

Chimie :

Exercice N°1 : 5 POINTS

Dans un bécher placé dans de l'eau glacée, on introduit **0,38 mol** d'acide (**A**) de formule **CH₃ - COOH** et **0,38 mol** d'alcool (**B**) de formule **CH₃ - CH₂ - CH₂ - OH** ainsi que quelques gouttes d'acide sulfurique concentré comme catalyseur. Le volume du mélange obtenu est de **V = 50 mL**.

Après agitation, on prélève à dix reprises un volume **V₀ = 5 mL** de ce mélange, que l'on introduit dans **10** tubes à essai numérotés de **0** à **9**.

Le **tube n°0** est placé dans la glace, les tubes numérotés de **1** à **9** sont munis d'un réfrigérant à air, puis introduits dans un bain thermostaté à **60 °C**. On déclenche alors un chronomètre. A l'instant **t₁ = 15 minutes**, le **tube n°1** est placé dans de la glace. Après quelques minutes, les ions oxonium **H₃O⁺** (provenant de l'acide sulfurique) et l'acide éthanoïque restant sont dosés par une solution d'hydroxyde de sodium (soude) de concentration **C_b = 2,55 mol.L⁻¹**. On peut ainsi déterminer la quantité d'acide éthanoïque contenue dans ce tube. On procède de même pour les autres tubes.

Les résultats du dosage des tubes n°0 et n°1 sont données par le tableau suivant :

Tube n°	0	1
Volume de soude versé à l'équivalence en mL	16,9	12

1°) **a-** Ecrire l'équation de la réaction en utilisant formules semi-développée et nommer l'ester formé.

b- Préciser un caractère de cette réaction. Justifier votre réponse.

c- Rappeler l'influence du catalyseur sur :

* La durée pour atteindre l'état d'équilibre.

* La valeur de l'avancement de la réaction **x_f** à l'état d'équilibre.

2°) **a-** Déterminer le nombre de moles totale **n_t** d'acide dans le tube n°0. En déduire le nombre de moles **n(H₃O⁺)** provenant de l'acide sulfurique dans chaque tube.

b- Déterminer le nombre de moles de l'acide éthanoïque (A) restant dans le tube n°1.

c- Déduire le nombre de moles de l'acide éthanoïque (A) restant dans le mélange à la date $t_1 = 15 \text{ minutes}$.

d- Faire un tableau d'avancement.

e- Calculer l'avancement x_1 de la réaction à l'instant $t_1 = 15 \text{ minutes}$.

f- Déterminer l'avancement maximal x_{max} de la réaction d'estérification étudiée.

3°) L'étude précédente permet d'obtenir les variations de l'avancement x de cette réaction en fonction du temps. On peut alors tracer la courbe $x = f(t)$ donnée par la figure 1.

a- Déterminer graphiquement la valeur de l'avancement final x_f de la réaction

b- Définir et calculer le taux d'avancement final de cette réaction.

4°) À l'instant $t_2 = 25 \text{ min}$, la valeur de l'avancement x de la réaction est x_2 .

a- Déterminer le volume de soude versé à l'équivalence à l'instant t_2 .

b- Déterminer la valeur de la fonction des concentrations π_2 à l'instant t_2 .

c- Pour une date t' supérieure à 90 min le système chimique est en **équilibre chimique**.

Expliquer cette expression. Que vaut alors la constante d'équilibre K de cette réaction?



Figure 1

5°) a- Définir la vitesse instantanée de réaction.

b- calculer la valeur de cette vitesse à la date $t=0 \text{ min}$.

Exercice N°2 : 4 POINTS

On étudie la pile symbolisée par :



1) *a-* Représenter le schéma annoté de la pile.

b- Ecrire l'équation de la réaction chimique associée à cette pile.

c- Calculer sa constante d'équilibre K . On donne $E^\circ(Pb^{2+}/Pb) = -0,13 \text{ V}$;
 $E^\circ(Sn^{2+}/Sn) = -0,14 \text{ V}$.

2) Sachant que les concentrations initiales sont telles que $\frac{C_1}{C_2} = 6,2K$:

a- Ecrire, en le justifiant, l'équation de la réaction qui a lieu spontanément dans la pile quand elle débite du courant électrique.

b- En déduire le signe de la f.é.m. E initiale de la pile, la polarité de chacune des électrodes et le sens de circulation des électrons dans un circuit extérieur.

Calculer C_1 et C_2 sachant qu'à l'équilibre on a $[Sn^{2+}] = 2 \cdot 10^{-2} \text{ mol. L}^{-1}$. Les deux solutions ayant le même volume.

