TP — Que contient vraiment le flacon de Dakin ?

Vérification d'une étiquette par spectrophotométrie · Démarche d'investigation

Niveau	Durée	Organisation	Compétences évaluées
Terminale Spécialité Physique-Chimie	2 h	Binômes · 2 appels professeur	APP · ANA · REA · VAL · COM

Nom(s) : …… Classe : …… Date : ……

I. Situation-problème

Le **Dakin** (solution de Dakin Cooper stabilisée) est un antiseptique vendu en pharmacie pour nettoyer et désinfecter les plaies. Sa couleur rose-violet est due à des **ions permanganate** MnO_4^-, présents avec des ions hypochlorite ClO^-, incolores, qui assurent l'action antiseptique.

Vous êtes technicien(ne) dans un laboratoire de contrôle qualité. Un pharmacien vous confie un flacon de Dakin et vous demande de **vérifier que la teneur en permanganate de potassium respecte l'étiquette**, sans détruire l'échantillon.

Problématique

Comment vérifier, par une méthode physique, que la concentration en ions permanganate du Dakin est conforme à celle indiquée sur l'étiquette ?

II. Documents

Document 1 — Extrait de l'étiquette

Composition pour 100 mL de solution : hypochlorite de sodium (principe actif) ; **permanganate de potassium $KMnO_4$: 0,001 g** ; excipients.

Conservation : à l'abri de la lumière et de la chaleur.

Document 2 — Le permanganate de potassium en solution

Le solide ionique $KMnO_4$ se dissout dans l'eau en ions K^+ et MnO_4^-. Seuls les ions MnO_4^- colorent la solution (violet) ; les ions K^+, Na^+ et ClO^- sont incolores en solution diluée.

Donnée : $M(KMnO_4) = 158{,}0\ g{\cdot}mol^{-1}$.

Document 3 — Absorbance et loi de Beer-Lambert

Une solution colorée absorbe une partie de la lumière qui la traverse. L'absorbance A à la longueur d'onde λ est définie par $A = \log(I_0/I)$. Pour une solution diluée :

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

où ε est le coefficient d'absorption molaire ($L{\cdot}mol^{-1}{\cdot}cm^{-1}$), ℓ la longueur de solution traversée (cm) et c la concentration de l'espèce absorbante ($mol{\cdot}L^{-1}$). La loi n'est valable que pour des solutions diluées (absorbance inférieure à environ 1).

Document 4 — Utiliser un spectrophotomètre

- On réalise d'abord le **« blanc »** (zéro) avec le solvant, dans une cuve identique à celles utilisées ensuite.
- Un **spectre d'absorption** A = f(λ) s'obtient en balayant les longueurs d'onde.
- Pour un dosage, on travaille à la longueur d'onde λ_{max} où l'absorbance est maximale : la mesure est alors la plus sensible.
- Tenir les cuves par les faces dépolies, essuyer les faces optiques, éviter les bulles.

Document 5 — Solution stock disponible

Solution stock S_m de permanganate de potassium : $\mathbf{c_m = 1{,}00\times10^{-3}\ mol{\cdot}L^{-1}}$.

III. Matériel à disposition (par binôme)

Catégorie	Éléments
Mesure	1 spectrophotomètre UV-visible (relié à un ordinateur ou autonome) ; au moins 6 cuves de 1 cm de trajet optique
Solutions	Solution stock S_m (20 mL) ; Dakin (15 mL, à l'abri de la lumière) ; eau distillée (pissette)
Verrerie	**1 fiole jaugée de 50,0 mL** avec bouchon ; **5 béchers de 50 mL** ; pipettes graduées de 10 mL et de 25 mL avec propipette (ou 1 burette graduée de 25 mL) ; 1 pipette compte-gouttes
Divers	Étiquettes et marqueur ; papier absorbant ; calculatrice ou tableur ; récupérateur de déchets « oxydants »
Sécurité	Blouse en coton, lunettes de protection, gants. Le Dakin est irritant : ne jamais le mélanger à un acide ou à un produit détartrant.

Des aides sont disponibles sur demande auprès du professeur ; leur utilisation sera prise en compte dans l'évaluation.

