



Entrance Exam (2022 – 2023)  
Chemistry Test

Duration: 60 min

17 July 2022

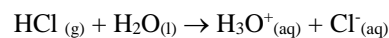
This Test consists of two Multiple-choice Exercises (MCQs).

Each Exercise consists of 10 MCQs.

- 1- Post your answer on the grille of MCQ without justification.
- 2- For each MCQ correspond 4 proposals a, b, c, d.
- 3- For each MCQ, there is ONLY one good answer.
- 4- Select the correct proposal and mark the corresponding letter (a, b, c, or d) with "X" in the GRILLE associated with the exercise.
- 5- You must answer all the questions.
- 6- Each correct answer provides you 1 point.
- 7- The use of non-programmable calculator is authorized.

First Exercise (10 points)  
Hydrochloric Acid 23%

A hydrochloric acid solution is obtained by dissolution of hydrogen chloride HCl in water where is dissociated completely according to a reaction of equation:



Hydrochloric acid is often used as a pH regulator of the basic water of a swimming pool to regulate its pH between 7.2 and 7.6.

Given:  $K_w = 10^{-14}$ ;  $M_{\text{HCl}} = 36.5 \text{ g/mol}$ ;  $\rho_{(\text{water})} = 1.0 \text{ g/mL}$



Indicator	Turning Zone	Color Change
Helianthin	3.1 – 4.4	Red -Yellow
Bromothymol blue	6.0 – 7.6	Yellow – Blue
Phenolphthalein	8.2 - 10	Colorless - Pink
Alizarin red	10 – 12	Purple - Yellow

I- Verification of the Indication of the Label

In order to verify the manufacturers indication, the commercial solution (S) is titrated with a sodium hydroxide solution ( $\text{Na}^+ + \text{HO}^-$ ) of concentration  $C_b = 1 \text{ mol/L}$  following the procedure below:

A graduated cylinder of 10 mL, initially calibrated, is filled with solution (S), the balance indicates a mass of 10.5g.

- A- The content of the graduated cylinder is versed into a volumetric flask of 100 mL, distilled water is added to reach the line mark, and the obtained solution ( $S_d$ ) is shaking.
- B- A volume of 20 mL of the solution ( $S_d$ ) is taken and poured into a 100 mL beaker, placed on a magnetic stirrer below the graduated buret filled with the sodium hydroxide solution.
- C- A volume of distilled water of 30 mL and a few drops of a colored acid-base indicator denoted HIn are poured into the beaker.
- D- The magnetized bar is placed in the beaker, the stirring is triggered and the sodium hydroxide solution is poured into the beaker 0.2 mL per 0.2 mL. The volume added at equivalence  $V_E = 13.2 \text{ mL}$ .



- 1- The equation of the titration reaction is:
  - 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- The addition of distilled water in the step (C):
  - a- Does not affect the volume  $V_E$  at equivalence.
  - b- Increases the volume  $V_E$  at equivalence.
  - c- Decreases the volume  $V_E$  at equivalence.
  - d- Double the volume  $V_E$  at equivalence.
- 3- The most suitable color indicator for a good determination of  $V_E$  is:
  - a- Helianthin
  - b- Bromothymol blue
  - c- Phenolphthalein
  - d- Alizarin red
- 4- At equivalence, the color of the titrated solution shall turn from:
  - a- Red to blue
  - b- Yellow to blue
  - c- Pink to colorless
  - d- Purple to yellow
- 5- The density of solution (S) is:
  - 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- The concentration of the titrated solution ( $S_d$ ) is:
  - 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- The mass percentage, of the commercial solution (S), obtained from the titration is:
  - a- 22.90%
  - b- 22.94%
  - c- 22.98%
  - d- 23.3

## II- Use of the Product

The solution used to treat the water of a piscine, denoted ( $S_0$ ), is obtained by mixing (S) with water in the proportions in volume 70% of water with 30% of (S). 0.1 L of solution ( $S_0$ ) is added for the water of a swimming pool of volume  $30 \text{ m}^3$  and  $\text{pH} = 9$ .

8 - The concentration of ( $S_0$ ) is:

- 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- The relation that allows to determine the pH after this addition of 0.1 L of ( $S_0$ ) is:

- a-  $\text{pH} = 14 + \log \frac{0.3 + 0.1 \times C_{(S_0)}}{30000.1}$
- b-  $\text{pH} = 14 + \log \frac{0.3 - 0.1 \times C_{(S_0)}}{30000.1}$



$$c- \text{pH} = 14 + \log \frac{0.3 - 0.1 \times C_{(S_0)}}{30.1}$$

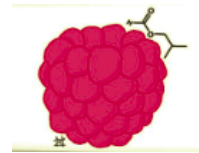
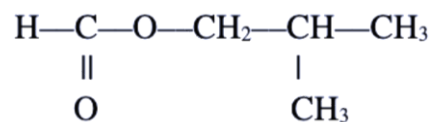
$$d- \text{pH} = 14 + \log \frac{0.3 \times 0.1 \times C_{(S_0)}}{30000.1}$$

