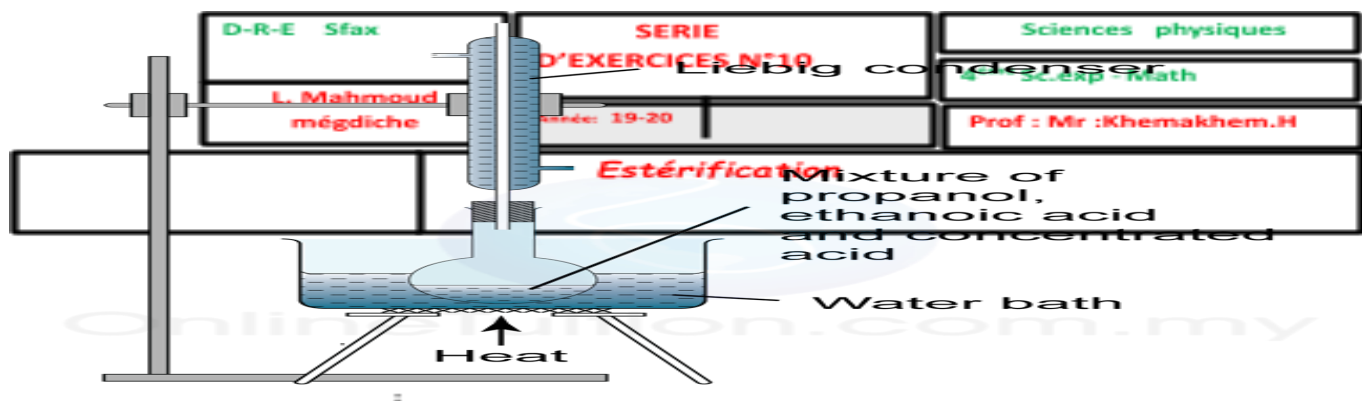




Exercice N°1 : Masse volumique du propan-1-ol : $0,8\text{g.cm}^{-3}$

On étudie la cinétique de formation d'un ester à partir d'acide méthanoïque et de propan-1-ol. On maintient à une température constante, 7 erlenmeyers numérotés 1, 2, 3, ..., 7 contenant chacun un mélange de 0,5 mol d'acide éthanoïque et de 0,5 mol de propan-1-ol. Ces erlenmeyers sont tous préparés à l'instant $t=0$ s et on dose d'heure en heure l'acide restant dans le mélange ; on peut en déduire la quantité d'ester restant dans le mélange. A $t=1$ heure, dosage de l'erlenmeyer n°1 ; à $t=2$ heurs, dosage de l'erlenmeyer n°2 : ...

1°) La réaction d'estérification :

a- En utilisant les formules semi développées, écrire l'équation de la réaction d'estérification et nommer l'ester formé.

b- On dispose d'un flacon de propan-1-ol pur. Quel volume de cet alcool doit-on verser dans chacun des sept erlenmeyers ?

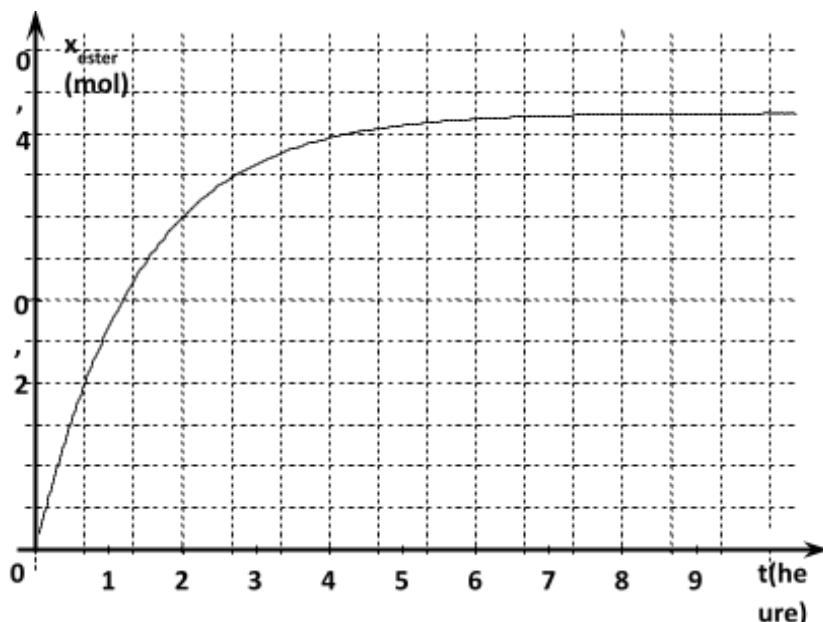
c- Exprimer la quantité de matière d'ester formé dans un erlenmeyer à une date t en fonction de la quantité de matière d'acide restant.

