

Premier Exercice (6 points)
Coefficient d'ionisation; influence de la dilution

I- Concentration d'une solution d'acide éthanóique

1)-Un litre d'une solution d'acide éthanóique, CH_3COOH , est préparé en dissolvant 5.7 mL d'acide pur dans l'eau.

Montrer que la concentration C_0 , de cette solution notée S_0 , est voisine de 0.1mol.L^{-1} .

Données:

- Masse volumique de l'acide éthanóique pur: $\rho = 1.05 \text{ g.mL}^{-1}$.
- Masse molaire de l'acide éthanóique: $M = 60 \text{ g.mol}^{-1}$.

2)- Coefficient d'ionisation de l'acide éthanóique

On prépare une solution S_1 d'acide éthanóique par dilution de 10 fois la solution S_0 . La mesure du pH de la solution S_1 conduit à la valeur $\text{pH}_1 = 3.4$.

- a- Calculer la concentration C_1 de la solution S_1 .
- b- Montrer que l'acide éthanóique est un acide faible.
- c- Calculer le coefficient d'ionisation α_1 de l'acide éthanóique dans cette solution S_1 . On rappelle que le coefficient d'ionisation a pour expression:

$$\alpha = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}{C}$$

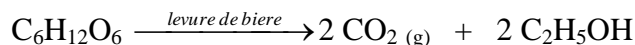
- d- On dilue la solution S_1 au $\frac{1}{100}$; la mesure du pH de la solution obtenue, S_2 conduit à la valeur $\text{pH}_2 = 4.4$.

Calculer le coefficient d'ionisation α_2 de l'acide éthanóique dans cette solution S_2 . Conclure quant à l'effet de la dilution sur l'ionisation d'un acide faible en solution aqueuse.

Deuxième exercice (14 points)
Cinétique d'une fermentation alcoolique

II- La bière est obtenue par la fermentation alcoolique d'une solution de glucose. Les grains d'orge (étant soumis à la germination,) mélangés au houblon qui donne à la bière sa saveur, sont à la base de la préparation de cette solution.

Après ébullition et refroidissement, ce mélange est traité par la levure de bière. Le glucose subit la fermentation selon la réaction principale d'équation:



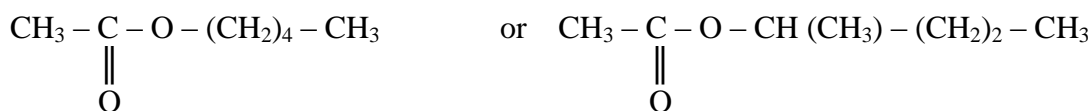
Données:

- Masse volumique de l'éthanol: $\rho = 0.79 \text{ g.mL}^{-1}$.
- $M(\text{ethanol}) = 46 \text{ g.mol}^{-1}$.
- La teneur autorisée en éthanol dans une bière ne doit pas dépasser le 8 % en volume (degré alcoolique).

1) Gout et altération de la bière

Des produits minoritaires issus de réactions métaboliques de la levure de bière jouent un rôle important dans le goût final de la bière et dans l'altération de ce goût :

- Bière aigre ou piquée: développement du mycoderme acétique (fermentation acétique).
 - Bière filant ou huileuse : fermentation lactique (fermentation de l'acide 2- hydroxy- propanoïque).
 - Goût de rance: fermentation butyrique (fermentation de l'acide butanoïque).
- a- Ecrire les formules semi- développées des acides: éthanoïque (acétique), lactique et butyrique.
- b- Ecrire l'équation de la réaction d'estérification entre l'éthanol et l'acide butanoïque. Donner deux caractéristiques de cette réaction.
- c- Parmi les produits minoritaires, issus des réactions métabolique de la levure de bière, on cite l'alcool amylique : alcool primaire a chaine carbonée ouverte et non ramifiée de formule moléculaire $C_5H_{12}O$.
- i) Ecrire la formule semi- développée de l'alcool amylique et donner son nom en nomenclature systématique.
- ii) Choisir parmi les deux formules ci-après celle de l'ester résultant de la réaction entre l'alcool amylique et l'acide éthanoïque:



