PCSI Lycée J.Dautet
2020-2021

Activité Expérimentale 1

Dosage des ions permanganate dans l'eau de Dakin par spectrophotométrie

L'eau de Dakin est une solution antiseptique (bactéricide, fongicide, virucide) utilisée pour le lavage des plaies et des muqueuses, de couleur rose et à l'odeur d'eau de Javel. C'est au cours de la première guerre mondiale que le chimiste américain Henry Dakin a mis au point avec le chirurgien français Alexis Carrel (prix Nobel de médecine en 1912) cet antiseptique pour les plaies ouvertes ou infectées. Il est à base d'hypochlorite de sodium (Na^+ ; ClO^-) additionné de permanganate de potassium (K^+ ; MnO_4^-) pour le stabiliser vis-à-vis de la lumière. Sa couleur rose est uniquement due aux ions permanganate MnO_4^-.

Composition :

Hypochlorite de sodium NaClO : 500 mg équivalent en chlore actif pour 100 mL,
Permanganate de potassium $KMnO_4$
Dihydrogénophosphate de sodium NaH_2PO_4

Dans cette première activité, on souhaite déterminer la concentration en ions MnO_4^- de l'eau de Dakin. Cette espèce étant colorée, nous allons réaliser un dosage par étalonnage par spectrophotométrie visible.

1. Principe du dosage par étalonnage

Q1 : En vous reportant à la fiche « spectrophotométrie », rappeler la loi de Beer-Lambert en précisant la signification et l'unité de chacun des termes. Que représente physiquement l'absorbance ?

1.1. Préparation de la solution pour le tracé du spectre d'absorption.

Pour cette préparation, vous disposez de :

Pipettes jaugées / en mL	Fioles jaugées / en mL	Autres
5,0	100,0 200,0	1 petit sabot de pesée

❒ Nous souhaitons tout d'abord préparer une solution S_0 de concentration égale à $1{,}0.10^{-2}$ mol.L^{-1} ; nous la diluerons dans un second temps.

Q2 : Calculer la masse de permanganate de potassium $KMnO_4$ solide qu'il faut dissoudre dans une fiole de 200,0 mL pour obtenir la solution souhaitée. La masse molaire du permanganate est égale à M = 158,0 g.mol^{-1}. Annoncer au professeur la masse *m* que vous souhaitez prélever, exprimée en mg.

Protocole

Le protocole sera le suivant :

1) On pose un sabot de pesée sur la balance, puis on effectue la mise à zéro (tarage) ;
2) Avec soin, on prépare une masse connue exactement de nous, voisine de ***m***. On la note ;
3) A l'aide du sabot de pesée, on introduit les cristaux de $KMnO_4$ dans la fiole jaugée propre de 200,0 mL ;
4) On verse de l'eau dans la fiole en la faisant passer par le sabot de pesée : l'eau entraîne ainsi les cristaux « récalcitrants » de $KMnO_4$ qui vont donc dans la fiole : toute la masse est ainsi introduite dans la fiole ;
5) On rajoute de l'eau jusqu'au 1/3 environ de la fiole ; on la bouche, et on agite : cela dissout les cristaux et la fiole n'étant que partiellement remplie, l'agitation est meilleure ;
6) On complète avec la pissette d'eau jusqu'à quelques millimètres en dessous du trait de jauge ; on ajuste alors précisément au trait de jauge (ménisque tangent au trait de jauge) avec une pipette simple ;
7) On bouche et on agite la fiole de façon à bien homogénéiser la solution préparée.

❒ Prélever ensuite, avec une pipette jaugée, **5,0 mL** de cette solution de concentration égale à $1{,}0.10^{-2}$ mol.L^{-1} et les introduire dans une fiole de **100,0 mL**. Ajuster au trait de jauge avec de l'eau distillée : vous avez votre solution $S_{spectre}$ pour tracer le spectre du permanganate de potassium en solution. La concentration de cette solution (que vous calculerez) est notée $c_{spectre}$.

