

PREMIÈRE SPÉCIALITÉ · PHYSIQUE-CHIMIE · CONSTITUTION ET TRANSFORMATIONS DE LA MATIÈRE
· CHAPITRE 9

R. RINGUET · 2026 – 2027

Devoir bilan Synthèses organiques

Oxydoréduction, avancement, polarité, extraction, nomenclature, IR, dosage par étalonnage et synthèses

Durée : 1 h 30 · calculatrice autorisée · 3 exercices indépendants · barème sur 20

Nom : Prénom : Classe : Note : / 20

★ CONSIGNES

Les trois exercices sont indépendants. Toute réponse doit être justifiée ; une expression littérale est attendue avant chaque application numérique, et les résultats sont donnés avec un nombre adapté de chiffres significatifs et leur unité. Toute démarche, même partielle, sera valorisée.

Exercice 1 Préparer l'acétone par oxydation d'un alcool

8 pts ●●●○

L'acétone, ou propanone, est un solvant très utilisé (dissolvant pour vernis). On peut la préparer par oxydation du propan-2-ol par les ions permanganate en milieu acide. **Protocole.** Dans un ballon, on place $V = 200 \text{ mL}$ d'une solution acidifiée de permanganate de potassium de concentration $c = 0,30 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ en ions MnO_4^- (les ions H^+ sont en excès) et de la pierre ponce, puis on ajoute lentement $V_0 = 10,0 \text{ mL}$ de propan-2-ol. On monte ensuite un dispositif de distillation et on chauffe doucement : on recueille la fraction qui passe à 56°C , soit $V_{\text{exp}} = 6,8 \text{ mL}$ de propanone.

■ DONNÉES Masse volumique de l'eau : $\rho_{\text{eau}} = 1,00 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$

Espèce	Formule	$M (\text{g}\cdot\text{mol}^{-1})$	Densité	$\theta_{\text{éb}} (^\circ\text{C})$	Pictogrammes
propan-2-ol	$\text{CH}_3 - \text{CHOH} - \text{CH}_3$	60,1	0,785	82	 
propanone	$\text{CH}_3 - \text{CO} - \text{CH}_3$	58,1	0,79	56	 
eau	H_2O	18,0	1,00	100	–

Couples oxydant/réducteur : $\text{MnO}_4^- / \text{Mn}^{2+}$ et $\text{C}_3\text{H}_6\text{O} / \text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ (propanone/propan-2-ol). Table IR (σ en cm^{-1}) : O – H alcool : 3200–3400 (large, forte) • C – H : 2800–3000 • C = O cétone : 1700–1725 (forte, fine).

- 1.1 Entourer, sur la formule semi-développée de chaque espèce organique, son groupe caractéristique ; nommer ce groupe et la famille correspondante. Justifier le nom « propan-2-ol ».
- 1.2 Écrire les deux demi-équations électroniques, puis montrer que l'équation de la réaction s'écrit : $5 \text{C}_3\text{H}_8\text{O} + 2 \text{MnO}_4^- + 6 \text{H}^+ \longrightarrow 5 \text{C}_3\text{H}_6\text{O} + 2 \text{Mn}^{2+} + 8 \text{H}_2\text{O}$.
- 1.3 Calculer les quantités de matière initiales de propan-2-ol et d'ions permanganate. À l'aide d'un tableau d'avancement, déterminer le réactif limitant et l'avancement maximal.
- 1.4 Faire un schéma légendé du montage de distillation. Expliquer pourquoi, tant que la température en tête de colonne reste égale à 56°C , le distillat ne contient que de la propanone.
- 1.5 Calculer le rendement de la synthèse.
- 1.6 Le spectre IR du distillat présente une bande forte et fine à 1715 cm^{-1} et aucune bande large vers 3300 cm^{-1} . Conclure.
- 1.7 Pourquoi recueille-t-on la propanone dans un erlenmeyer placé dans la glace ? Pourquoi toute flamme est-elle interdite ?