2) Cinétique de la fermentation alcoolique

Au cours d'une fermentation on dose, par une méthode appropriée à différentes dates, la concentration en glucose. On obtient le tableau de mesure ci-dessous :

t (jour)	0	1	2	3	4	5	6	7	8
$[\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6] \times 10^{-1} \text{mol.L}^{-1}$	6.00	4.68	3.64	2.84	2.21	1.72	1.35	1.05	0.82

- a- Etablir la relation suivante: $[\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}]_t = 2 ([\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6]_0 - [\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6]_t)$, ou:
 $[\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6]_0$ est la concentration initiale de glucose a $t_0 = 0$, $[\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6]_t$, est la concentration de glucose à un instant t et $[\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}]_t$, est la concentration d'éthanol obtenu á l'instant t.
- b- Déterminer la vitesse moyenne de formation d'éthanol entre les deux instants $t_1 = 2$ jours et $t_2 = 6$ jours
- c- Montrer qu'à partir de cette solution de glucose on obtient une solution alcoolique qui ne dépasse pas le degré alcoolique autorisé.

Premier Exercice (6 points)**I- Coefficient d'ionisation; influence de la dilution**

1) 1 L de solution S_0 ; 5,7 mL d'acide pur ; $\rho = 1,05 \text{ g mol.L}^{-1}$

$$M(\text{CH}_3\text{COOH}) = 60 \text{ g mol.L}^{-1}$$

La masse d'acide pur est :

$$M = \rho \cdot V = 1,05 \times 5,7 = 5,985 \text{ g}$$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{5,985}{60} = 0,09975 \text{ mol}$$

$$C_0 = \frac{n}{V} = 0,099 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$C_0 \approx 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$$

2) a- 1 Calculer la concentration C_1 de la solution S_1

$$C_1 = \frac{C_0}{10} = 0,01 \text{ mol.L}^{-1}$$

b- Montrer que l'acide éthanoïque est un acide faible :

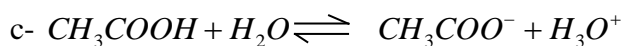
$$C_1 = 0,01 \text{ mol.L}^{-1} \text{ et } \text{pH}_1 = 3,4$$

Il faut que $[\text{H}_3\text{O}^+] < C_1$ en effet :

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}_1} = 10^{-3,4} = 0,0004 = 4 \cdot 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\text{D'où } 4 \cdot 10^{-4} < 10^{-2}$$

Donc l'acide éthanoïque est un acide faible.



$$\text{D'après la formule } \alpha_1 = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}{C_1}$$

$$\text{Or } \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}{C_1} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{C_1} = \frac{4 \times 10^{-4}}{10^{-2}} = 4 \cdot 10^{-2} \text{ , } \alpha_1 = 0,04$$

$$\text{d- } C_2 = \frac{C_1}{100} \text{ , } \text{pH} = 4,4$$

$$C_2 = \frac{10^{-2}}{100} = 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-4,4} = 4 \cdot 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\alpha_2 = \frac{[H_3O^+]}{C_2} = \frac{4 \times 10^{-5}}{10^{-4}} = 0,4 \quad \alpha_2 = 0,4$$

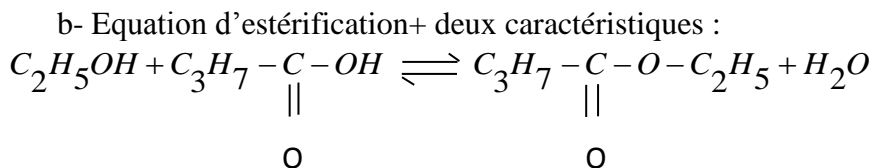
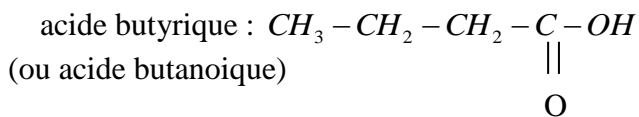
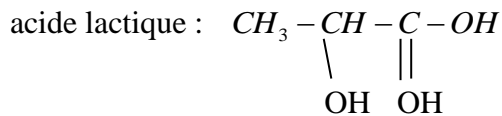
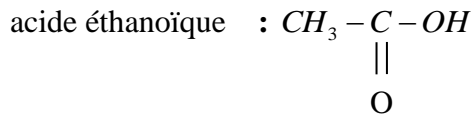
Conclure : La dilution d'une solution aqueuse d'acide faible, fait augmenter son degré d'ionisation.

