Activité expérimentale Physique-Chimie
Enseignement de spécialité - Niveau Première générale

Dosage spectrophotométrique des ions permanganate dans un antiseptique

Matériel nécessaire par groupe de quatre élèves

Spectromètre Indigo
Cuve
Ordinateur portable + logiciel Spectrolab
5 béchers 50 mL
1 bécher de 100 mL
Pipette jaugée de 5mL
Pipette jaugée de 10mL
Pipette jaugée de 20mL
propipette
2 Fioles jaugées de 25 mL
Pissette d'eau distillée
Flacon contenant 100 mL de solution de permanganate de potassium à la concentration $C_0 = 1{,}0\times10^{-4}$ mol.L^{-1}
Flacon contenant 20 mL solution d'antiseptique Dakin®
Lunettes de protection
Pipette plastique
Papier absorbant

Durée estimée de l'activité : 1h30

Fiche élève : *page suivante*

Commentaires :

- La solution S_0 doit être « fraiche ».
- On peut remplacer l'évaluation de l'incertitude de type B par une incertitude de type A en mettant en commun les résultats de la classe. On peut alors utiliser deux spectromètres par groupe pour multiplier les mesures.

- Autre dosage possible : concentration en colorant bleu brillant dans une boisson énergisante ou dans un sirop de menthe.

Première Enseignement de spécialité Thème : Constitution et transformations de la matière	**Activité expérimentale :** **Dosage spectrophotométrique des ions permanganate dans un antiseptique**

Compétences travaillées :

- Expliquer ou prévoir la couleur d'une espèce en solution à partir de son spectre UV-visible.
- Proposer et mettre en œuvre un protocole pour réaliser une gamme étalon et déterminer la concentration d'une espèce colorée en solution par des mesures d'absorbance.
- Déterminer la concentration d'un soluté à partir de données expérimentales relatives à l'absorbance de solutions de concentrations connues.

On cherche à déterminer la concentration en permanganate de potassium dans la solution de Dakin.

Document 1 : A propos du Dakin Cooper®

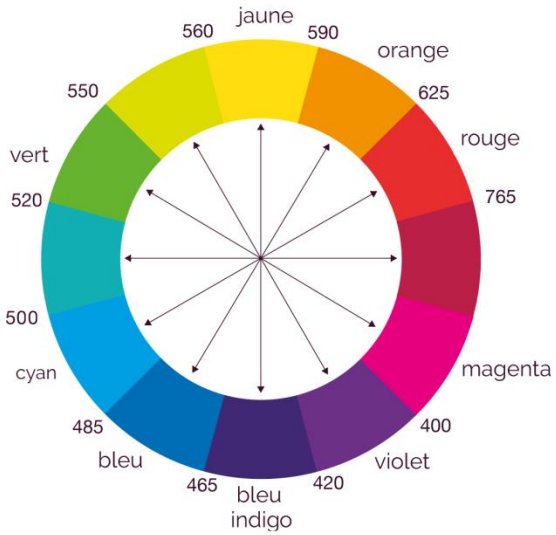
Ce médicament est un antiseptique local qui contient du chlore.
Il est utilisé pour l'antisepsie de la peau, des muqueuses et des plaies.

Principe actif : Solution concentrée d'hypochlorite de sodium
Autres composants : permanganate de potassium, dihydrogénophosphate de sodium dihydraté, eau purifiée.

Le fabriquant indique une masse de **1mg** de permanganate de potassium dans **100mL de Dakin.**

Masse molaire du Permanganate de potassium (KMnO4) : *$M = 158,0\ g.mol^{-1}$*

Document 2 : Cercle chromatique et longueurs d'onde approximatives en nm



I. Préparation d'une gamme de solutions étalon de permanganate de potassium

Vous disposez d'une solution de permanganate de potassium à la concentration en quantité de matière $C_0 = (1,00 \pm 0,01)\times10^{-4}$ mol.L^{-1}

Par groupe de quatre, préparer, à partir de la solution S_0, 4 solutions de volume 25 mL et de concentrations respectives :

Solution S_1	Solution S_2	Solution S_3	Solution S_4
$C_1 = 2,0\times10^{-5}$ mol.L^{-1}	$C_2 = 4,0\times10^{-5}$ mol.L^{-1}	$C_3 = 6,0\times10^{-5}$ mol.L^{-1}	$C_5 = 8,0\times10^{-5}$ mol.L^{-1}

1. Calculer pour chacune d'elles le volume de solution S_0 à prélever.

2. Ecrire le protocole complet de la dilution pour l'une d'entre elles.

Faire valider par le professeur et préparer les solutions.

