactifs » est-il mis en évidence ?
- 6- Comparer la catalyse des



LC libre

1°) * Un circuit libre oscillant est un circuit qui effectue des oscillations sans apport continu d'énergie (absence d'excitateur).

* le circuit est non amorti signifie qu'on a des oscillations sans diminution d'amplitude (absence d'amortisseur : résistor).

2°) $E_e = E_L + E_C$

$= \frac{1}{2} L i^2 + \frac{1}{2} \frac{q^2}{C}$

$\Rightarrow \frac{dE_e}{dt} = L i \frac{di}{dt} + \frac{1}{C} q \frac{dq}{dt}$

$= i \left[L \frac{di}{dt} + \frac{q}{C} \right] = i (U_L + U_C)$

or, d'après la loi des mailles: $U_L + U_C = 0 \Rightarrow \frac{dE_e}{dt} = 0$

$\Rightarrow E_e = cte$: circuit conservatif.

* La conservation de l'énergie totale s'explique par les transformations mutuelles et intégrales de l'énergie magnétique et de l'énergie électrostatique du circuit (L, C).

3°) * $E_L = \frac{1}{2} L i^2$, pour $i = 0$ on a: $E_L = 0$

$\Rightarrow E_L = f(i)$ correspond à la courbe (C2),

et donc $E_C = f(Li)$ correspond à (C1).

4°) * $E_e = E_{Cmax} = E_{Lmax} = 2mJ$

* D'après le graphique, $E_L = E_C$ lorsque $i = \pm 0,1 A$

or, si $E_L = E_C \Rightarrow E_C = E_L + E_C$ donc:
 $E_C = 2E_L \Rightarrow E_L = \frac{1}{2} E_C$

avec $E_C = E_{Lmax}$, ce qui donne:

$\frac{1}{2} L i^2 = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{2} L I_{max}^2 \right) \Rightarrow i = \pm \frac{I_{max}}{\sqrt{2}}$

d'où $I_{max} = i \sqrt{2} = 0,1 \sqrt{2}$

$I_{max} = \frac{\sqrt{2}}{10} A = 0,141 A$

5°) $I_{max} = \omega_0 q_{max} = \omega_0 \cdot C U_{Cmax} = 2\pi N_0 C \cdot E$

$E_{Cmax} = \frac{1}{2} C U_{Cmax}^2 = \frac{1}{2} C E^2$

$\Rightarrow \frac{E_{Cmax}}{I_{max}} = \frac{E}{4\pi N_0} \Rightarrow E = 4\pi N_0 \cdot \frac{E_{Cmax}}{I_{max}}$

$E = 14,1 V$

* $C = \frac{2 E_{Cmax}}{E^2} = 2 \cdot 10^{-5} F$, $\omega_0^2 = \frac{1}{LC} \Rightarrow L = \frac{1}{\omega_0^2 C}$

$L = 0,2 H$

6°) $u_C(t) = U_{Cmax} \sin(\omega_0 t + \varphi_{UC})$

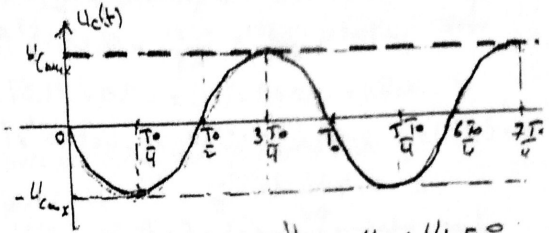
avec: $U_{Cmax} = E = 14,1 V$; $\omega_0 = 2\pi N_0 = 500 \text{ rad.s}^{-1}$

$\varphi_{UC} = \varphi_i - \pi/2$ car $u_C = \frac{q}{C} = \frac{1}{C} \int i dt$.

or, $i(0) = I_{max} \sin \varphi_i = -I_{max}(0) \sin \varphi_i = -1$

$\Rightarrow \varphi_i = -\pi/2 \text{ rad}$, d'où $\varphi_{UC} = -\pi \text{ rad}$

$\Rightarrow u_C(t) = 14,1 \cdot \sin(500t - \pi)$
avec u_C en V et t en s.



7°) D'après la loi des mailles: $u_C + u_L = 0$

$\Rightarrow u_C = -u_L$

donc $u_C = u_L$ lorsque $u_C = 0$

$\Rightarrow \sin(500t - \pi) = 0 \Rightarrow 500t - \pi = k\pi$

$\Rightarrow t = (k+1) \frac{\pi}{500}$ avec $t \geq 0$, $k \in \{-1\} \cup \mathbb{N}$.

+ $u_C = 0$ donc $q = 0$ et $i = I_{max}$

d'où $E_C = \frac{1}{2} C u_C^2 = 0$ et $E_L = \frac{1}{2} L I_{max}^2 = E_C = 2mJ$

RLC libre:

1°) la résistance du circuit de charge est nulle, donc la charge du condensateur est instantanée.

2°) * $E_e = E_L + E_C = \frac{1}{2} L i^2 + \frac{1}{2} \frac{q^2}{C}$

$\Rightarrow \frac{dE_e}{dt} = L i \frac{di}{dt} + \frac{1}{C} q \frac{dq}{dt} = i \left(L \frac{di}{dt} + \frac{q}{C} \right)$

or, la loi des mailles

$\Rightarrow u_B + u_R + u_C = 0$

$L \frac{di}{dt} + r i + R i + \frac{q}{C} = 0$

$\Rightarrow L \frac{di}{dt} + \frac{q}{C} = -(R+r) i$

d'où $\frac{dE_e}{dt} = -(R+r) i^2$

$\Rightarrow E_e(t)$ décroît au cours du temps

à cause de la résistance totale du circuit de décharge du condensateur.

\Rightarrow l'énergie est dissipée sous forme de chaleur par effet Joule.

3°) A $t=0$; $u_C(0) = U_{Cmax} = E = 2V$

$\Rightarrow \left. \frac{du_C}{dt} \right|_{t=0} = 0$

d'où $u_R(0) = R i(0) = R C \left. \frac{du_C}{dt} \right|_{t=0} = 0$

* $u_B(0) = -u_C(0) - u_R(0) = -2V$

donc: $u_B(t)$ correspond à $u_R(t)$.

4°) * A $t_f = 60ms$, $u_R(t_f) = 0,31V$ est un maximum $\Rightarrow i(t_f) = I_{max} \Rightarrow \left. \frac{di}{dt} \right|_{t_f} = 0$

or $L \frac{di}{dt} + (R+r) i + \frac{q}{C} = 0$

donc $0 + (R+r) i(t_f) + u_C(t_f) = 0$

$u_C = -(R+r) i(t_f)$ avec $t_f = 60ms$

donc l'énergie électrique du circuit est emmagasinée sous forme d'énergie magnétique et d'énergie électrostatique.

5°) $W_{0 \rightarrow t_1} = E_e(0) - E_e(t_1)$ avec $E_e(0) = E_c(0) = \frac{1}{2} C U_c(0)^2 = \frac{1}{2} \cdot 400 \cdot 10^{-6} \cdot (8)^2 = 8 \cdot 10^{-4} \text{ J}$.

et $E_e(t_1) = E_L(t_1) + E_C(t_1) = \frac{1}{2} L i(t_1)^2 + \frac{1}{2} C U_c(t_1)^2$

avec: $i(t_1) = \frac{u_c(t_1)}{R} = \frac{0,33}{28} = 11,07 \cdot 10^{-3} \text{ A}$

et $u_c(t_1) = -(R+i) i(t_1) = -30 \times 11,07 \cdot 10^{-3} = -0,332 \text{ V}$

$\Rightarrow E_e(t_1) = \frac{1}{2} \cdot 6,4 \cdot (11,07 \cdot 10^{-3})^2 + \frac{1}{2} \cdot 400 \cdot 10^{-6} \cdot (-0,332)^2 = 0,465 \cdot 10^{-4} \text{ J}$

donc: $W_{0 \rightarrow t_1} = E_e(0) - E_e(t_1) = 8 \cdot 10^{-4} - 0,465 \cdot 10^{-4} = 7,535 \cdot 10^{-4} \text{ J}$

Rq: la variation d'énergie est: $\Delta E_e = E_e(t_1) - E_e(0) < 0$.

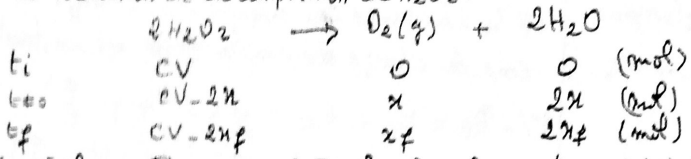
Rq: On a trois régimes d'oscillations:

- * périodique si: $R_{totale} = 0$
- * pseudo-périodique si: $0 < R_T < R_{critique} = 2\sqrt{L/C}$
- * aperiodique si: $R_T > R_{critique}$

3) Facteurs cinétiques:

1°) le sang contient la catalase qui est un catalyseur biologique: c'est une enzyme.

2°) la réaction de décomposition de H_2O_2 :



D'après le graphique: $x_f = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$, la réaction est totale,

on a: $n(H_2O_2)_f = CV - 2x_f = 0 \Rightarrow C = \frac{2x_f}{V}$

$C = 2 \cdot \left(\frac{2,5 \cdot 10^{-3}}{5 \cdot 10^{-3}}\right)^3 = 1 \text{ mol} \cdot L^{-1}$

3°) $n(O_2) = x$, d'après le graphique, à $t = 5 \text{ min}$ on a:

$x_4 > x_3 > x_2 > x_1 \Leftrightarrow n(O_2)_4 > n(O_2)_3 > n(O_2)_2 > n(O_2)_1$

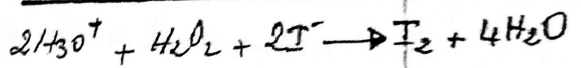
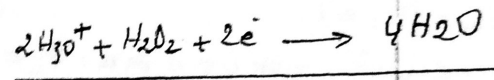
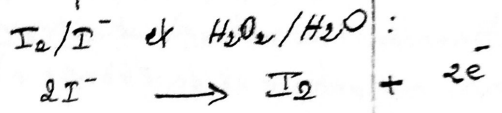
4°) * Tubes (1) et (2): On a la même concentration des réactifs, sans ajout de catalyseur, mais pour le tube (2), la température est plus élevée. Comme la vitesse du tube (2) est plus grande, l'élévation de la température augmente la vitesse de la réaction, donc la température est un facteur cinétique.

