

Concours d'entrée (2022 – 2023)

Durée : 60 min

Examen de chimie

17 juillet 2022

Cette épreuve est constituée de deux exercices à choix multiples (QCM).

Chaque exercice est formé de 10 QCM.

- 1- Reporter vos réponses sur la grille de QCM sans les justifier.
- 2- À chaque question correspond 4 propositions a, b, c, d.
- 3- Pour chaque question, il existe une SEULE bonne réponse.
- 4- Choisir la bonne proposition et cocher la case correspondante à la lettre (a, b, c ou d) par un « X » dans la **GRILLE** associée à l'exercice.
- 5- Vous devez répondre à toutes les questions.
- 6- Chaque réponse correcte vous apporte 1 point.
- 7- L'usage de la calculatrice non programmable est autorisé.

### Premier exercice (10 points)

#### Acide chlorhydrique 23%

Une solution d'acide chlorhydrique est obtenue par dissolution du chlorure d'hydrogène HCl dans l'eau qui se dissocie totalement dedans selon la réaction d'équation :



L'acide chlorhydrique est souvent utilisé comme régulateur de pH dans l'eau de piscine basique afin de régulariser le pH entre 7,2 et 7,6.

Données :  $K_e = 10^{-14}$  ;  $M_{\text{HCl}} = 36,5 \text{ g/mol}$  ;  $\rho_{\text{(eau)}} = 1,0 \text{ g/mL}$



Indicateur	Zone de virage	Changement de couleur
Hélianthine	3,1-4,4	Rouge-jaune
Bleu de bromothymol	6,0- 7,6	Jaune- bleu
Phénolphthaléine	8,2-10	Incolore-rose
Rouge d'alizarine	10-12	Violet- jaune

### I. Vérification de l'indication de l'étiquette.

Afin de vérifier l'indication du fabricant, on dose cette solution commerciale (S) par une solution d'hydroxyde de sodium ( $\text{Na}^+ + \text{HO}^-$ ) de concentration  $C_b = 1 \text{ mol/L}$ , tout en suivant la démarche suivante :

On remplit une éprouvette graduée de 10,0 mL, tarée à vide, par la solution (S), la balance indique la masse 10,5g.

- A- Le contenu de l'éprouvette est versé dans une fiole jaugée de 100 mL et complété par l'eau distillée jusqu'au trait de jauge puis agitée, on obtient la solution ( $S_d$ ).
- B- On prélève 20,0 mL de la solution ( $S_d$ ) qu'on verse dans un bécher, de 100 mL, placé sur un agitateur magnétique au-dessous de la burette graduée remplie par la solution d'hydroxyde de sodium.
- C- On verse dans le bécher un volume d'eau distillée de 30 mL et quelques gouttes d'un indicateur coloré acido-basique noté HIn.
- D- On place dans le bécher le barreau aimanté, on déclenche l'agitation et on verse dans le bécher 0,2 mL par 0,2 mL de la solution d'hydroxyde de sodium. Le volume à l'équivalence est :  $V_E = 13,2 \text{ mL}$ .



- 1- L'équation de la réaction support de titrage est :
  - a-  $\text{HCl} + \text{NaCl} \rightarrow \text{NaH} + \text{Cl}_2$
  - b-  $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{HO}^- \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$
  - c-  $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{HO}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$
  - d-  $\text{HCl} + \text{HO}^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{Cl}^-$
- 2- Dans l'étape (C) l'ajout de l'eau distillée :
  - a- N'influe pas sur le volume  $V_E$  à l'équivalence.
  - b- Augmente le volume  $V_E$  à l'équivalence.
  - c- Diminue le volume  $V_E$  à l'équivalence.
  - d- Double le volume  $V_E$  à l'équivalence.
- 3- L'indicateur coloré le plus convenable pour bien déterminer  $V_E$  est :
  - a- L'hélianthine
  - b- Le bleu de bromothymol
  - c- La phénolphthaléine
  - d- Le rouge d'alizarine
- 4- À l'équivalence, la couleur de la solution titrée vire du :
  - a- Rouge au bleu
  - b- Jaune au bleu
  - c- Rose à l'incolore
  - d- Violet au jaune.
- 5- La masse volumique de la solution (S) est :
  - a-  $\rho = 1,5 \text{ g/mL}$
  - b-  $\rho = 1,05 \text{ g/mL}$
  - c-  $\rho = 1,5 \text{ kg/L}$
  - d-  $\rho = 0,15 \text{ g/mL}$
- 6- La concentration de la solution titrée ( $S_d$ ) est :
  - a-  $C_{(S_d)} = 0,65 \text{ mol/L}$
  - b-  $C_{(S_d)} = 0,66 \text{ mol/L}$
  - c-  $C_{(S_d)} = 0,60 \text{ mol/L}$
  - d-  $C_{(S_d)} = 0,67 \text{ mol/L}$
- 7- Le pourcentage massique, de la solution commerciale (S), obtenu d'après le titrage est :
  - a- 22,90%
  - b- 22,94%
  - c- 22,98%
  - d- 23,38%