On dispose maintenant de 5 solutions étalons de concentrations connues.

II. Dosage du permanganate de potassium dans le Dakin par spectrophotométrie

Faire le spectre de la solution S_0 en utilisant la notice jointe (page 5 – acquisition d'un spectre d'absorption).
Le « blanc » est réalisé avec de l'eau distillée.

Copier le spectre sur traitement de texte et l'imprimer pour le joindre au compte-rendu.

1. Justifier la couleur de la solution à partir du spectre obtenu.
2. Déterminer la longueur d'onde du maximum d'absorption ;

En suivant les indications de la notice (page 7), **tracer la courbe d'étalonnage** sur le logiciel Spectrolab.

Avec l'outil « capture » de Windows, copier/coller la courbe sur traitement de texte. Imprimer et joindre au compte-rendu.

3. La loi de Beer-Lambert est-elle vérifiée par les mesures ? Justifier.
4. Déterminer le coefficient d'extinction molaire ε, à partir de l'équation donnée par le logiciel Spectrolab
5. Déterminer la concentration molaire C de la solution de Dakin à l'aide du spectromètre.
6. En déduire sa concentration en masse.
7. Calculer la masse m_{exp} de permanganate de potassium présente dans 100 mL de solution de Dakin.

III. Incertitude-type et compatibilité de la mesure avec l'indication du fabriquant

Document 3 : **Comparer le résultat d'une mesure à une valeur de référence :**

L'**écart normalisé** (ou **z-score)** est le rapport entre l'écart à la valeur de référence $|V_{exp} - V_{réf}|$ et l'incertitude type $U(V_{exp})$:

$$E_n = \frac{|V_{\text{exp}} - V_{\text{réf}}|}{U(V_{\text{exp}})}$$

Lorsque $E_n \leq 2$, on considère que le résultat de la mesure est compatible avec la valeur de référence.

1. Pour évaluer l'incertitude-type de $\mathbf{m_{exp}}$, on tient compte des incertitudes sur la mesure de l'absorbance de la solution de Dakin, sur la concentration de la solution S_0 et sur le coefficient directeur de la droite d'étalonnage.

   L'incertitude de la mesure d'absorbance sera prise égale à 0,003 et l'incertitude sur le coefficient d'extinction molaire $\boldsymbol{\varepsilon}$ égale à $0{,}03\times10^3$ L. mol^{-1}.cm^{-1}

   Calculer l'incertitude $u(m_{exp})$ à l'aide de l'expression suivante :