En effet $\alpha_1 = 0,004$: après dilution $\alpha_2 = 0,4$

Deuxième exercice (14 points) Cinétique d'une fermentation alcoolique

II- Gout et altération de la bière

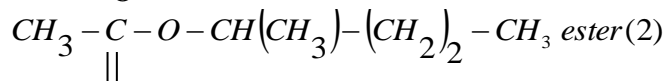
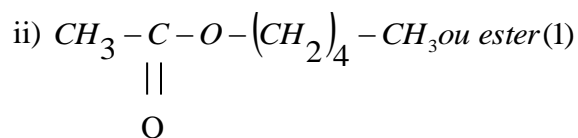
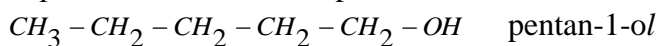
1) a- Les formules semi-développées sont :



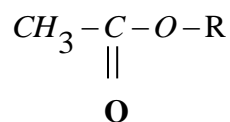
Deux caractéristiques : La réaction est partielle et elle est athermique

c- i) La formule semi-développée de l'alcool $C_5H_{12}O$

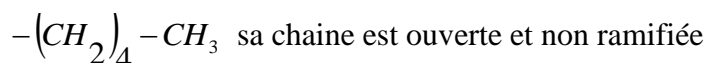
D'après la donnée : alcool primaire, chaîne ouverte et non ramifiée.



Choisir l'ester résultant de la réaction entre l'alcool amylique et l'acide éthanoïque

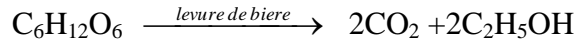


Le radical R dérive d'un alcool à chaîne carbonée ouverte et non ramifiée.



$-CH(CH_3)-CH_2-CH_3$ Sa chaîne est ouverte et ramifiée
Ainsi l'ester (1) convient.

- 2) a- Etablir la relation $[C_2H_5OH]_t = 2 ([C_6H_{12}O_6]_0 - [C_6H_{12}O_6]_t)$
Écrivons l'équation de la réaction de fermentation :



A une mole de $C_6H_{12}O_6$ \rightarrow 2 moles de C_2H_5OH

$$n(C_2H_5OH)_{\text{formé}} = 2 n(C_6H_{12}O_6)_{\text{réagi}}$$

$$n(C_6H_{12}O_6)_0 - n(C_6H_{12}O_6)_t = \frac{n(C_2H_5OH)_t}{2}$$

En divisant la dernière égalité par (V_L) le volume du mélange réactionnel on en déduit :

$$[C_2H_5OH]_t = 2([C_6H_{12}O_6]_0 - [C_6H_{12}O_6]_t)$$

- b- A $t_1 = 2$ jours on a :

$$[C_6H_{12}O_6]_2 = \frac{3,64}{10} = 0,364 \text{ mol. L}^{-1}$$

A $t_2 = 6$ jours on a :

$$[C_6H_{12}O_6]_6 = \frac{1,35}{10} = 0,135 \text{ mol. L}^{-1}$$

Ainsi, la concentration de l'éthanol devient

$$\begin{aligned} [C_2H_5OH] &= 2([C_2H_5OH]_2 - [C_2H_5OH]_6) \\ &= 2(0,364 - 0,135) = 0,458 \text{ mol. L}^{-1} \end{aligned}$$

$$\bar{v} = \frac{0,458}{6-2} = 0,1145 \text{ mol. L}^{-1} J^{-1}$$

- c- Après la fermentation complète la concentration de l'éthanol devient

$$0,6 \times 2 = 1,2 \text{ mol. L}^{-1}$$

$$n_e = C_e V \quad \text{et} \quad m_e = M_e \cdot n_e = M_e \cdot C_e \cdot V$$

$$V_e = \frac{m_e}{\rho_e} = \frac{M_e \cdot C_e \cdot V}{\rho_e} \quad \text{d'où} \quad \frac{V_e}{V} \times 100 = \frac{M_e \cdot C_e}{\rho_e} \times 100 = \frac{46 \times 1,2}{0,79 \times 10^3} \times 100 = 0,07 = 7\% < 8\%$$

Cette teneur, en alcool, ne dépasse pas le degré alcoolique autorisé 8%.