2°) Titrage de l'acide restant : A la date t considérée, le contenu de l'erlenmeyer est versé dans une fiole jaugée puis dilué avec de l'eau distillée pour obtenir **100mL** de solution. On en prélève **5mL** que l'on verse dans un bêcher. On titre cette solution par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $C_b=1\text{mol.L}^{-1}$. on en déduit la quantité de matière d'acide restant dans le bêcher puis dans les **100mL** de départ.

Pour l'erlenmeyer n°1, le volume de la solution de soude versé pour atteindre l'équivalence est de **14,2mL**. En déduire la quantité de matière d'acide restant dans l'erlenmeyer et la quantité de matière d'ester formé.

3°) Cinétique de la réaction d'estérification :

Le titrage des solutions contenues dans les sept erlenmeyers permis de tracer la courbe suivante :



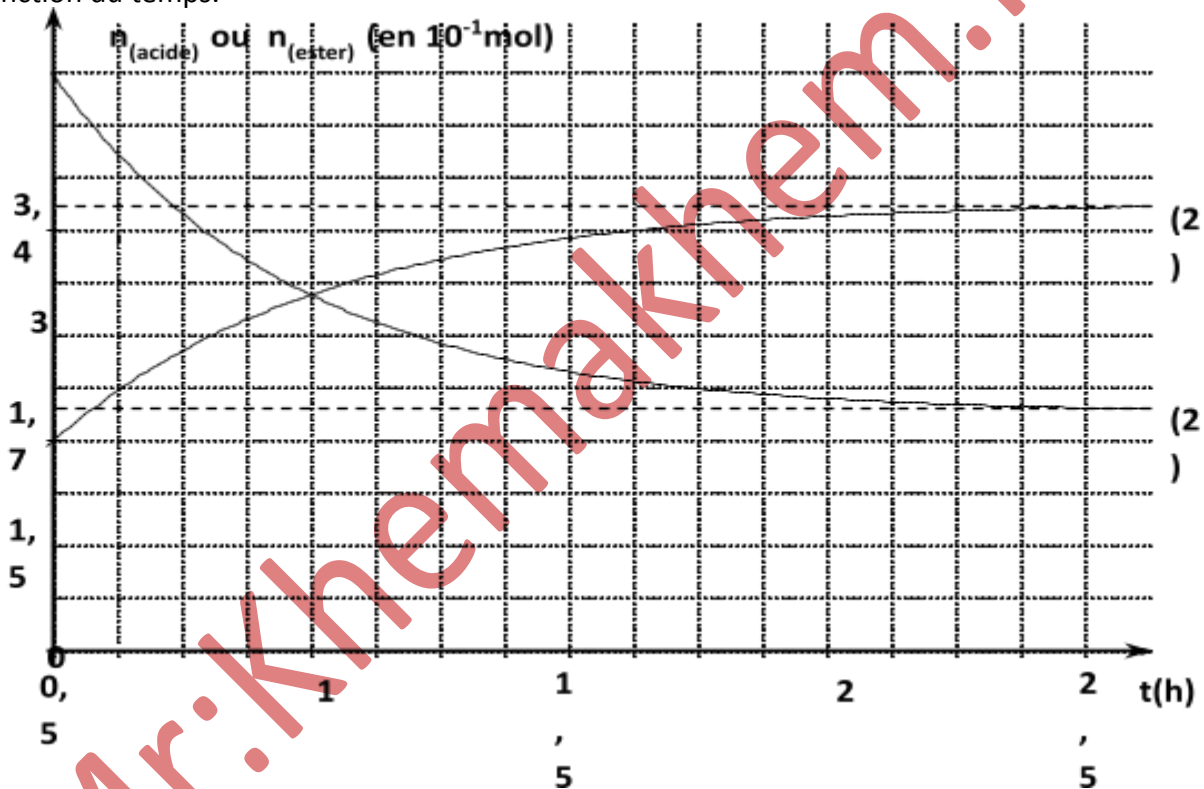
L'avancement de la réaction est défini par la quantité de matière x d'ester formé.