* Tubes (1) et (3): même concentrations et la même température, mais pour le tube (3), on a ajouté de PbO_2 (sol) comme catalyseur. Comme la vitesse dans le tube (3) est plus rapide que dans (1); l'ajout d'un catalyseur augmente la vitesse de la réaction. Donc, le catalyseur est un facteur cinétique.

2°) ... vitesse de la réaction diminue au cours du temps jusqu'à s'annuler à la fin de la réaction de la diminution de la concentration des réactifs.

DS le tube (3)	DS le tube (4)
* La catalyse est chimique (PbO_2).	* La catalyse est biologique (catalase).
* La catalyse est hétérogène car le catalyseur (solide) n'appartient pas à la même phase que les réactifs.	* La catalyse est moins homogène car le catalyseur (liquide) appartient à la même phase que les réactifs.
* Elle est moins active.	* Elle est très active.

Rq: Pour la réaction entre I^- et H_2O_2 les couples redox mis en jeu sont:



Dans ce cas, H_2O est en large excès puisqu'elle joue le rôle de solvant. H_3O^+ joue le rôle de réactif.

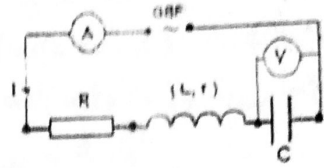
285

Media Center
11, Rue d'Alger - Tunis
Tél./Fax: 71 343 528

fa: les circuits des tables pat 11

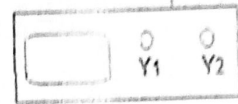
RLC forcé

On réalise le circuit suivant. Le voltmètre indique 7,07 V et l'ampèremètre 70,7 mA. A l'aide d'un oscilloscope bi-courbe, on visualise simultanément les tensions : $u_R(t)$ à la voie Y_1 et $u_B(t)$ à la voie Y_2 aux bornes du résistor et aux bornes de la bobine respectivement. L'analyse des oscillogrammes obtenus donne : $u_R(t) = 6,00 \cdot \sin(1000t)$ et $u_B(t) = 10,77 \cdot \sin(1000t + 1,19)$.



- 1- Indiquer sur le circuit les connexions à réaliser avec l'oscilloscope.
- 2- Calculer R et C ; puis r et L.
- 3- Montrer que $u_B(t)$ est toujours en avance de phase sur $u(t)$.
- 4- Préciser la nature du circuit : résistif, inductif ou capacitif.
- 5- Dédurre l'expression de $u(t)$ aux bornes du GBF.

286



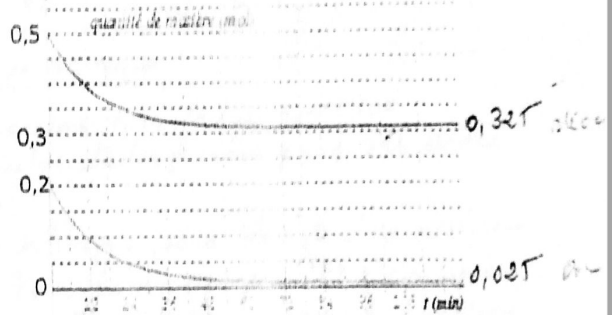
- 6- Montrer que u et u_c vérifient à chaque instant la relation : $u_c^2 = -Q^2 \cdot u^2 + 2 U_c^2$.
- 7- Etablir l'expression de l'énergie électrique totale du circuit en fonction de u et u_c ; puis calculer sa valeur.

$U \rightarrow$ max / u_{eff}

Loi d'action de masse

A une température $\Theta_1 = 70^\circ\text{C}$ maintenue constante, on prépare un mélange d'acide éthanoïque et un excès de butan-1-ol additionné de deux gouttes d'acide sulfurique concentré. On suit l'évolution de la réaction en évaluant les quantités d'acide et d'alcool restant en fonction du temps.

- 1- La température est-elle un facteur cinétique pour la réaction d'estérification ?
- 2- Préciser le rôle de l'acide sulfurique. Pourquoi il doit être concentré ?
- 3- Pour déterminer l'avancement de la réaction, doit-on doser l'acide restant ou l'alcool restant. Préciser l'indicateur d'équivalence.
- 4- Ecrire l'équation de la réaction qui symbolise cette estérification et nommer l'ester.
- 5- Calculer la constante d'équilibre à la température $\Theta_2 = 25^\circ\text{C}$, relative à l'équation d'estérification et celle de l'hydrolyse de l'ester.
- 6- Déterminer le temps de demi-réaction.

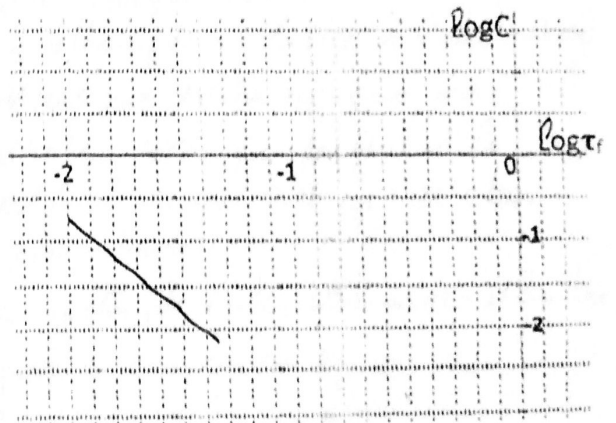


- 7- Dans quel sens évolue le système lorsqu'on évapore une goutte d'alcool à l'équilibre dynamique ?
- 8- Dans quel sens évolue le système lorsqu'on ajoute quelques gouttes d'une solution de NaOH concentrée ? (à l'équilibre dynamique)

Acides-bases

On considère l'ammoniac NH_3 , à 25°C , en solution aqueuse de concentration molaire C. Pour différentes valeurs de C, on détermine la valeur du taux d'avancement final de la réaction. On obtient la courbe suivante.

- 1- D'après la courbe comment varie τ_f en fonction de C ? Retrouver cette conclusion en utilisant la loi d'action de masse.
- 2- Montrer que pour une base faible, on a : $C \cdot \tau_f = 10^{pH - pK_a} - 10^{-7}$.
- 3- Pour la courbe tracée, la base est-elle faiblement ionisée ?
- 4- Dans le cas d'un $\text{pH} > 8$ à 25°C , montrer que pour la courbe tracée, on a : $\log C = -2 \log \tau_f + pK_a - pK_e$.
- 5- Cette courbe reste-elle valable pour $C < 3 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$?
- 6- Déterminer la valeur du pK_a du couple $\text{NH}_4^+ / \text{NH}_3$.



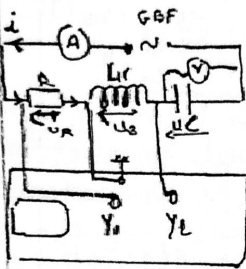
7- On ajoute dans une solution aqueuse d'ammoniac du chlorure d'éthylammonium solide $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_3\text{Cl}$, il se produit une réaction de constante d'équilibre $K = 31,25 \cdot 10^{-3}$. Comparer la force des deux bases mises en jeu.

8- Déterminer le pH de la solution obtenue en mélangeant à volumes égales une solution de chlorure d'éthylammonium et une solution d'éthylamine de même concentration.

RLC forcé

Révision - 4 -

10/



* la masse est commune au résistor et à la bobine
 * voir y_2 : inversé, on observe : $u_L(t) = u_C(t)$
 * la masse de l'oscilloscope doit être flottante pour ne pas court-circuiter le dipôle formé par le condensateur et la bobine.

2/ R? $u_R(t) = U_{Rmax} \sin(\omega t + \varphi_{UR}) = 6 \cdot \sin(1000t)$

$U_{Rmax} = R I_{max} = R I \sqrt{2} \Rightarrow R = \frac{U_{Rmax}}{I \sqrt{2}} = 60 \Omega$

C? $U_{Cmax} = \frac{I_{max}}{\omega C}$ avec $U_{Cmax} = U_C \sqrt{2}$
 $I_{max} = I \sqrt{2}$

$\Rightarrow C = \frac{I}{\omega U_C} = \frac{70 \cdot 710^{-3}}{10^3 \cdot 7,07} = 10^{-5} F = 10 \mu F$

r? $u_L(t) = U_{Lmax} \sin(\omega t + \varphi_{UL}) = 10,77 \cdot \sin(10^3 t + 1,19)$

avec $U_{Lmax} = Z_L \cdot I_{max} = \sqrt{r^2 + (\omega L)^2} \cdot I \cdot \sqrt{2}$

$\Rightarrow r^2 = \frac{1}{2} \left(\frac{U_{Lmax}}{I} \right)^2 - (\omega L)^2$ or, $\frac{1}{2} (\varphi_{UL} - \varphi_i) = \frac{\omega L}{r}$

d'où $r^2 = \frac{1}{2} \left(\frac{U_{Lmax}}{I} \right)^2 - r^2 \cdot \frac{1}{2} (\varphi_{UL} - \varphi_i)$

soit $r = \frac{U_{Lmax}}{I \sqrt{2} \sqrt{1 + \frac{1}{2} (\varphi_{UL} - \varphi_i)}}$