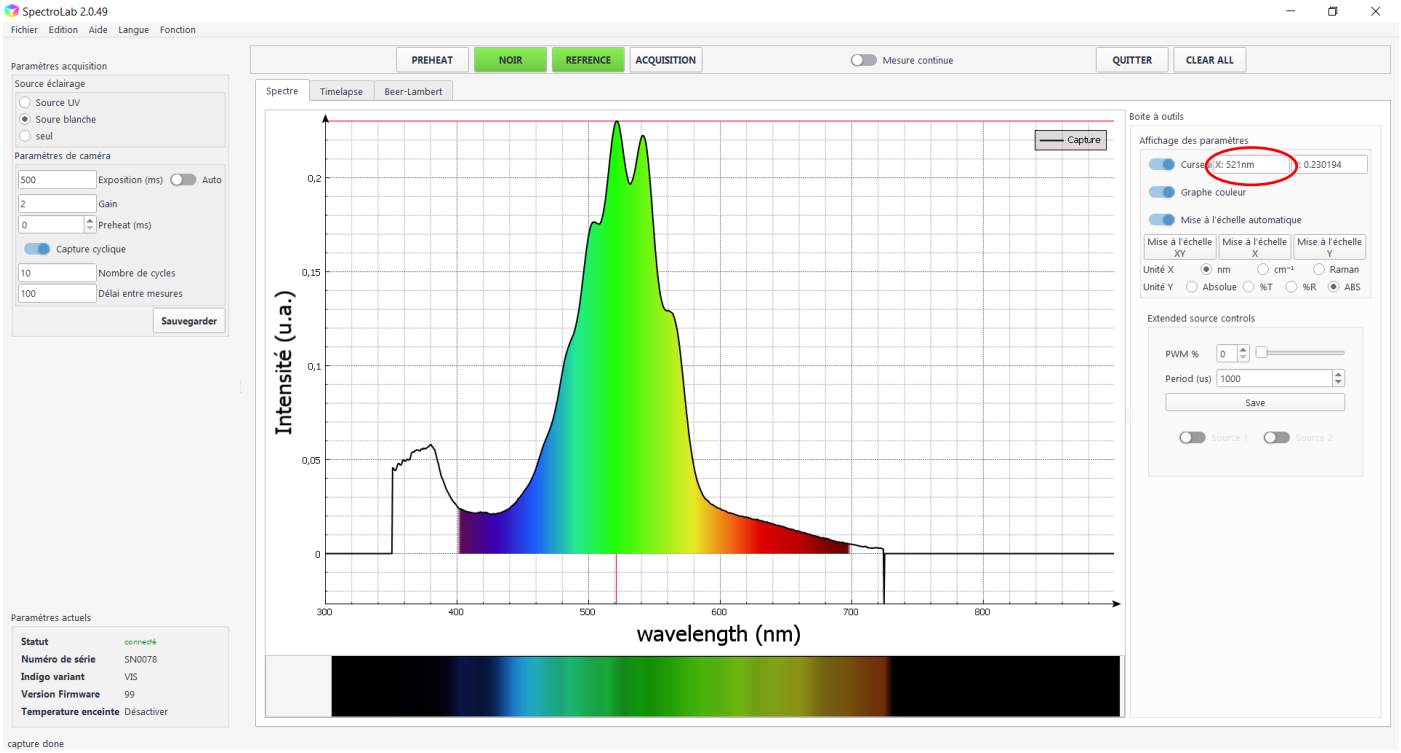
$$u(m_{exp}) = m_{exp} \times \sqrt{\left(\frac{u(C_0)}{C_0}\right)^2 + \left(\frac{u(A)}{A}\right)^2 + \left(\frac{u(\varepsilon)}{\varepsilon}\right)^2}$$

2. Comparer la valeur obtenue à celle indiquée par le fabriquant en calculant l'écart normalisé. Le résultat du dosage est-il compatible avec l'indication du fabriquant ?

Eléments de corrections :