- a- Dresser le tableau descriptif de l'évolution du système.
- b- Déterminer l'avancement maximal x_m ainsi que l'avancement à l'équilibre x_{eq} .
- c- Comparer ces deux valeurs et déterminer le taux d'avancement de la réaction.
- d- Rappeler l'expression de la vitesse volumique v d'une réaction. Quelle interprétation géométrique ou graphique peut-on en donner ? comment cette vitesse évolue-t-elle au cours de la transformation ?

Exercice N°2 :

On réalise l'estérification d'un mélange équimolaire contenant à $t=0s$ du méthanol et de l'acide éthanoïque à la température de $100^\circ C$.

On donne ci-après le graphique représentant la courbe de la variation du nombre de moles d'acide restant en fonction du temps et la courbe représentant la variation du nombre de moles d'ester formé en fonction du temps.



- 1°) Ecrire l'équation de la réaction (en formules brutes).
- 2°) Identifier les courbes (1) et (2) en indiquant celle qui représente $n_{\text{ester formé}} = f(t)$ et celle qui représente $n_{\text{acide restant}} = f(t)$

- a- Déterminer en utilisant le graphique ci-dessus la composition du mélange à $t=1h$.
- b- Déterminer en utilisant le même graphique la vitesse de la réaction à $t= 1h$.
- 3°)
 - a- Préciser l'état du mélange à $t > 2,5h$.
 - b- Définir l'équilibre dynamique.
 - c- Déterminer la composition du mélange à l'équilibre.
 - d- Déterminer la constante d'équilibre K .

4°)

- a- Déterminer la composition initiale à $t=0s$.
- b- Déterminer le pourcentage d'acide estérifié.

5°) Le mélange étant à l'équilibre on enlève **0,13mol** d'eau.

- a- Calculer la fonction des concentrations Π . Conclure.
- b- Calculer la composition finale du mélange lorsque le nouvel état d'équilibre s'établit.

6°) On reprend l'expérience en partant d'une mole d'alcool, d'une mole d'acide et de trois moles d'ester. Le système est-il en équilibre ? Si non préciser dans quel sens peut-il évoluer spontanément.

Exercice N°3 :

On réalise l'estérification du méthanol par l'acide propanoïque.

1°) Ecrire l'équation de la réaction d'estérification et donner sa fonction Π des concentrations.

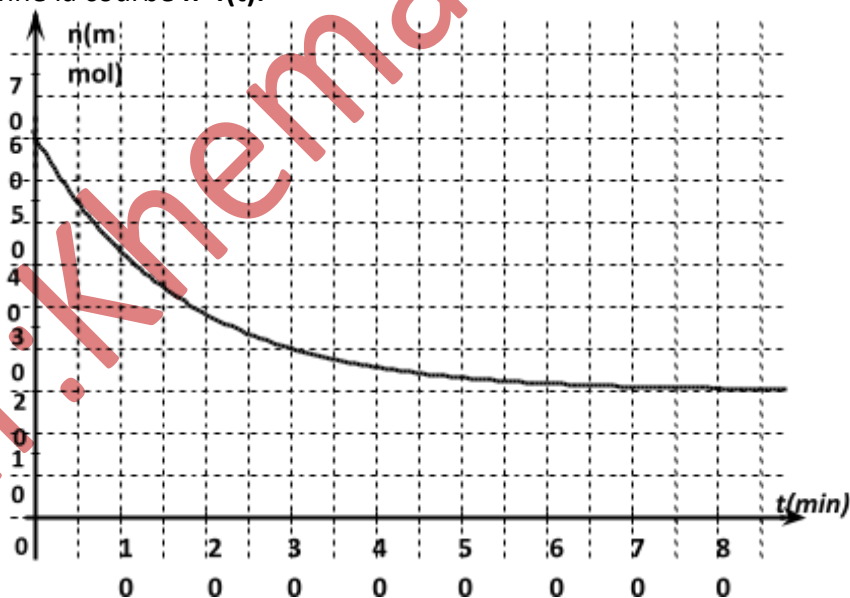
2°) On mélange **0,6 mol** de l'acide (de densité $d_1=1,05$) et **0,6 mol** de l'alcool (de densité $d_2=0,8$) en présence d'acide sulfurique. Quel volume de chacun des réactifs doit-on prendre ?
On donne (en $g \cdot mol^{-1}$) : **H=1 ; C=12 ; O=16**.

