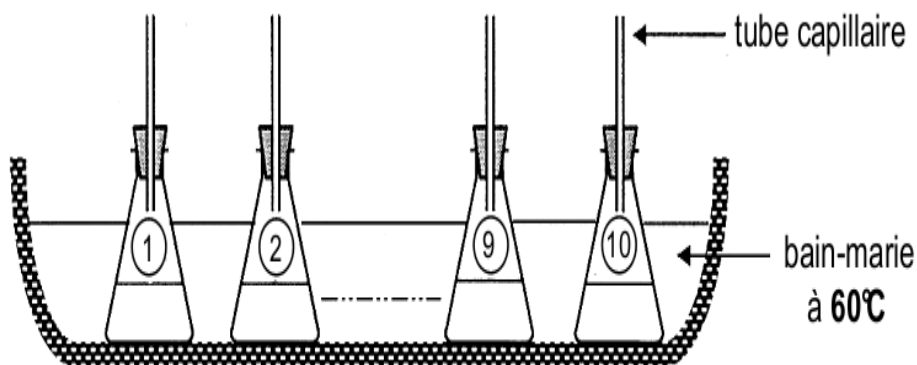


Chimie : Thème : équilibre chimique

Exercice n°1 :

A la date $t=0$, dix erlenmeyer, contenant chacun 0.04 mole d'éthanol C_2H_5OH et b mole ($b > 0.04$) d'acide éthanoïque CH_3COOH et surmontés chacun d'un tube capillaire, sont placés dans un bain-marie à une température constante et égale à $60^\circ C$ selon le schéma de la figure 1.

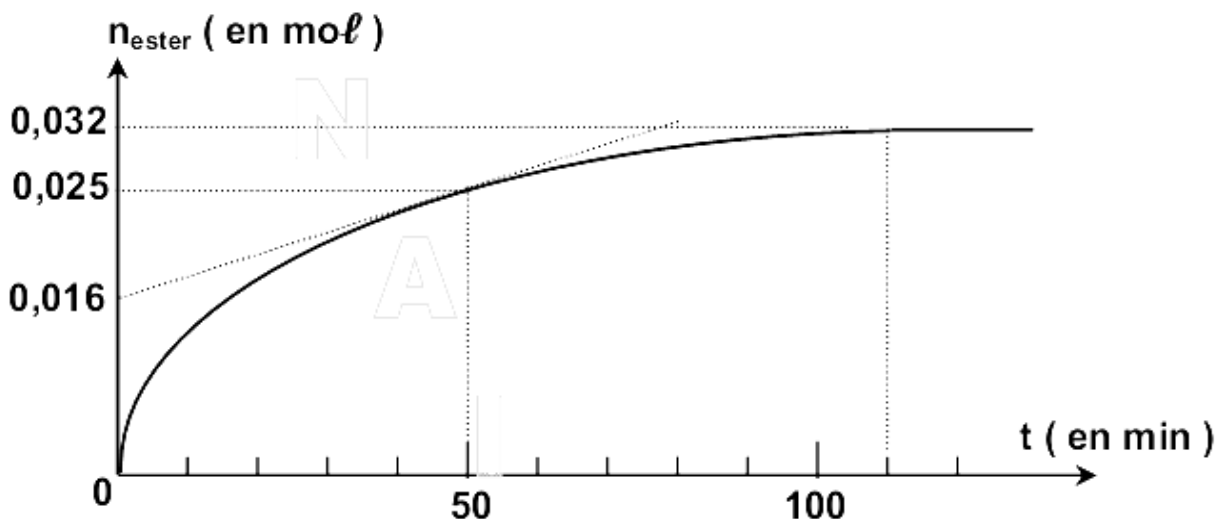
figure -1-



1°) a°) Préciser le rôle du tube capillaire.

b°) Ecrire l'équation de la réaction.

2°) Décrire avec précision le Protocol expérimental permettant de tracer la courbe ci-dessous de la figure 2 représentant les variations du nombre de moles dans chaque tube en fonction du temps.

