

CLASSE : Terminale

EXERCICE 2 : 5 points

VOIE : Générale

ENSEIGNEMENT : physique-chimie

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 0h53

CALCULATRICE AUTORISÉE : Oui sans mémoire, « type collègue »

EXERCICE 2 Synthèse et recyclage du PET en vanilline

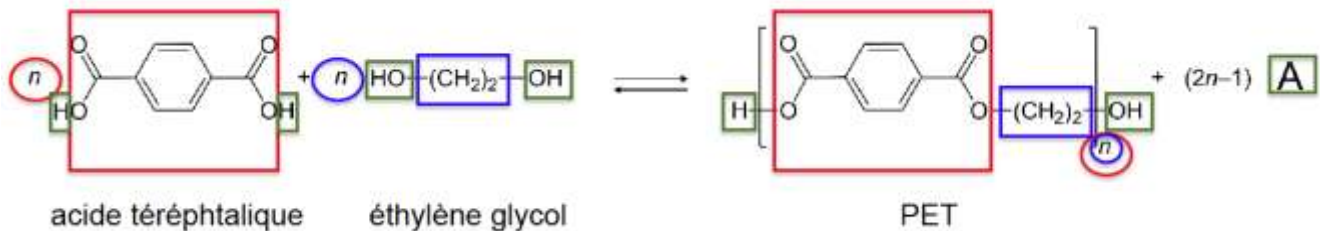
A. Synthèse du PET

Q.1.

L'acide téréphtalique est nocif pour la peau et les yeux : il faut porter une blouse, des gants et des lunettes de protections.

L'éthylène glycol est nocif, irritant yeux/voies respiratoires, inflammable et explosif : il faut porter une blouse, des gants et des lunettes de protections , travailler sous hotte aspirante et s'éloigner de toutes flamme ou source de chaleur.

Q.2.



La structure en rouge et en bleu se retrouve dans les réactifs et les produits.

Il reste dans les réactifs $2nH$ et $2n OH$

Dans les produits il reste $2H$ et un O dans le PET et $(2n-1) A$

Soit :

$$(2n - 1)A + 2H + O = 2nH + 2n OH$$

$$(2n - 1)A + 2H + O = 2nH + 2n O + 2n H$$

$$(2n - 1)A + 2H + O = 4nH + 2n O$$

$$(2n - 1)A = 4nH + 2n O - 2H - O$$

$$(2n - 1)A = 4nH - 2H + (2n - 1)O$$

$$(2n - 1)A = 2(2nH - H) + (2n - 1)O$$

$$(2n - 1)A = 2(2n - 1)H + (2n - 1)O$$

$$A = \frac{2(2n - 1)H}{(2n - 1)} + \frac{(2n - 1)O}{(2n - 1)}$$

$$A = 2H + O$$

$$A = H_2O$$

Q.3.

Éliminer la molécule A au cours de l'étape 1 permet d'empêcher la réaction entre A et le PET. Ainsi la réaction se déroule dans le sens direct uniquement.

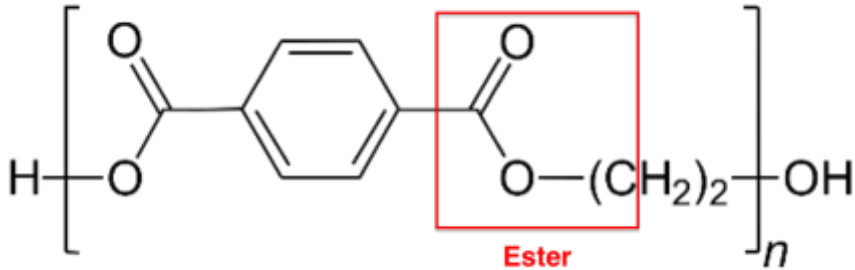
Remarque : en éliminant le produit A, le quotient de réaction est constamment nul $Q_r < K$: la réaction se déroule dans le sens direct.

Q.4.

Étape 1 : synthèse

Étape 2 : purification

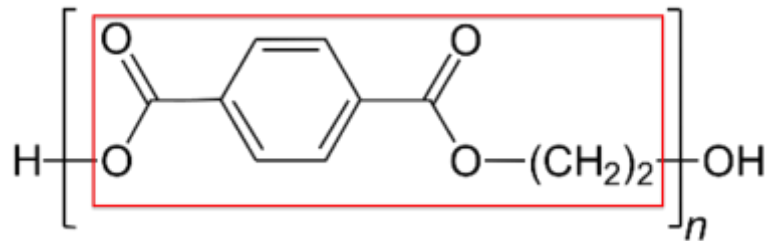
Étape 3 : identification

Q.5.

Dans le PET, on retrouve la famille ester. Ce motif contenant l'ester se répète n fois : le PET appartient donc à la famille des polyesters.

Q.6.

Le motif du PET se trouve entre les crochets :

**Q.7.**

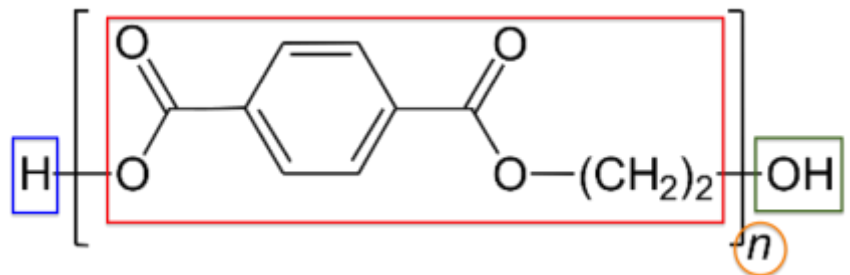
$$M_{\text{PET}} = M_{\text{H}} + nM_{\text{motif}} + M_{\text{OH}}$$

$$M_{\text{H}} + nM_{\text{motif}} + M_{\text{OH}} = M_{\text{PET}}$$

$$nM_{\text{motif}} = M_{\text{PET}} - M_{\text{H}} - M_{\text{OH}}$$

$$n = \frac{M_{\text{PET}} - M_{\text{H}} - M_{\text{OH}}}{M_{\text{motif}}}$$

$$n = \frac{3600 - 1 - (1 + 16)}{192}$$



$$n = 18,7$$

n est un nombre entier : $n = 19$ motifs

Q.8.

