



TP n°1 : DU PERMANGANATE DE POTASSIUM CONTRE LE CHOLERA

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

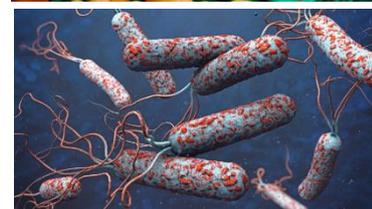
NOM :	Prénom :	NOTE :
-------	----------	--------

CONTEXTE

Vous êtes étudiant en chimie et vous venez de vous engager dans une ONG. Votre mission consiste à trouver un moyen pour aider les populations déplacées par les conflits à utiliser l'eau avec le moins de désagréments possible dont le plus l'un des plus dangereux est le choléra.

Vos recherches portent sur le permanganate de potassium et vous devrez montrer comment préparer des solutions qui permettent de désinfecter les fruits et légumes. Des pastilles d'eau de Javel seront réservées à la désinfection des eaux de boisson.

Le but de ce TP est de proposer un protocole adapté pour préparer la solution adaptée, puis de réaliser ce protocole.



Bactéries *Vibrio cholerae*

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. Sa masse molaire est $M(\text{KMnO}_4) = 158,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.



Permanganate de potassium

KMnO_4 , $M=158,0 \text{ g/mol}$



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: grande-étiquette - <http://netquels.com/chemie/2010/01/01/permanganate-de-potassium/>

Document 2 : le permanganate de potassium : produit miracle ?

En solution diluée le permanganate de potassium KMnO_4 est utilisé pour le traitement de l'eau, notamment pour oxyder le fer et le manganèse dans les eaux souterraines. C'est aussi un désinfectant à 0,25 g par litre, utilisé pour laver les légumes dans les pays tropicaux. Dans les procédés de traitement des eaux potables, il peut être utilisé mais nécessite des filtres d'élimination de dioxyde de manganèse MnO_2 formé. De plus, la couleur et le goût amer du permanganate font que les procédés à l'ozone et aux UV lui sont préférés.





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, on peut le trouver sous forme de sachets de 0,25 g qui, dilués dans 1 L d'eau, forment une solution pour les bains de bouche, un désinfectant pour les mains, le nettoyage des plaies. On trouve également le permanganate de potassium dans l'eau de Dakin

Document 3 : Prévention contre le choléra

Le choléra se transmet généralement par l'eau ou les aliments contaminés. Des épidémies peuvent se produire dans n'importe quelle partie du monde où l'approvisionnement en eau, l'assainissement, ou la sécurité sanitaire des aliments et l'hygiène sont insuffisants.

Quelques consignes pour éviter le choléra :

- ne boire que de l'eau bouillante ou traitée au chlore ou à l'iode.
- tous les légumes doivent être cuits correctement.
- éviter les salades.
- éviter les aliments et les boissons vendus dans la rue.
- vérifier les systèmes d'assainissement et de purification de l'eau.
- fruits et légumes doivent être lavés avec une solution de permanganate de potassium dont la concentration en masse en ions permanganate est de $C_m = 0.25 \text{ g.L}^{-1}$.



Partie d'une affiche de prévention de l'UNICEF

Document 4 : Incertitude absolue U et incertitude relative u

L'incertitude relative sur une grandeur mesurée M est définie comme le rapport entre l'incertitude absolue U(M) sur la grandeur M et la grandeur M elle-même et est égale à :

$$\frac{U(M)}{M} \cdot 100$$

L'incertitude relative est sans unité et s'exprime en pourcents dans le cas de la formule ci-dessus.

Matériel mis à disposition du candidat

- une calculatrice type « collègue » ou un ordinateur avec fonction « calculatrice »
- du permanganate de potassium solide $\text{KMnO}_4(\text{s})$:
- une pissette d'eau distillée
- une balance dont la précision est indiquée
- un sabot de pesée
- une spatule
- des fioles jaugées de 50,0 mL, 100,0 mL et 200,0 mL munies d'un bouchon
- des pipettes jaugées de 5,0 mL, 10,0 mL et 25,0 mL
- un système de pipetage adapté
- trois béchers de 100 mL
- deux pipettes en plastique souple
- solution témoin de permanganate de potassium de concentration en masse $C_m = 0,25 \text{ g.L}^{-1}$

QUESTIONS PRELIMINAIRES

A réaliser pendant le TD précédent

1. A l'aide des documents, expliquer brièvement pourquoi l'utilisation du permanganate de potassium ne peut être qu'une solution d'urgence et pourquoi elle n'est pas utilisée pour l'eau de boisson.

Comme indiqué dans le document 2 : « 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 ».

L'utilisation du permanganate de potassium peut donc s'avérer dangereuse, surtout en solution concentrée. Son goût amer et sa toxicité expliquent qu'elle n'est pas utilisée en eau de boisson.

