



Taki Academy
www.takiacademy.com

Sciences physiques

Classe : **4^{ème} Math (Gr standard)**

Serie I2 chimie **estérification**

Prof : Karmous Med



📍 Sousse (Khezama - Sahloul) Nabeul / Sfax / Bardo / Menzah El Aouina /
Ezzahra / CUN / Bizerte / Gafsa / Kairouan / Medenine / Kébili / Monastir /
Gabes / Djerba / Jendouba / Sidi Bouzid / Siliana / Béja / Zaghouan



www.takiacademy.com



73.832.000



Exercice 1

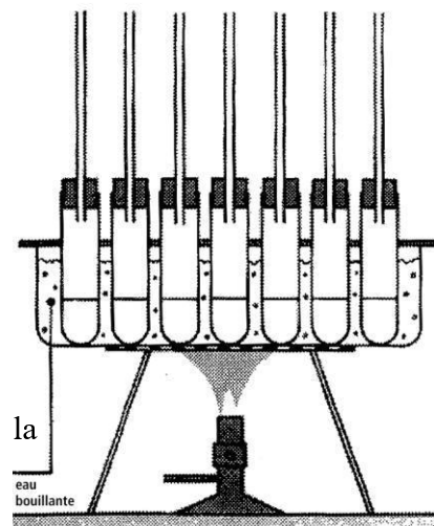


On mélange dans un erlenmeyer placé dans la glace, **24 mL** d'acide éthanoïque CH_3COOH et **24,5 mL** d'éthanol $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ et **0,5 mL** d'acide sulfurique concentré.

Le mélange est ensuite également réparti sur **7** tubes à essai surmontés chacun d'un tube capillaire dont **6** sont placés à $t = 0$ dans un bain marie maintenu à une température égale à **80°C** selon le schéma ci contre alors que le **7^{ème}** est laissé à la température ambiante.

- 1) a- En exploitant les données du tableau suivant, montrer que chaque tube renferme **0,06 mol** d'acide et **0,06 mol** d'alcool.

substance	CH_3COOH	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$
masse molaire en $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$	60	46
masse volumique en $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	1,05	0,79



- b- Pourquoi le mélange est-il préparé dans un erlenmeyer placé dans la glace ?

- 2) a- Écrire l'équation de la réaction qui se produit.

- b- Dresser le tableau d'avancement du système chimique dans l'un des tubes à essai.

- c- Déterminer l'avancement maximal x_{max} de cette réaction.

- 3) Afin de réaliser un suivi temporel de la synthèse

d'ethanoate d'éthyle dans les six premiers tubes, on dose, à des dates déterminées, l'acide restant dans chacun des tubes par une solution de soude de concentration molaire $C_B = 1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$, en présence d'un indicateur coloré, la phénol phtaléine. Avant chaque titrage, on plonge le tube dans un bain d'eau glacée.

Les résultats expérimentaux des titrages successifs ont permis de tracer les courbes ci contre, traduisant les quantités de matière d'acide restant et d'ester en fonction du temps.

- a- * quel est le rôle de l'indicateur coloré

* Pourquoi doit-on plonger le tube dans l'eau glacée avant de doser l'acide restant ?

- b- Écrire, à l'équivalence, la relation entre $n(\text{ac})_{\text{rest}}$, C_B et V_{Be}

- c- montrer que l'avancement x peut se mettre sous la forme

$$x = C_B(V_{\text{Beq0}} - V_{\text{Beq}}) \text{ avec } V_{\text{Beq0}} \text{ volume de soude versé à } t = 0 \text{ h}$$

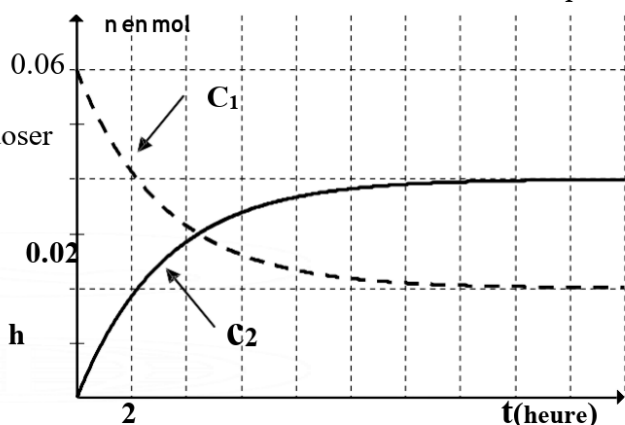
et V_{Beq} à $t > 0$.