3°) On divise ce mélange en plusieurs prélèvements identiques dans des tubes à essai qu'on fait sceller, puis placer, à une date $t_0=0s$, dans un bain bouillant. Après un temps t , on prend l'un des tubes, on lui ajoute de l'eau glacée et 2 gouttes de phénolphtaléine, puis on dose l'acide restant par une solution de soude de concentration C_B .

Soit V_B le volume de soude ajouté à l'équivalence.

- a- Préciser le rôle de l'acide sulfurique, de l'eau glacée et de la phénolphtaléine.
- b- Soit V_{B0} le volume de soude ajouté pour le dosage fait à $t=0s$. Exprimer la quantité n_{acide} d'acide restant et le nombre n_{ester} d'ester formé à la date t , en fonction de C_B , V_B , et V_{B0} .

4°) On donne la courbe $n=f(t)$.



- a- Quels caractères de l'estérification sont mis en évidence par cette courbe ? Expliquer.
- b- Déterminer les quantités initiales des réactifs.
Dresser le tableau d'évolution du système.

- c- Calculer le taux d'avancement final de la réaction.
- d- Calculer la constante d'équilibre K de l'estérification.

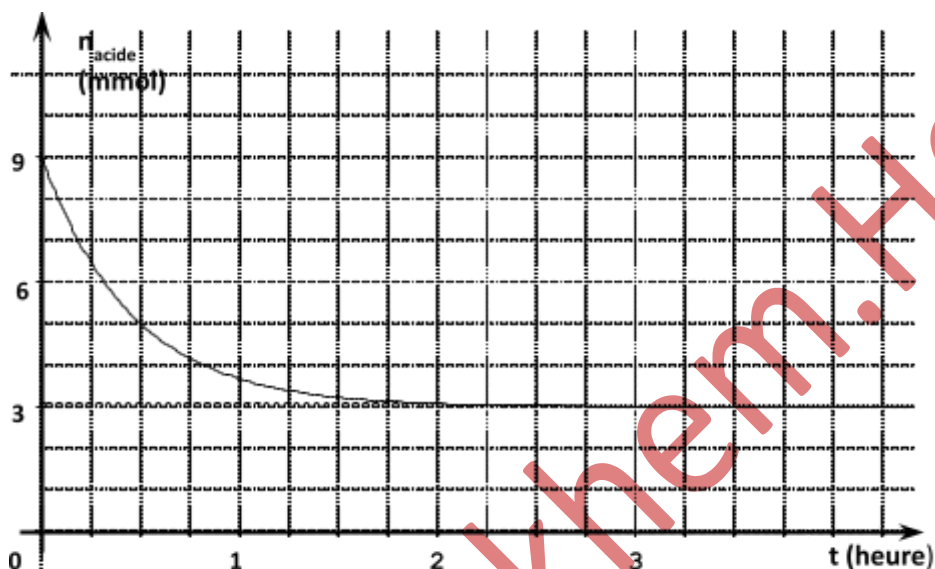
5°) On mélange, dans une 2^{ème} expérience, **0,5 mol** d'acide et **0,3 mol** d'alcool. Déterminer la composition du mélange à l'équilibre.

6°) On mélange n_0 mol d'acide avec **0,3 mol** d'alcool. Calculer n_0 pour avoir $\tau_f = 0,95$.

