



TP n°2 : EFFICACITE DU DAKIN®

Thème 1 : Chimie minérale / Chapitre 1 : Quantité de matière

NOM :	Prénom :	NOTE :
-------	----------	--------

CONTEXTE

L'eau de Dakin® est un antiseptique liquide (solution aqueuse) possédant une couleur violette caractéristique due à la présence d'ions permanganate MnO_4^- . L'eau de Dakin® doit être conservée à l'abri de la lumière afin d'éviter une décomposition rapide et une perte d'efficacité de l'antiseptique. Cette décomposition entraîne une diminution de la quantité d'ions MnO_4^- dans la solution. Vous disposez d'un flacon d'eau de Dakin déjà entamé et vous vous posez la question de savoir si vous pouvez toujours l'utiliser ou si vous devez le jeter.

Le but de ce TP est de proposer un protocole adapté permettant de vérifier l'efficacité du flacon à disposition, puis de réaliser ce protocole.



DOCUMENTS A VOTRE DISPOSITION

Document 1 : Le permanganate de potassium

Le permanganate de potassium est un solide ionique de formule brute KMnO_4 qui a de multiples propriétés du fait de son caractère oxydant. A l'état solide, il se présente sous la forme de cristaux violets très foncés. Lorsqu'il est dissous dans l'eau, il forme une solution aqueuse violette plus ou moins foncée selon la concentration. C'est un composé sans odeur, et au goût amer.

Comme tous les oxydants puissants, il faut manipuler le permanganate de potassium avec précaution, l'inhalation, le contact prolongé avec la peau et l'ingestion des cristaux solides sont dangereux. En solution concentrée, il colore la peau et le linge en formant des taches violettes qui brunissent avec le temps et s'enlèvent difficilement. Par contre, en solution diluée, c'est un bon désinfectant. En pharmacie, dans des solutions pour les bains de bouche, des désinfectants pour les mains, le nettoyage des plaies, mais aussi dans des antiseptiques comme l'eau de Dakin.

Permanganate de potassium

KMnO_4 , $M=158,0$ g/mol



DANGER

H272 (S2): Peut aggraver un incendie ; comburant

H302: Nocif en cas d'ingestion

H410: Très toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme

P221: Prendre toutes précautions pour éviter de mélanger avec des matières combustibles.

P273: Éviter le rejet dans l'environnement

P280: Porter des gants de protection/des vêtements de protection/un équipement de protection des yeux/du visage

P501: Éliminer le contenu/récipient conformément à la réglementation locale/régionale/nationale/internationale.

N° CAS : 7722-64-7

Labo Avengers

N° CE : 231-760-3

Crédit: gratuite d'étiquette - <http://etiquette.sciencesmarte.net>

Document 2 : Etiquette d'une solution de Dakin



SOLUTE DE DAKIN STABILISE COOPER

COMPOSITION

Principes actifs

Hypochlorite de sodium0,500 g de chlore actif pour 100 mL

Principes non actifs

Permanganate de Potassium0,0010g pour 100 mL

Dihydrogénophosphate de sodium dihydratéExcipient

Eau purifiée.....Excipient

INDICATIONS THERAPEUTIQUES :

Antiseptique local préconisé dans l'antisepsie de la peau, des muqueuses et des plaies. Usage externe.

MODE D'EMPLOI

Posologie habituelle : en application cutanée sans dilution, soit en lavages, en bains locaux ou en irrigation, soit en compresses imbibées ou en pansements humides.

Les flacons doivent être conservés fermés dans des endroits frais et à l'abri de la lumière.

Une fois ouvert, la stabilité du soluté est réduite à deux mois.