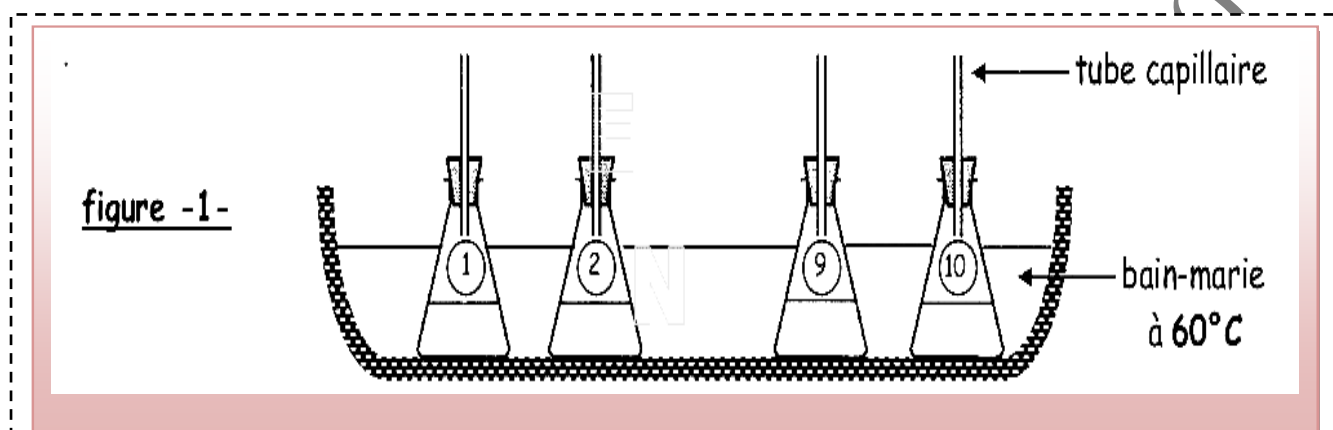


3°) Quels sont les caractères mis en évidence à partir du graphe ci-dessus ?

4°) Sachant que la constante d'équilibre à 60°C associée à la réaction d'estérification étudiée est $K=4$, déterminer la valeur de b .

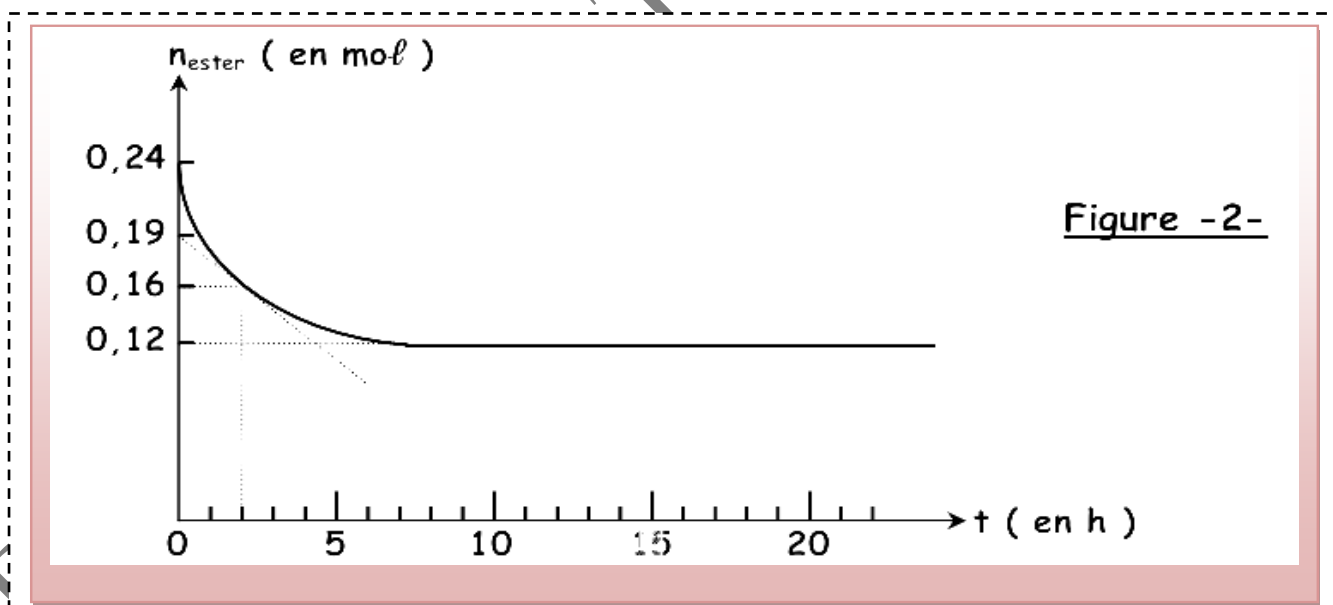
Exercice n°2 : A la date $t=0$, dix erlenmeyer, contenant chacun **0.24 mole d'éthanoate d'éthyle**

$\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$ et **0.6 mole d'eau** et surmontés chacun d'un tube capillaire, sont placés dans un bain-marie à une température constante et égale à $\theta_1 = 60^\circ\text{C}$ selon le schéma de la **figure 1**.



A différentes dates, on retire un erlenmeyer du bain marie, on lui ajoute de l'eau glacée pour bloquer l'évolution de la réaction, puis on dose la quantité d'acide formé avec une solution de soude.