AV: $\varphi_i = \varphi_{UR} = 0 \text{ rad}$; $\varphi_{UL} = 1,19 \text{ rad}$

$\Rightarrow r = 40 \Omega$

L? $L = \frac{r}{\omega} \cdot \frac{1}{2} (\varphi_{UL} - \varphi_i) = \frac{40}{1000} \cdot \frac{1}{2} (1,19) = 0,1 H$

3/ On a: $\frac{1}{2} (\varphi_U - \varphi_i) = \frac{\omega L - 1/\omega C}{R+r} < \frac{\omega L}{r} = \frac{1}{2} (\varphi_{UL} - \varphi_i)$

avec: $-\frac{\pi}{2} < \varphi_U - \varphi_i < \frac{\pi}{2}$ et $0 < \varphi_{UL} - \varphi_i < \frac{\pi}{2}$

$\Rightarrow \varphi_U - \varphi_i < \varphi_{UL} - \varphi_i \Rightarrow \varphi_U < \varphi_{UL}$

d'où $u_C(t)$ est en avance de phase sur $u(t)$

4/ on a: $\omega_0 = \sqrt{\frac{1}{LC}} = \sqrt{\frac{1}{0,1 \cdot 10^{-5}}} = 1000 \text{ rad s}^{-1}$

$\omega = \omega_0$: résonance d'intensité, donc le circuit est réactif

5/ $u(t) = U_{max} \sin(\omega t + \varphi_U)$ avec $\omega = 1000 \text{ rad s}^{-1}$

$\varphi_U - \varphi_i = \varphi_{UR} = 0 \text{ rad}$ et $U_m = U_{Rmax} = (R+r) I_{max} = (60+40) 70 \cdot 710^{-3} \sqrt{2}$

$\Rightarrow u(t) = 10 \sin(1000t)$ $U_m = 10 V$

avec U en V et t en s.

6/ Q: facteur de qualité du circuit (coefficient de surtension): $Q = \frac{U_{Cmax}}{U_{max}}$ à la résonance d'intensité

$Q = \frac{U_C}{U}$

* $u_C^2 + Q^2 u^2 = U_{Cmax}^2 \sin^2(\omega t + \varphi_U) + \left(\frac{U_{Cmax}}{U} \right)^2 U_{max}^2 \sin^2(\omega t + \varphi_U)$

avec $\varphi_U = \varphi_i - \frac{\pi}{2} = \varphi_U - \frac{\pi}{2}$ car $\varphi_U = \varphi_i$

$\Rightarrow \sin(\omega t + \varphi_U) = \sin(\omega t + \varphi_U - \frac{\pi}{2}) = \cos(\omega t + \varphi_U)$

$\Rightarrow u_C^2 + Q^2 u^2 = U_{Cmax}^2 \cos^2(\omega t + \varphi_U) + U_{Cmax}^2 \sin^2(\omega t + \varphi_U)$
 $= U_{Cmax}^2 = 2 U_C^2$

$\Rightarrow U_C^2 = -Q^2 u^2 + 2 U_C^2$

7/ $E = E_L + E_C$

$= \frac{1}{2} L i^2 + \frac{1}{2} C u^2$

avec: $L i^2 = L \left(\frac{u_{RT}}{R+r} \right)^2 = L \cdot \frac{u^2}{(R+r)^2}$ car $u = u_{RT}$

or, $Q = \frac{1}{RT} \cdot \sqrt{\frac{L}{C}} \Rightarrow \frac{L}{(R+r)^2} = C \cdot Q^2$

$\Rightarrow E = \frac{1}{2} C Q^2 u^2 + \frac{1}{2} C u^2$

* $E = \frac{1}{2} C [Q^2 u^2 + u^2] = C \cdot U_C^2$

AV: $E = 10^{-5} (7107)^2 = 5 \cdot 10^{-4} J$

287

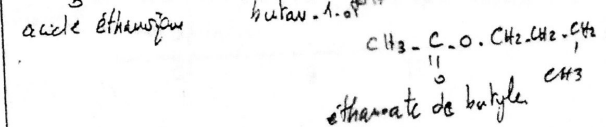
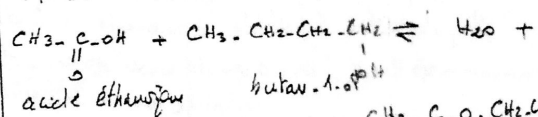
loi d'action de masse:

1° La température est un facteur cinétique pour la réaction d'estérification puisqu'elle accélère la réaction.

2° L'acide sulfurique joue le rôle d'un catalyseur il accélère la réaction sans être consommé par elle. Il doit être concentré, car l'eau favorise l'hydrolyse de l'ester.

3° Pour déterminer l'avancement x de la réaction, on dose l'acide restant par une base forte telle que NaOH. L'acide éthanopique est faible, à l'équivalence on obtient une solution basique, donc l'indicateur coloré qui convient est la phénolphthaléine qui vire au rose clair à l'équivalence.

4° La réaction est lente, athermique et limitée



sa constante d'équilibre ne dépend pas de la température : $K_{\theta_0} = K_{\theta_1}$.

Calculé à l'instant t_1 ,

$$n(AE)_i = 0,500 \text{ mol} ; n(AE)_f = 0,325 \text{ mol}$$

l'eau : $n(H_2O)_i = 9,200 \text{ mol} ; n(H_2O)_f = 9,025 \text{ mol}$



t_1	0,500	9,200	0	0 (mol)
t_2	0,500 - x	9,200 - x	x	x (mol)
t_3	0,500 - x_f	9,200 - x_f	x_f	x_f (mol)

$$K = \frac{n(E_{\text{al}})_f \cdot n(E_{\text{eau}})_f}{n(AE)_f \cdot n(A_{\text{al}})_f} = \frac{n(E_{\text{al}})_f \cdot n(E_{\text{eau}})_f}{n(AE)_f \cdot n(A_{\text{al}})_f}$$

$$K = \frac{n(AE)_i \cdot n(E_{\text{eau}})_i}{n(AE)_f \cdot n(A_{\text{al}})_f} = \frac{0,500 \cdot 9,200}{(0,500 - x_f)(9,200 - x_f)}$$

$$0,325 = \frac{0,500 \cdot 9,200}{(0,500 - x_f)(9,200 - x_f)}$$

$$\Rightarrow x_f = 0,175 \text{ mol} \Rightarrow K = \frac{(0,175)^2}{0,325 \times 0,025}$$

$$K = 3,77$$

pour la réaction d'hydrolyse : $K_{hy} = \frac{1}{K} = \frac{1}{3,77} = 0,265$

$$6) \text{ A } t_{1/2}, x = \frac{1}{2} x_f = 0,0875 \text{ mol}$$

$$\Rightarrow n(A_{\text{al}})_{t_{1/2}} = 0,500 - 0,0875 = 0,4125 \text{ mol}$$

d'après le graphique $t_{1/2} = 10 \text{ min}$

Rq: plus la réaction est rapide, plus $t_{1/2}$ est faible.

$$7) \text{ A l'équilibre dynamique : } \pi = \frac{n(E_{\text{eau}}) \cdot n(E_{\text{al}})}{n(AE) \cdot n(A_{\text{al}})} = K$$

lorsqu'on évapore une gte d'alcool $\Rightarrow n(AE)$ diminue

$\Rightarrow \pi$ augmente $\Rightarrow \pi > K$, d'après le loi d'action

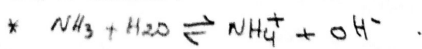
de masse, le syst évolue spontanément du le sens de la réaction inverse : l'hydrolyse de l'ester.

8) NaOH est une base forte, elle réagit avec l'acide, d'où $n(AE)$ diminue $\Rightarrow \pi$ augmente

$\Rightarrow \pi > K$: réaction inverse.

Acides - Bases :

1) $\log C = f(\log \xi_f)$ est une fonction d'inversante, et comme le logarithme est une fonction croissante, lorsque C augmente ξ_f diminue et par suite plus une base faible est diluée plus elle est ionisée.



$$\text{A l'éq dynamique : } \pi = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]} = \frac{n(NH_4^+) \cdot n(OH^-)}{n(NH_3) \cdot V} = K$$

lorsqu'on dilue la solution, V augmente $\Rightarrow \pi$ diminue

$\Rightarrow \pi < K$, loi d'action de masse



t_1	C - y	-	y	$10^{14} \cdot pK_e$
t_2	C - yf	-	yf	$10^{14} \cdot pK_e$

$$* [OH^-] = [OH^-]_{\text{base}} + [OH^-]_{\text{eau}}$$

$$\frac{K_e}{[H_3O^+]} = yf + [OH^-]_{\text{eau}} \text{ avec } yf = C \xi_f$$

$$\Rightarrow C \xi_f = \frac{K_e}{[H_3O^+]} - [OH^-]_{\text{eau}}$$

$$C \xi_f = 10^{14-pK_e} - 10^{-pH}$$

3) Pour la courbe tracée, $\log \xi_f < -1,3$
 $\Rightarrow \xi_f < 0,05 \Rightarrow$ la base est faiblement ionisée

$$4) K_a = \frac{[NH_3]_f \cdot [H_3O^+]_f}{[NH_4^+]_f} \text{ avec } [NH_4^+]_f = yf = C \xi_f$$

$$\text{et } [NH_3]_f = C - yf = C(1 - \xi_f) \approx C$$

$$[H_3O^+]_f = \frac{K_e}{[OH^-]_f} \text{ avec } [OH^-]_f = [OH^-]_{\text{base}} + [OH^-]_{\text{eau}}$$

car pour $pH > 8$, on néglige les ions OH^- issus de l'ionisation de la base.