Exercice 2 Le 1-bromobutane, un réactif de synthèse

7 pts ●●○

Le 1-bromobutane $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{Br}$ est préparé en chauffant à reflux du butan-1-ol avec du bromure de sodium NaBr et de l'acide sulfurique concentré, qui forment ensemble du bromure d'hydrogène HBr : $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH} + \text{HBr} \longrightarrow \text{C}_4\text{H}_9\text{Br} + \text{H}_2\text{O}$. On chauffe à reflux $V_1 = 12,0 \text{ mL}$ de butan-1-ol avec $m_2 = 16,0 \text{ g}$ de bromure de sodium et un excès d'acide sulfurique ; le bromure d'hydrogène formé est en quantité égale à celle du bromure de sodium. Après distillation du mélange, le distillat est versé dans une ampoule à décanter : on élimine la phase aqueuse, on lave la phase organique à l'eau puis avec une solution d'hydrogénocarbonate de sodium, on la sèche sur chlorure de calcium anhydre et on filtre. Une dernière distillation fournit $V_{\text{exp}} = 10,5 \text{ mL}$ de 1-bromobutane pur.

■ **DONNÉES** Électronégativités (échelle de Pauling) : H : 2,20 ; C : 2,55 ; Br : 2,96 ; O : 3,44 • $\rho_{\text{eau}} = 1,00 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$

Espèce	$M \text{ (g}\cdot\text{mol}^{-1}\text{)}$	Densité	$\theta_{\text{éb}} \text{ (}^\circ\text{C)}$	Solubilité dans l'eau (ordre de grandeur)	Pictogrammes
butan-1-ol	74,1	0,81	118	$70 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$	
1-bromobutane	137,0	1,27	102	moins de $1 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$	
bromure de sodium	102,9	-	-	très grande	-

- 2.1 La liaison C – Br est-elle polarisée ? Justifier et indiquer les charges partielles.
- 2.2 Expliquer pourquoi le butan-1-ol est nettement plus soluble dans l'eau que le 1-bromobutane, en citant le type d'interaction en jeu.
- 2.3 Faire un schéma de l'ampoule à décanter après décantation, en indiquant la position de chaque phase. Justifier.
- 2.4 Quel est le rôle du lavage à la solution d'hydrogénocarbonate de sodium ? du chlorure de calcium anhydre ?
- 2.5 Déterminer le réactif limitant, puis calculer le rendement de la synthèse.
- 2.6 Citer, à l'aide des pictogrammes, deux précautions à respecter lors de cette synthèse et une règle d'élimination des déchets organiques.

Exercice 3 Contrôler la pureté d'un colorant de synthèse

5 pts ●●○

La tartrazine (E102, $M = 534,4 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$) est un colorant jaune de synthèse. Pour contrôler la pureté d'un lot, on dissout $m_0 = 25,0 \text{ mg}$ du solide dans une fiole jaugée de $500,0 \text{ mL}$ (solution S), puis on dilue S cinq fois (solution S'). À 427 nm , l'absorbance de S' vaut $A' = 0,442$. La figure 1 donne la droite d'étalonnage obtenue à la même longueur d'onde avec des solutions de tartrazine pure.

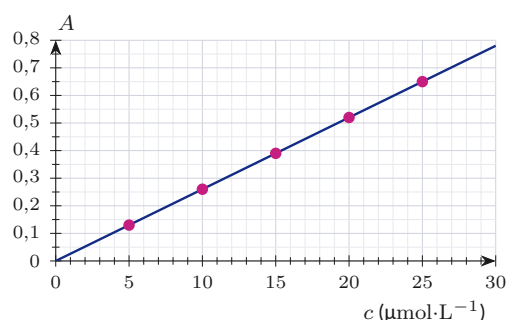


Figure 1 — Droite d'étalonnage à 427 nm

- 3.1 La tartrazine absorbe principalement à 427 nm (violet-bleu). Justifier sa couleur jaune. Pourquoi réalise-t-on les mesures à cette longueur d'onde ?
- 3.2 Décrire la préparation de $50,0 \text{ mL}$ de solution S' à partir de S (verrerie et gestes).
- 3.3 Déterminer graphiquement la concentration de S', puis celle de S.
- 3.4 En déduire la masse de tartrazine contenue dans l'échantillon et le pourcentage massique de tartrazine du lot. Le lot peut-il être qualifié de « pur » ?