IV. Travail à réaliser

A. S'approprier et analyser (≈ 20 min)

1. Convertir l'indication de l'étiquette en concentration attendue en ions permanganate, notée $c_{étiq}$, en $mol \cdot L^{-1}$. **[APP]**

2. Pourquoi parle-t-on de méthode « physique » ? Justifier que la spectrophotométrie est adaptée ici (espèce colorée, échantillon non détruit). **[APP]**

3. Proposer une stratégie pour déterminer la concentration du Dakin. Rédiger un **protocole** précisant : la longueur d'onde de travail et la façon de la choisir ; la préparation de **50,0 mL de solution S_0** ($c_0 = 2{,}00 \times 10^{-4}$ $mol \cdot L^{-1}$) par dilution de S_m dans la fiole jaugée ; la gamme de **5 solutions étalon de 20,0 mL** préparées directement dans les béchers en mélangeant S_0 et de l'eau distillée, dont les concentrations encadrent $c_{étiq}$ (compléter le tableau ci-dessous) ; la verrerie utilisée ; l'ordre des mesures. **[ANA]**

Préparation de S_0 : V_m = ……. mL de S_m, complétés à 50,0 mL avec de l'eau distillée.

Solution	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5
c ($mol \cdot L^{-1}$)					
V(S_0) à prélever (mL)					
V(eau distillée) (mL)					

> ✋ **Appel n°1**
> Faire valider le protocole par le professeur avant de manipuler.

B. Réaliser (≈ 55 min)

4. Enregistrer le spectre d'absorption de la solution étalon la plus concentrée entre 400 et 700 nm (blanc avec l'eau distillée). En déduire λ_{max} = ……. nm. **[REA]**

5. Préparer S_0, puis les solutions étalon dans les béchers ; mesurer leur absorbance à λ_{max}, puis celle du Dakin **non dilué** (deux cuves remplies séparément). Compléter le tableau. **[REA]**

Solution	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	Dakin (1)	Dakin (2)
c (10^{-5} mol·L^{-1})						?	?
Absorbance A							

> ✋ **Appel n°2**
> Montrer la courbe d'étalonnage A = f(c) avant de passer à l'exploitation.

C. Exploiter (≈ 25 min)

6. Tracer A = f(c) (tableur ou Regressi) et modéliser par une droite passant par l'origine. Les résultats sont-ils en accord avec la loi de Beer-Lambert ? En déduire le coefficient $\varepsilon(\lambda_{max})$. **[REA]**

7. Déterminer la concentration c_{Dakin} en ions permanganate, puis la masse de permanganate de potassium contenue dans 100 mL de Dakin. **[REA]**

D. Valider et conclure (≈ 15 min)

8. Calculer l'écart relatif $|c_{Dakin} - c_{étiq}| / c_{étiq}$. Le flacon est-il conforme ? (Critère : conforme si l'écart relatif est inférieur à 10 %.) **[VAL]**

9. Citer au moins deux sources d'incertitude de la méthode et proposer une amélioration. **[VAL]**

10. Rédiger, en 5 lignes maximum, la réponse destinée au pharmacien (résultat chiffré, unité, conclusion). **[COM]**

E. Pour aller plus loin

11. Les ions hypochlorite ClO^- sont incolores : peut-on les doser avec cette méthode ? Comparer les avantages et les limites d'une méthode physique et d'un titrage.

12. L'étiquette impose de conserver le flacon à l'abri de la lumière. Imaginer une expérience permettant de tester l'influence de la lumière sur la teneur en permanganate.

V. Grille d'évaluation

Compétence	Attendus	A	B	C	D
APP — S'approprier	Extraire et exploiter les informations des documents (Q1, Q2)				
ANA — Analyser	Construire un protocole cohérent : λ, gamme, dilutions, verrerie (Q3)				
REA — Réaliser	Manipuler avec soin ; tracer et exploiter la droite d'étalonnage (Q4 à Q7)				
VAL — Valider	Écart relatif, sources d'incertitude, conclusion argumentée (Q8, Q9)				
COM — Communiquer	Réponse au pharmacien ; unités et chiffres significatifs ; qualité de rédaction (Q10)				