Physique :

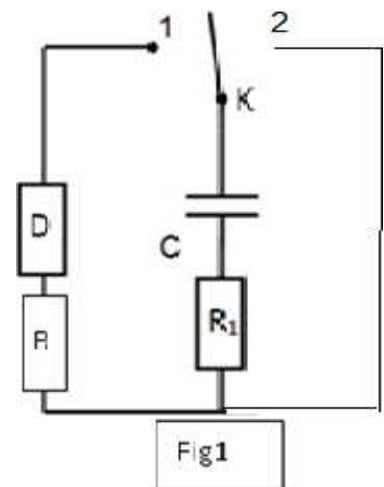
Exercice N°1 : 6 POINTS

Les deux parties I et II sont indépendantes.

Partie I :

On dispose au laboratoire :

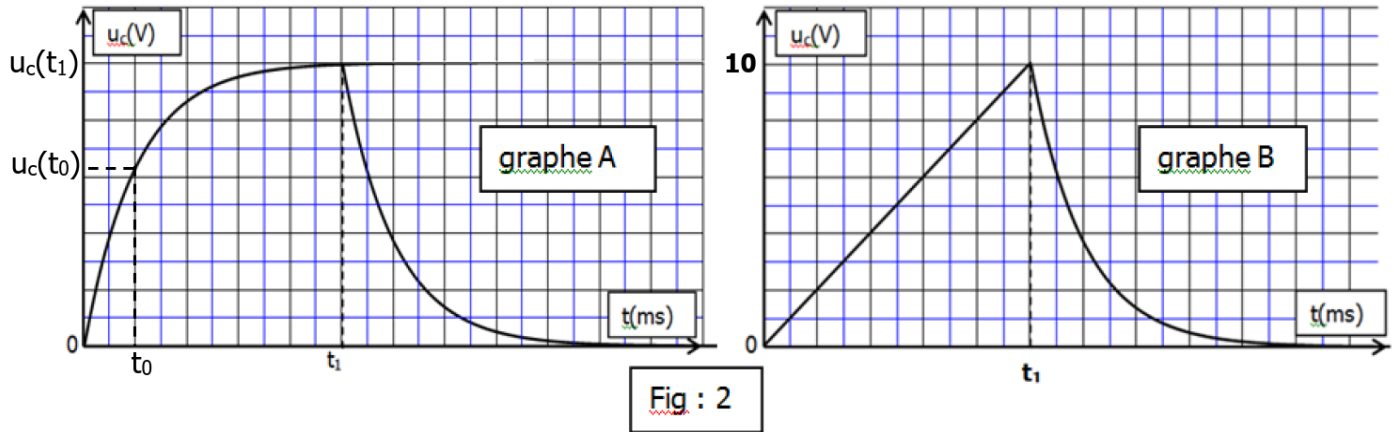
- * d'un condensateur plan de capacité C inconnue .
- * de deux conducteurs ohmiques de résistances R_1 inconnue et $R = 500 \Omega$.
- * d'un commutateur K .
- * d'un générateur de courant qui débite un courant d'intensité constante $I = 2 \text{ mA}$.
- * d'un générateur de tension de fem $E = 10 \text{ V}$.



Deux groupes d'élèves réalisent le circuit schématisé ci-contre en utilisant un dipôle **D** qui peut être: soit le générateur de courant soit le générateur de tension.

A l'instant $t = 0$, le commutateur **K** est basculé sur la position 1; juste après et à l'instant $t_1 = 10 \text{ ms}$, le commutateur **K** est automatiquement basculé sur la position 2.

Les données acquises lors de l'expérience sont traitées par un ordinateur et permettent au groupe 1 d'avoir le graphe (A) et au groupe 2 d'avoir le graphe (B) de la **figure 2**.



- 1) Identifier et justifier le dipôle **D** utilisé par chaque groupe d'élèves.
- 2) Quel est le phénomène observé pour : $0 \leq t \leq t_1$ et $t \geq t_1$.
- 3) a- Justifier théoriquement l'allure de la courbe obtenue par le groupe 2 qui représente l'évolution de la tension u_c en fonction du temps entre les instants 0 et t_1 .
b- Déduire la valeur de la capacité **C** du condensateur.
- 4) Pour le cas du montage utilisé par le groupe 1 :
a- Etablir l'équation différentielle régissant les variations de u_c , tension aux bornes du condensateur pour $0 \leq t \leq t_1$.
Sachant que la solution de l'équation différentielle précédemment établie s'écrit sous la forme :

$$U_c(t) = A - A \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$

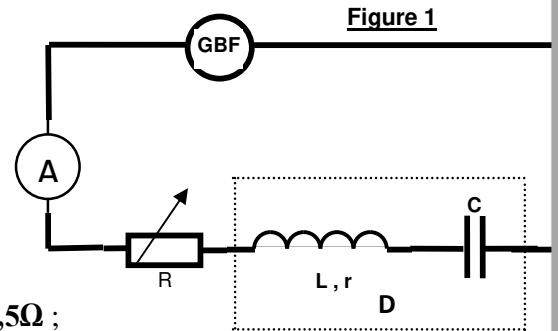
Avec **A** et τ des constantes positives, déterminer **A** et τ en fonction des caractéristiques du circuit.

