

Devoir bilan Structure des espèces organiques

Synthèse des chapitres 1 à 8

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. Les schémas de Lewis doivent faire apparaître tous les doublets liants et non liants.

Exercice 1 Le méthanal de l'air intérieur

7 pts ●●●○

Le méthanal, ou formaldéhyde, est émis par certains meubles, colles et produits d'entretien. En France, la valeur guide pour une exposition de longue durée dans l'air intérieur est de $10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Pour la contrôler, on fait passer de l'air dans une solution qui piège le méthanal ; un réactif le transforme ensuite quantitativement en une espèce jaune, la DDL, dont le maximum d'absorption se situe à 412 nm.

■ DONNÉES — Table de spectroscopie infrarouge, commune aux trois exercices

Liaison (famille)	σ (cm^{-1})	Allure de la bande
O – H libre (alcool)	3580 – 3670	moyenne, fine
O – H lié (alcool)	3200 – 3400	forte, large
O – H (acide)	2500 – 3200	forte, très large
C – H (C tétraédrique)	2800 – 3000	moyenne à forte
C – H du groupe – CHO	2650 – 2850	moyenne, 2 bandes
C = O	1650 – 1750	forte, fine

- Numéros atomiques : H : 1 ; C : 6 ; O : 8.
- Électronégativités : H : 2,20 ; C : 2,55 ; O : 3,44 ; liaison polarisée si l'écart est $\geq 0,4$.
- M en $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$: H : 1,0 ; C : 12,0 ; O : 16,0.

- 1.1** Structure du méthanal. Sa formule brute est CH_2O . Établir son schéma de Lewis (atome central C). Nommer la géométrie autour de l'atome de carbone, puis indiquer, en justifiant, si la molécule est polaire.
- 1.2** Écrire la formule semi-développée du méthanal, entourer son groupe caractéristique et donner sa famille. Justifier son nom. Quelles bandes caractéristiques de la table s'attend-on à trouver dans son spectre infrarouge ?
- 1.3** Pourquoi une solution de DDL paraît-elle jaune ? Pourquoi règle-t-on le spectrophotomètre à 412 nm ?
- 1.4** Des solutions étalons de méthanal, traitées par le réactif, donnent les absorbances de la figure 1. Montrer que la loi de Beer-Lambert est vérifiée et déterminer le coefficient k tel que $A = k c$.
- 1.5** Une pompe a fait passer de l'air d'une chambre, à $1,0 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$ pendant 2,0 h, dans $V = 10,0 \text{ mL}$ de solution de piégeage. On admet que tout le méthanal de l'air aspiré est piégé. Après traitement, cette solution a une absorbance $A = 0,36$. Déterminer la quantité de méthanal piégée, puis la concentration en masse du méthanal dans l'air de la chambre, en $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Conclure.

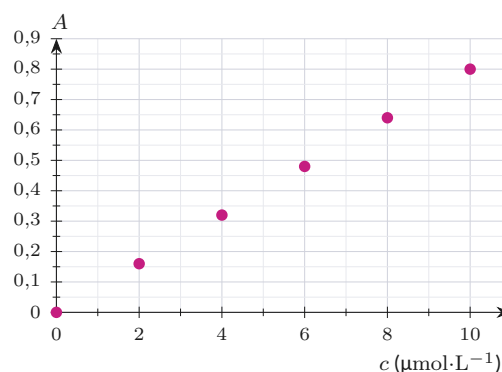


Figure 1 — Absorbance à 412 nm des solutions étalons

Exercice 2 Le propan-2-ol, un désinfectant

6 pts ●●○

Le propan-2-ol, ou alcool isopropylique, sert à désinfecter la peau et à nettoyer les circuits électroniques ; il est souvent vendu en solution aqueuse à 70 % en volume. Masse volumique du propan-2-ol pur : $\rho = 0,786 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$.

■ **DONNÉES** Électronégativités : H 2,20 ; O 3,44 • $M (\text{g}\cdot\text{mol}^{-1})$: H 1,0 ; C 12,0 ; O 16,0 • table IR de l'exercice 1

- 2.1 Écrire la formule semi-développée du propan-2-ol et justifier son nom. Écrire la formule semi-développée et le nom d'un isomère appartenant à la même famille.
- 2.2 Représenter un pont hydrogène entre une molécule de propan-2-ol et une molécule d'eau, en faisant apparaître les charges partielles utiles. Expliquer pourquoi le propan-2-ol et l'eau sont miscibles.
- 2.3 On prépare 100,0 mL de solution à 70 % en volume à partir de propan-2-ol pur (on admet que le volume de propan-2-ol utilisé est 70,0 mL). Calculer la masse puis la quantité de matière de propan-2-ol utilisées, et en déduire la concentration en quantité de matière de la solution.