## II. Utilisation du produit

La solution utilisée pour traiter l'eau d'une piscine, notée ( $S_0$ ), est obtenue en ajoutant de l'eau à la solution (S) dans les proportions en volume 70% d'eau pour 30% de (S). À l'eau d'une piscine de volume  $30 \text{ m}^3$  et de  $\text{pH} = 9$ , on ajoute 0,1 L de la solution ( $S_0$ ).

8 - La concentration de ( $S_0$ ) est :

- a-  $C_{(S_0)} = 0,2 \text{ mol/L}$ .
- b-  $C_{(S_0)} = 2,0 \text{ mol/L}$
- c-  $C_{(S_0)} = 2,2 \text{ mol/L}$
- d-  $C_{(S_0)} = 2,5 \text{ mol/L}$

9- La relation qui permet de déterminer le pH après cet ajout de 0,1 L de ( $S_0$ ) est :

- a-  $\text{pH} = 14 + \log \frac{0,3+0,1 \cdot C_{(S_0)}}{30000,1}$
- b-  $\text{pH} = 14 + \log \frac{0,3-0,1 \cdot C_{(S_0)}}{30000,1}$
- c-  $\text{pH} = 14 + \log \frac{0,3-0,1 \cdot C_{(S_0)}}{30,1}$

d-  $\text{pH} = 14 + \log \frac{0,3 \times 0,1 \times C(S_0)}{30000,1}$

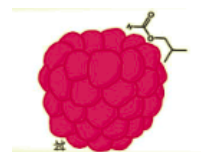
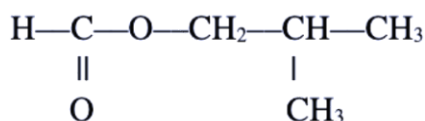
10- Le volume de ( $S_0$ ) qu'il faut ajouter à l'eau de la piscine pour faire baisser son pH de pH = 9 à pH = 7,6 est :

- a-  $V = 0,1\text{L}$
- b-  $0,1\text{L} < V < 0,2\text{L}$
- c-  $V = 0,2\text{L}$
- d-  $0,2\text{L} < V < 0,3\text{L}$

### Deuxième exercice (10 points)

#### Un ester dans la framboise

Le méthanoate de 2-méthylpropyle a une odeur qui évoque celle de la framboise et possède la formule semi-développée :



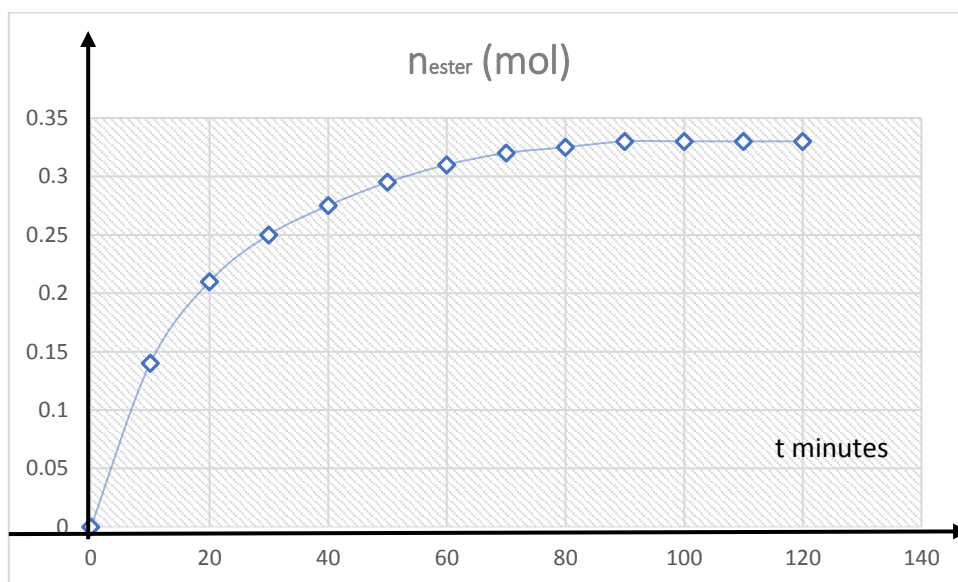
peut être obtenu par une réaction lente entre deux réactifs A et B. Le réactif A est un acide carboxylique.