$$\Rightarrow K_a = \frac{C \cdot K_e}{(C \xi_f)^2} = \frac{K_e}{C \xi_f^2} \Rightarrow C = \frac{K_e}{K_a \cdot \xi_f^2}$$

$$\Rightarrow \log C = -2 \log \xi_f + pK_a - pK_e$$

5) Pour $C < 3 \cdot 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$, $\log C < \log 31 - 3 = -2,5$

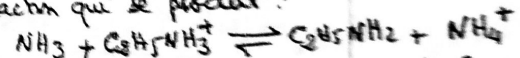
$\Rightarrow \log \xi_f > -1,1 \Rightarrow \xi_f > 0,079 \Rightarrow NH_3$ est plus

faiblement ionisée \Rightarrow courbe plus plate

$$6) pK_a = \log C + 2 \log \xi_f + pK_e$$

$$= -2 + 2(-1,1) + 14 = 9,2$$

7) la réaction qui se produit :



$$K = \frac{[C_2H_5NH_2] \cdot [NH_4^+]_f}{[NH_3] \cdot [C_2H_5NH_3^+]_f} = \frac{K_{a1}}{K_{a2}} \text{ or } K = 31,25 \cdot 10^{-3} < 1$$

$\Rightarrow K_{a1} < K_{a2} \Rightarrow$ l'acide $C_2H_5NH_3^+$ est plus faible que l'acide NH_4^+ et par suite la base NH_3 est plus faible que $C_2H_5NH_2$.

$$8) K_{a1} = \frac{[C_2H_5NH_2]_f \cdot [H_3O^+]_f}{[C_2H_5NH_3^+]_f}$$

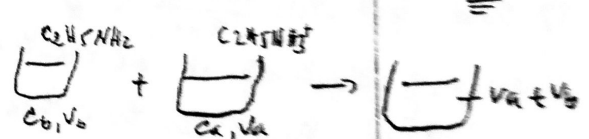
288

$$[C_2H_5NH_2]_f = [C_2H_5NH_3^+]_f \Rightarrow [H_3O^+]_f = K_{a1} = K \cdot K_{a2}$$

$$\Rightarrow pH = -\log(K \cdot K_{a2}) = -\log K + pK_{a2}$$

$$pH = -\log(31,25 \cdot 10^{-3}) + 9,2 = 10,70$$

$$\Rightarrow pH = 10,70$$



$$\begin{cases} [C_2H_5NH_2]_f \approx \frac{C_b \cdot V_b}{V_a + V_b} \\ [C_2H_5NH_3^+]_f \approx \frac{C_a \cdot V_a}{V_a + V_b} \end{cases}$$

$C_a V_a = C_b V_b$ car m^e concentration et m^e vol

$$\Rightarrow [C_2H_5NH_2]_f = [C_2H_5NH_3^+]_f$$

$$\Rightarrow K_{a1} = [H_3O^+]_f ; pH = pK_{a1}$$

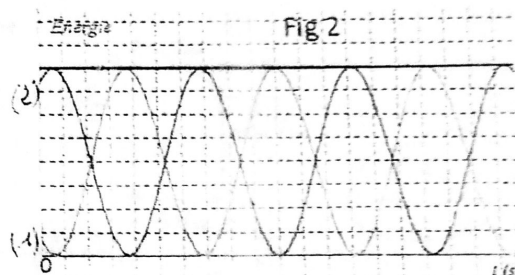
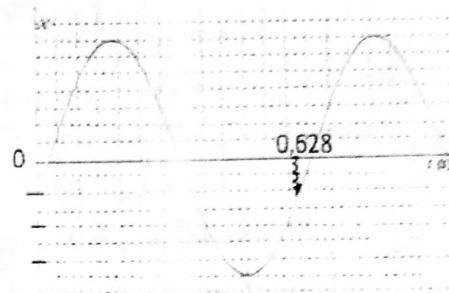
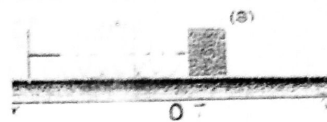
est d'une solution tampon.

Oscillations mécaniques libres et non amorties

Un oscillateur mécanique horizontal est constitué d'un ressort à spires non jointives, de masse négligeable et de constante de raideur k , et d'un solide de masse $m=100g$ fixé à l'extrémité du ressort.

La position du centre d'inertie G du solide est étudiée dans un référentiel terrestre considéré comme galiléen et repérée par son abscisse $x(t)$ sur un axe horizontal $x'Ox$. L'origine des abscisses correspond à l'abscisse de G lorsque le solide est à l'équilibre. La vitesse de G au passage par sa position d'équilibre est 2 m.s^{-1} .

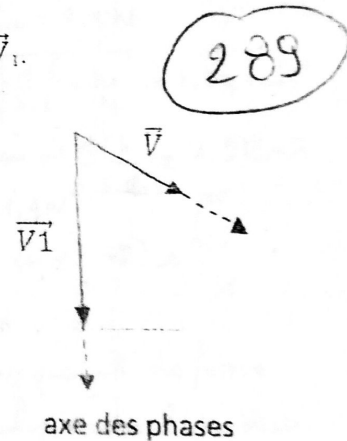
- 1-Exprimer $x(t)$.
- 2-Déterminer la valeur de k .
- 3-Calculer l'énergie mécanique de l'oscillateur, et déterminer sa vitesse à la date $t=0$.
- 4-Déterminer en fonction de T_0 la durée correspondante aux graphes tracés sur la figure 2, et identifier chacune des énergies.
- 5-Déterminer les instants t pour lesquels $E_c = E_{p_{\max}}$.



Pendule élastique forcée

Pour déterminer le coefficient d'amortissement visqueux h d'un amortisseur relié à un pendule élastique ($m=100g$ et $k=10N.m^{-1}$), on excite le pendule par une force $\vec{F} = F_m \sin(\omega t - \varphi_F) \vec{z}$. Les vecteurs de Fresnel correspondant aux vecteurs associés à $F(t)$ et à $k \int v dt$ sont représentés ci-contre. L'échelle est : $1N/cm$.

- 1-E n utilisant l'analogie électromécanique, identifier les vecteurs de Fresnel \vec{V} et \vec{V}_1 .
- 2-Compléter la construction de Fresnel.
- 3-Déterminer les valeurs de F_m , ω , et V_m . Déduire la valeur de h et de X_m .
- 4-Définir l'impédance mécanique et préciser son unité dans le S.I.
- 5-Par analogie électromécanique, exprimer Z en fonction des grandeurs caractéristiques du circuit. Déduire l'expression de l'élongation X_m du pendule élastique.
- 6-Calculer la valeur de la puissance moyenne fournie par l'excitateur à la résonance de vitesse.



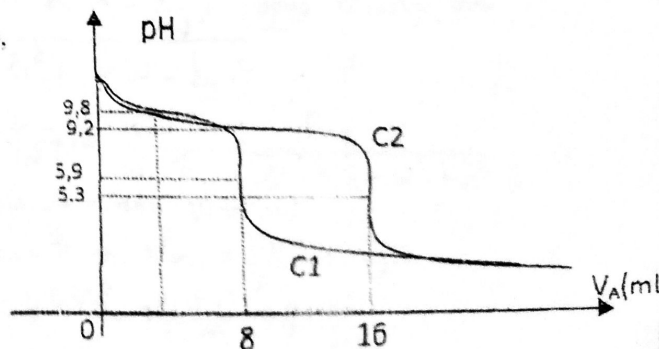
289

7-Montrer que pour avoir la résonance d'élongation, il faut que le facteur de qualité mécanique soit supérieur à $\frac{\sqrt{2}}{2}$.

Dosage acide-base

On dose un volume $V_1=20 \text{ mL}$ d'une solution de triméthylamine $(CH_3)_3N$ de concentration C_1 avec une solution de chlorure d'hydrogène HCl de concentration $C_A=0,08 \text{ mol.L}^{-1}$ (courbe C1), et un volume $V_2=20 \text{ mL}$ d'une solution d'ammoniac NH_3 de concentration C_2 avec la même solution d'acide (courbe C2).

- 1-Les bases sont-elles fortes ou faibles ?
- 2-Déterminer C_1 et C_2 . Déduire la base la plus forte.
- 3- Pourquoi les deux solutions après l'équivalence n'ont pas le même pH pour un même rapport de V_1/V_2 ?
- 4-Peut-on comparer la force des deux bases en exploitant le pH à la demi-équivalence ?
- 5-La réaction entre $(CH_3)_3N$ et de NH_4Cl est-elle totale ? Justifier.
- 6-Justifier le caractère acide des solutions à l'équivalence.
- 7- Retrouver par le calcul le pH de ch...



facteur de puissance) Calculato +



Electrique forcée

10) $x(t) = X_m \sin(\omega_0 t + \varphi_x)$

* $\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0}$ avec $T_0 = 0,628s = 0,2\pi s$

$\Rightarrow \omega_0 = \frac{2\pi}{0,2\pi} = 10 \text{ rad/s}$

* $X_m = \frac{V_m}{\omega_0} = \frac{2}{10} = 0,2 \text{ m}$ (car $\sin \varphi = 0, \varphi = \varphi_{max}$)

* φ_x ? $x(0) = X_m \sin \varphi_x = -1 \text{ div}$, $\frac{X_m}{3,14 \text{ div}}$
 $v(0) = \omega_0 X_m \cos \varphi_x > 0$ car $x(t)$ ↑ au voisinage de $t=0$

$\begin{cases} \sin \varphi_x = -0,286 \\ \cos \varphi_x > 0 \end{cases} \Rightarrow \varphi_x = -0,29 \text{ rad}$