$$n_{\text{acide téréphtalique}} = \frac{m_{\text{acide téréphtalique}}}{M_{\text{acide téréphtalique}}}$$

$$n_{\text{acide téréphtalique}} = \frac{20,0}{166,14}$$

$$n_{\text{acide téréphtalique}} = 0,12 \text{ mol}$$

$$n_{\text{éthylène glycol}} = \frac{m_{\text{éthylène glycol}}}{M_{\text{éthylène glycol}}}$$

Or

$$\rho_{\text{éthylène glycol}} = \frac{m_{\text{éthylène glycol}}}{V_{\text{éthylène glycol}}}$$

$$\frac{m_{\text{éthylène glycol}}}{V_{\text{éthylène glycol}}} = \rho_{\text{éthylène glycol}}$$

$$m_{\text{éthylène glycol}} = \rho_{\text{éthylène glycol}} \times V_{\text{éthylène glycol}}$$

D'où

$$n_{\text{éthylène glycol}} = \frac{\rho_{\text{éthylène glycol}} \times V_{\text{éthylène glycol}}}{M_{\text{éthylène glycol}}}$$

$$n_{\text{éthylène glycol}} = \frac{1,1 \times 40}{62,07}$$

$$n_{\text{éthylène glycol}} = 0,71 \text{ mol}$$

$$x_{\text{max}1} = \frac{n_{\text{acide téréphtalique}}}{n}$$

$$x_{\text{max}1} = \frac{0,12}{19}$$

$$x_{\text{max}1} = 6,3 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$x_{\text{max}2} = \frac{n_{\text{éthylène glycol}}}{n}$$

$$x_{\text{max}2} = \frac{0,71}{19}$$

$$x_{\text{max}2} = 3,7 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

$$x_{\text{max}1} < x_{\text{max}2}$$

$$x_{\text{max}} = x_{\text{max}1} = 6,3 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

La molécule A étant éliminée au cours de l'étape 1, on considère la réaction totale.

$$n_{\text{PET}} = \frac{m_{\text{PET}}}{M_{\text{PET}}}$$

$$\frac{m_{\text{PET}}}{M_{\text{PET}}} = n_{\text{PET}}$$

$$m_{\text{PET}} = n_{\text{PET}} \times M_{\text{PET}}$$

$$m_{\text{PET}} = x_{\text{max}} \times M_{\text{PET}}$$

$$m_{\text{PET}} = 6,3 \times 10^{-3} \times 3600$$

$$m_{\text{PET}} = 23 \text{ g}$$

Une bouteille en plastique est constituée, en moyenne, de 32 g de PET. Or cette synthèse produit 23 g de PET : La synthèse réalisée ne permet pas de fabriquer une bouteille en plastique.

B. Synthèse microbienne de la vanilline à partir de déchets de PET

Q.9.

Un acide est une espèce capable de céder un ou plusieurs proton(s) H^+ .

Q.10.

L'acide téréphtalique est un diacide que l'on peut noter AH_2 .

$pK_{a1}=3,5$: AH_2/ AH^-

$pK_{a2}=4,46$: AH^-/ A^{2-}

Lorsque $0 < pH < pK_{a1}=3,5$: AH_2 prédomine

Lorsque $pK_{a1}=3,5 < pH < pK_{a2}=4,46$: AH^- prédomine

Lorsque $pK_{a2}=4,46 < pH < 14$: A^{2-} prédomine

Or d'après le diagramme fourni pour $pK_{a1}=3,5 < pH < pK_{a2}=4,46$: $C_8H_5O_4^-$ prédomine

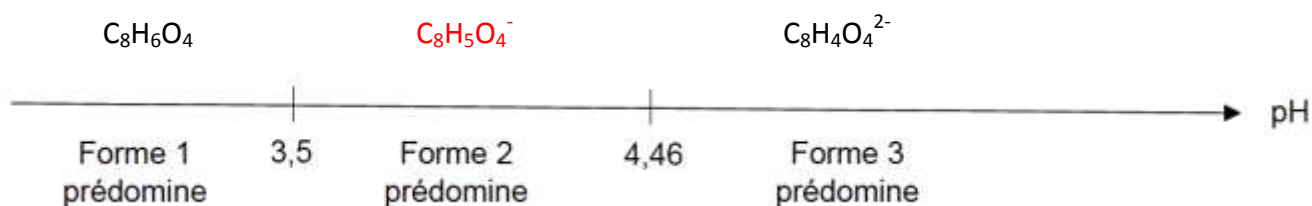
Ainsi :

AH^- à pour formule brute $C_8H_5O_4^-$.

On en déduit :

Forme 1 : AH_2 à pour formule brute $C_8H_6O_4$.

Forme 3 : A^{2-} à pour formule brute $C_8H_4O_4^{2-}$.



Q.11.

Pour une solution tampon à $pH = 5,5$:

- La solution contient la forme 3 $C_8H_4O_4^{2-}$ qui est une forme basique et donc qui n'est pas une forme acide de l'acide téréphtalique.
- La solution n'est pas un milieu trop fortement basique car elle est acide ($pH < 7$)

Le choix d'une solution tampon à $pH = 5,5$ respecte donc les conditions expérimentales souhaitées.