- b- Calculer la valeur de la constante de temps τ .
- c- Donner la valeur de $u_c(t)$ et déduire le pourcentage de charge du condensateur à $t = \tau$.
- d- Etablir l'expression de l'intensité du courant électrique $i(t)$ en fonction de **E**, **R**, **R₁**, **t** et τ .
- e- Sachant que lorsque l'intensité du courant électrique est $i = \frac{2}{3} \cdot 10^{-2} \text{ A}$, on a $U_c = U_{R1}$, montrer que $R_1 = \frac{E}{2i} - \frac{R}{2}$.
- f- Calculer la valeur de **R₁** puis retrouver celle de la capacité **C** du condensateur.

Partie II :

Au cours d'une séance de travaux pratiques on souhaite étudier la réponse d'un dipôle **RLC** série à une tension sinusoïdale de fréquence N variable, pour cela on réalise le montage de **la figure 1** comportant :

- **G** un générateur de basses fréquences maintenant entre ses bornes une tension sinusoïdale $u(t) = U_m \cdot \sin(2\pi Nt)$ avec U_m constante
- **D** : un dipôle formé d'un condensateur de capacité C et d'une bobine d'inductance L et de résistance interne $r = 12,5\Omega$;
- **R** : un résistor de résistance R variable.
- **A** : un ampèremètre de faible résistance.



L'intensité du courant traversant le circuit s'écrit :

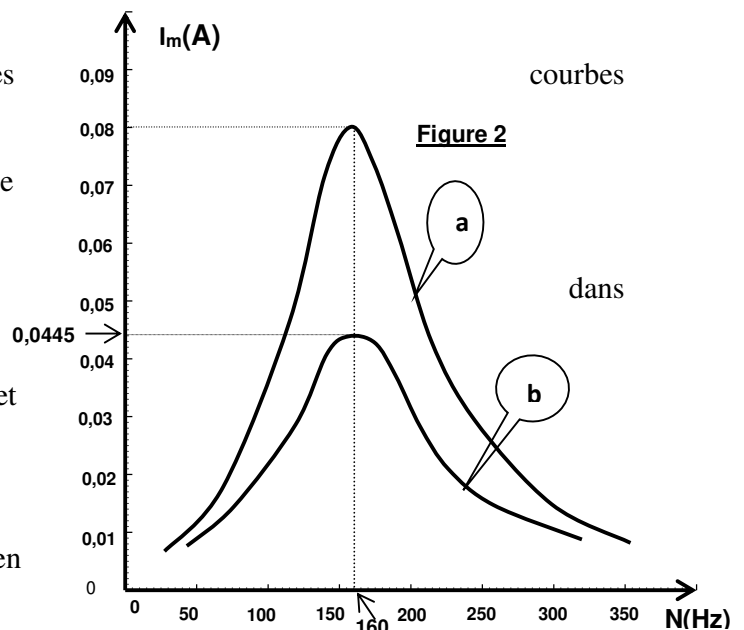
$$i(t) = I_m \cdot \sin(2\pi Nt + \varphi_i), \text{ C'est une solution de l'équation différentielle : } Ri + ri + L \frac{di}{dt} + \frac{1}{C} \int idt = u(t)$$

Avec ce montage on réalise les trois expériences suivantes :

Expérience n°1 :

Au cours de cette expérience on trace les (a) et (b) de **la figure 2** décrivent les variations de l'intensité maximale I_m quand la fréquence varie le domaine **10 à 350 Hz** pour deux valeurs R_1 et R_2 de la résistance R avec $R_1 < R_2$.