Exercice N°4 :

On fait réagir **$9 \cdot 10^{-3}$ mol** d'acide éthanóïque avec **$9 \cdot 10^{-3}$ mol** de méthanol à une température $\theta_1 = 60^\circ\text{C}$ et en présence de quelques gouttes d'une solution d'acide sulfurique concentré.

La courbe ci-dessous représente la quantité de matière d'acide restant en fonction du temps.



1°) Ecrire l'équation de la réaction et donner ses caractères. Parmi ces caractères lesquels qu'on peut mettre en évidence permettant à partir de la courbe ? Expliquer.

2°) Décrire l'expérience permettant de suivre l'évolution de cette réaction.

3°)

a- Dresser le tableau descriptif d'évolution du système.

b- Quelle est la composition du mélange à l'équilibre ?

c- En déduire le taux d'avancement final τ_f de la réaction.

d- Montrer que la constante d'équilibre relative à cette réaction est : $K = \frac{\tau^2}{(1-\tau)^2}$. Calculer sa valeur.

4°) Reproduire la courbe et donner sur le même graphique l'allure de la représentation graphique $n_{\text{acide}} = f(t)$ si on opère à $\theta_2 = 70^\circ\text{C}$. justifier.

5°) On fait réagir 1 mol de méthanol avec (n_0) mol d'acide éthanóïque ($n_0 > 0$). Déterminer (n_0) pour que le taux d'avancement final de cette réaction vaut **0,90**.

Exercice N°5 :

$$\tau = \frac{x_f}{x_{\max}}$$

I- Le taux d'avancement d'une réaction est le rapport

On donne ce taux d'avancement dans le cas d'un mélange équimolaire d'alcool et d'acide :

- pour les alcools primaires $\tau=67\%$
- pour les alcools secondaires $\tau=60\%$

En appliquant la loi d'action de masse, dans le cas d'un mélange équimolaire, montrer que la

constante d'équilibre s'écrit sous la forme
$$K = \frac{\tau^2}{(1-\tau)^2}$$

Calculer pour chaque classe d'alcool la constante d'équilibre K relative à la réaction d'estérification.

II-

1°) On réalise une réaction d'estérification en mélangeant à $t=0$ un volume $V_1=14,3\text{mL}$ d'acide éthanoïque $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ de densité $d_1=1,05$ et un volume $V_2=19,2\text{mL}$ d'alcool, de densité $d_2=0,785$ et de formule $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$.

a- Quelle est la composition du mélange initial.

On donne : $M_c=12 \text{ g.mol}^{-1}$; $M_o=16 \text{ g.mol}^{-1}$; $M_H=1 \text{ g.mol}^{-1}$.

b- Calculer la concentration initiale d'acide et d'alcool dans le mélange.

2°) On prépare 10 tubes à essai propres et secs à l'aide d'une pipette graduée on verse **3,35mL** du mélange obtenue dans chacun d'eux puis on les place dans un bain marie. Pour déterminer la composition du mélange à $t=t_1$, on retire un tube, on le refroidit avec l'eau glacée et on dose l'acide restant par une solution d'hydroxyde de sodium 1M, on obtient l'équivalence pour un volume de soude versé $V_b=10\text{cm}^3$.

a- Déterminer le nombre de mole d'acide à l'instant t_1 , en déduire le nombre d'ester formé à cet instant.

b- Calculer à $t=t_1$, le taux d'avancement de la réaction.

c- Le système a-t-il atteint l'équilibre ? discuter selon la classe de l'alcool.

Exercice N°6 :

La constante d'équilibre de la réaction d'estérification d'un alcool primaire est $K=4$.

On mélange à $t=0$ s dans un b cher **1 mole** d'acide et **3 moles** d'alcool primaire.

1°) Dresser le tableau descriptif de l'évolution du système.

2°) Déterminer l'avancement final de la réaction puis calculer le taux d'avancement final.

3°) Combien faut-il ajouter d'acide à ce mélange pour avoir un taux d'avancement final égal à

$$\tau_f = \frac{2}{3}$$

Quelle est la composition du nouvel équilibre.

4°) On ajoute simultanément 1mol d'eau et 1mol d'alcool au mélange obtenu du 2 me équilibre. Le système restera t-il en équilibre ? si non, dans quel sens va-t-il évolué.

Mr:Khemakhem.Hedi