$\Rightarrow x(t) = 0,2 \sin(10t - 0,29)$

20) $\omega_0^2 = \frac{k}{m} \Rightarrow k = m\omega_0^2 = 10 \text{ N.m}^{-1}$

37) $E = E_c + E_p = \frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} k x^2$

$\Rightarrow \frac{dE}{dt} = 0 (m a + k x) = 0 \Rightarrow E = cte$

en particulier, pour $x = X_m, v = 0$

$\Rightarrow E = \frac{1}{2} k X_m^2 = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot (0,2)^2 = 0,2 \text{ J}$

à $t=0, x = x(0) = 1 \text{ div}$, $\frac{X_m}{3,14 \text{ div}} = -0,0577 \text{ m}$

et $v = v(0) > 0 \Rightarrow E = \frac{1}{2} m v(0)^2 + \frac{1}{2} k x(0)^2$

$v(0) = \sqrt{\frac{2E}{m} - (\omega_0 x(0))^2} = 1,92 \text{ m/s}$

40) la période de E_c et de E_p est: $\frac{T_0}{2}$

en effet: $E_c = \frac{1}{2} k x^2 = \frac{1}{2} k X_m^2 \sin^2(\omega_0 t + \varphi_x)$

$E_c = E_p \cdot \sin^2(\omega_0 t + \varphi_x)$

or $\sin^2(\omega_0 t + \varphi_x) = (1 - \cos(2\omega_0 t + 2\varphi_x)) \cdot \frac{1}{2}$

$\Rightarrow T_{E_c} = \frac{2\pi}{2\omega_0} = \frac{T_0}{2}$

donc la durée du graphes tracés est:

$3 T_{E_c} = 3 T_{E_p} = \frac{3}{2} T_0$

* $E = cte \Rightarrow E = f(t)$ correspond à la courbe rose

* $\frac{dE_p}{dt} = k x(t) \cdot v(t)$ avec $x(t) < 0$ et $v(t) > 0$

$\Rightarrow \left(\frac{dE_p}{dt}\right) < 0 \Rightarrow E_p(t)$ décrit au voisinage de $t=0$.

donc: $E_p(t)$ correspond à la courbe en rouge.

et par suite, $E_c(t)$ correspond à la courbe en bleu.

50) $E_c = E_p \Rightarrow E_p = \frac{1}{2} E = \frac{1}{2} E_{pmax}$

$\frac{1}{2} k X_m^2 \sin^2(\omega_0 t + \varphi_x) = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} k X_m^2$

$\Rightarrow \sin(\omega_0 t + \varphi_x) = \pm \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow \omega_0 t + \varphi_x = \frac{\pi}{4} + \frac{k\pi}{2}$

$\Rightarrow t = \left(\frac{\pi}{4} + \frac{k\pi}{2} - \varphi_x\right) \cdot \frac{1}{\omega_0} = \left[\frac{\pi}{4} + \frac{k\pi}{2} + 0,29\right] \cdot \frac{1}{10}$

pour $k=0, t = t_0 = \left(\frac{\pi}{4} + 0,29\right) \cdot \frac{1}{10} = 0,108 \text{ s}$

$\Rightarrow t = t_0 + p \frac{T_0}{4}$ avec $p \in \mathbb{N}$ et $t > 0$

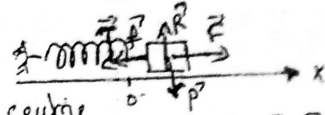
10) * L'analogie électrique de $F(t)$ est $u(t)$.

et à $k \int v dt = k x(t)$ correspond $u_c(t) = \frac{q(t)}{C}$

or, $F(t)$ est hors en avance de phase sur $k \cdot x(t)$, par suite $\vec{V} \rightarrow F(t)$

et $\vec{V}_i \rightarrow k x(t) = k \int v dt$.

20)



Théorème du centre d'inertie appliqué à G: $P + T + R + f + F = m a$

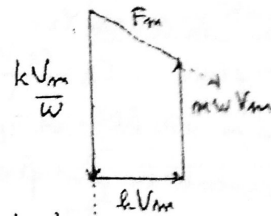
proj suivant \vec{Ox} : $0 + 0 + T + f + F = m a$

$\Rightarrow m \frac{d^2 x}{dt^2} + h \frac{dx}{dt} + k x = F$

soit: $m \frac{dv}{dt} + h v + k \int v dt = F$

d'où la construction de Fresnel

ci-contre:



290

37) D'après la construction:

* $F_m = 1,5 \text{ cm} \times 1 \text{ N/cm} = 1,5 \text{ N}$

* $m \omega V_m = 1,6 \text{ cm} \times 1 \text{ N/cm} = 1,6 \text{ N}$

* $k \frac{V_m}{\omega} = 2,3 \text{ cm} \times 1 \text{ N/cm} = 2,3 \text{ N}$

$\Rightarrow \frac{m}{k} \cdot \omega^2 = \frac{1,6}{2,3} \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{1,6}{2,3} \cdot \frac{k}{m}} = 3,34 \text{ rad/s}$

* $m \omega V_m = 1,6 \text{ N} \Rightarrow V_m = \frac{1,6}{0,1 \cdot 3,34} = 1,918 \text{ m/s}$

* $h V_m = 1,3 \text{ cm} \times 1 \text{ N/cm} = 1,3 \text{ N}$

$h = \frac{1,3}{1,918} = 0,68 \text{ kg/s}$ ou $\text{N.m}^{-1} \cdot \text{s}$

* $X_m = \frac{V_m}{\omega} = 0,23 \text{ m}$

40) L'impédance mécanique est définie par $Z = \frac{F_m}{V_m}$ par analogie avec l'impédance électrique $Z = \frac{U_m}{I_m}$.

$Z_{mécanique}$ s'exprime, dans le S.I en $\text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$.

57) $Z_{ab} = \sqrt{R_T^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$ donc $Z_{mécanique}$ sera

$Z_{mécanique} = \sqrt{h^2 + \left(m\omega - \frac{k}{\omega}\right)^2}$

* $X_m = \frac{V_{max}}{\omega} = \frac{F_m}{\omega \cdot Z} = \frac{F_m}{\sqrt{h^2 \omega^2 + (m\omega^2 - k)^2}}$

67) résonance de vitesse: $\omega = \omega_0$

et $Z = Z_0 = h \Rightarrow V_{m0} = \frac{F_m}{Z_0} = \frac{F_m}{h}$

$\frac{1}{2} h V_{m0}^2 = \frac{1}{2} \frac{F_m^2}{h} = \frac{1}{2} \frac{81 \text{ N}^2}{0,6}$

1,65 W



puissance.

1/ A la resonance d'élongation, ma:

$$wv^2 = w_0^2 - \frac{h^2}{2m^2} > 0 \Rightarrow \frac{h^2}{2m^2} < w_0^2 = \frac{k}{m}$$

Or, le facteur de qualité mécanique est

$$Q = \frac{1}{h} \sqrt{mk} \quad (\text{par analogie avec } Q = \frac{1}{R_T} \sqrt{\frac{L}{C}} \text{ en électricité}).$$

Comme $\frac{h^2}{2m^2} < \frac{k}{m}$ on a: $h < \sqrt{2mk}$

$$\Rightarrow Q > \frac{1}{h} \sqrt{mk} > \frac{\sqrt{2}}{2}$$

Dosage acide-base:

1/ chaque courbe de dosage présente 2 pts d'inflexion donc, il s'agit de dosages de bases faibles pour un acide fort.

2/ A l'équivalence, d'après la courbe \mathcal{C}_1 , ma:

$$pH_{E1} = 5,9 \text{ et } V_{AE1} = 8 \text{ mL}$$

$$\Rightarrow C_1 = \frac{C_A V_{AE1}}{V_1} = 0,032 \text{ mol/L}$$

A l'équivalence, d'après la courbe \mathcal{C}_2 ,

$$pH_{E2} = 5,3 \text{ et } V_{AE2} = 16 \text{ mL} \Rightarrow C_2 = \frac{C_A V_{AE2}}{V_2} = 0,064 \text{ mol/L}$$

Or on a: $pH_1 = pH_2$, or à m pH la base la plus forte est celle qui a la concentration la plus faible, comme

$$C_1 < C_2 \Rightarrow (CH_3)_3N \text{ est plus forte que } NH_3.$$

3/ * Après l'équivalence, le pH est composé par l'acide fort versé, d'où:

$$pH_{AE} = -\log [HCl]_{AE}$$

$$\text{avec } [HCl]_{AE} = \frac{C_A V_A - C_B V_B}{V_A + V_B} = \frac{C_A V_A - C_A V_{AE}}{V_A + \frac{C_A V_{AE}}{C_B}}$$

$$= \frac{C_A \left(\frac{V_A}{V_{AE}} - 1 \right)}{\frac{V_A}{V_{AE}} + \frac{C_A}{C_B}}$$

Comme $\frac{V_A}{V_{AE}}$ est la même, et $C_{B1} \neq C_{B2}$

ma: $pH_{AE1} \neq pH_{AE2}$ après l'équivalence.

4/ Or on a à la demi-équivalence, ma:

$$[B] = [BH^+] \text{ et } V_A = \frac{1}{2} V_{AE}$$

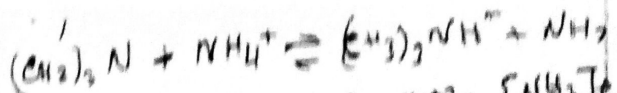
$$\text{or } K_a = \frac{[B]_f [H_3O^+]_f}{[BH^+]_f} = [H_3O^+]_{E/2}$$

$$\text{d'où } pH_{E/2} = pK_a$$

d'après les graphes: $pK_a ((CH_3)_3NH^+ / (CH_3)_3N) = 9,8$

$$pK_a (NH_4^+ / NH_3) = 9,2$$

Or la base la plus forte, est celle qui a le pK_a le plus élevée: c'est



$$\Rightarrow K = \frac{[CH_3)_3NH^+]_f \cdot [NH_3]_f}{[(CH_3)_3N]_f \cdot [NH_4^+]_f}$$

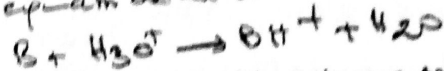
multiplions et divisons par $[H_3O^+]_f$

$$\Rightarrow K = \frac{K_a}{K_a} = 10^{pK_{a1} - pK_{a2}}$$

$$= 10^{9,8 - 9,2} = 3,98$$

$K < 10^4 \Rightarrow$ la réaction n'est pas totale.