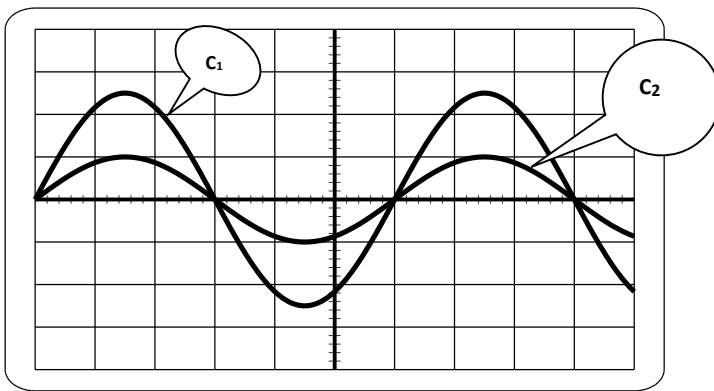
- a- Quel phénomène physique est mis en évidence par ces deux courbes ?



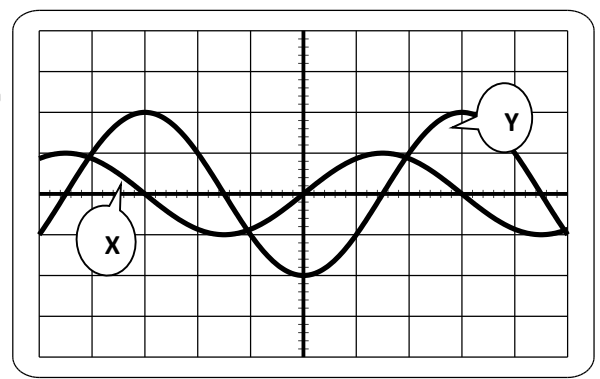
- b- Evaluer graphiquement la fréquence caractéristique N_R de ce phénomène et les intensités maximales I_{m01} et I_{m02} à cette fréquence, respectivement pour $R = R_1$ et $R = R_2$.

Expérience n°2 :

À l'aide d'un oscilloscope bicourbe on visualise deux tensions dont l'une est la tension $u(t)$ aux bornes du générateur. Après avoir fixé la fréquence à une valeur N_1 , la résistance à la valeur R_1 ; deux groupes d'élèves comparent les **oscillogrammes 1 et 2** qu'ils ont obtenus et constatent qu'ils n'ont pas réalisés les mêmes branchements.



Oscillogramme-1
Courbe C_1 : $2V \cdot \text{div}^{-1}$; courbe C_2 : $1V \cdot \text{div}^{-1}$



Oscillogramme-2
Même sensibilité verticale pour les deux voies
 $5V \cdot \text{div}^{-1}$

A) Pour les élèves ayant obtenu l'oscillogramme 1,

Les tensions visualisées sont $u(t)$ et $u_D(t)$.

- 1) Faire, sur **la figure 1** de la page « à remplir et à rendre avec la copie » les branchements de l'oscilloscope qui permettent de visualiser, sur la **voie X**, la tension $u(t)$ aux bornes du GBF et sur la **voie Y** la tension $u_D(t)$.
- 2) Montrer que la courbe (C_1) correspond à $u(t)$ et déterminer les valeurs maximales U_m et U_{Dm} des tensions $u(t)$ et $u_D(t)$.
- 3) Montrer que le circuit est en état de résonance d'intensité et que :
 - * $N_1 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$
 - * Le dipôle D se comporte comme un résistor de résistance r .
- 4) Montrer que la valeur de R_1 est $R_1 = 50\Omega$.

B) Pour les élèves ayant obtenu l'oscillogramme 2,

La tension $u(t)$ est visualisé sur la voie X.

- 1) Déterminer graphiquement la valeur du déphasage $\Delta\varphi = \varphi_{uY} - \varphi_u$ et déduire que la tension visualisé sur la voie Y est celle aux bornes du condensateur.
- 2) Déterminer la valeur de la tension maximale U_{cm} aux bornes du condensateur.
- 3) Déduire la valeur de la capacité C du condensateur et celle de l'inductance L de la bobine.

Expérience n°3 :

On fixe maintenant la fréquence à une valeur $N_2 > N_1$ et la résistance à la valeur R_2 .

Nous avons tracé deux constructions de Fresnel incomplète (**figure 3-a**) et (**figure 3-b**) le vecteur de Fresnel \vec{V} est associé à $u(t)$ et le vecteur \vec{V}_1 est associé à $\frac{1}{C} \int i dt$.

- 1) Montrer, en le justifiant, laquelle parmi ces deux constructions celle qui correspond à l'équation décrivant le circuit.
- 2) a- Compléter la construction de Fresnel choisie en traçant dans l'ordre suivant et selon l'échelle indiquée, les vecteurs \vec{V}_2 et \vec{V}_3 , associés respectivement aux tensions $L \frac{di}{dt}$ et $(R_2 + r)i$.

b- Montrer que $R_2 = 100 \Omega$.

c- A partir de la construction de Fresnel, trouver l'indication I de l'ampèremètre et la valeur de la fréquence N_2 .