II. Dosage du permanganate de potassium dans le Dakin par spectrophotométrie

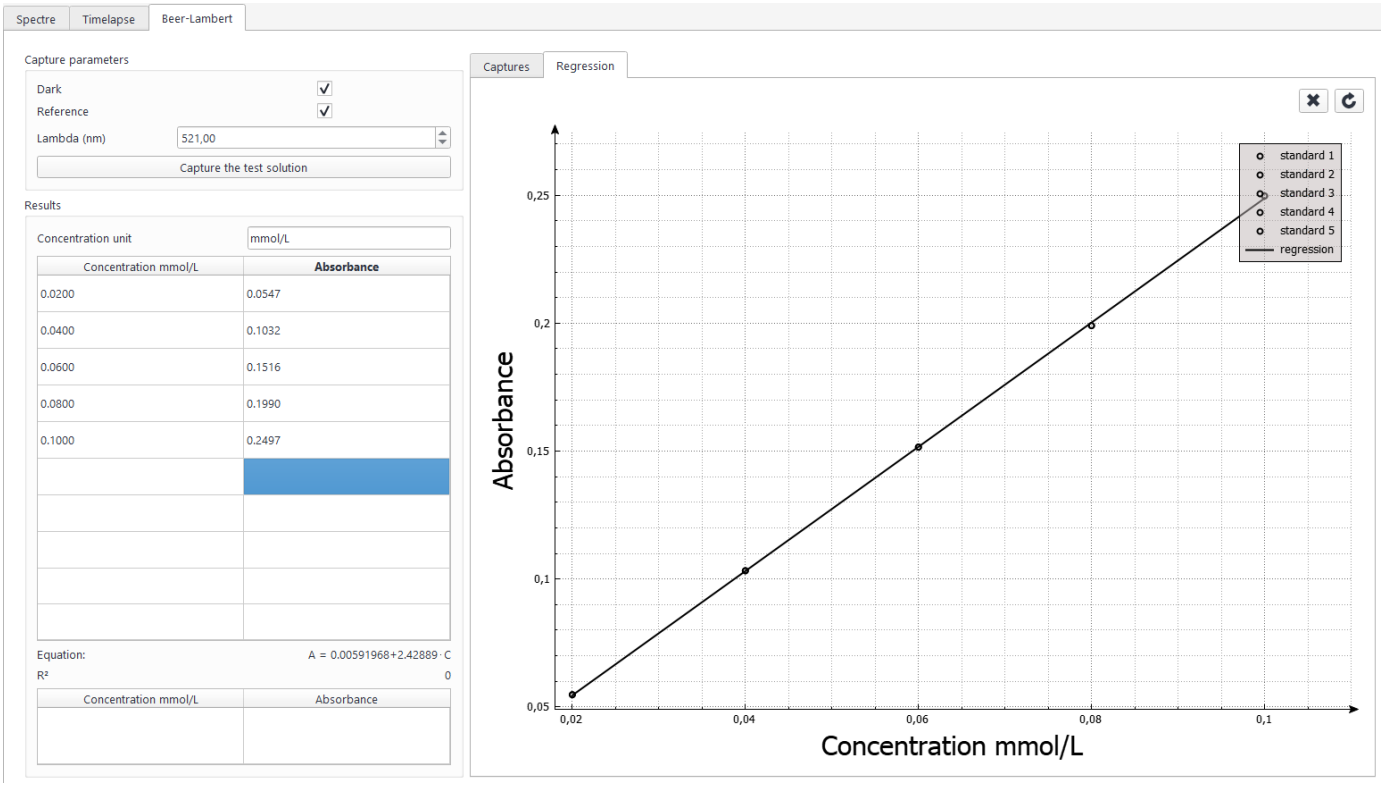
Spectre de la solution S_0 :



2. Déterminer la longueur d'onde du maximum d'absorption ;

λ_{max} = 521 nm

Courbe d'étalonnage :