6/ l'équation de la réaction du dosage est:



Après l'équivalence, on obtient une solution aqueuse d'un sel d'acide et d'acide faible BH^+ conjugué de la base B

classe, qui réagit partiellement avec l'eau: $BH^+ + H_2O \rightleftharpoons B + H_3O^+$

$$\Rightarrow [H_3O^+] > [OH^-]: \text{ solution acide}$$

7/ A l'équivalence, on obtient une solution d'acide faible:

$$pH_E = \frac{1}{2} (pK_a - \log [BH^+])$$

$$\text{avec } [BH^+] = \frac{C_A V_B}{V_B + V_{AE}}$$

$$\Rightarrow pH_{E1} = \frac{1}{2} [9,8 - \log \left(\frac{0,032 \cdot 8}{28} \right)] = 5,92$$

$$pH_{E2} = \frac{1}{2} [9,2 - \log \left(\frac{0,064 \cdot 16}{36} \right)] = 5,37$$

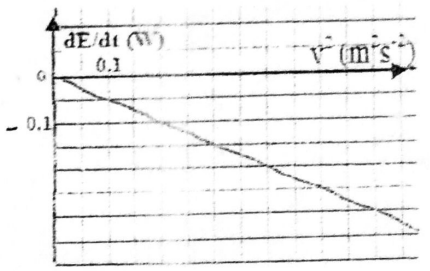
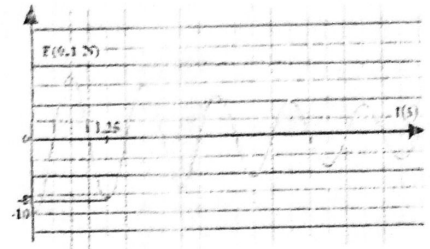
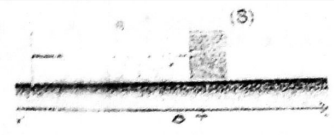
291

MOURAJAA CENTER
11, Rue d'Alger - Jijel
Tel/Fax : 71 343 528

Révision-6-

Pendule élastique libre - amorti

Dans un plan horizontal, on considère un système oscillant formé d'un ressort (R) à spires non jointives, de raideur k , dont l'une des extrémités est fixé et l'autre est liée à un solide (S) de masse m , de centre d'inertie G. Au cours du mouvement de G qui se déplace suivant l'axe horizontal Ox de même direction que l'axe du ressort, le solide (S) subit à chaque instant à une force de frottement visqueux $\vec{f} = -h \vec{v}$, avec h une constante positive et \vec{v} la vitesse du solide (S) à l'instant t . On écarte le solide (S) d'une distance $a = 10$ cm de sa position d'équilibre, puis on l'abandonne sans vitesse initiale à l'instant $t=0$ s. On représente ci-dessous les variations de la valeur algébrique de la tension du ressort \vec{F} en fonction du temps et de sa dérivée par rapport au temps en fonction de t .

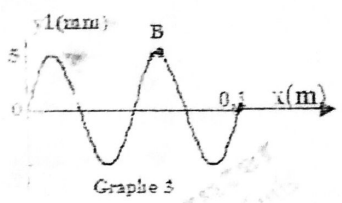
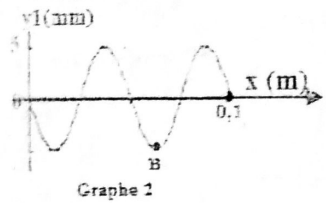
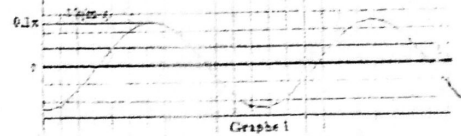


- 1- De quel type d'oscillateurs et de quel régime d'oscillations s'agit-il ?
- 2- A la date $t=0$, le ressort est-il allongé ou comprimé ?
- 3- Etablir l'expression de $\frac{dF}{dt}$. Conclure.
- 4- Déterminer les valeurs de h , k et m .
- 5- Calculer l'énergie dissipée pendant la première pseudo-période.

292

Ondes progressives

Une corde élastique est tendue horizontalement. La corde est attachée en S au bout d'une lame vibrante qui lui communique, à partir de l'instant $t=0$ s, une onde sinusoïdale de fréquence N . Le graphe 1 représente les variations de la vitesse $v_x(t)$ de S au cours du temps. L'un des deux graphes 2 ou 3 représente l'aspect de la corde à la date t_1 .



- 1- Préciser lequel des graphes 2 ou 3 représente l'aspect de la corde à la date t_1 .
- 2- Dédire de ce graphe l'aspect de la corde à l'instant de date $t_2 = 1.75 t_1$.
- 3- Déterminer la fréquence N de l'onde. Dédire la valeur de sa célérité v et de l'instant de date t_1 .
- 4- Comparer v et $v_x(t)$. Comment peut-on augmenter v et v_{max} ?
- 5- Déterminer la phase initiale de S, en exploitant, à l'origine des abscisses, la sinusoïde des espaces à l'instant de date t_1 .
- 6- Déterminer l'expression numérique de $y_B(t)$. Puis tracer la sinusoïde des temps du point B.
- 7- Déterminer les points qui vibrent en quadrature retard de phase par rapport à B à l'instant t_1 .

Ex: $v_{max} = \text{Masse linéique}$
et Microscopique \rightarrow eq. dynamique
et Macroscopique \rightarrow eq. chimique

Loi de modération

On considère le système chimique renfermant du diiode gazeux en décomposition endothermique en iode atomique gazeux. Cette décomposition est symbolisée par l'équation : $I_2(\text{gaz}) \rightleftharpoons 2 I(\text{gaz})$.
 A l'instant $t=0$ s, le milieu réactionnel, de volume $V=10$ L, renferme uniquement deux moles de I_2 .
 Pour une valeur $\Theta = 1473$ °C de la température Θ du système chimique, le taux d'avancement final de la dissociation du diiode moléculaire en iode atomique est $\tau_f = 0.250$.

- 1- A l'état final, le système chimique est dans un état d'équilibre dynamique. Expliquer.
- 2- Lorsqu'on fait varier, de 200°C, la valeur de la température du système, l'amenant ainsi de la valeur Θ_1 à une nouvelle valeur Θ_2 , le nombre de moles de gaz total du système devient 2.36 mol. Dédire la nouvelle valeur Θ_2 de Θ .
- 3- Représenter sur un même graphe la variation de l'avancement de la réaction en fonction du temps pour Θ_1 et Θ_2 .
- 5- On maintient le système à la température Θ_2 . Partant d'un état d'équilibre chimique, on augmente la pression dans le système tout en veillant à ce qu'il reste fermé. Préciser le sens d'évolution du système réactionnel suite à cette opération.
- 6- Proposer, en justifiant, comment augmenter en un minimum de temps, dans un système chimique fermé, le taux d'avancement final de la réaction de décomposition du diiode gazeux.
- 7- Sachant que la réaction de diiode gazeux est endothermique, dire si la méthode proposée est valable pour augmenter le taux d'avancement final de la réaction.



Pendule élastique libre - amorti

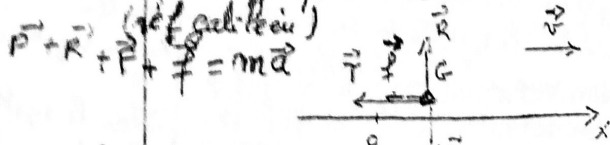
1°) C'est un oscillateur libre (absence d'excitation au cours des oscillations) et amorti (présence d'un amortissement visqueux).

* le régime d'oscillation est pseudopériodique car l'amplitude des oscillations diminue au cours du temps.

2°) La force du ressort a pour valeur algébrique : $F = -kx$

à $t=0$: d'après le graphique : $F(0) = -1 \text{ N} < 0$
 donc $x(0) = -\frac{F(0)}{k} > 0$: ressort allongé

3°) La R.F.D appliquée à (S) s'écrit :



proj \vec{Ox} :

$$0 + 0 - kx - f = ma$$

$$ma + f + kx = 0$$

$$* E = E_c + E_p = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2$$

$$\Rightarrow \frac{dE}{dt} = mv \cdot a + kx \cdot v = v(ma + kx)$$

$$\text{avec } ma + kx = -f = v$$

$$\Rightarrow \frac{dE}{dt} = -fv^2 < 0 : \text{perte d'énergie}$$

sous forme de chaleur par frottement visqueux.