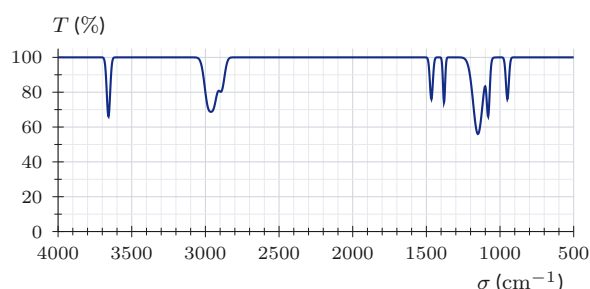


Figure 2 — Spectre A

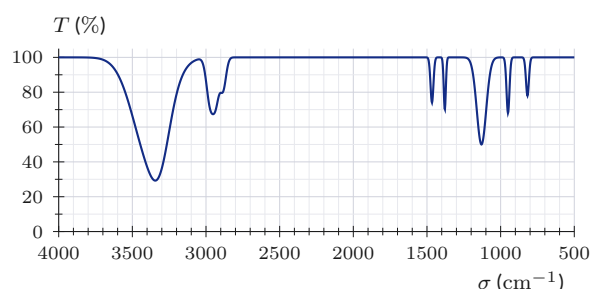


Figure 3 — Spectre B

- 2.4 Les spectres A et B sont ceux du propan-2-ol à l'état gazeux et à l'état liquide. Attribuer chacun à l'état correspondant en comparant les bandes dues à la liaison O - H, et interpréter leur différence.

Exercice 3 Du vin au vinaigre

7 pts ●●○

Au contact de l'air, des bactéries transforment l'éthanol $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{OH}$ du vin en acide éthanoïque $\text{CH}_3 - \text{COOH}$, principal constituant acide du vinaigre ; cette transformation consomme du dioxygène de l'air. On étudie 1,00 L de vin à 12 % en volume d'éthanol (masse volumique de l'éthanol : $\rho = 0,789 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$).

■ **DONNÉES** $M (\text{g}\cdot\text{mol}^{-1})$: H 1,0 ; C 12,0 ; O 16,0 • $V_m = 24,0 \text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}$ (gaz) • table IR de l'exercice 1

- 3.1 Entourer les groupes caractéristiques de l'éthanol et de l'acide éthanoïque, les nommer et donner les familles correspondantes. Justifier le nom « acide éthanoïque ».
- 3.2 Les couples oxydant/réducteur mis en jeu sont $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ et $\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}$. Écrire les deux demi-équations électroniques en milieu acide, puis montrer que l'équation de la réaction s'écrit $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{O}_2 \longrightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O}$. Quelle espèce est oxydée ?
- 3.3 Calculer la quantité de matière d'éthanol contenue dans 1,00 L de vin. En supposant la transformation totale et le dioxygène en excès, établir le tableau d'avancement et déterminer la masse maximale d'acide éthanoïque formée.
- 3.4 Quel volume de dioxygène, puis d'air (qui contient 21 % de dioxygène en volume), faut-il au minimum pour oxyder tout l'éthanol ?

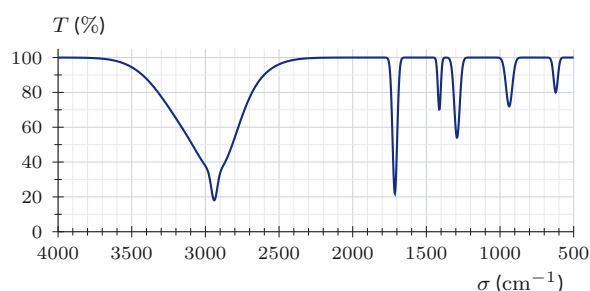


Figure 4 — Spectre de l'espèce extraite

- 3.5 Après une longue fermentation, on extrait du vinaigre l'espèce principale et on enregistre son spectre infrarouge (figure 4). Montrer que ce spectre est compatible avec l'acide éthanoïque et qu'il permet d'exclure l'éthanol et l'acétaldéhyde $\text{CH}_3 - \text{CHO}$.