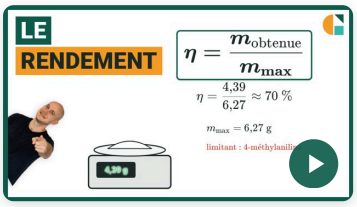
Déterminer le réactif limitant et le rendement d'une synthèse

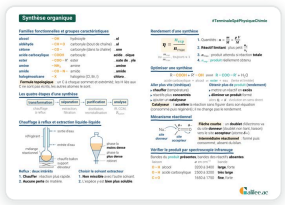
Synthèse organique • Compétence 8 • Terminale spécialité physique-chimie



Vidéo du cours et deux exercices gratuits supplémentaires !

Exercices corrigés pas à pas, sur la page de la compétence.

galilee.ac/V/T9-8



La fiche de cours

Tout le chapitre sur une page.

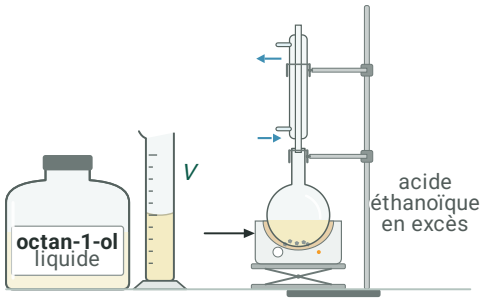
galilee.ac/F/synthese-organique

Exercice 1 L'arôme d'orange

L'éthanoate d'octyle, à l'odeur d'orange, est préparé à partir de $V = 6{,}00\ \text{mL}$ d'octan-1-ol, un liquide, et d'un excès d'acide éthanoïque :

$$C_8H_{18}O + C_2H_4O_2 \rightleftarrows C_{10}H_{20}O_2 + H_2O$$

Après purification, on obtient $4{,}80\ \text{g}$ d'ester. Données :
$\rho(\text{octan-1-ol}) = 0{,}830\ \text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$;
$M(\text{octan-1-ol}) = 130{,}0\ \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$;
$M(\text{ester}) = 172{,}0\ \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $m = \rho \times V$; $n = \frac{m}{M}$;
rendement $\eta = \frac{m_{obtenue}}{m_{max}}$.



1) Calculer la masse d'octan-1-ol introduite.

2) Calculer la quantité de matière d'octan-1-ol introduite.

3) L'octan-1-ol est le réactif limitant. Calculer la masse maximale d'ester que l'on peut obtenir.

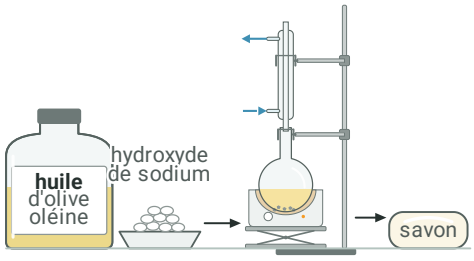
4) Calculer le rendement de la synthèse.

Exercice 2 Le savon de Marseille

On chauffe $45{,}0\ \text{g}$ d'oléine (huile d'olive) avec $8{,}00\ \text{g}$ d'hydroxyde de sodium ; il se forme du savon (oléate de sodium) et du glycérol :

$$\text{C}_{57}\text{H}_{104}\text{O}_6 + 3\,\text{NaOH} \rightarrow 3\,\text{C}_{18}\text{H}_{33}\text{NaO}_2 + \text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$$

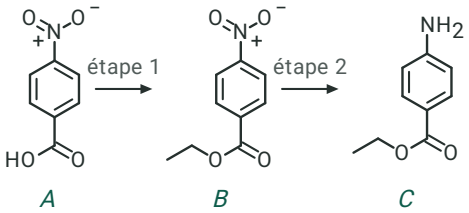
On obtient $36{,}5\ \text{g}$ de savon. Données :
$M(\text{oléine}) = 884{,}0$; $M(\text{NaOH}) = 40{,}0$;
$M(\text{savon}) = 304{,}0\ \text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$.