Ceci permet de tracer la courbe de variation du nombre de moles d'ester restant au cours du temps $n_{\text{ester}} = f(t)$ représentée sur la **figure 2**.



1°) Décrire brièvement le Protocole expérimental, permettant de suivre l'évolution de cette réaction au cours du temps.

2°) a°) Préciser le rôle du tube capillaire.

b°) Ecrire l'équation de la réaction.

3°) a°) Déterminer la composition du système à l'équilibre dynamique.

b°) En déduire que la constante d'équilibre à 60°C associée à la réaction d'hydrolyse étudiée est $K=0.25$.

4°) Par un moyen approprié, on extrait **0.06 mole d'ester** à ce système en équilibre. On supposera que le volume reste constant au cours de cette opération.

a°) Comment évolue le système ? Justifier.

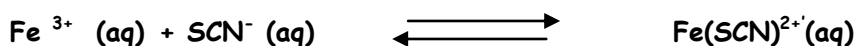
b°) Déterminer la nouvelle composition du mélange lorsque le nouvel état d'équilibre est atteint.

5°) L'expérience précédente est refaite dans les mêmes conditions expérimentales, mais à 40°C.

Tracer approximativement, en justifiant votre réponse, la nouvelle allure de la courbe $n_{\text{ester}} = f(t)$ sur le même graphique de la figure 2.

Exercice n°3:

On se propose d'étudier une réaction de formation de l'ion thiocyanate de fer (III) de formule $[\text{Fe}(\text{SCN})]^{2+}$ et de couleur rouge. En solution aqueuse, des ions ferriques Fe^{3+} réagissent avec des ions thiocyanate SCN^- selon l'équation :



A un volume $V = 10 \text{ mL}$ d'une solution aqueuse d'ions ferrique Fe^{3+} de concentration $C = 10^{-2} \text{ mol.l}^{-1}$, on ajoute un même volume V d'une solution aqueuse d'ions thiocyanate de même concentration.

1°) Dresser un tableau d'avancement de la réaction en fonction de l'avancement x .

2°) La concentration des ions du complexe $\text{X}^{2+} (\text{aq})$ en fin de réaction est $[\text{X}^{2+}]_{\text{f}} = 3,2 \cdot 10^{-3} \text{ mol.l}^{-1}$.

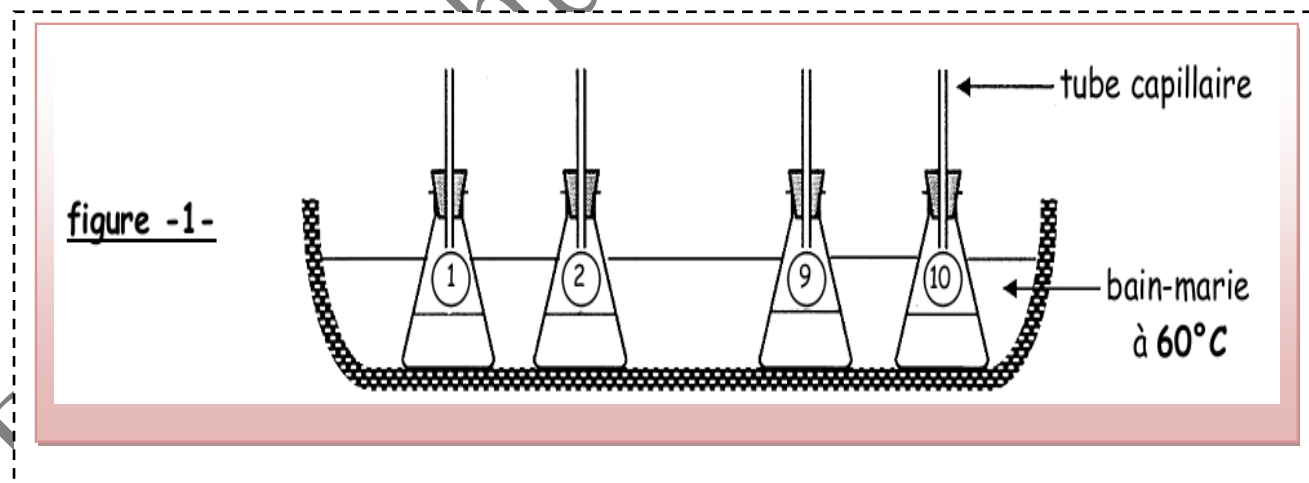
Calculer le taux d'avancement final de la réaction. conclure.

3°) Déterminer la composition molaire finale du mélange.

4°) Donner l'expression de la constante d'équilibre K de la réaction en fonction des concentrations des espèces chimiques présentes dans le mélange et calculer sa valeur.