Pourtant, en solution diluée, c'est un bon désinfectant qui peut être utilisé sur certains aliments pour éviter de contracter certaines maladies comme le choléra.

2. Indiquer la concentration en masse de la solution de permanganate de potassium utilisée pour désinfecter les fruits et légumes et préciser les conséquences possibles d'un écart de concentration.

Comme indiqué dans les documents 2 et 3, pour désinfecter les fruits, il faut que la concentration en masse de la solution de permanganate de potassium soit de 0.25 g/L. Si cette concentration est moins élevée, cela désinfectera moins bien et il y a un risque de contracter le choléra. Dans le cas inverse, la solution pourra s'avérer trop toxique pour notre organisme.

3. Préciser les consignes de sécurité à appliquer lors de cette manipulation

Comme indiqué sur l'étiquette du document 1, il est nécessaire de porter des vêtements de protection (blouse), des lunettes de protection, ainsi que des gants de protection.

4. Calculez la masse molaire $M(\text{KMnO}_4)$ du permanganate de potassium à l'aide des masses molaires atomiques.

$$M(\text{KMnO}_4) = M(\text{K}) + M(\text{Mn}) + 4M(\text{O})$$
$$\text{AN: } M(\text{KMnO}_4) = 39,10 + 54,94 + 4 \times 16,00$$

$$M(\text{KMnO}_4) = 158,04 \text{ g. mol}^{-1}$$

La masse molaire du permanganate de potassium est donc de 158,04 g/mol.

5. Donnez la structure électronique de l'atome de potassium ${}_{19}^{39}\text{K}$.

L'atome de potassium comporte 19 électrons organisés selon la configuration suivante : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$

6. En déduire l'ion qui est formé par l'atome de potassium. Justifiez votre réponse.

Pour être stable, un atome doit voir sa couche de valence être saturée, à l'instar des gaz rares. Pour avoir la même configuration électronique que l'argon, l'atome de potassium doit donc perdre un électron. Il formera alors le cation K^+ .

7. Ecrivez l'équation de la réaction de dissolution du permanganate de potassium KMnO_4 .



8. Rappelez la définition d'une solution aqueuse.

Une solution aqueuse est une solution (soluté(s) + solvant) dont le solvant est l'eau.

9. Quelles sont les entités chimiques contenues dans une solution aqueuse de permanganate de potassium KMnO_4 ?

En m'aidant des réponses aux questions 7 et 8, une solution aqueuse de permanganate de potassium contient donc les entités suivantes : $\text{K}^+_{(\text{aq})}$, $\text{MnO}_4^-_{(\text{aq})}$, et $\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$

10. Vous devez préparer 50,0 mL d'une solution aqueuse de permanganate de potassium KMnO_4 de concentration en masse $C_m(\text{KMnO}_4) = 0,25 \text{ g.L}^{-1}$.

a. Quelle masse $m(\text{KMnO}_4)$ de permanganate de potassium devez-vous prélever ? (expression littérale puis application numérique)

Par définition de la concentration en masse : $C_m = \frac{m}{V} \Rightarrow m(\text{KMnO}_4) = C_m(\text{KMnO}_4) \cdot V$

AN : $m(\text{KMnO}_4) = 0,25 \times 50,0 \cdot 10^{-3}$

$\Rightarrow m(\text{KMnO}_4) = 13 \text{ mg}$

La masse de permanganate de potassium qu'il faut prélever pour préparer 50,0 mL de cette solution est donc de 13 mg.

b. Ecrivez le protocole de cette dissolution.

Protocole de dissolution :

- peser 13 mg de permanganate de potassium à l'aide d'une balance, d'une spatule et d'un sabot de pesée ;
- transvaser (sans perte) l'échantillon dans une fiole jaugée de 50,0 mL ;
- remplir la fiole avec de l'eau distillée jusqu'aux 2/3 du volume de la fiole ;
- agiter la fiole pour dissoudre la totalité du permanganate de potassium ;
- remplir la fiole jusqu'au trait de jauge (bas du ménisque sur le trait de jauge) ;
- agiter pour homogénéiser la solution.

c. Vous disposez de d'une balance dont la précision est de 0,1 g et d'une autre balance dont la précision est de 0,01 g. Pouvez-vous utiliser indifféremment une des deux balances ? Justifiez.

Pour peser 13 mg (ou 0,013g) de permanganate de potassium, on aura besoin d'une balance très précise. Celle dont la précision est de 0,1 g (100 mg) n'est clairement pas assez précise pour ce que l'on veut prélever. Quant à celle dont la précision est de 0,01 g, elle ne l'est pas non plus assez car elle ne nous permet pas de prélever 0,013 g mais seulement 0,01 g ou 0,02 g. Il nous faudra donc trouver un autre moyen pour être plus précis.