1) Calculer la quantité de matière d'oléine introduite.
2) Calculer la quantité de matière d'hydroxyde de sodium introduite.
3) Déterminer le réactif limitant.
4) Calculer la masse maximale de savon que l'on peut obtenir.
5) Calculer le rendement de la synthèse.

Exercice 3 Type bac : la benzocaïne en deux étapes

La benzocaïne C se prépare en deux étapes (ci-contre). Étape 1 : $5{,}00\ \text{g}$ d'acide 4-nitrobenzoïque A et un excès d'éthanol donnent $4{,}67\ \text{g}$ d'ester B. Étape 2 : tout B et un excès de dihydrogène donnent $3{,}36\ \text{g}$ de benzocaïne C.



$$\text{C}_7\text{H}_5\text{NO}_4 + \text{C}_2\text{H}_6\text{O} \rightleftarrows \text{C}_9\text{H}_9\text{NO}_4 + \text{H}_2\text{O}$$

$$\text{C}_9\text{H}_9\text{NO}_4 + 3\,\text{H}_2 \rightarrow \text{C}_9\text{H}_{11}\text{NO}_2 + 2\,\text{H}_2\text{O}$$

Données : $M(\text{A}) = 167{,}0$; $M(\text{B}) = 195{,}0$;
$M(\text{C}) = 165{,}0\ \text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$.

1) Calculer la quantité de matière d'acide A introduite.
2) Calculer le rendement de l'étape 1.
3) Calculer le rendement de l'étape 2.
4) Calculer le rendement global de la synthèse.
5) Avec ces rendements, calculer la masse d'acide A nécessaire pour produire $10{,}0\ \text{g}$ de benzocaïne.

Réactif limitant et rendement d'une synthèse : exercices PDF (Terminale spécialité physique-chimie). Calculer le rendement d'une synthèse : on calcule la quantité de matière de chaque réactif (n = m/M, avec m = ρ × V pour un liquide), on la divise par son nombre stœchiométrique pour trouver le réactif limitant, puis on en déduit la masse maximale de produit. Le rendement est le quotient de la masse obtenue par cette masse maximale ; pour une synthèse en plusieurs étapes, le rendement global est le produit des rendements. Méthode en vidéo et exercices interactifs corrigés sur galilee.ac.

Déterminer le réactif limitant et le rendement d'une synthèse

Synthèse organique • Compétence 8 • Terminale spécialité physique-chimie

Exercice 1 L'arôme d'orange

1) La masse volumique est une masse par unité de volume :

$$m = \rho \times V = 0{,}830 \times 6{,}00 = 4{,}98 \text{ g}$$

2) On divise la masse par la masse molaire de l'octan-1-ol :

$$n = \frac{m}{M} = \frac{4{,}98}{130{,}0}$$

$$n \approx 3{,}83 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

3) D'après l'équation, une mole d'octan-1-ol donne au plus une mole d'ester : $n_{\max}(\text{ester}) \approx 3{,}83 \times 10^{-2}$ mol. La masse se calcule avec la masse molaire de l'ester :

$$m_{\max} = n_{\max} \times M(\text{ester}) = 3{,}83 \times 10^{-2} \times 172{,}0$$

$$m_{\max} \approx 6{,}59 \text{ g}$$

4) Le rendement compare la masse obtenue à la masse maximale :

$$\eta = \frac{m_{\text{obtenue}}}{m_{\max}} = \frac{4{,}80}{6{,}59}$$

$$\eta \approx 0{,}728 = 72{,}8\ \%$$

Exercice 2 Le savon de Marseille

1) On divise la masse d'oléine par sa masse molaire :

$$n_1 = \frac{45{,}0}{884{,}0}$$

$$n_1 \approx 5{,}09 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

2) De même pour l'hydroxyde de sodium :

$$n_2 = \frac{8{,}00}{40{,}0}$$

$$n_2 = 2{,}00 \times 10^{-1} \text{ mol}$$

3) Chaque quantité est divisée par son nombre stœchiométrique : $\frac{n_1}{1} \approx 5{,}09 \times 10^{-2}$ mol pour l'oléine et $\frac{n_2}{3} \approx 6{,}67 \times 10^{-2}$ mol pour l'hydroxyde de sodium. La plus petite valeur désigne le réactif limitant : l'oléine.