10- The volume of ( $S_0$ ) that must be added to the pool water to lower its pH from pH = 9 to pH = 7.6 is:

- a-  $V = 0.1 \text{ L}$
- b-  $0.1 \text{ L} < V < 0.2 \text{ L}$
- c-  $V = 0.2 \text{ L}$
- d-  $0.2 \text{ L} < V < 0.3 \text{ L}$

### Second Exercise (10 points) An Ester in Raspberry

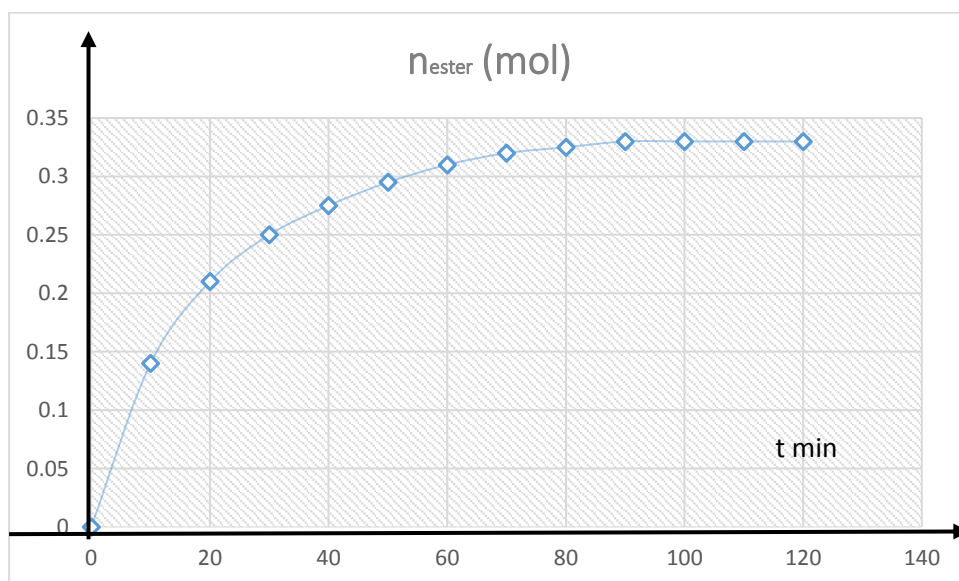
The 2-methylpropyl methanoate has the odor of raspberry and the following condensed structural formula:



can be obtained by a slow reaction between two reactants A and B. the reagent A is a carboxylic acid.

0.5 mol of the reactant A and 0.5 mol of the reactant B are mixed at instant  $t = 0$ . A small amount of sulfuric acid is added and the reaction medium is maintained at a suitable temperature. The total volume of the reaction medium is  $V = 65 \text{ mL}$ . The amount  $n(\text{mol})$  of 2-methylpropyl methanoate formed is determined every 10 min.

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. The equation of this reaction is:



- 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-  $\text{HCOOH} + \text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \rightleftharpoons \text{HCOO}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2-\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- The reactants A and B used during this synthesis are:
    - A- Methanoic acid, B- 3-methylpropan-1-ol
    - A- Ethanoic acid, B- 2-methylpropanol
    - A- Methanoic acid, B- 2-methylpropan-2-ol
    - A- Methanoic acid, B- 2-methylpropan-1-ol
  - Two characteristics of the esterification reaction are derived from the curve  $n \text{ ester} = f(t)$ :
    - Slow and complete
    - Slow and athermic
    - Slow and catalyzed with sulfuric acid
    - Slow and limited
  - The instantaneous rate of the formation reaction of 2-methylpropyle methanoate:
    - Is constant
    - Decreases during time
    - Reaches maximum at  $t = 20 \text{ min}$
    - Becomes zero when one of the reactants disappears completely.
  - The factor responsible for the variation of the rate formation of ester is:
    - The reaction time
    - The decreased acid concentration
    - The decreased alcohol concentration
    - The decreased acid and alcohol concentrations
  - The rate of the ester formation reaction at  $t = 100 \text{ min}$  is:
    - Null
    - Increasing
    - Decreasing
    - Maximum
  - The yield of this esterification reaction is:
    - $R = 0.33$
    - $R = 0.60$
    - $R = 0.66$
    - $R = 1$
  - The equilibrium constant of this esterification reaction is:
    - $K_c = 0.4$
    - $K_c = 4.0$
    - $K_c = 4.4$
    - $K_c = 5.5$

For the industrial synthesis of 2-methylpropyl methanoate, the following mixture tests are carried out, in the presence of a small amount of sulfuric acid and with suitable temperature. The corresponding results are:

Mixture	Acid mol	Alcohol mol	Ester mol	water mol	yield
1	1	1	-	-	$R_1$
2	1	1	-	solvent	$R_2$
3	2	1	-	-	$R_3$
4	1	3	-	-	$R_4$



9. The system is established in the direction of esterification in:
- a- The four mixtures
  - b- The mixtures 1, 3 and 4
  - c- Only mixture 1
  - d- Only mixture 2
10. Yields are ranked in ascending order such as:
- 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-  $R_4 < R_3 < R_2 < R_1$



Entrance Exam (2022 – 2023)

Solution Chemistry Test

*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.*

- 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.