Exercice N°2 : 3 POINTS

On analyse au moyen d'un spectroscope, la lumière émise par une lampe à vapeur de sodium. Le spectre est constitué de raies.

On donne le diagramme des niveaux d'énergie du sodium (**Figure 5**).

- 1) Préciser la signification du terme « **quantifié** ».
- 2) Déterminer la longueur d'onde du photon émis lorsque l'atome de sodium se désexcite de son état E_3 vers son état fondamental. Préciser le domaine spectral auquel elle appartient.
- 3) Lorsqu'il est en état E_3 , le sodium peut-il émettre un photon de fréquence $\nu = 2,66 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$?
- 4) La raie la plus intense est celle correspondant à la transition entre

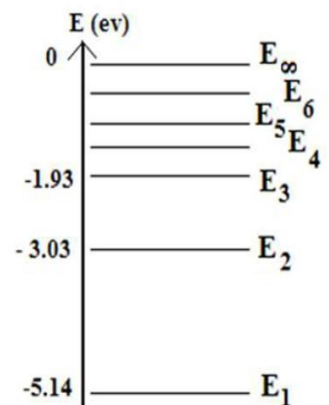
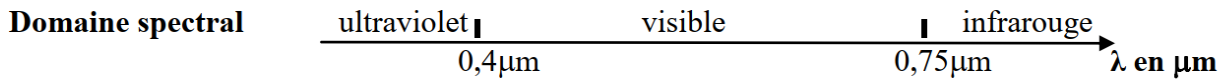


Figure 5



le niveau d'énergie 2 et le niveau fondamental. Déterminer sa longueur d'onde et sa fréquence. A quel domaine des ondes électromagnétiques ce rayonnement appartient-il ?

5) Définir l'énergie d'ionisation d'un atome et calculer sa valeur pour le sodium.



Exercice N°3 : 2 POINTS

Onde dans un milieu dispersif

La dispersion est le phénomène qui affecte une onde dans un milieu dispersif. Dans ce milieu, les différentes fréquences constituant l'onde ne se propagent pas à la même vitesse. On rencontre ce phénomène pour tous types d'ondes, tels que les vagues, le son et la lumière, quand ils se propagent dans un milieu dispersif.

Ainsi, pour les ondes lumineuses, l'arc en ciel est une manifestation de la dispersion des rayons du soleil par les gouttes de pluie. Cependant, le vide n'est pas un milieu dispersif pour ces ondes lumineuses. En effet, la vitesse de la lumière ne dépend pas de sa fréquence. Pour les ondes sonores audibles ($20\text{Hz} < N < 20\text{kHz}$) l'air est un milieu non dispersif. Ainsi, toutes les ondes sonores audibles se déplacent à la même vitesse. Cependant, pour des ondes sonores de très grande amplitude, l'air devient un milieu dispersif.

Questions :

- 1) Relever du texte une définition d'un milieu dispersif.
- 2) Donner la raison pour laquelle le vide est considéré comme étant un milieu non dispersif pour les ondes lumineuses.
- 3) Préciser, dans le cas d'une onde sonore, les deux conditions pour que l'air soit considéré comme un milieu non dispersif.