4°) $-h$ est le coeff directeur de la courbe :

$$\frac{dE}{dt} = f(v^2) \Rightarrow -h = \frac{-0,2 - 0}{0,2 - 0}$$

$$\Rightarrow h = 0,5 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}$$

$$\text{à } t=0 : x(0) = a = 10 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow k = -\frac{F(0)}{x(0)} = \frac{1}{0,1} = 10 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$$

$$* T \approx T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$\Rightarrow m = k \left(\frac{T}{2\pi}\right)^2 = 10 \cdot \left(\frac{1,25}{2\pi}\right)^2 = 0,4 \text{ kg}$$

5°) l'énergie dissipée pendant la 1^{ère} pseudo période :

$$\frac{W}{0 \rightarrow T} = E(0) - E(T)$$

$$\text{or, à } t=0 \text{ ou } t=T \text{ on a : } x = x_m$$

$$\text{d'où } v = \frac{dx}{dt} = 0 \text{ et } E = E_{pe}$$

$$\Rightarrow W = E_{pe}(0) - E_{pe}(T)$$

$$0 \rightarrow T = \frac{1}{2}kx(0)^2 - \frac{1}{2}kx(T)^2 = 18 \cdot 10^{-3} \text{ J}$$

$$\text{avec : } x(0) = -\frac{F(0)}{k} = 0,1 \text{ m}$$

$$x(T) = -\frac{F(T)}{k} = \frac{0,8}{10} = 0,08 \text{ m}$$

Rq : lorsque $x = \pm x_m$, $v = 0$

$$\Rightarrow E_{pe} \neq 0 \text{ et } E_c = 0$$

$$* \text{ lorsque } v = \pm v_{\text{max}}, \frac{dv}{dt} = 0$$

$$\Rightarrow x = -\frac{f}{k} (\pm v_{\text{max}}) \neq 0$$

$$\Rightarrow E_{pe} \neq 0 \text{ et } E_c \neq 0.$$

Ondes progressives

1°) Pour la source S, on a : $y_s(t) = a \sin(\omega t + \phi_s)$

$$\text{Graph 1} \Rightarrow v_s(0) = -0,1\pi \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} = -v_m$$

$$\Rightarrow y_s(0) = a \sin \phi_s = 0 \Rightarrow \phi_s = 0 \text{ rad}$$

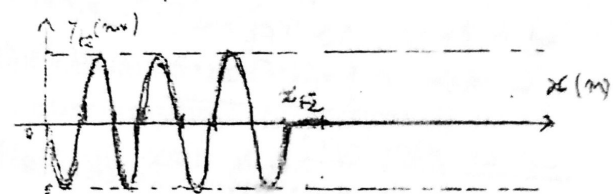
$$v_s(0) = \omega a \cos \phi_s < 0$$

d'où l'aspect de la onde au voisinage du front d'onde est un creux : c'est le graphique 3.

2°) à t_1 , le front d'onde avance de $x_{F_1} = 2 \lambda$ donc, à $t_2 = 1,75 t_1$ il

avance de $x_{F_2} = 1,75 x_{F_1} = 3,5 \lambda$

d'où l'aspect de la onde à t_2 :



$$3°) v_{\text{max}} = \omega y_{\text{max}} = 2\pi N a \Rightarrow N = \frac{v_{\text{max}}}{2\pi a}$$

$$N = \frac{0,1\pi}{2\pi \times 5 \cdot 10^{-3}} = 10 \text{ Hz}$$

* la célérité de l'onde est : $v = \lambda N$

$$\text{avec } \lambda = \frac{1}{2} x_{F_1} = 0,05 \text{ m}$$

$$\Rightarrow v = 0,05 \cdot 10 = 0,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$* v = \frac{x_{F_1}}{t_1} \Rightarrow t_1 = \frac{x_{F_1}}{v} = \frac{0,1}{0,5} = 0,2 \text{ s}$$

4°) $v = \lambda N$: c'est la célérité de l'onde qui se propage le long de la corde. v ne dépend que de la nature de la corde et de sa tension.

* $v_s(t) = \frac{dy_s}{dt}$: c'est la vitesse du pt S qui varie autour de sa position d'équilibre



et dépend des conditions initiales $y_s(0)$ et $v_s(0)$ $\theta = \theta_2$ $x_{f2} = 2,3\% - \varepsilon = 0,36 \text{ mol}$

* Pour augmenter v , on augmente la tension de la corde et/ou on diminue sa masse linéique.

* Pour v_{sm} , on peut augmenter la fréquence de l'onde et/ou augmenter son amplitude car:

$$v_{sm} = v y_{max} = 2\pi N A.$$

4/ Un pt B ne produit le mur de S après un retard

$$\theta_1 = \frac{x}{v} \text{ pour } t_1 \geq \theta_1 : y_{t_1}(x) = y_s(t_1 - \frac{x}{v})$$

$$= a \sin\left(\frac{2\pi}{T} t_1 - \frac{2\pi}{\lambda} x + \varphi_s\right).$$

Pour S, $x_s = 0$, d'après le graphique 3:

$$\begin{cases} y_{t_1}(0) = a \sin(2\pi N t_1 - 0 + \varphi_s) = 0 \\ \frac{dy_{t_1}}{dt} = -\frac{2\pi}{T} a \cos(2\pi N t_1 - 0 + \varphi_s) > 0 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \sin(2\pi N t_1 + \varphi_s) = 0 \quad \cos(2\pi N t_1 + \varphi_s) < 0 \quad \Rightarrow 2\pi N t_1 + \varphi_s = \pi \text{ rad}$$

$$\Rightarrow \varphi_s = \pi - 2\pi N t_1 = -3\pi \text{ rad} \equiv \pi \text{ rad}.$$

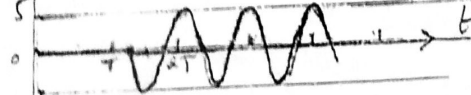
5/ Pour le pt B, on a $\theta_B = \frac{x_B}{v} = \frac{1,25 \lambda}{v} = 1,25 T$

$$\text{et } \varphi_B = -\frac{2\pi x_B}{\lambda} + \varphi_s = -1,5\pi \equiv \frac{\pi}{2} \text{ rad}$$

\Rightarrow pour $t < \theta_B$: $y_B(t) = 0$.

$$\text{pour } t \geq \theta_B : y_B(t) = a \sin(2\pi N t + \varphi_B)$$

$$v_B(\text{mm}) = 5 \cdot 10^3 \sin\left(200\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$$



$$7/ \varphi_1 - \varphi_2 = -\frac{\pi}{2} + 2k\pi$$

$$\left(\frac{2\pi x_1}{\lambda} + \varphi_s\right) - \frac{\pi}{2} = -\frac{\pi}{2} + 2k\pi \text{ avec } \varphi_s = \pi$$

$$\Rightarrow x = \left(\frac{\lambda}{2} - k\right) \lambda \text{ avec } \lambda = 0,05 \text{ m}$$

$$\Rightarrow x(\text{m}) \in \{0,025, 0,075, 0,125, 0,175\}$$

Loi de Modération:

1/ A l'échelle microscopique, les deux réactions inverse l'une de l'autre ont tendance à se produire avec les mêmes vitesses.

$$2) J_2(f) \Rightarrow 2 J(f)$$

à t ₁ :	2	0	(mol)
à t:	2-x	2x	(mol)
à t _f :	2-x _f	2x _f	(mol)

$$3-x \geq 0 \Rightarrow x \leq 3 \text{ mol} \Rightarrow x_{max} = 3 \text{ mol}$$

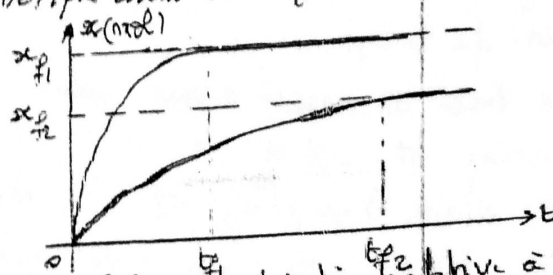
$$\text{OR, } \varphi_{f1} = \frac{x_{f1}}{x_{max}} \Rightarrow x_{f1} = \varphi_{f1} \cdot x_{max} = 0,1 \text{ mol}$$

$$x_{f2} < x_{f1} = 0,1 \text{ mol}$$

* $x_{f2} < x_{f1} (\Rightarrow)$ le syst évolue ds le sens de la réaction inverse, or cette réaction est exothermique (au sens direct est endothermique).

D'après la loi de modération, on a diminué la température $\Rightarrow \theta_2 < \theta_1$
 $\Rightarrow \theta_2 = \theta_1 - 200^\circ \text{C} = 1273^\circ \text{C}$.

3/ $\theta_2 < \theta_1$ et $x_{f2} < x_{f1}$ de plus la 2^{em} expérience est moins rapide que la 1^{re} car la température joue le rôle d'un facteur cinétique avant l'état final.



4/ D'après la loi de modération relative à la variation de la pression, l'augmentation de la pression du syst fermé à température constante, déplace le syst ds le sens de la réaction qui diminue le nbr de moles de gaz total du système \Rightarrow sens de la réaction inverse.

5/ Pour augmenter φ_f , il faut déplacer le syst ds le sens de la réaction directe qui est endothermique. Pour le syst fermé, on peut augmenter la T° et/ou diminuer la pression.

• Pour accélérer la réaction du syst fermé on doit augmenter la température. Donc on doit augmenter la température et diminuer la pression.

6/ Pour cette réaction, la pression n'est pas un facteur d'équilibre car le nbr de moles de gaz total du système ne varie pas.

Comme la réaction directe est exothermique, pour augmenter φ_f , on doit diminuer la température mais ds ce cas la réaction devient moins rapide.

R_g: le syst doit rester fermé, donc on ne doit pas ajouter un catalyseur pour accélérer la réaction.