*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*

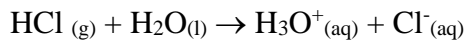
QCM	N°	a	b	c	d
	1				
	2				



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 :  $V_E = 13,2$  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-  $\rho = 1,5$  g/mL
  - f-  $\rho = 1,05$  g/mL
  - g-  $\rho = 1,5$  kg/L
  - h-  $\rho = 0,15$  g/mL
- 13- La concentration de la solution titrée ( $S_d$ ) est :
- e-  $C_{(S_d)} = 0,65$  mol/L
  - f-  $C_{(S_d)} = 0,66$  mol/L
  - g-  $C_{(S_d)} = 0,60$  mol/L
  - h-  $C_{(S_d)} = 0,67$  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  $0,1 \text{ L}$  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-  $C_{(S_0)} = 2,5 \text{ mol/L}$

11- La relation qui permet de déterminer le  $\text{pH}$  après cet ajout de  $0,1 \text{ L}$  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-  $\text{pH} = 14 + \log \frac{0,3x0,1xC_{(S_0)}}{30000,1}$

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

e-  $V = 0,1\text{L}$

f-  $0,1\text{L} < V < 0,2\text{L}$

g-  $V = 0,2\text{L}$

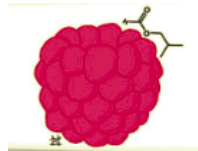
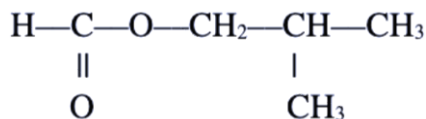
h-  $0,2\text{L} < V < 0,3\text{L}$

### Deuxième exercice (10 points)

#### Un ester dans la framboise

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

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



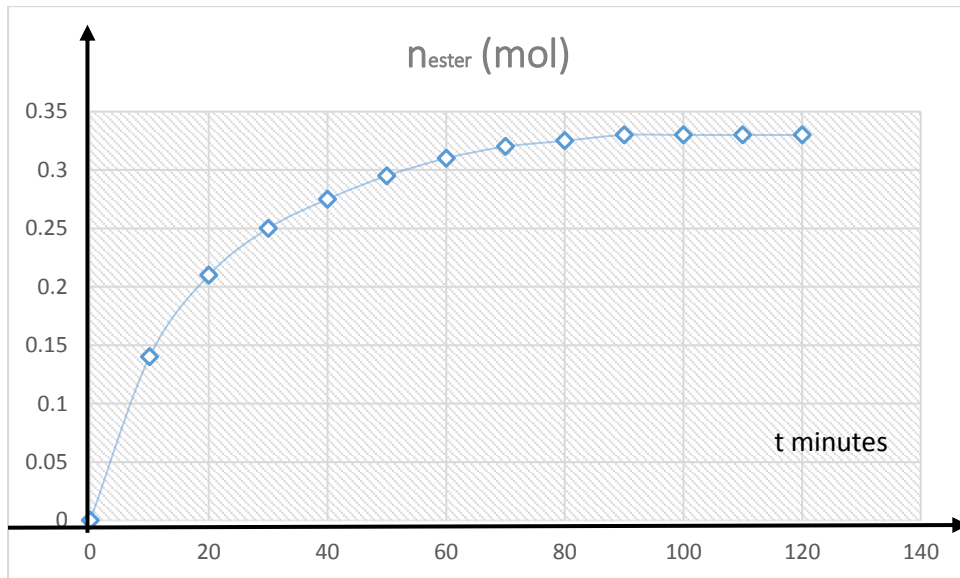
peut être obtenu par une réaction lente entre deux réactifs A et B. Le réactif A est un acide carboxylique.

À un instant  $t = 0$ , on mélange  $0,5 \text{ mol}$  du réactif A et  $0,5 \text{ mol}$  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  $10 \text{ min}$  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



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



- c- Décroissante
- d- Maximale.

17. Le rendement de cette réaction d'estérification est :

- a-  $R = 0,33$
- b-  $R = 0,60$
- c-  $R = 0,66$
- d-  $R = 1$

18. 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	-	-	$R_4$

19. 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.

20. 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-  $R_4 < R_3 < R_2 < R_1$