4. Déterminer le coefficient d'extinction molaire ε, à partir de l'équation donnée par le logiciel Spectrolab

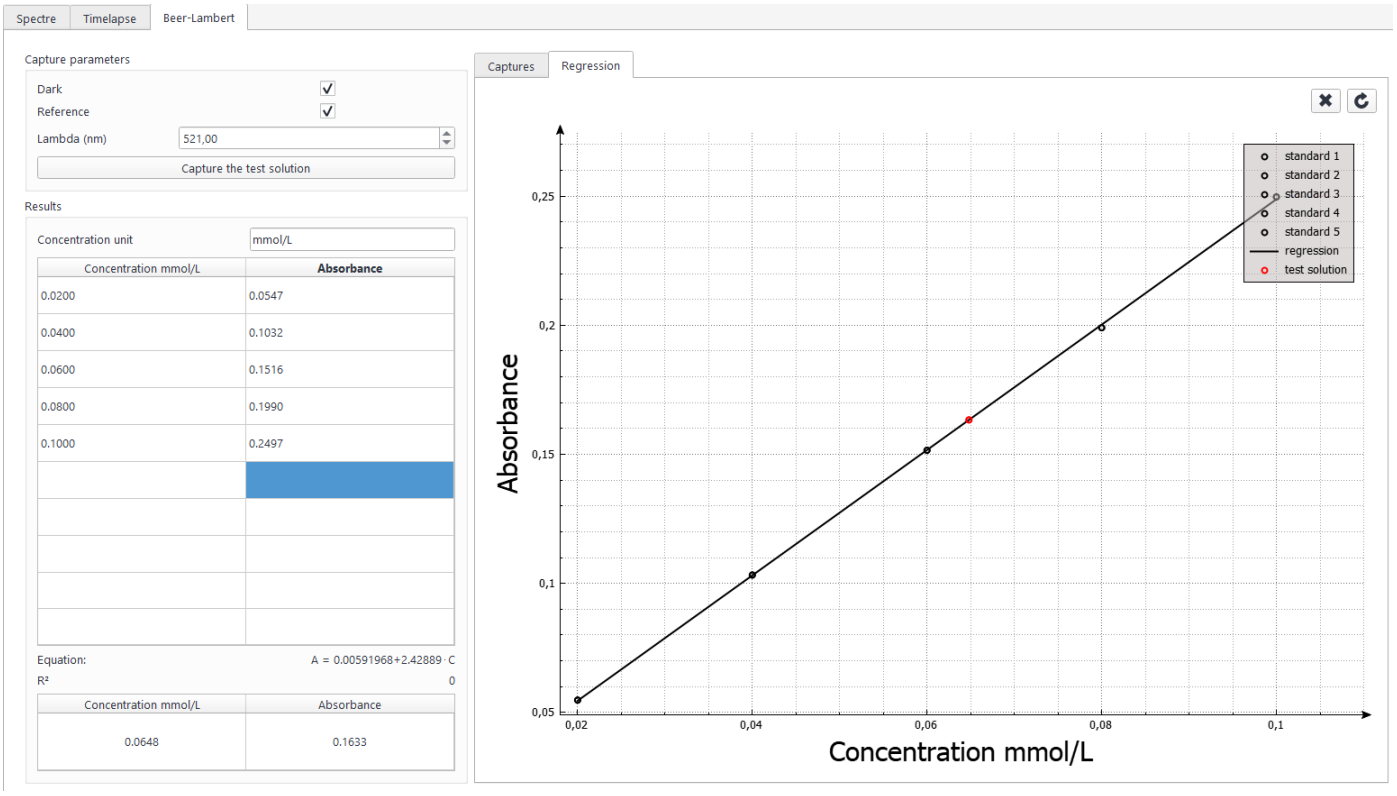
Equation de la droite : A = 0,00592 + 2,43 × C

On néglige l'ordonnée à l'origine donc A = 2,43 × C avec C en mmol.L^{-1}

Loi de Beer-Lamber : A = ε × l × C avec l = 1cm

Donc ε × l = 2,43 L.mmol^{-1} = 2,43×10^{3} L.mol^{-1} et ε = 2,43×10^{3} L.mol^{-1}.cm^{-1}

5. Déterminer la concentration molaire C de la solution de Dakin à l'aide du spectromètre.



C = 0,0648 mmol.L^{-1} = 6,48×10^{-5} mmol.L^{-1}

6. En déduire sa concentration en masse.

C_m = C×M = 6,48×10^{-5} × 158,0 = 0,01024 g.L^{-1} = 10,24 mg.L^{-1}

7. Calculer la masse m_{exp} de permanganate de potassium présente dans 100 mL de solution de Dakin.

m_{exp} = C_m × V = 10,24 × 0,100 = 1,024 mg

III. Incertitude-type et compatibilité de la mesure avec l'indication du fabriquant

1. Calculer l'incertitude u(m_{exp}) à l'aide de l'expression suivante :

$$u(m_{exp}) = m_{exp} \times \sqrt{\left(\frac{u(C_0)}{C_0}\right)^2 + \left(\frac{u(A)}{A}\right)^2 + \left(\frac{u(\varepsilon)}{\varepsilon}\right)^2}$$

$$u(m_{exp}) = 1,024 \times \sqrt{\left(\frac{0,01}{1}\right)^2 + \left(\frac{0,003}{0,1633}\right)^2 + \left(\frac{0,03}{2,43}\right)^2} = 0,025\ mg$$

Donc m_{exp} = (1,02±0,03) mg

2. Comparer la valeur obtenue à celle indiquée par le fabriquant en calculant l'écart normalisé. Le résultat du dosage est-il compatible avec l'indication du fabriquant ?

$$E_n = \frac{|m_{\text{exp}} - m_{\text{réf}}|}{U(m_{\text{exp}})} = \frac{|1,02 - 1|}{0,03} = 0,7$$

$E_n \leq 2$ donc le résultat du dosage est compatible avec l'indication du fabriquant.