À un instant  $t = 0$ , on mélange 0,5 mol du réactif A et 0,5 mol du réactif B. On ajoute une petite quantité d'acide sulfurique et on maintient le milieu réactionnel à une température convenable.

Le volume total du mélange réactionnel est  $V = 65 \text{ mL}$ .

On détermine toutes les 10 min la quantité  $n$  (mol) de méthanoate de 2-méthylpropyle formé.

t (min)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
n (mol)	0	0.14	0.21	0.25	0.275	0.295	0.31	0.32	0.325	0.33	0.33	0.33	0.33



1- L'équation de cette réaction est :

- a-  $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_3 \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- b-  $\text{HCOOH} + \text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_3 \rightleftharpoons \text{HCOO}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- c-  $\text{HCOOH} + \text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \rightleftharpoons \text{HCOO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- d-  $\text{HCOOH} + \text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \rightleftharpoons \text{HCOO}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2-\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$

2- Les réactifs A et B utilisés, au cours de cette synthèse sont :



- a- A- Acide méthanoïque, B- 3-méthylpropan-1-ol  
b- A- Acide éthanoïque, B- 2- méthylpropanol  
c- A- Acide méthanoïque, B- 2-méthylpropan-2-ol  
d- A- Acide méthanoïque, B- 2-méthylpropan-1-ol
- 3- À partir de la courbe  $n_{\text{ester}} = f(t)$  on tire deux caractéristiques de la réaction d'estérification :
- a- Lente et totale  
b- Lente et athermique  
c- Lente et catalysée par l'acide sulfurique  
d- Lente et limitée
- 4- La vitesse instantanée de la réaction de formation du méthanoate de 2-méthylpropyle :
- a- Est constante  
b- Diminue au cours du temps  
c- Atteigne le maximum à  $t = 20$  min  
d- Devient nulle lorsque l'un des réactifs disparaît totalement.
- 5- Le facteur responsable de la variation de la vitesse de formation de l'ester est :
- a- Le temps de réaction  
b- La diminution de la concentration de l'acide  
c- La diminution concentration de l'alcool  
d- La diminution de la concentration de l'acide et celle de l'alcool.
- 6- La vitesse de la réaction de formation de l'ester à  $t = 100$  min est :
- a- Nulle  
b- Croissante  
c- Décroissante  
d- Maximale.
- 7- Le rendement de cette réaction d'estérification est :
- a-  $R = 0,33$   
b-  $R = 0,60$   
c-  $R = 0,66$   
d-  $R = 1$
- 8- La constante d'équilibre de cette réaction d'estérification est :
- a-  $K_c = 0,4$   
b-  $K_c = 4,0$   
c-  $K_c = 4,4$   
d-  $K_c = 5,5$

Pour la synthèse industrielle du méthanoate de 2-méthylpropyle on réalise les mélanges essais suivants, en présence d'une petite quantité d'acide sulfurique et avec une température convenable. Les résultats correspondants sont :

Mélange	Acide mol	Alcool mol	Ester mol	Eau mol	Rendement
1	1	1	-	-	$R_1$
2	1	1	-	solvant	$R_2$
3	2	1	-	-	$R_3$
4	1	3	-	-	$R_4$

- 9- Le système s'établit dans le sens de l'estérification dans :
- a- Les quatre mélanges  
b- Les mélanges 1, 3 et 4  
c- Seulement le mélange 1  
d- Seulement le mélange 2.



