

Devoir bilan Absorbance et dosage par étalonnage

Quantité de matière, dilution, spectrophotométrie et conductimétrie

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 Questions de cours et automatismes

5 pts ●○○

■ **DONNÉES** Masses molaires atomiques en $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$: H : 1,0 • C : 12,0 • O : 16,0 • cercle chromatique : rouge, jaune, vert, cyan, bleu, magenta, chaque couleur étant diamétralement opposée à sa complémentaire • bleu : 400 à 500 nm

- 1.1 Calculer la masse molaire du glucose $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, puis la quantité de matière de glucose dans une tablette de 5,4 g de glucose.
- 1.2 On dissout cette tablette dans de l'eau pour obtenir 250,0 mL de solution. Calculer la concentration en quantité de matière et la concentration en masse de glucose de la solution.
- 1.3 On veut préparer 100,0 mL d'une solution 20 fois moins concentrée. Quel volume de la solution précédente faut-il prélever ? Nommer la verrerie utilisée.
- 1.4 La Bétadine, solution antiseptique iodée, est brun-orangé. Dans quel domaine de longueurs d'onde absorbe-t-elle principalement ? Justifier.
- 1.5 Une solution colorée a une absorbance $A = 0,80$ dans une cuve de 1,0 cm. On la dilue 4 fois et on la place dans une cuve de 2,0 cm. Quelle absorbance prévoir ? Quelle hypothèse faut-il faire ?

Exercice 2 Du bleu de méthylène dans un aquarium

9 pts ●●○

Le bleu de méthylène, de formule brute $\text{C}_{16}\text{H}_{18}\text{ClN}_3\text{S}$, est utilisé en aquariophilie pour traiter certaines infections des poissons. L'étiquette d'une solution commerciale S_c indique : « bleu de méthylène : $10,0 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$; dose : 2,0 mL pour 10 L d'eau d'aquarium ». On veut vérifier la concentration annoncée.

■ **DONNÉES** Masses molaires atomiques en $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$: H : 1,0 • C : 12,0 • N : 14,0 • S : 32,1 • Cl : 35,5 • cercle chromatique : rouge, jaune, vert, cyan, bleu, magenta, chaque couleur étant diamétralement opposée à sa complémentaire • rouge : 600 à 750 nm

Partie A — Préparation de la gamme étalon

- 2.1 Montrer que la masse molaire du bleu de méthylène vaut $M = 319,6 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.
- 2.2 On dissout 32,0 mg de bleu de méthylène solide dans une fiole jaugée de 1,000 L. Montrer que la concentration de la solution mère S_0 obtenue vaut $c_0 = 1,00 \times 10^{-4} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, soit $100 \mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$.
- 2.3 À partir de S_0 , on prépare cinq solutions étalons de concentrations 2,0 ; 4,0 ; 6,0 ; 8,0 et $10,0 \mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$, de volume 50,0 mL chacune. Calculer le volume de S_0 à prélever pour chacune.

Partie B — Choix de la longueur d'onde et étalonnage

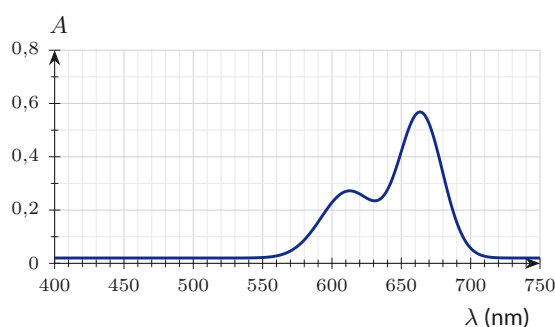
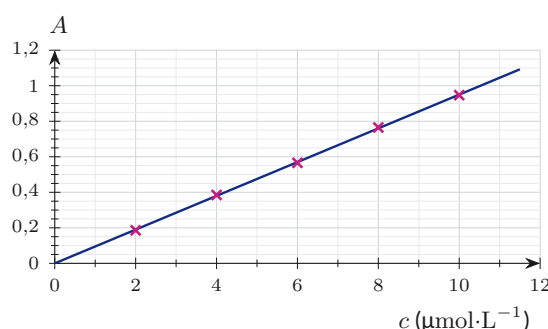
Figure 1 — Spectre de l'étalon à $6,0 \mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 

Figure 2 — Étalonage à la longueur d'onde choisie

- 2.4** À l'aide de la figure 1, choisir la longueur d'onde de travail et justifier la couleur de la solution.
- 2.5** La figure 2 donne l'absorbance des solutions étalons et la droite qui les modélise. Énoncer la loi de Beer-Lambert et montrer que le coefficient directeur de la droite vaut $k = 0,095 \text{ L}\cdot\mu\text{mol}^{-1}$.