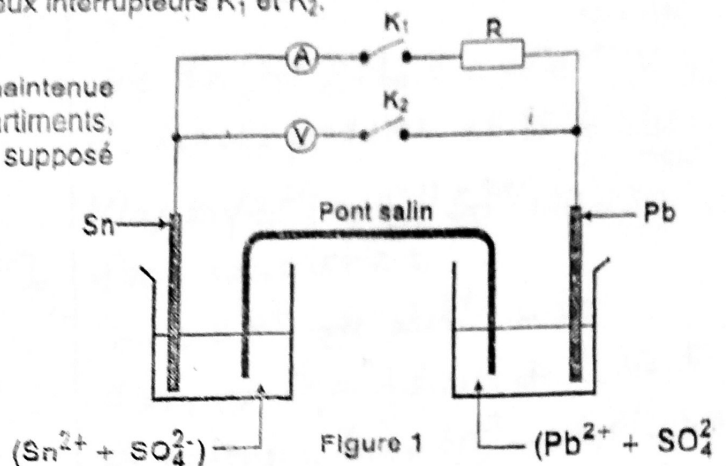
Exercice 1 (3.5 points)

R: (2) (3)

La pile représentée sur la figure 1, alimente un circuit extérieur comportant un conducteur ohmique de résistance R , un voltmètre, un ampèremètre et deux interrupteurs K_1 et K_2 .

Durant toute l'expérience, la température est maintenue constante, égale à 25°C . Dans les deux compartiments, les deux solutions ont le même volume V , supposé constant, et la même concentration initiale :

$$[\text{Pb}^{2+}]_0 = [\text{Sn}^{2+}]_0 = 0,5 \text{ mol.L}^{-1}$$



- 1) a- Donner le symbole de la pile.
b- Ecrire l'équation chimique associée à cette pile.
- 2) On ferme K_2 et on laisse K_1 ouvert. L'indication du voltmètre est telle que la fem initiale de la pile est : $E_1 = V_{\text{Pb}} - V_{\text{Sn}} = 0,01 \text{ V}$.
a- Préciser, en le justifiant, la polarité des bornes de la pile.
b- Déterminer la valeur de sa fem standard E^0 .
c- En déduire la valeur de la constante d'équilibre K .
- 3) A un instant pris comme origine des temps, on ouvre K_2 et on ferme K_1 .
a- Quel est le rôle du pont salin ?
b- Ecrire l'équation de la réaction qui se produit spontanément. Justifier.
c- A un instant ultérieur de date t_1 , la molarité en ion Pb^{2+} a varié de $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$. La pile est-elle utilisée à cet instant ? Justifier.

Ex.n°2:

295

1/- On réalise une pile avec les deux demi-piles suivantes: $\text{Fe}^{2+}(1\text{M})/\text{Fe}$ placée à gauche et $\text{Zn}^{2+}(1\text{M})/\text{Zn}$ placée à droite. On observe une décoloration de la solution verdâtre de Fe^{2+} quand la pile débite du courant. Le volume de chaque solution vaut 1 L.

- a)- Ecrire l'équation de la réaction associée à cette pile.
- b)- Déduire la polarité des électrodes, les réactions électrochimiques qui ont lieu au niveau des électrodes et la réaction rédox qui a lieu quand la pile débite.

10- Sachant que la masse des électrodes est suffisante, déterminer la quantité d'électricité maximale que peut débiter la pile.

2/- On considère la pile : $\text{Zn}/\text{Zn}^{2+}(0,1\text{M})//\text{Sn}^{2+}(0,1\text{M})/\text{Sn}$ de f.e.m : $E=0,62\text{V}$.

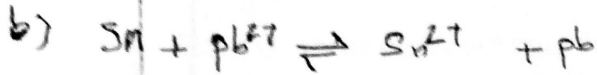
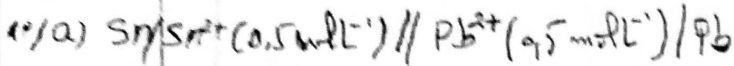
- a)- Ecrire l'équation de la réaction rédox spontanée qui a lieu dans la pile.
- b)- Faire le schéma de la pile en indiquant le sens de déplacement du courant, des électrons et les demi-réactions aux électrodes.
- c)- Que se passerait-il quand on relie les deux électrodes par un conducteur ohmique?

10- Si, dans le compartiment contenant les ions Sn^{2+} , on ajoute à l'équilibre, quelques gouttes d'une solution de NaOH , que se passerait-il? Que peut-on dire du signe de E ?

On donne : $M(\text{Fe})=55,8\text{g.mol}^{-1}$; $M(\text{Zn})=65,4\text{g.mol}^{-1}$; $N_A=6,022.10^{23}\text{mol}^{-1}$.



EX1:



2°/a) $E_c = V_{\text{Pb}} - V_{\text{Sn}} = 0,01 \text{ V} > 0$

$\Rightarrow V_{\text{Pb}} > V_{\text{Sn}}$

d'où: $\begin{cases} \text{Pb} : \text{borne (+)} \\ \text{Sn} : \text{borne (-)} \end{cases}$

b) $E_c = E^0 - 0,059 \log \pi_c$ avec $[\text{Pb}^{2+}]_0 = [\text{Sn}^{2+}]_0$

$\Rightarrow \pi_c = 1$ et $E^0 = E_c = 0,01 \text{ V}$

c) A l'équilibre: $\pi = K$ et $E = 0$

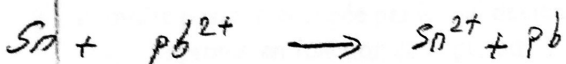
d'où: $K = 10^{E^0/0,059} = 2,15$

3°/a) Rôle du pont salin:

- * Permet la fermeture du circuit.
- * Assure la neutralité électrostatique des deux solutions.

b) Pb représente la borne (+) donc, Pb^{2+} sera réduit en Pb, l'électrode en Sn sera oxydé en $\text{Sn}^{2+} \Rightarrow$ sens direct est spontané: $\text{Sn} + \text{Pb}^{2+} \rightarrow \text{Sn}^{2+} + \text{Pb}$

c) le tableau d'avancement:



$t_c \quad - \quad [\text{Pb}^{2+}]_0 \quad \quad \quad [\text{Sn}^{2+}]_0 \quad -$

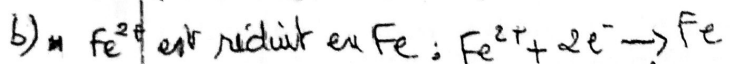
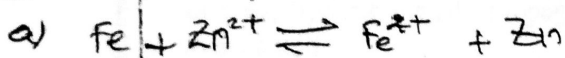
$t_1 \quad - \quad [\text{Pb}^{2+}]_0 - y \quad \quad \quad [\text{Sn}^{2+}]_0 + y \quad -$

$[\text{Pb}^{2+}]_{t_1} = [\text{Pb}^{2+}]_0 - y$ avec $y = 0,1 \text{ mol/L}$
 $= 0,4 \text{ mol/L}$

$[\text{Sn}^{2+}]_{t_1} = [\text{Sn}^{2+}]_0 + y = 0,6 \text{ mol/L} \Rightarrow \pi_{t_1} = \frac{[\text{Sn}^{2+}]_{t_1}}{[\text{Pb}^{2+}]_{t_1}}$

$\pi_{t_1} = \frac{0,6}{0,4} = 1,5 \neq K$: Pile non usée.

EX2: 1°) $\text{Fe} / \text{Fe}^{2+} (1 \text{ M}) // \text{Zn}^{2+} (1 \text{ M}) / \text{Zn}$



donc l'électrode en fer joue le rôle de pôle (+),

l'électrode en Zn représente le pôle (-),

d'où la réaction spontanée

c) Q: qte d'électron

$Q = (\text{nombre de } e^-) \times e$

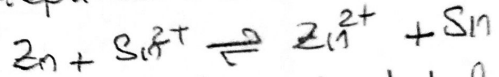
$= n_e \cdot N_A \cdot e$ avec n_e : nbre de mole d' e^- .

$Q = 2n(\text{Fe}^{2+}) \cdot N_A \cdot e = 2[\text{Fe}^{2+}] \cdot V \cdot N_A$

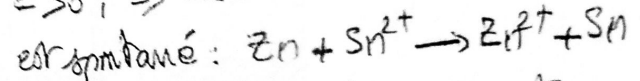
$Q = 2 \times 1 \times 1 \times 6,02 \cdot 10^{23} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} = 1,93 \cdot 10^5$

2°/a) $\text{Zn} / \text{Zn}^{2+} (0,1 \text{ M}) // \text{Sn}^{2+} (0,1 \text{ M}) / \text{Sn}$

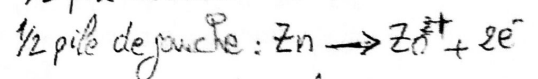
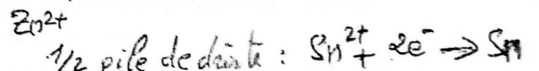
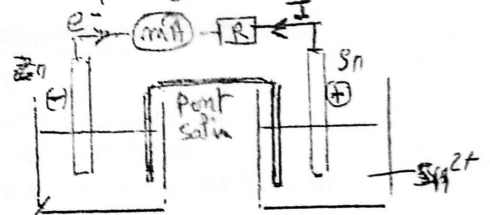
lepu associée:



$E > 0$, \Rightarrow le sens direct de la réaction est spontané:

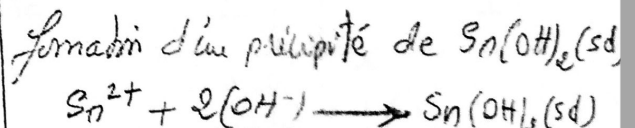


b) la 1/2 pile de droite... est le siège d'une réduction, donc Sn est le pôle (+), Zn est le pôle (-).



c) La f.e.m de la pile diminue jusqu'à s'annuler à l'équilibre chimique

d) L'ajout de NaOH ds le compartiment de droite contenant Sn^{2+} entraîne la



donc: $[\text{Sn}^{2+}]$ diminue. D'où la

loi de modération relative à la variation de la concentration, le syst

évolue ds le sens de la réaction qui tend à augmenter $[\text{Sn}^{2+}]$.

réaction ds le sens inverse le signe de E

296