10- Les rendements sont classés par ordre croissant tel que :

- a-  $R1 < R2 < R3 < R4$
- b-  $R3 < R2 < R1 < R4$
- c-  $R2 < R1 < R3 < R4$
- d-  $R4 < R3 < R2 < R1$

### Solution de Chimie

**Cette épreuve est constituée de deux exercices à choix multiples (QCM). Chaque exercice est formé de 10 QCM.**

**Cette épreuve est constituée de deux exercices à choix multiples (QCM).**

**Chaque exercice est formé de 10 QCM.**

- 8- Reporter vos réponses sur la grille de QCM sans les justifier.**
- 9- À chaque question correspond 4 propositions a, b, c, d.**
- 10- Pour chaque question, il existe une SEULE bonne réponse.**
- 11- Choisir la bonne proposition et cocher la case correspondante à la lettre (a, b, c ou d) par un « X » dans la GRILLE associée à l'exercice.**
- 12- Vous devez répondre à toutes les questions.**
- 13- Chaque réponse correcte vous apporte 1 point.**
- 14- L'usage de la calculatrice non programmable est autorisé.**

#### **Grille des réponses de l'exercice -1**

QCM	N°	a	b	c	d
	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				
	9				
	10				

#### **Grille des réponses de l'exercice -2**

QCM	N°	a	b	c	d
	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				



9				
10				

**Premier exercice (10 points)**  
**Acide chlorhydrique 23%**

Une solution d'acide chlorhydrique est obtenue par dissolution du chlorure d'hydrogène HCl dans l'eau qui se dissocie totalement dedans selon la réaction d'équation :



L'acide chlorhydrique est souvent utilisé comme régulateur de pH dans l'eau de piscine basique afin de régulariser le pH entre 7,2 et 7,6.

**Données :**  $K_e = 10^{-14}$  ;  $M_{\text{HCl}} = 36,5 \text{ g/mol}$  ;  $\rho_{\text{(eau)}} = 1,0 \text{ g/mL}$



Indicateur	Zone de virage	Changement de couleur
Hélianthine	3,1-4,4	Rouge-jaune
Bleu de bromothymol	6,0- 7,6	Jaune- bleu
Phénolphtaléine	8,2-10	Incolore-rose
Rouge d'alizarine	10-12	Violet- jaune

**1- Vérification de l'indication de l'étiquette.**

Afin de vérifier l'indication du fabricant, on dose cette solution commerciale (S) par une solution d'hydroxyde de sodium ( $\text{Na}^+ + \text{HO}^-$ ) de concentration  $C_b = 1 \text{ mol/L}$ , tout en suivant la démarche suivante :

- On remplit une éprouvette graduée de 10,0 mL, tarée à vide, par la solution (S), la balance indique la masse 10,5g.
- E- Le contenu de l'éprouvette est versé dans une fiole jaugée de 100 mL et complété par l'eau distillée jusqu'au trait de jauge puis agitée, on obtient la solution ( $S_d$ ).
- F- On prélève 20,0 mL de la solution ( $S_d$ ) qu'on verse dans un bécher, de 100 mL, placé sur un agitateur magnétique au-dessous de la burette graduée remplie par la solution d'hydroxyde de sodium.
- G- On verse dans le bécher un volume d'eau distillée de 30 mL et quelques gouttes d'un indicateur coloré acido-basique noté HIn.
- H- On place dans le bécher le barreau aimanté, on déclenche l'agitation et on verse dans le bécher 0,2 mL par 0,2 mL de la solution d'hydroxyde de sodium. Le volume à l'équivalence est :  $V_E = 13,2 \text{ mL}$ .
- 8- L'équation de la réaction support de titrage est :
  - e-  $\text{HCl} + \text{NaCl} \rightarrow \text{NaH} + \text{Cl}_2$
  - f-  $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{HO}^- \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$
  - g-  $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{HO}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$
  - h-  $\text{HCl} + \text{HO}^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{Cl}^-$
- 9- Dans l'étape (C) l'ajout de l'eau distillée :
  - e- N'influe pas sur le volume  $V_E$  à l'équivalence.
  - f- Augmente le volume  $V_E$  à l'équivalence.
  - g- Diminue le volume  $V_E$  à l'équivalence.
  - h- Double le volume  $V_E$  à l'équivalence.