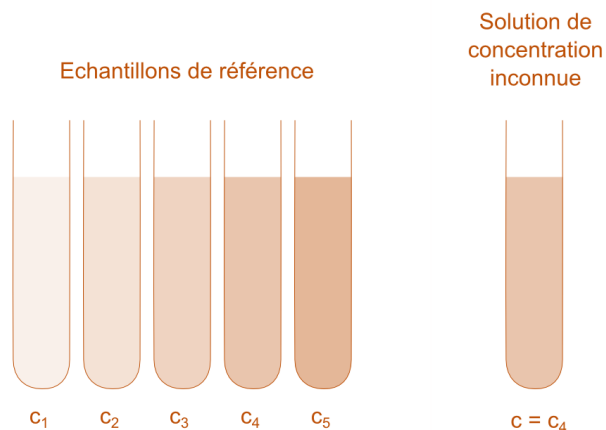
Document 3 : L'échelle de teinte

On peut évaluer la concentration d'une espèce chimique colorée dans une solution grâce à la couleur de cette solution. En effet, si nous préparons différentes solutions S_1 , S_2 , S_3 , S_4 , et S_5 de concentrations respectives C_1 , C_2 , C_3 , C_4 , et C_5 connues par dilution, à partir d'une seule solution mère S_0 (de concentration C_0) contenant la même espèce chimique colorée, nous réalisons ce que l'on appelle une « échelle de teinte ». En comparant les couleurs de ces différentes solutions avec la couleur de la solution colorée S de concentration inconnue, nous pourrions alors déterminer un encadrement pour la concentration C de cette solution.

Par exemple, si la couleur de la solution S est plus foncée que la solution S_2 mais moins que la solution S_1 , alors la concentration C de la solution S sera comprise entre celle de la solution S_1 et celle de la solution S_2 : $C_1 < C < C_2$.

Pour aller plus loin :

Afin d'être plus précis qu'un simple encadrement, il est possible de mesurer l'absorbance de chacune de ces solutions, ainsi que celle du flacon considéré. Ces mesures permettent de réaliser une droite d'étalonnage qui permet de déterminer la concentration du soluté considéré dans le flacon.

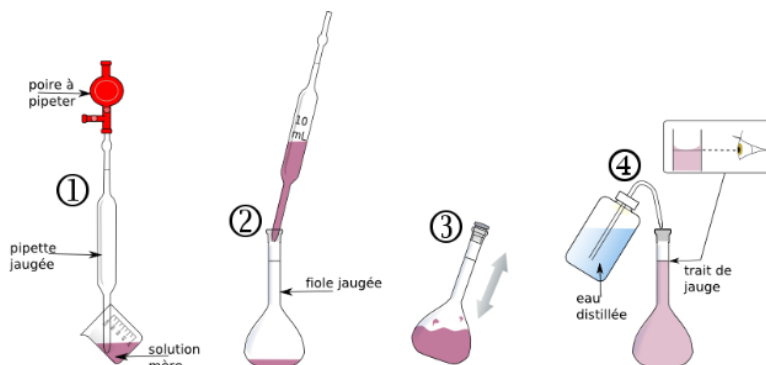


Document 4 : la dilution

Principe : l'objectif d'une dilution consiste dans la diminution de la concentration du (des) soluté(s) d'une solution. Pour cela, un volume de solvant (souvent de l'eau distillée) est ajouté à un volume précis de la solution initiale, appelée solution mère.

Protocole :

- prélever un volume V_0 de la solution mère de concentration C_0 à l'aide d'une pipette jaugée d'un volume V_0 et d'un système de pipetage ;
- verser ce volume V_0 dans une fiole jaugée dont le volume correspond au volume V_{fille} de la solution fille souhaitée ;
- ajouter de l'eau distillée jusqu'au tiers environ de la fiole puis, agiter jusqu'à homogénéisation de la solution.
- compléter avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge de la fiole puis, agiter une nouvelle fois jusqu'à homogénéisation de la solution.



Concentration C_{fille} de la solution fille ainsi obtenue :

$$C_{fille} = \frac{C_0 \cdot V_0}{V_{fille}} \quad \text{ou} \quad C_{fille} = \frac{C_0 \cdot V_{pipette}}{V_{fiole}}$$

Matériel mis à disposition du candidat

- une calculatrice type « collège » ou un ordinateur avec fonction « calculatrice »
- une solution mère S_0 de permanganate de potassium de concentration en quantité de matière en ions permanganate MnO_4^- : $C_0 = 2,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$
- un flacon d'eau de Dakin entamé
- une pissette d'eau distillée
- des pipettes jaugées de 2,0 mL, 5,0 mL, et 10,0 mL
- une fiole jaugée de 50,0 mL et une fiole jaugée de 100,0 mL
- deux burettes graduées de 25,0 mL munies d'un entonnoir
- six tubes à essai posés sur un portoir
- un bécher de 100 mL
- deux pipettes en plastique souple
- spectrophotomètre

1. Selon les informations sur l'étiquette :

a. Calculez la concentration en masse de permanganate de potassium $C_{m,Dakin}$ dans l'eau de Dakin.

