Absorbance et loi de Beer-Lambert

TP · Première spécialité · Démarche d'investigation

Problématique

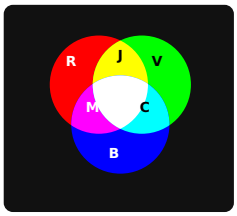
La solution de Dakin est un antiseptique de couleur rose. Cette couleur est due à la présence d'ions permanganate MnO_4^-.

Comment déterminer, grâce à l'absorbance, la concentration en ions permanganate de la solution de Dakin ?

Compétences évaluées : S'approprier (APP) · Analyser / Raisonner (ANA) · Réaliser (REA) · Valider (VAL) · Communiquer (COM)

I – Documents et rappels

Rappel : synthèse additive et couleur perçue



● **Synthèse additive :** superposer des lumières **rouge, verte, bleue** permet de créer toutes les couleurs.
● R + V = **jaune** ; V + B = **cyan** ; R + B = **magenta** ; R + V + B = **blanc**.

● Une solution **colorée** absorbe certaines radiations de la lumière blanche. La couleur perçue est la **couleur complémentaire** de la couleur absorbée (ex. : une solution rose-violette absorbe surtout le vert).

Loi de Beer-Lambert

Pour une solution **peu concentrée** d'une espèce colorée, à une longueur d'onde λ donnée, l'absorbance est **proportionnelle à la concentration** :

$$A = \varepsilon(\lambda) \cdot \ell \cdot C$$

● **A** : absorbance (sans unité) ; $A = \log(I_0/I)$
● **ε(λ)** : coefficient d'absorption molaire ($L \cdot mol^{-1} \cdot cm^{-1}$)
● **ℓ** : longueur de solution traversée (cm)
● **C** : concentration ($mol \cdot L^{-1}$)
La loi est valable pour A inférieure à environ 1,5 : au-delà, diluer la solution.

Échelle de teintes et facteur de dilution

Une **échelle de teintes** est une série de solutions de concentrations connues, obtenues par dilution d'une **solution mère** (concentration C_m).
Facteur de dilution :

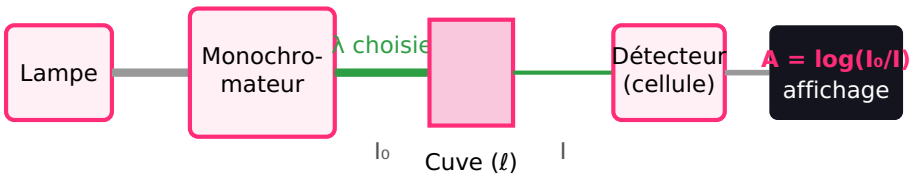
$$F = C_m / C_f = V_f / V_m$$

● C_f, V_f : concentration et volume de la solution fille
● V_m : volume de solution mère prélevé (pipette jaugée)
● Au cours d'une dilution, la quantité de matière de soluté se conserve : $C_m \cdot V_m = C_f \cdot V_f$.
Exemple : F = 10 → $C_f = C_m/10$; avec une fiole de 50,0 mL, on prélève 5,0 mL de solution mère.

Le spectrophotomètre : principe

Un faisceau de lumière traverse la solution contenue dans une cuve. Le **monochromateur** sélectionne une radiation de longueur d'onde λ. Le détecteur compare l'intensité lumineuse **avant** (I_0) et **après** (I) la cuve et affiche l'absorbance A.
● **Le blanc :** avant toute mesure, on règle A = 0 avec une cuve de solvant (eau distillée).
● **Le spectre d'absorption** A = f(λ) permet de choisir λ_{max} : la longueur d'onde où l'absorbance est maximale, donc où la mesure est la plus précise.

Schéma de principe d'un spectrophotomètre



II – Matériel disponible

- Solution de Dakin (rose)
- Solution mère de permanganate de potassium, $\mathbf{C_m = 1{,}0 \times 10^{-3}}$ **mol·L^{-1}**
- Eau distillée
- Spectrophotomètre et cuves
- Fioles jaugées (50,0 mL ou 100,0 mL)
- Pipettes jaugées et poire à pipeter, bécher, pissette

III – Démarche à suivre

1) S'approprier. Relever dans les documents les informations utiles. Quelle grandeur mesure-t-on ? Quelle relation lie cette grandeur à la concentration ?

.....

.....

2) Choisir la longueur d'onde. Proposer comment choisir la longueur d'onde de travail et justifier le choix (lien avec la couleur de la solution).

.....

.....

3) Proposer un protocole. Rédiger un protocole permettant de déterminer la concentration en ions permanganate de la solution de Dakin à partir de la solution mère. Il doit préciser :

- les concentrations de l'échelle de teintes choisies, les facteurs de dilution F et les volumes à prélever (à calculer) ;
- le matériel et la verrerie utilisés ;
- la façon de régler le spectrophotomètre (blanc, λ) et l'ordre des mesures.

.....

.....

.....

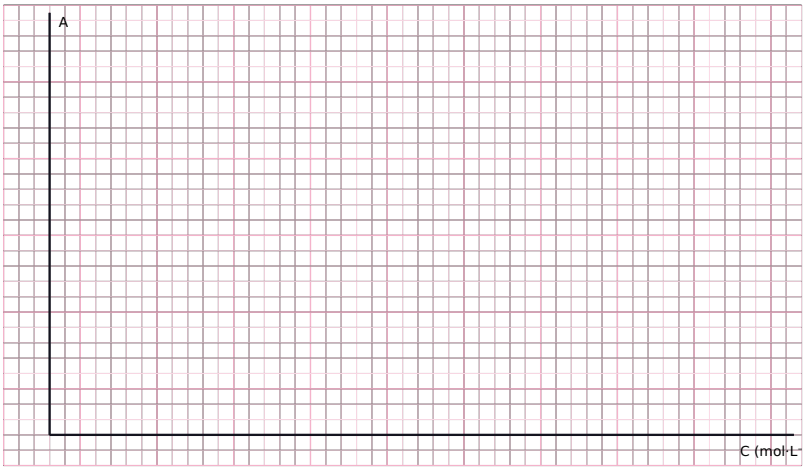
Appel *Appeler le professeur pour valider le protocole avant de commencer.*

4) Réaliser. Préparer l'échelle de teintes, régler le spectrophotomètre et mesurer l'absorbance de chaque solution, puis celle de la solution de Dakin. Consigner les résultats :

Solution	S1	S2	S3	S4	S5	Dakin
Facteur de dilution F						–
C (mol·L^{-1})						
Absorbance A						

IV – Exploitation et conclusion

5) Analyser. Tracer le graphique A = f(C) pour les solutions de l'échelle de teintes.



6) Valider. Quelle est la forme de la courbe ? Est-elle en accord avec la loi de Beer-Lambert ? Déterminer le coefficient directeur et en déduire ε(λ) sachant que ℓ = 1,0 cm.

.....

.....

7) Conclure. Déterminer la concentration en ions permanganate de la solution de Dakin (par lecture graphique ou par calcul). Rédiger une réponse à la problématique, puis donner deux sources d'erreur possibles.

.....

.....

.....

Pour aller plus loin

Si l'absorbance de la solution de Dakin sort de l'intervalle de l'échelle de teintes, quelle modification apporter au protocole ?