- 10- L'indicateur coloré le plus convenable pour bien déterminer  $V_E$  est :
- e- L'hélianthine
  - f- Le bleu de bromothymol**
  - g- La phénolphthaléine
  - h- Le rouge d'alizarine
- 11- À l'équivalence la couleur de la solution titrée vire du :
- e- Rouge au bleu
  - f- Jaune au bleu**
  - g- Rose à l'incolore
  - h- Violet au jaune.
- 12- La masse volumique de la solution (S) est :
- e-  $\rho = 1,5 \text{ g/mL}$
  - f-  $\rho = 1,05 \text{ g/mL}$**
  - g-  $\rho = 1,5 \text{ kg/L}$
  - h-  $\rho = 0,15 \text{ g/mL}$
- 13- La concentration de la solution titrée ( $S_d$ ) est :
- e-  $C_{(S_d)} = 0,65 \text{ mol/L}$
  - f-  $C_{(S_d)} = 0,66 \text{ mol/L}$**
  - g-  $C_{(S_d)} = 0,60 \text{ mol/L}$
  - h-  $C_{(S_d)} = 0,67 \text{ mol/L}$
- 14- Le pourcentage massique, de la solution commerciale(S), obtenu d'après le titrage est :
- e- 22,90%
  - f- 22,94%**
  - g- 22,98%
  - h- 23,38%

## II- Utilisation du produit

La solution utilisée pour traiter l'eau d'une piscine, notée ( $S_0$ ), est obtenue en ajoutant de l'eau à la solution (S) dans les proportions en volume 70% d'eau pour 30% de (S). À l'eau d'une piscine de volume  $30 \text{ m}^3$  et de  $\text{pH} = 9$ , on ajoute 0,1 L de la solution ( $S_0$ ).

8 - La concentration de ( $S_0$ ) est :

- e-  $C_{(S_0)} = 0,2 \text{ mol/L}$ .
- f-  $C_{(S_0)} = 2,0 \text{ mol/L}$**
- g-  $C_{(S_0)} = 2,2 \text{ mol/L}$
- h-  $C_{(S_0)} = 2,5 \text{ mol/L}$

9- La relation qui permet de déterminer le pH après cet ajout de 0,1 L de ( $S_0$ ) est :

- e-  $\text{pH} = 14 + \log \frac{0,3+0,1xC_{(S_0)}}{30000,1}$
- f-  $\text{pH} = 14 + \log \frac{0,3-0,1xC_{(S_0)}}{30000,1}$**
- g-  $\text{pH} = 14 + \log \frac{0,3-0,1xC_{(S_0)}}{30,1}$
- h-  $\text{pH} = 14 + \log \frac{0,3x0,1xC_{(S_0)}}{30000,1}$

10- Le volume de ( $S_0$ ) qu'il faut ajouter à l'eau de la piscine pour faire baisser son pH de pH = 9 à pH = 7,6 est :

e-  $V = 0,1L$

f-  $0,1L < V < 0,2L$

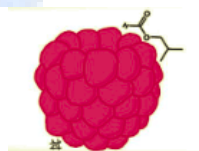
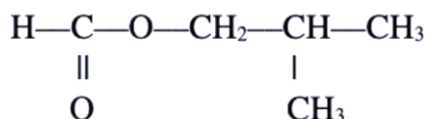
g-  $V = 0,2L$

h-  $0,2L < V < 0,3L$

### Deuxième exercice (10 points) Un ester dans la framboise

Le méthanoate de 2-méthylpropyle a une odeur qui évoque celle de la framboise.

Le méthanoate de 2-méthylpropyle de formule semi-développée :



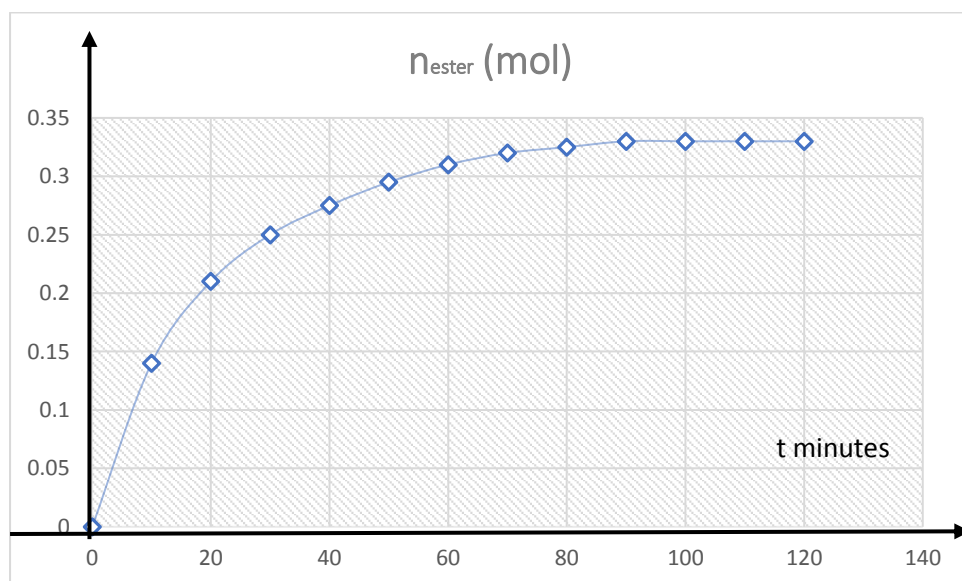
peut être obtenu par une réaction lente entre deux réactifs A et B. Le réactif A est un acide carboxylique.