Annexe

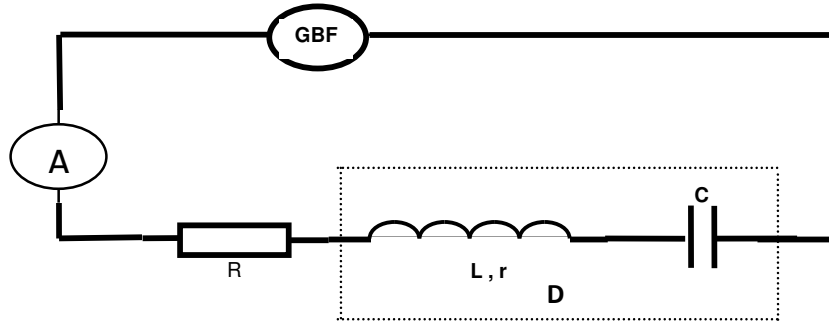


Figure 1

Echelle : 1cm \longrightarrow 1V

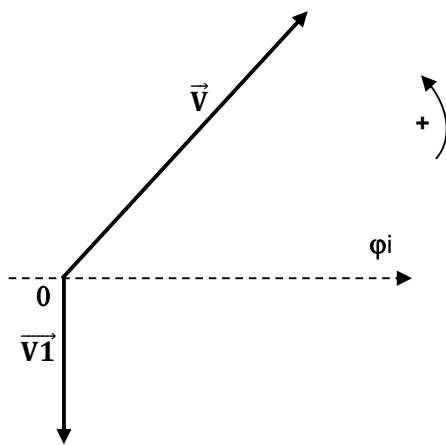


Figure 3-a

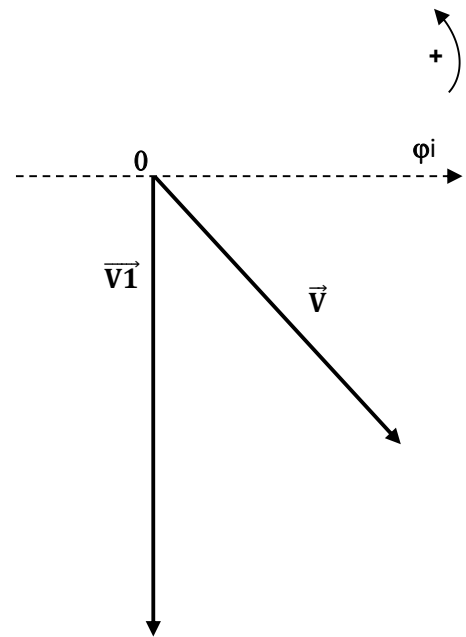


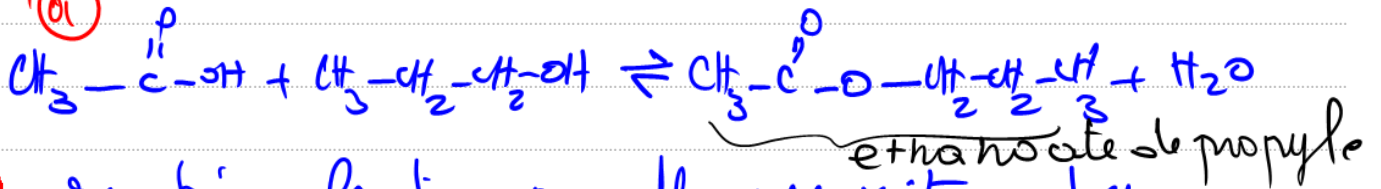
Figure 3-b



Sujet N°3

Exercice N°1

1^o/ (a)



(b) réaction lente car elle nécessite des facteurs cinétique (catalyseur + température)

(c) un catalyseur est un facteur cinétique qui accélère la réaction sans être consommé donc la réaction est plus rapide la durée pour atteindre l'état d'équilibre diminue le catalyseur n'a pas d'effet sur la composition du mélange à l'équilibre (\Rightarrow) x_f ne varie pas

2^o/ A l'équivalence $n_{\text{Ac}}(f_{pr}) = n_{BE}$

$$n_{\text{Ac}}(f_{pr}) = C_B / BE_0 = 0,043 \text{ mol} = 43 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

D'autre part $V_{\text{nel}} = 50 \text{ mL}$ $V_{pr} = 5 \text{ mL}$

$$\Rightarrow n_{\text{CH}_3\text{COOH}}(f_{pr}) = \frac{n_{\text{CH}_3\text{COOH}}(M_{el})}{10} = 38 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$





$$On a \quad n_{Ac})_{t_{pr}} = n_{CH_3COOH})_{opr} + n_{H_3O^+})_{pr}$$

$$n_{H_3O^+})_{tube} = n_{Ac})_{t_{pr}} - n_{CH_3COOH})_{opr}$$

$$= 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

b) dans le tube $n=1$ on a $V_{BE_1} = 12 \cdot 10^{-3} \text{ L} (=)$

A l'équivalence à t_1

$$(\Rightarrow) m_{Acide\ Totale\ t_1} = C_B V_{BE_1} = 2,55 \times 12 \cdot 10^{-3} = 0,03 \text{ mol} = 30 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\text{donc } m_{CH_3COOH})_{t_1} = m_{t_1} - m_{H_3O^+} = 30 \cdot 10^{-3} - 5 \cdot 10^{-3}$$

$$(\Rightarrow) m_{CH_3COOH})_{t_1\ tube} = 25 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$c) n_{CH_3COOH})_{t_1\ mélange} = n_{CH_3COOH})_{t_1\ tube} \times 10 = 25 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

d)