11. Quelle est la quantité de matière en soluté de la solution préparée.

Par définition de la quantité de matière : $n = \frac{m}{M} \Rightarrow n(\text{KMnO}_4) = \frac{m(\text{KMnO}_4)}{M(\text{KMnO}_4)}$

AN : $n(\text{KMnO}_4) = \frac{0,013}{158,04}$

$\Rightarrow n(\text{KMnO}_4) = 8,2 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$

La quantité de matière de permanganate de potassium de la solution préparée est donc de $8,2 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$.

TRAVAIL A EFFECTUER

1. Protocole de préparation de la solution (10 minutes conseillées)

Vous souhaitez préparer, par dissolution, 50,0 mL d'une solution S_1 de permanganate de potassium destinée au lavage des fruits et légumes. Indiquer le protocole pour préparer cette solution.

Protocole de dissolution :

- peser 13 mg de permanganate de potassium à l'aide d'une balance, d'une spatule et d'un sabot de pesée ;
- transvaser (sans perte) l'échantillon dans une fiole jaugée de 50,0 mL ;
- remplir la fiole avec de l'eau distillée jusqu'aux 2/3 du volume de la fiole ;
- agiter la fiole pour dissoudre la totalité du permanganate de potassium ;
- remplir la fiole jusqu'au trait de jauge (bas du ménisque sur le trait de jauge) ;
- agiter pour homogénéiser la solution.

Préciser la masse de permanganate de potassium à peser : $m(KMnO_4) = 0,013 \text{ g}$

APPEL n°2



Appeler le professeur pour lui présenter les réponses ou en cas de difficulté



2. Adaptation du protocole au matériel disponible (20 minutes conseillées).

Compte tenu du matériel mis à votre disposition, vous paraît-il possible de réaliser directement cette solution avec une précision correcte ? Justifier.

Les balances dont nous disposons n'étant pas précises à 0,001g (elles le sont à 0,01 g), il n'est donc pas possible de réaliser directement cette solution avec une précision correcte.

Etant donné qu'il est indispensable de préparer une solution de concentration relativement proche de la concentration préconisée, proposer un nouveau protocole, adapté au matériel disponible afin de préparer cette solution S_2 .

Au lieu de préparer 50,0 mL de solution, nous préparerons donc 200,0 mL de solution car nous disposons d'une fiole jaugée de 200,0 mL. Cela nous permettra de prélever 0,050 g de permanganate de potassium.

Si nous disposions d'un volume encore plus grand, cela aurait été encore mieux.

Nouveau protocole de dissolution :

- peser 50 mg de permanganate de potassium à l'aide d'une balance, d'une spatule et d'un sabot de pesée ;
- transvaser (sans perte) l'échantillon dans une fiole jaugée de 200,0 mL ;
- remplir la fiole avec de l'eau distillée jusqu'aux 2/3 du volume de la fiole ;
- agiter la fiole pour dissoudre la totalité du permanganate de potassium ;
- remplir la fiole jusqu'au trait de jauge (bas du ménisque sur le trait de jauge) ;
- agiter pour homogénéiser la solution.

APPEL n°3



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



3. Réaliser la solution (30 minutes conseillées).

Réaliser la solution à l'aide du matériel à disposition.

Afin de vérifier que la solution soit bien la solution souhaitée, comparer visuellement, puis par mesure d'absorbance la concentration à celle de la solution témoin et concluez.

La réponse dépend de votre solution.

Exemple de réponse :

La couleur de la solution préparée est sensiblement la même que celle de la solution témoin.

L'absorbance de la solution préparée est de 2,55 alors que celle de la solution témoin est de 2,28.

Le calcul d'écart relatif est donc de :

$$\varepsilon = \left| \frac{A_{\text{exp}} - A_{\text{réf}}}{A_{\text{réf}}} \right|$$

$$\text{AN : } \varepsilon = \left| \frac{2,55 - 2,28}{2,28} \right|$$

$$\varepsilon = 0,118 \text{ ou } 11,8\%$$

L'écart relatif entre ma solution et la solution témoin est supérieur à 5%, ce qui n'est pas négligeable. La concentration de ma solution n'est donc pas idéale mais la balance et la fiole mises à disposition ne me permettait pas d'être plus précis.

Afin d'être plus précis, il aurait fallu que je dispose soit d'une balance précise à 0,001 g, soit que le volume de la fiole soit plus important (ou les deux).

APPEL n°4



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



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

TRAVAIL POST TP :

1. Récoltez la valeur de l'absorbance des différents groupes de TP.
2. Représenter l'histogramme associé à ces valeurs à l'aide d'un tableur.
3. Evaluer la dispersion de ces valeurs.
4. Calculer l'incertitude-type (de type A) de ces valeurs indépendantes puis écrire le résultat de l'absorbance.
5. Ce résultat est-il en adéquation avec l'absorbance de la solution témoin ?