- d- Identifier, en le justifiant, les courbes C_1 et C_2 .

- 4) a- Déduire graphiquement l'avancement final x_f de la réaction.

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

- c- Calculer le taux d'avancement final. quel caractère de réaction peut-on en déduire



Exercice 2



On se propose d'étudier la réaction d'estérification entre l'acide éthanóïque $\text{CH}_3\text{-COOH}$ et l'éthanol. $\text{C}_2\text{H}_5\text{-OH}$. Pour cela on dispose de plusieurs erlenmeyers contenant chacun un mélange de n_1 mole d'acide éthanóïque et de n_2 mole d'éthanol en présence de catalyseur (chaque erlenmeyer est surmonté d'un bouchon muni d'un tube capillaire). L'ensemble est placé dans un bain marie maintenu à une température constante $T=80^\circ\text{C}$. (voir figure-

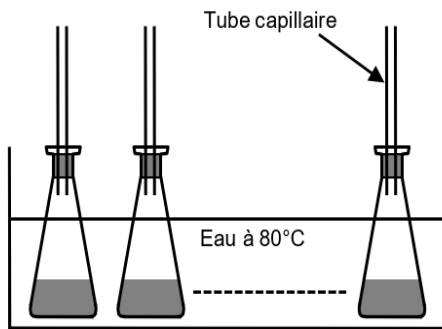


Figure-1

On dose à différentes dates l'acide restant dans chacun de ces mélanges et on en déduit la quantité de matière d'ester formé. L'analyse de la composition au cours du temps permet de dresser le tableau descriptif d'évolution du système suivant

Equation de la réaction		$\text{Acide} + \text{Alcool} \rightleftharpoons \text{Ester} + \text{Eau}$			
Etat du système	Avancement (mol)	Quantité de matière (en mol)			
Initial	0	n_1	n_2	0	0
Equilibre	x_f	0,57	0,07	0,43	0,43

1) a- écrire l'équation de la réaction en utilisant formules semi-développée et nommer l'ester formé

b- Préciser deux caractères 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°)-En exploitant le tableau descriptif d'évolution du système, déterminer :

- *- L'avancement final x_f
- *- Les quantités de matière initiales des réactifs n_1 et n_2
- * Calculer le taux d'avancement final τ_f

3°) a- Donner l'expression de la loi d'action de masse pour la réaction étudiée. en fonction de x_f

b- Montrer que la constante d'équilibre K de cette réaction s'écrit sous la forme:

$$K = \tau_f^2 / (n_1/n_2 - \tau_f) (1 - \tau_f) \text{ et calculer sa valeur}$$

Exercice 3

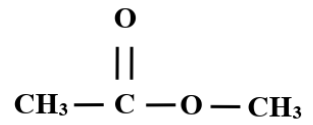


On donne les masses molaires : $M(H) = 1 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(C) = 12 \text{ g.mol}^{-1}$ et $M(O) = 16 \text{ g.mol}^{-1}$.

La masse volumique de l'acide B est $\rho = 1.05 \text{ g.cm}^{-3}$

Un ester E peut être obtenu à partir d'un alcool A et d'un acide carboxylique

B. Sa formule semi-développée est donnée ci-contre :



1- Nommer la réaction aboutissant à la synthèse de l'ester E et rappeler ses caractères

2- Donner la formule et le nom de l'alcool A et de l'acide carboxylique B.

3- On se propose de réaliser la synthèse de l'ester E au laboratoire. Pour ce faire, on introduit dans un ballon $m_1 = 9,6 \text{ g}$ de l'alcool A et $m_2 = 18 \text{ g}$ de l'acide B. On y ajoute avec précautions quelques gouttes d'acide sulfurique concentré. On surmonte le ballon d'un réfrigérant à air et on procède au chauffage jusqu'à l'équilibre. Le mélange est refroidi puis, le contenu du ballon est traité et on recueille à la suite de plusieurs opérations une masse $m_E = 14,8 \text{ g}$ de l'ester E.

a- a₁- Pourquoi chauffe-t-on le mélange réactionnel ?

a₂- Quel est l'intérêt de surmonter le ballon d'un réfrigérant à air ?

a₃- Quel est l'intérêt de l'ajout de l'acide sulfurique ?

b- Calculer les quantités de matière initiales n_{A0} , et n_{B0} respectivement de l'alcool A et de l'acide B ainsi que la quantité de matière n_E de l'ester E obtenu à l'équilibre.

c- Déterminer le volume d'acide B utilis

d- Dresser le tableau descriptif de l'évolution du système.

e- Déterminer la valeur du taux d'avancement final τ_f de la réaction étudiée

f- Exprimer la constante d'équilibre K de la réaction étudiée en fonction de τ_f puis calculer sa valeur.