Exercice n°4:

A la date $t=0$, dix erlenmeyer, contenant chacun 1 mole d'éthanoate d'éthyle $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$ et 2.5 moles d'eau et surmontés chacun d'un tube capillaire, sont placés dans un bain marie à une température constante et égale à $\theta_1 = 60^\circ\text{C}$ selon le schéma de la figure 1.



A différentes dates, on retire un erlenmeyer du bain marie, on lui ajoute de l'eau glacée pour bloquer l'évolution de la réaction, puis on dose la quantité d'acide formé avec une solution de soude de concentration molaire $C_B = 2 \text{ mol.l}^{-1}$.

1°) a°) Ecrire l'équation de cette réaction en utilisant les formules semi-développées.

b°) Rappeler les caractères de cette réaction.

2°) a°) Déterminer la composition du système à l'équilibre dynamique sachant que $(n_{\text{eau}})_{\text{éq}} = 4$. $(n_{\text{ester}})_{\text{éq}}$.

b°) En déduire que la constante d'équilibre à 60°C associée à la réaction d'hydrolyse étudiée est $K=0.25$.

c°) Déterminer la valeur du volume V_B de la solution de soude nécessaire au dosage de la quantité d'acide formé à l'équilibre dynamique. Ce volume V_B serait il supérieur, inférieur ou égal, si on travaillait à une température inférieure à 60°C , ? Justifier.

3°) Au mélange obtenu à l'équilibre dynamique, on ajoute **1.5 mole d'éthanoate d'éthyle**.

a°) Comment évolue le système ? Justifier.

b°) Déterminer la nouvelle composition du mélange lorsque le nouvel état d'équilibre est atteint.

Exercice n°5 :

L'éthanoate de méthyle est un ester, liquide, incolore et volatil, d'odeur fruitée suave, utilisé dans l'industrie des parfums, dans la fabrication de cuirs artificiels, dans les préparations de peintures et dans la synthèse organique. Ce composé est préparé à partir de l'acide éthanoïque et de méthanol par une réaction d'estérification.

On donne : Masse volumique de l'eau : $\rho_{\text{eau}} = 1\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$

	Acide éthanoïque	Méthanol	Ethanoate de méthyle	Eau
Masse molaire ($\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$)	60	32	74	18
Densité	1,05	0,791	0,932	1

On considérera que les quatre espèces chimiques sont dans la même phase. On introduit dans un ballon **34,28 mL** d'acide éthanoïque et **24,27 mL** de méthanol et on ajoute quelques gouttes d'acide sulfurique concentré. On chauffe pendant **90 min**, temps suffisamment long pour atteindre l'état d'équilibre.

Le volume de l'éthanoate de méthyle obtenu finalement est : $V(\text{ester}) = 31,76\text{ mL}$.

1°) a°) Vérifier qu'on a un mélange équimolaire qui renferme **0,6 mol d'acide et 0,6 mol d'alcool**.

b°) Vérifier que la quantité de matière d'ester formé à l'équilibre est égale à **0,4 mol**.

2°) a°) Ecrire l'équation de la réaction d'estérification en utilisant les formules semi développées.

b°) Dresser le tableau d'avancement de cette réaction.

3°) a°) Déterminer l'avancement maximal x_{max} et l'avancement final x_f .

b°) En déduire la valeur de taux d'avancement final τ_f . Conclure.

c°) Déterminer la valeur de la constante d'équilibre K de la réaction étudiée.

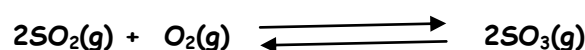
4°) Au mélange final précédent, on ajoute **0,1 mol de méthanol** :

a°) Ecrire la nouvelle composition initiale du système.

b°) Quelle est la valeur de la fonction des concentrations π dans ce cas ?

c°) Dans quel sens évolue le système ? Justifier.

Exercice n°6 : A une température T_1 et dans un ballon de volume V , on introduit $n_1 = 2\text{ moles}$ de dioxyde de soufre et $n_2 = 1\text{ mole}$ d'oxygène. Il s'établit l'équilibre suivant :



La constante d'équilibre relative à la réaction étudiée est $K_1 = 200$.

1°) A l'équilibre, il se forme un mole de trioxyde de soufre.

a°) Déterminer avec justification l'avancement final de la réaction.

b°) Calculer le taux d'avancement final.

c°) Cette réaction est -elle totale ou limitée ?

2°) Une étude expérimentale de cette réaction à la même pression mais à une température T_2 plus basse ($T_2 < T_1$), montre que la constante d'équilibre est $K_2 = 44$.

Déterminer le caractère énergétique de la réaction étudiée.

3°) Comment évolue le système suite à une :

a°) Addition d'une quantité de matière de SO_2 .

b°) Diminution de volume à température constante.

c°) Diminution de température à pression constante.

Daghsmi Sahbi Tel: 52 924 529