l'oléine

4) L'avancement maximal est cette plus petite valeur : $x_{\max} \approx 5{,}09 \times 10^{-2}$ mol. Le savon porte le nombre stœchiométrique 3 : il s'en forme au plus $3\,x_{\max}$.

$$m_{\max} = 3 \times x_{\max} \times M(\text{savon}) = 3 \times 5{,}09 \times 10^{-2} \times 304{,}0$$

$$m_{\max} \approx 46{,}4 \text{ g}$$

Exercice 2 (suite) Le savon de Marseille

5) Le rendement compare la masse obtenue à la masse maximale :

$$\eta = \frac{36{,}5}{46{,}4}$$

$$\boxed{\eta \approx 0{,}787 = 78{,}7\ \%}$$

Exercice 3 Type bac : la benzocaïne en deux étapes

1) On divise la masse par la masse molaire de A :

$$n_{\mathrm{A}} = \frac{5{,}00}{167{,}0}$$

$$\boxed{n_{\mathrm{A}} \approx 2{,}99 \times 10^{-2}\ \mathrm{mol}}$$

2) L'éthanol est en excès : A est le réactif limitant, et une mole de A donne au plus une mole de B. La quantité de B obtenue est $n_{\mathrm{B}} = \dfrac{4{,}67}{195{,}0} \approx 2{,}39 \times 10^{-2}\ \mathrm{mol}$.

$$\eta_1 = \frac{n_{\mathrm{B}}}{n_{\mathrm{A}}} = \frac{2{,}39 \times 10^{-2}}{2{,}99 \times 10^{-2}}$$

$$\boxed{\eta_1 \approx 0{,}799 = 79{,}9\ \%}$$

3) Dans l'étape 2, B est le réactif limitant et une mole de B donne au plus une mole de C. La quantité de C obtenue est $n_{\mathrm{C}} = \dfrac{3{,}36}{165{,}0} \approx 2{,}04 \times 10^{-2}\ \mathrm{mol}$.

$$\eta_2 = \frac{n_{\mathrm{C}}}{n_{\mathrm{B}}} = \frac{2{,}04 \times 10^{-2}}{2{,}39 \times 10^{-2}}$$

$$\boxed{\eta_2 \approx 0{,}854 = 85{,}4\ \%}$$

4) Le rendement global est le produit des rendements des étapes :

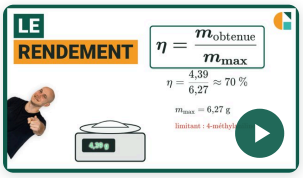
$$\eta = \eta_1 \times \eta_2 = 0{,}799 \times 0{,}854$$

$$\boxed{\eta \approx 0{,}682 = 68{,}2\ \%}$$

5) La quantité de benzocaïne voulue est $n'_{\mathrm{C}} = \dfrac{10{,}0}{165{,}0} \approx 6{,}06 \times 10^{-2}\ \mathrm{mol}$. Avec un rendement global η, il faut introduire $\dfrac{n'_{\mathrm{C}}}{\eta}$ mole de A :

$$m_{\mathrm{A}} = \frac{n'_{\mathrm{C}}}{\eta} \times M(\mathrm{A}) = \frac{6{,}06 \times 10^{-2}}{0{,}682} \times 167{,}0$$

$$\boxed{m_{\mathrm{A}} \approx 14{,}8\ \mathrm{g}}$$



Vidéo du cours et deux exercices gratuits supplémentaires !

Exercices corrigés pas à pas, sur la page de la compétence.

galilee.ac/V/T9-8