4- On opère dans les mêmes conditions expérimentales que précédemment mais, on utilise maintenant **0,6 mol** de l'alcool A et **0,3 mol** de l'acide B.

a- Montrer que l'avancement final x'_f de la réaction vérifie alors l'équation :

$$3x_f'^2 - 3,6 x_f' + 0,72 = 0.$$

b- Déterminer la valeur du taux d'avancement final τ'_f de la synthèse de l'ester E dans ce cas. Préciser si la valeur du taux d'avancement final dépend de la composition initiale du mélange.

c- Pour augmenter le taux d'avancement de la réaction étudiée, dire, en justifiant, si les propositions suivantes sont vraies ou fausses :

- ✓ On utilise un catalyseur.
- ✓ On ajoute **0.3 mol** de l'acide B
- ✓ On élimine l'eau qui se forme.

Exercice 4



L'éthanoate de méthyle est un ester de formule $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$. L'hydrolyse de cet ester produit du méthanol CH_3OH et de l'acide éthanóïque CH_3COOH .

On prépare un mélange contenant initialement 0,3 mol d'ester, 0,3 mol d'eau et quelques gouttes d'acide sulfurique concentré (H_2SO_4). A la date $t = 0$, le mélange est placé dans un bain marie à une température constante $\theta_1 = 70^\circ\text{C}$.

Le suivi de l'évolution de la quantité de matière d'acide formé, au cours du temps, a permis de tracer la courbe ci-contre :

1^o) a - Ecrire l'équation de la réaction d'hydrolyse étudiée.

b - Préciser le rôle de l'acide sulfurique ajouté.

2^o) a - Déterminer graphiquement la valeur de l'avancement final x_f de la réaction.

b - Calculer le taux d'avancement final τ_f de la réaction, vérifier alors que la réaction est limitée.

c - Exprimer la constante d'équilibre K de la réaction en fonction de l'avancement final x_f .

Vérifier que $K = 0,25$.

3^o) On refait la même expérience en triplant la quantité de matière initiale de l'eau.

a - Exprimer la constante d'équilibre K en fonction du taux d'avancement final τ_f .

b - Calculer la nouvelle valeur de τ_f .

c - Déterminer alors la composition molaire finale du mélange réactionnel.

4^o) On refait l'expérience, à deux températures θ_1 et θ_2 ($\theta_1 > \theta_2$), en partant d'un mélange contenant initialement 0,3 mol d'ester, n mol d'eau ($n > 0,3$) et quelques gouttes d'acide sulfurique concentré (H_2SO_4).

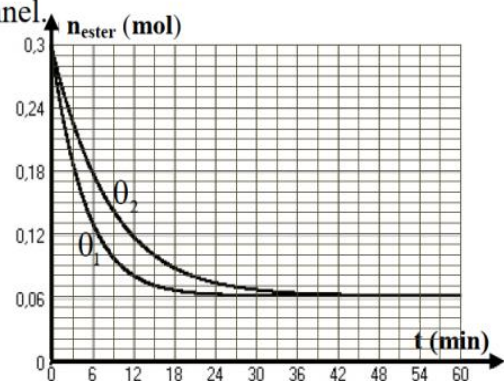
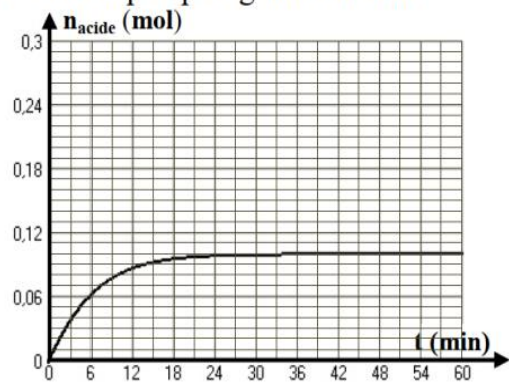
On donne ci-contre les courbes d'évolution de la quantité de matière d'ester au cours du temps aux deux températures θ_1 et θ_2 .

a - La réaction d'hydrolyse est lente, limitée et athermique.

