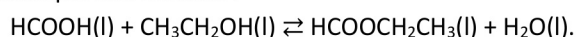


THEME CTM : CONSTITUTION ET TRANSFORMATION DE LA MATIERE
OPTIMISATION D'UNE ETAPE DE SYNTHESE

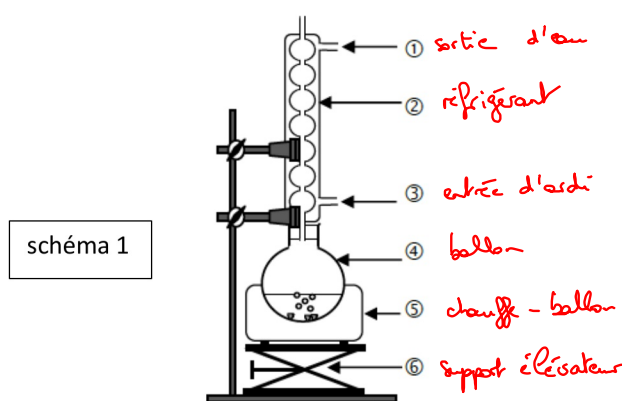
♥ Augmenter la vitesse de formation	♥ Augmenter le rendement
Chauder le milieu réactionnel avec un montage de chauffage à reflux pour ne pas perdre de matière	Calcul du rendement : $R = \frac{n_{exp}}{n_{max}} \times 100$ avec n_{exp} : quantité de matière de produit obtenue (en mol) n_{max} : quantité de produit maximale attendue (en mol) On peut aussi calculer le rendement à partir des masses (m_{exp} et m_{max})
Utiliser un catalyseur	Pour augmenter le rendement, on cherche à déplacer l'état d'équilibre dans le sens direct : on diminue donc le quotient de réaction Q_r pour qu'il soit inférieur à K ; deux méthodes : <ul style="list-style-type: none"> - éliminer un produit au fur et à mesure de sa formation - introduire un réactif en excès
Augmenter la concentration des réactifs en solution	

Le méthanoate d'éthyle est utilisé comme arôme dans l'industrie alimentaire (saveur fruitée). On peut le synthétiser à partir d'acide méthanoïque et d'éthanol :



Données :		Acide méthanoïque	éthanol	Méthanoate d'éthyle
	M (g.mol ⁻¹)	46	46	74
	$\theta_{éb}$ (°C)	101	78,5	54
	densité	1,22	0,80	0,92

Protocole 1 : Introduire dans un ballon $V_1 = 20$ mL d'acide méthanoïque, $V_2 = 30$ mL d'éthanol, quelques gouttes d'acide sulfurique concentré et quelques grains de pierre ponce ; chauffer à reflux (le schéma du montage est donné ci-dessous) pendant 20 minutes.



Après extraction, on récupère $m = 25,8$ g d'ester.



Identifier, dans le protocole, les opérations réalisées pour optimiser la vitesse de formation de l'ester.

Chauffage \Rightarrow l'augmentation de la température \nearrow la vitesse de réaction.
 Acide sulfurique \Rightarrow catalyseur (introduit en petite quantité; ce n'est pas un réactif \rightarrow certainement un catalyseur)

? Nommer les éléments du montage numérotés 1 à 6.

Quel est le rôle de l'élément de verrerie 2 ?

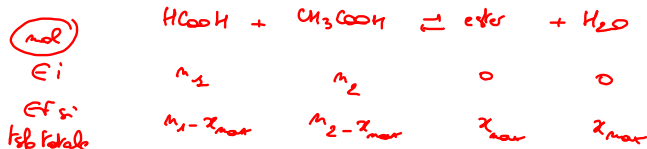
Permet de liquéfier les vapeurs issues du milieu réactionnel, ce qui évite les pertes de matière.

? Calculer le rendement de cette synthèse.

$$R = \frac{m_{\text{exp}}}{m_{\text{max}}} \times 100$$

* $m_{\text{exp}} = m = 25,8 \text{ g}$

* $m_{\text{max}} = ?$ se calcule à l'aide d'un tableau d'avancement



Calcul des quantités de matière en réactifs initialement introduites :

$$n_1 = \frac{m_1}{M_1} = \frac{d_1 \rho_{\text{eau}} V_1}{M_1} \quad \text{AN: } n_1 = \frac{1,22 \times 1 (\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}) \times 20 (\text{mL})}{46 (\text{g} \cdot \text{mol}^{-1})} = 0,53 \text{ mol}$$

$$n_2 = \frac{m_2}{M_2} = \frac{d_2 \rho_{\text{eau}} V_2}{M_2} \quad \text{AN: } n_2 = \frac{0,80 \times 1 \times 30}{46} = 0,52 \text{ mol}$$

Calcul de m_{max} :

$$(n_{\text{ester}})_{\text{max}} = x_{\text{max}} = \min \left\{ \frac{n_1}{1}; \frac{n_2}{1} \right\} = 0,52 \text{ mol}$$

$$\text{donc } m_{\text{max}} = (n_{\text{ester}})_{\text{max}} \times M_{\text{ester}} = 0,52 \times 74 = 38,5 \text{ g}$$

Calcul du rendement :

$$R = \frac{25,8}{38,5} \times 100 = 67\%$$

Protocole 2

Le même mélange est chauffé dans un montage de distillation (schéma 2)

? Quelle température indique le thermomètre en tête de la colonne Vigreux quand les premières gouttes de distillat passent ?

Il faut chercher le composé le plus volatil (= celui dont la température d'ébullition est la plus faible)

⇒ ester (le thermomètre indique $T_{\text{eb}} = 54^\circ\text{C}$)

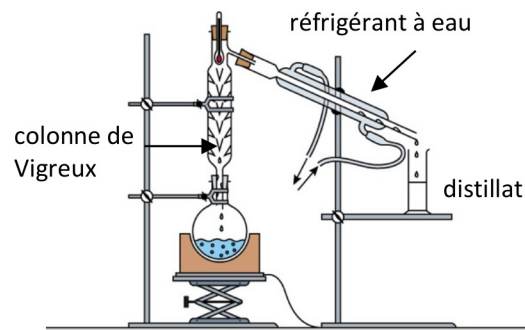


schéma 2

? Quel peut être l'intérêt de ce nouveau montage ? Expliquer.

En éliminant le produit au fur et à mesure de sa formation, on déplace l'équilibre dans le sens direct, ce qui permet d'avoir un meilleur rendement.