		Les réactifs		Les produits	
		CH_3COOH	$+ CH_3(CO)_2 - OH$	$\rightleftharpoons CH_3COO - (CH_2)_4 - OH$	$+ H_2O$
Avancement		quantité de matière en mol			
	x				
t=0	0	0,38	0,38	0	0
t>0	x	0,38 - x	0,38 - x	x	x
t_f	x_f	0,38 - x_f	0,38 - x_f	x_f	x_f





e) $n_{\text{CH}_3\text{COOH}}(t_1) = 0,38 - x_1$

$\Rightarrow x_1 = 0,38 - n_{\text{CH}_3\text{COOH}}(t_1) = 0,38 - 0,25$

$x_1 = 0,13 \text{ mol}$

f) on suppose que la réaction est totale pour $x_f = x_m$

$(\Leftrightarrow) 0,38 - x_{\text{max}} = 0 \quad (\Leftrightarrow) x_{\text{max}} = 0,38 \text{ mol}$

3^o a) D'après la courbe $x_f = 2 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$

b) ALB le taux d'avancement d'une réaction lente à un instant t est le rapport de l'avancement $x(t)$ par l'avancement maximal

$\tau(t) = \frac{x(t)}{x_m} \longrightarrow \text{Etat final}$
 $\tau_f = \frac{x_f}{x_m}$

⊛ Le Taux d'avancement final d'une réaction chimique est le rapport de l'avancement final par l'avancement maximal de la réaction

$\tau_f = \frac{x_f}{x_m} = \frac{0,25}{0,38} = 0,657 \approx 0,66$





4^e/a) $v_{BE} t_2$? (Dans un tube)

à l'équivalence $n_{Ac} t_{pr} = C_B v_{BE} t_2$

$$n_{Ac} t_{pr} = n_{CH_3COOH} t_{pr} + n_{H_3O^+}$$

$$\text{Or } n_{CH_3COOH} t_{pr} = 0,38 - x(t_2) = 0,38 - 0,111$$

$$= 20,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

$$\Rightarrow n_{CH_3COOH} t_{pr} = \frac{n_{CH_3COOH} t_{pr}}{10} = 20,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\text{donc } n_{Ac} t_{pr} = 20,5 \cdot 10^{-3} + 5 \cdot 10^{-3} = 25,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$c-a-d \quad v_{BE} t_2 = \frac{n_{Ac} t_{pr}}{C_B} = 10 \cdot 10^{-3} \text{ L}$$

$$b/ \quad \pi_2 = \frac{[E][eau]}{(Ac)(Al)} = \frac{\frac{m_E}{V} \frac{m_{eau}}{V}}{\frac{m_{Ac}}{V} \frac{m_{Al}}{V}} = \frac{x_2^2}{(0,38 - x_2)^2}$$

$$\pi_2 = \frac{(17,5 \cdot 10^{-2})^2}{(20,5 \cdot 10^{-2})^2} = \frac{(17,5)^2}{(20,5)^2} = 0,728$$

c) Equilibre chimique c-a-d que la composition du système reste inchangée au cours du temps.



$$k = \frac{[E_{st}]_{\text{eq}} [eau]_{\text{eq}}}{[Au^{3+}]_{\text{eq}} [Alcool]_{\text{eq}}} = \frac{x_f^2}{(0,38 - x_f)^2}$$

$$k = 3,7 \quad (\approx 4)$$

5³a) c'est la dérivée de l'avancement de la réaction par rapport au temps

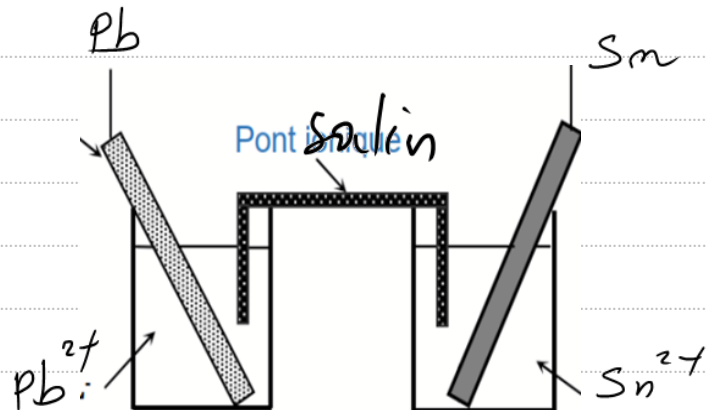
$$b) v(t=0) = \left(\frac{dx}{dt} \right)_{t=0} = \text{pente de } f(x)_{t=0}$$

$$= \frac{(28 - 0) \cdot 10}{20 - 0} = 12,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1}$$

$$V = 12,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1}$$

Exercice n°2

a) a-



$$c/ \quad E = E^{\circ} - 0,03 \log \frac{[Pb^{2+}] \rightarrow c_1}{[Sn^{2+}] \rightarrow c_2} = E^{\circ} - 0,03 \log \Pi$$