Justifier, graphiquement, chacune de ces propriétés.

b - Déterminer la valeur de l'avancement final x_f de la réaction.

c - Calculer la valeur n de la quantité de matière initiale d'eau.



Exercice 4



On mélange un volume d'éthanol $\text{C}_2\text{H}_5\text{-OH}$ avec un volume d'acide éthanóïque CH_3COOH et on ajoute au mélange deux gouttes d'acide sulfurique concentrée (H_2SO_4).

A l'aide d'une pipette, le volume préparé est réparti dans des tubes à essais à raison de 2 cm^3 par tube dont chacun est surmonté par un réfrigérant à air. (tube capillaire).

A l'instant $t = 0\text{ s}$, on introduit les tubes dans un bain marie remplie à moitié d'eau chauffée prise à 60°C .

A chaque date t , on retire l'un des tubes qu'on le refroidit brusquement et on dose son contenu par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium (NaOH) de concentration molaire C_B a fin de déterminer la quantité de matière d'acide restant dans le tube.

Cette étude expérimentale permet de tracer le graphe de la **figure-1** représentant les variations du volume V_{BE} de la solution de $NaOH$ ajouté à l'équivalence acido-basique en fonction de l'avancement x de la réaction $V_{BE} = f(x)$.

1°) Ecrire en formules semi-développées, l'équation de la réaction d'estérification a lieu.

2°) Un système chimique est en équilibre dynamique. Expliquer cette appellation

3°) a) Pourquoi à-t-on placé les tubes dans le bain marie?

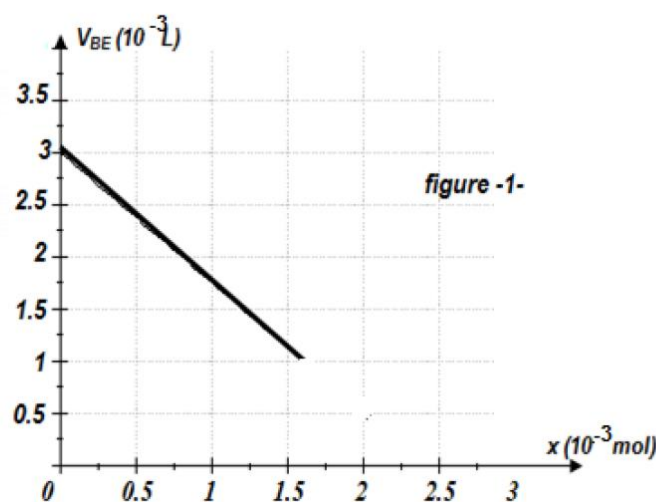
b) Pourquoi refroidit-on chaque prise?

c) Quel est le rôle des tubes capillaires et de l'acide sulfurique H_2SO_4 dans cette expérience?

4/ Sachant que chaque tube contient initialement n_0 mole d'acide éthanóique et n_0 mole d'éthanol.

a) faire un tableau descriptif de l'évolution du système chimique

b) Exprimer le volume V_{BE} en fonction de C_B , n_0 et x .



c) Justifier l'allure de la figure-1- et montrer que $V_{BE} = -1,25.x + 3.10^{-3}$. Déduire les valeurs

de C_B et n_0 .

5/ Sachant qu'à partir de l'instant où l'avancement atteint la valeur $1,6.10^{-3}$ mole le volume V_{BE} garde la même valeur 10^{-3} L pour chaque tube à essai dosé.

a) Quelle est alors la composition molaire du système.

b) Montrer que la valeur de la constante d'équilibre relative à cette réaction $K = 4$.

6/ a) Calculer l'avancement maximal. Retrouver cette valeur de x_{max} à partir de la courbe de la **figure-1** ?

b) Déduire le taux d'avancement final τ_f de cette réaction. Quelle propriété peut-on attribuer à cette réaction?

7/ A la composition finale du mélange dans l'un des tubes, on ajoute $1,4.10^{-3}$ mole d'éthanoate d'éthyle et $0,2.10^{-3}$ mole d'acide éthanóique. Préciser, par un simple calcul, le sens d'évolution spontanée du système chimique.