À un instant  $t = 0$ , on mélange 0,5 mol du réactif A et 0,5 mol du réactif B. On ajoute une petite quantité d'acide sulfurique et on maintient le milieu réactionnel à une température convenable.

Le volume total du mélange réactionnel est  $V = 65 \text{ mL}$ .

On détermine toutes les 10 min la quantité  $n$  (mol) de méthanoate de 2-méthylpropyle formé.

t (min)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
n (mol)	0	0.14	0.21	0.25	0.275	0.295	0.31	0.32	0.325	0.33	0.33	0.33	0.33







2. L'équation de cette réaction est :
- a-  $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_3 \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$
  - b-  $\text{HCOOH} + \text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_3 \rightleftharpoons \text{HCOO}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$
  - c-  $\text{HCOOH} + \text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \rightleftharpoons \text{HCOO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$
  - d-  $\text{HCOOH} + \text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \rightleftharpoons \text{HCOO}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2-\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$
3. Les réactifs A et B utilisés, au cours de cette synthèse sont :
- a- A- Acide méthanoïque, B- 3-méthylpropan-1-ol
  - b- A- Acide éthanoïque, B- 2-méthylpropanol
  - c- A- Acide méthanoïque, B- 2-méthylpropan-2-ol
  - d- **A- Acide méthanoïque, B- 2-méthylpropan-1-ol**
4. À partir de la courbe  $n_{\text{ester}} = f(t)$  on tire deux caractéristiques de la réaction d'estérification :
- a- Lente et totale
  - b- Lente et athermique
  - c- Lente et catalysée par l'acide sulfurique
  - d- **Lente et limitée**
5. La vitesse instantanée de la réaction de formation du méthanoate de 2-méthylpropyle :
- a- Est constante
  - b- **Diminue au cours du temps**
  - c- Atteint le maximum à  $t = 20$  min
  - d- Devient nulle lorsque l'un des réactifs disparaît totalement.
6. Le facteur responsable de la variation de la vitesse de formation de l'ester est :
- a- Le temps de réaction
  - b- La diminution de la concentration de l'acide
  - c- La diminution concentration de l'alcool
  - d- **La diminution de la concentration de l'acide et celle de l'alcool.**
7. La vitesse de la réaction de formation de l'ester à  $t = 100$  min est :
- a- **Nulle**
  - b- Croissante
  - c- Décroissante
  - d- Maximale.
8. Le rendement de cette réaction d'estérification est :
- a-  $R = 0,33$
  - b-  $R = 0,60$
  - c-  **$R = 0,66$**
  - d-  $R = 1$
9. La constante d'équilibre de cette réaction d'estérification est :
- a-  $K_c = 0,4$
  - b-  **$K_c = 4,0$**
  - c-  $K_c = 4,4$
  - d-  $K_c = 5,5$

Pour la synthèse industrielle du méthanoate de 2-méthylpropyle on réalise les mélanges essais suivants, en présence d'une petite quantité d'acide sulfurique et avec une température convenable. Les résultats correspondants sont :



Mélange	Acide mol	Alcool mol	Ester mol	Eau mol	Rendement
1	1	1	-	-	$R_1$
2	1	1	-	solvant	$R_2$
3	2	1	-	-	$R_3$
4	1	3	-	-	$R_4$

10. Le système s'établit dans le sens de l'estérification dans :

- a- Les quatre mélanges
- b- Les mélanges 1, 3 et 4
- c- Seulement le mélange 1
- d- Seulement le mélange 2.

11. Les rendements sont classés par ordre croissant tel que :

- a-  $R_1 < R_2 < R_3 < R_4$
- b-  $R_3 < R_2 < R_1 < R_4$
- c-  $R_2 < R_1 < R_3 < R_4$
- d-  $R_4 < R_3 < R_2 < R_1$