1.2. Tracé du spectre de la solution de concentration $c_{spectre}$.

❒ Réaliser le spectre visible de la solution d'ion permanganate de concentration $c_{spectre}$ = $5{,}0.10^{-4}$ mol.L^{-1} :

- Préparer le spectrophotomètre en suivant la notice plastifiée ;
- Ouvrir le logiciel Spectrophotomètre Prim'Light et suivre la procédure décrite dans le classeur bleu.
- L'acquisition du spectre se fera avec le logiciel **PrimLight** ; vous « ferez le blanc » avec l'eau.

Q3 : Justifier la couleur de la solution à l'aide du cercle chromatique et le corréler à la couleur de la solution de permanganate.

Q4 : Déterminer la longueur d'onde notée λ_{max} dans la suite qui correspond au maximum de l'absorbance. Quelle est la valeur de l'énergie correspondant à la transition électronique associée à λ_{max}, valeur que vous exprimerez en J, en kJ.mol^{-1} et en eV.

Q5 : Justifier le choix de la longueur de travail pour la réalisation de la droite d'étalonnage.

1.3. Préparation des solutions

La concentration en ion permanganate dans l'eau de Dakin est comprise entre 1.10^{-5} et 1.10^{-4} mol.L^{-1} (convertie sur les flacons en mg.L^{-1} sur les flacons).

Q6 : Est-il possible de préparer 200 mL d'une solution à 1.10^{-4} mol.L^{-1} en ion permanganate ?

À partir d'une des solutions S_0 que vous avez préparée, nous avons préparé 500 mL de solution S_1 de concentration $1{,}00.10^{-4}$ mol.L^{-1} (solution S_1).

Q7 : On réalise ensuite quatre solutions filles S_2, S_3, S_4 et S_5 à partir de la solution S_1.

Pour préparer ces solutions, vous disposez sur vos paillasses de la verrerie de précision suivante :

Pipettes jaugées / en mL	Fioles jaugées / en mL
10,0	25,0
20,0	50,0
50,0	50,0
	100,0

Voici la préparation des solutions attendues à partir de S_1 ; compléter la donnée manquante.

Nom de la solution	S_5	S_4	S_3	S_2	S_1
Concentration c_i de la solution S_i en mol.L^{-1}	$2{,}00.10^{-5}$			$8{,}00.10^{-5}$	$1{,}00.10^{-4}$
Prise d'essai avec une pipette jaugée de volume v_{pip} en mL	10,0	20,0	50,0	20,0	Déjà prête
Prise d'essai placée dans une fiole de volume v_{fiole} en mL		50	100,0		
A chaque fois, complément avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge					
Absorbance mesurée à λ_{max}					

1.4. Réalisation de la droite d'étalonnage

❒ Toujours en vous reportant à la notice du logiciel Prim'Light du classeur bleu, mesurer l'absorbance des quatre solutions filles à la longueur d'onde de travail (le blanc étant toujours l'eau). Noter les valeurs dans le tableau ci-dessus.

❒ **Mesurer tout de suite également l'absorbance de l'eau de Dakin**.

Quitter le logiciel Prim'light.
Ouvrir le logiciel **Régressi** pour tracer la courbe d'étalonnage.
Votre tableau doit ressembler à cela :

c	***A***
mol.L-1	
0	0
2E-5	Votre valeur
4E-5	Votre valeur
5E-5	Votre valeur
8E-5	Votre valeur
10E-5	Votre valeur

Q8 : Tracer la droite d'étalonnage. Modéliser cette droite.

Q9 : En déduire le coefficient d'extinction molaire de l'ion permanganate. Attention, veuillez à bien préciser sa valeur avec l'unité adéquate.

2. Mesure de la concentration dans l'eau de Dakin

Vous avez mesuré l'absorbance de l'eau de Dakin. Utiliser le réticule libre du graphe de Régressi pour déterminer la teneur en ion permanganate de l'eau de Dakin.

Q10 : En déduire la concentration massique en ion permanganate de l'eau de Dakin. Comparer à ce qu'indique le flacon commercial.