Par définition de la concentration en masse :

$$C_{m,Dakin} = \frac{m(KMnO_4)}{V}$$

D'après l'étiquette du document 2, le Dakin contient une masse de 0,0010 g de permanganate de potassium pour 100 mL de solution. On peut donc écrire :

$$\begin{aligned} \text{AN : } C_{m,Dakin} &= \frac{0,0010}{100 \cdot 10^{-3}} \\ \Rightarrow C_{m,Dakin} &= 1,00 \cdot 10^{-2} \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \end{aligned}$$

La concentration en masse de permanganate de potassium dans l'eau de Dakin est donc de $1,00 \cdot 10^{-2} \text{ g/L}$.

- b. Quelle est alors la concentration en quantité de matière de permanganate de potassium C_{Dakin} dans l'eau de Dakin.

Par définition de la concentration en masse :

$$\begin{aligned} C_{m,Dakin} &= C_{Dakin} \cdot M(KMnO_4) \Leftrightarrow C_{Dakin} = \frac{C_{m,Dakin}}{M(KMnO_4)} \\ \text{AN : } C_{Dakin} &= \frac{1,00 \cdot 10^{-2}}{158,0} \\ \Rightarrow C_{Dakin} &= 6,33 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \end{aligned}$$

La concentration en masse de permanganate de potassium dans l'eau de Dakin est donc de $6,33 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L}$.

2. Rappeler les consignes de sécurité à respecter lors de la manipulation du permanganate de potassium.

Lors de la manipulation du permanganate de potassium, il est important de porter des vêtements de protection (blouse), des lunettes de protection ainsi que des gants de protection (voir étiquette du doc.1).

3. Pour vérifier grossièrement ces informations (nous verrons bientôt une méthode plus précise), nous souhaitons réaliser une échelle de teinte de 5 solutions S_1 , S_2 , S_3 , S_4 , et S_5 de volume $V_0 = 25,0 \text{ mL}$ par dilution à partir d'une solution mère de concentration $C_0 = 2,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

- a. Quels sont les critères à respecter pour choisir la concentration de ces 5 solutions filles de manière à pouvoir encadrer la concentration de la solution de Dakin ?

Pour pouvoir encadrer la concentration de la solution de Dakin, parmi les 5 solutions préparées, il faudra en préparer certaines d'une concentration inférieure à celle du Dakin et d'autres d'une concentration supérieure.

- b. Nous choisirons les concentrations suivantes : $C_1 = 4,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$; $C_2 = 5,6 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$; $C_3 = 6,4 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$; $C_4 = 7,2 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$; $C_5 = 8,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

- i. Pour chacune de ces 5 solutions, calculez le volume de solution S_0 que vous devrez prélever.

Lors d'une dilution, la quantité de matière de soluté ne varie pas. Dans ce cas :

$$\begin{aligned} n_{\text{mère}}(KMnO_4) &= n_{\text{fille}}(KMnO_4) \\ \Rightarrow C_{\text{mère}}(KMnO_4) \cdot V_{\text{mère}} &= C_{\text{fille}}(KMnO_4) \cdot V_{\text{fille}} \end{aligned}$$

Avec les notations de l'énoncé :

$$\begin{aligned} C_0 \cdot V_{\text{mère}} &= C \cdot V_0 \\ \Rightarrow V_{\text{mère}} &= \frac{C \cdot V_0}{C_0} \end{aligned}$$

Solution S₁ :

$$V_{\text{mère},1} = \frac{C_1 \cdot V_0}{C_0}$$

$$\text{AN : } V_{\text{mère},1} = \frac{4,0 \cdot 10^{-5} \times 25,0 \cdot 10^{-3}}{2,0 \cdot 10^{-4}} \Rightarrow \boxed{V_{\text{mère},1} = 5,0 \cdot 10^{-3} \text{ L ou } 5,0 \text{ mL}}$$

Pour préparer cette solution, je devrais donc prélever un volume de solution mère de 5,0 mL.

Solution S₂ :

$$V_{\text{mère},2} = \frac{C_2 \cdot V_0}{C_0}$$

$$\text{AN : } V_{\text{mère},1} = \frac{5,6 \cdot 10^{-5} \times 25,0 \cdot 10^{-3}}{2,0 \cdot 10^{-4}} \Rightarrow \boxed{V_{\text{mère},2} = 7,0 \cdot 10^{-3} \text{ L ou } 7,0 \text{ mL}}$$

Pour préparer cette solution, je devrais donc prélever un volume de solution mère de 7,0 mL.