à l'équilibre on a $\Pi = K$ et $E = 0 \Leftrightarrow E^{\circ} = 0,03 \log K$

$$K = 10^{\frac{E^{\circ}}{0,03}}$$

$$\text{avec } E^{\circ} = E^{\circ}_{Sn^{2+}/Sn} - E^{\circ}_{Pb^{2+}/Pb}$$

$$E^{\circ} = -0,14 + 0,13 = -0,01V$$

$$\text{donc } K = 10^{\frac{-0,01}{0,03}} = 10^{-1/3} = 0,4641 = 46,41 \times 10^{-2}$$

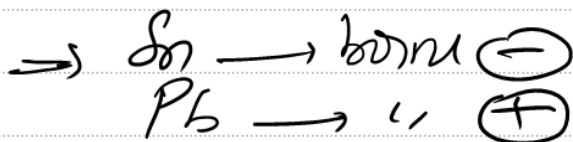
2) a/ on a $\frac{c_1}{c_2} = \Pi_i = 6,2 K \Leftrightarrow \Pi_i > K \Leftrightarrow$

la réaction évolue spontanément dans le sens inverse



b) le sens inverse évolue spontanément

$$\Rightarrow E = V_{Sn} - V_{Pb} < 0 \Rightarrow V_{Sn} < V_{Pb}$$



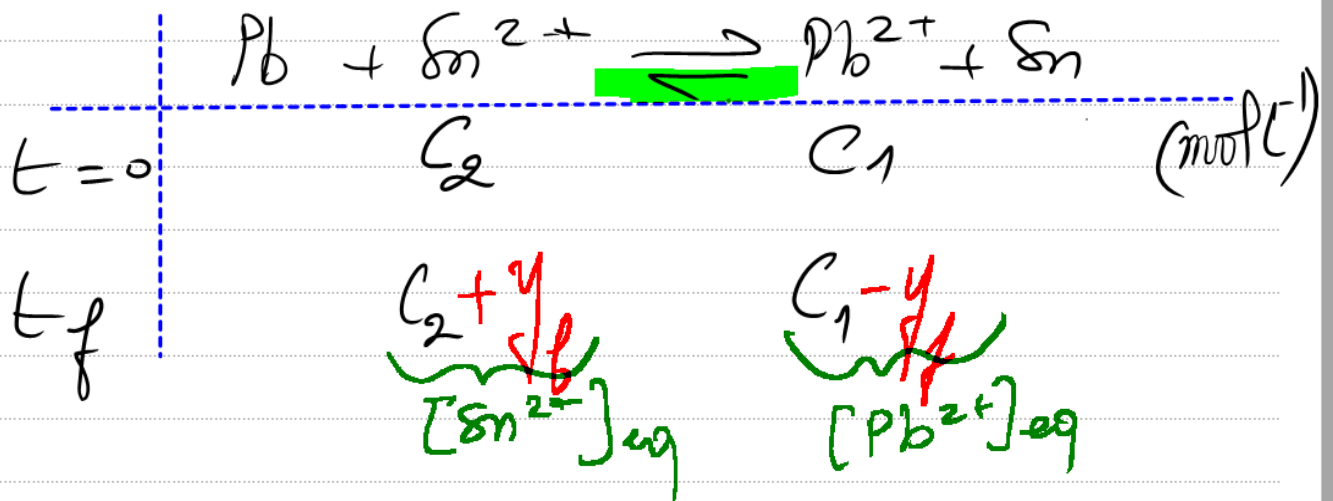
Donc les électrons circulent de Sn vers Pb



c) $C_1 ? C_2 ?$ $[Sn^{2+}]_{eq} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$

⚠ N.B ; Π, K et

le tableau sont relatif à l'équation associée



$$K = \frac{[Pb^{2+}]_{eq}}{[Sn^{2+}]_{eq}} \Rightarrow [Pb^{2+}]_{eq} = K [Sn^{2+}]_{eq} = 9,28 \cdot 10^{-3}$$

$$\begin{cases} [Sn^{2+}]_{eq} + [Pb^{2+}]_{eq} = C_1 + C_2 = 29,28 \cdot 10^{-3} \text{ M} \text{ (1)} \\ \frac{C_1}{C_2} = 6,2 \cdot K = 2,877 \text{ (2)} \Rightarrow C_1 = 2,877 C_2 \end{cases}$$

(1) $2,877 C_2 + C_2 = 29,28 \cdot 10^{-3} \Rightarrow$

$$\begin{cases} C_1 = 0,0217 \text{ mol L}^{-1} \\ C_2 = 7,55 \cdot 10^{-3} \text{ mol L}^{-1} \end{cases}$$