Partie C — Contrôle de la solution commerciale

La solution S_c est beaucoup trop concentrée pour être dosée directement. On réalise deux dilutions successives : on prélève $1,0 \text{ mL}$ de S_c , que l'on dilue dans une fiole jaugée de $100,0 \text{ mL}$ (solution S_1) ; puis on prélève $2,0 \text{ mL}$ de S_1 , que l'on dilue dans une fiole jaugée de $100,0 \text{ mL}$ (solution S_2). L'absorbance de S_2 vaut $A_2 = 0,589$.

- 2.6** Calculer le facteur de dilution global. Pourquoi a-t-on dilué autant ?
- 2.7** Déterminer la concentration de S_2 , puis montrer que la concentration en masse de S_c vaut environ $9,9 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$.
- 2.8** Les six groupes de la classe ont obtenu les résultats suivants, en $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$: $9,8$; $10,1$; $9,9$; $9,7$; $10,0$; $9,9$. Calculer la moyenne $\overline{c_m}$ et l'écart-type s (à la calculatrice), puis l'incertitude-type $u = s/\sqrt{6}$. Le résultat est-il compatible avec l'étiquette, sachant qu'on le considère compatible si $|\overline{c_m} - c_{\text{réf}}| < 2u$?
- 2.9** Quel volume de S_c faut-il verser dans un aquarium de 60 L ? Montrer que l'eau ainsi traitée pourrait être dosée directement avec la gamme étalon de la partie B.

Exercice 3 La saumure des olives

6 pts ●●○

Pour conserver des olives, une recette indique une saumure contenant 100 g de sel (chlorure de sodium NaCl) par litre de saumure. Pour contrôler la saumure préparée, on mesure sa conductivité σ après dilution. Pour des solutions suffisamment diluées, σ est proportionnelle à la concentration c en chlorure de sodium apporté : $\sigma = k c$.

■ **DONNÉES** Masses molaires atomiques en $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$: $\text{Na} : 23,0$
 • $\text{Cl} : 35,5$

- 3.1** Pourquoi ne peut-on pas doser le chlorure de sodium par spectrophotométrie dans le visible ?
- 3.2** La gamme étalon est préparée à partir d'une solution mère de $500,0 \text{ mL}$ de concentration $10,0 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$. Montrer qu'il faut dissoudre environ $0,293 \text{ g}$ de chlorure de sodium. Décrire la préparation.
- 3.3** La figure 3 donne les mesures réalisées sur la gamme étalon. Déterminer k .
- 3.4** Calculer la concentration en quantité de matière de la saumure attendue d'après la recette. On la dilue 250 fois : pourquoi ? Proposer un protocole en deux étapes, à l'aide de pipettes jaugées de $2,0$ et $10,0 \text{ mL}$ et de fioles jaugées de $50,0$ et $100,0 \text{ mL}$.
- 3.5** La conductivité de la saumure diluée vaut $0,816 \text{ mS}\cdot\text{cm}^{-1}$. Déterminer la concentration en masse de sel de la saumure. La recette a-t-elle été respectée ?

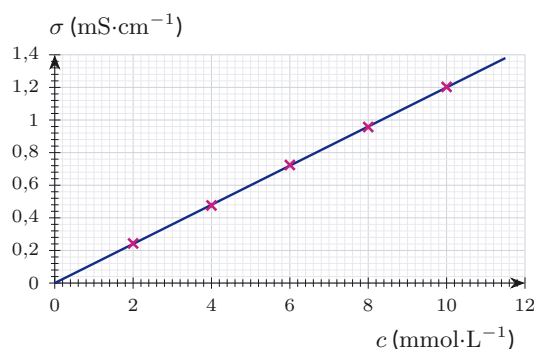


Figure 3 — Conductivité des solutions étalons