Solution S₃ :

$$V_{\text{mère},3} = \frac{C_3 \cdot V_0}{C_0}$$

$$\text{AN : } V_{\text{mère},1} = \frac{6,4 \cdot 10^{-5} \times 25,0 \cdot 10^{-3}}{2,0 \cdot 10^{-4}} \Rightarrow \boxed{V_{\text{mère},3} = 8,0 \cdot 10^{-3} \text{ L ou } 8,0 \text{ mL}}$$

Pour préparer cette solution, je devrais donc prélever un volume de solution mère de 8,0 mL.

Solution S₄ :

$$V_{\text{mère},4} = \frac{C_4 \cdot V_0}{C_0}$$

$$\text{AN : } V_{\text{mère},1} = \frac{7,2 \cdot 10^{-5} \times 25,0 \cdot 10^{-3}}{2,0 \cdot 10^{-4}} \Rightarrow \boxed{V_{\text{mère},4} = 9,0 \cdot 10^{-3} \text{ L ou } 9,0 \text{ mL}}$$

Pour préparer cette solution, je devrais donc prélever un volume de solution mère de 9,0 mL.

Solution S₅ :

$$V_{\text{mère},5} = \frac{C_5 \cdot V_0}{C_0}$$

$$\text{AN : } V_{\text{mère},1} = \frac{8,0 \cdot 10^{-5} \times 25,0 \cdot 10^{-3}}{2,0 \cdot 10^{-4}} \Rightarrow \boxed{V_{\text{mère},4} = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ L ou } 10 \text{ mL}}$$

Pour préparer cette solution, je devrais donc prélever un volume de solution mère de 10 mL.

ii. Donnez le protocole permettant de préparer la solution S₁

- Prélever un volume de 5,0 mL de la solution mère de permanganate de potassium à l'aide d'une pipette jaugée de 5,0 mL ;
- Transvaser ce volume dans une fiole jaugée de 25,0 mL ;
- Compléter la fiole jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée ;
- Agiter pour homogénéiser la solution préparée.

iii. Pour les solutions S₁ et S₅, nous choisirons de prélever le volume de solution S₀ à l'aide d'une pipette jaugée tandis que pour les solutions S₂, S₃ et S₄, nous choisirons d'utiliser une burette graduée. Expliquez ce choix et trouvez une alternative à la burette.

Ce choix permet simplement de préparer plusieurs dilutions en un temps plus court. L'inconvénient est que l'on perd de la précision.

L'alternative à la burette graduée est la pipette graduée qui est plus précise que la burette graduée mais elle est moins précise que la pipette jaugée et ne permet pas forcément de gagner du temps par rapport à cette dernière. Cette alternative n'est donc pas utile dans notre cas.

- c. Si les informations de l'étiquette sont correctes, la teinte de l'eau de Dakin se rapprocherait le plus de quelles solutions (citez-en deux).

$$C_2 < C_{\text{Dakin}} < C_3 \text{ car } 5,6 \cdot 10^{-5} < 6,33 \cdot 10^{-5} < 6,4 \cdot 10^{-5}$$

TRAVAIL A EFFECTUER

1. Protocole de préparation de l'échelle de teinte (20 minutes conseillées)

Proposer un protocole expérimental permettant de déterminer la concentration en quantité de matière des ions permanganate MnO_4^- dans le flacon d'eau de Dakin.

- Préparer par dilution d'une solution mère une échelle de teinte avec 5 solutions dont certaines sont inférieures à la concentration théorique en ions permanganate dans le Dakin et d'autres sont supérieures.
- Comparer la couleur (ou pour être plus précis, l'absorbance) de la solution de Dakin avec ces 5 solution pour trouver un encadrement ;

Une autre façon plus précise que l'encadrement consiste à :

- mesurer l'absorbance de ces 5 solutions filles ;
- réaliser une droite d'étalonnage $A = f(C)$ à l'aide de ces mesures ;
- mesurer l'absorbance de la solution de Dakin ;
- reporter sa valeur sur la droite d'étalonnage ;
- réaliser le projeté orthogonal à partir de la droite permettant de déterminer la concentration en ions permanganate dans la solution de Dakin.

APPEL n°1



Appeler le professeur pour lui présenter le protocole ou en cas de difficulté



Réaliser par dilution deux solutions parmi les cinq proposées à la question 3.b.

2. Adaptation du protocole au matériel disponible et réalisation de l'échelle de teinte (20 minutes conseillées).

Compte tenu du matériel mis à votre disposition, comment serait-il possible de préparer les trois autres solutions de l'échelle de teinte en un temps beaucoup plus court que la préparation précédente ?

Pour être plus rapide (et aussi parce que des pipettes jaugées de 7,0, 8,0 et 9,0 mL n'existent pas), nous pourrions prélever la solution mère à l'aide d'une éprouvette graduée et compléter à l'eau distillée à l'aide d'une burette graduée.

APPEL n°2



Appeler le professeur pour lui présenter le protocole modifié ou en cas de difficulté



Préparer les trois solutions restantes de l'échelle de teinte.

3. Donner un encadrement de la concentration (20 minutes conseillées).

Comparer visuellement la concentration du flacon de Dakin à celles de l'échelle de teinte et conclure.

Visuellement, la teinte du Dakin est plus claire que la solution S_2 et légèrement plus foncée que la solution S_3 . La concentration en ions permanganate dans la solution de Dakin est donc comprise entre ces deux solutions, bien que plus proche de la solution S_3 : $C_2 < C_{\text{Dakin}} < C_3$

Cela correspond donc bien à ce qui est indiqué sur l'étiquette ($0,0010\text{g}$ pour 100 mL ou $6,33 \cdot 10^{-5}\text{ mol/L}$)

Pour plus de précision, mesurer l'absorbance des 5 solutions étalons. Ensuite, réaliser une droite d'étalonnage, puis mesurer et reporter la valeur de l'absorbance de la solution de Dakin sur cette droite. Quelle est alors la concentration du flacon de Dakin en ions permanganate de potassium ?

La valeur de l'absorbance pour les 5 solutions est donnée ci-dessous :

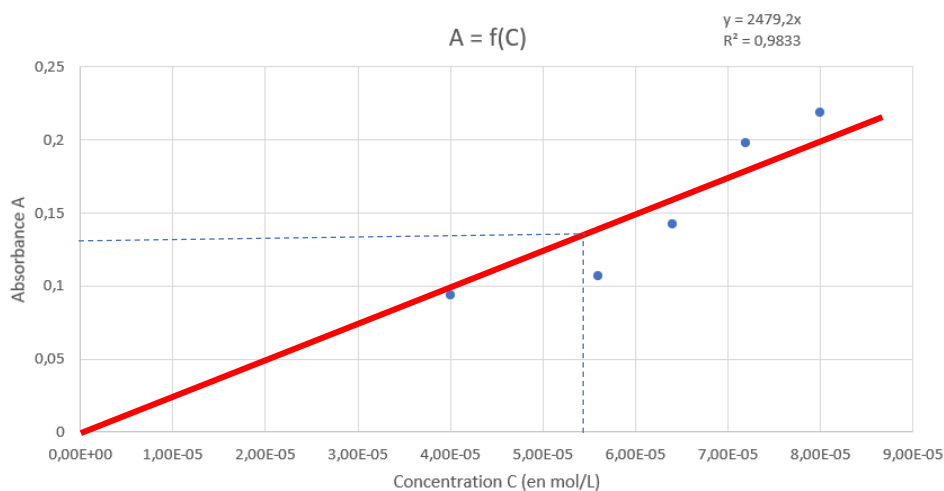
- $A_1 = 0.094$
- $A_2 = 0.107$
- $A_3 = 0.142$
- $A_4 = 0.198$
- $A_5 = 0.219$

La valeur de l'absorbance pour la solution de Dakin est de $A_{\text{Dakin}} = 0,132$.

Par lecture graphique, la concentration du Dakin est donc d'environ $5,4 \cdot 10^{-5}\text{ mol/L}$.

Cette valeur n'est pas satisfaisante car elle se base sur les 5 solutions dont la préparation n'a pas été optimale. En effet, on peut se rendre compte sur le graphique que la droite moyenne passe assez loin des points.

Si ces solutions avaient été bien préparées, ou si l'absorbance avait été bien mesurée, nous aurions dû obtenir une droite (fonction linéaire) plus nette.



APPEL n°3



Appeler le professeur pour lui présenter la comparaison ou en cas de difficulté



Défaire le montage et ranger la paillasse avant de quitter la salle.