

CLASSE : Première

E3C : ☐ E3C1 ☒ E3C2 ☐ E3C3

VOIE : ☒ Générale

ENSEIGNEMENT : physique-chimie

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 1 h

CALCULATRICE AUTORISÉE : ☒ Oui ☐ Non

Teneur en fer d'un produit phytosanitaire (10 points)

1

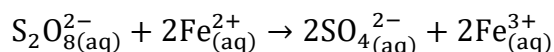
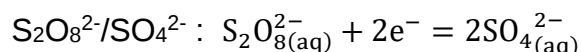
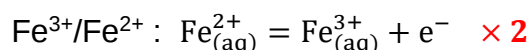
1.1

Fe^{2+} est un réducteur. $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ est un oxydant. Quand on mélange des ions Fe^{2+} et des ions peroxodisulfate $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ il se produit une réaction d'oxydoréduction.

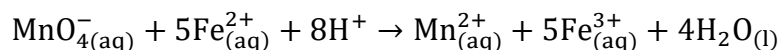
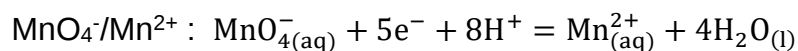
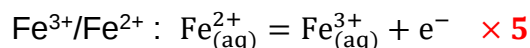
Fe^{2+} est un réducteur. MnO_4^- est un oxydant. Quand on mélange des ions Fe^{2+} et des ions permanganate MnO_4^- il se produit une réaction d'oxydoréduction.

1.2

Equations des réactions entre les ions Fe^{2+} et les ions $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$:

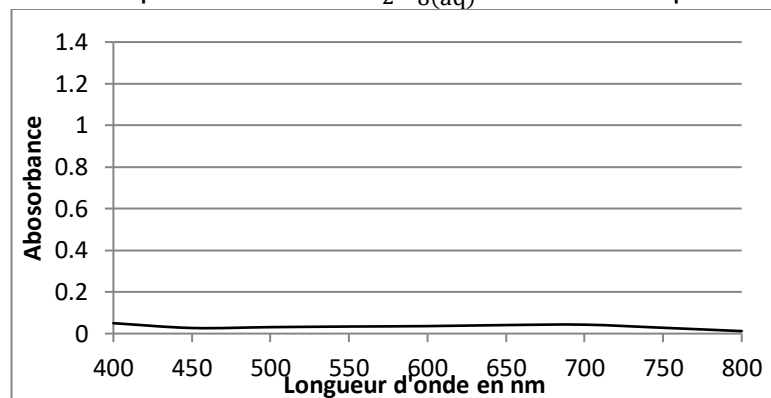


Equations des réactions entre les ions Fe^{2+} et les ions MnO_4^- :



1.3

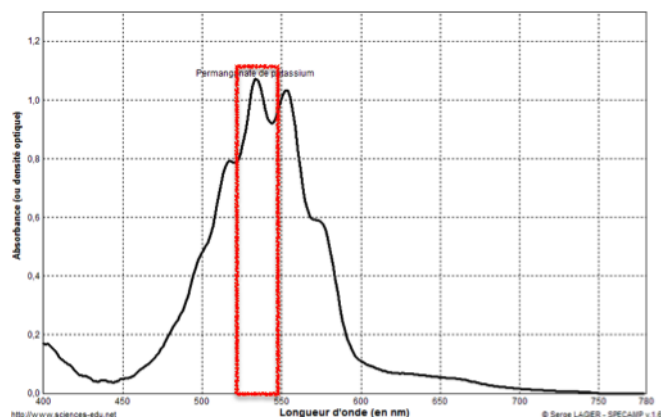
Les ions peroxodisulfate $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ n'absorbent quasiment pas dans le visible : Ils ont incolore.



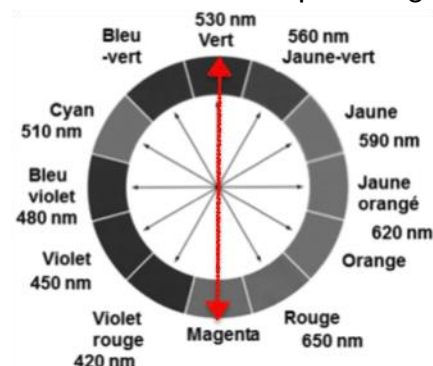
Equations des réactions entre les ions Fe^{2+} et les ions $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$:	$\text{S}_2\text{O}_8^{2-}(\text{aq})$	$+2\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$	$\rightarrow 2\text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$	$+2\text{Fe}^{3+}(\text{aq})$
Couleur	incolore	Vert à peine perceptible	incolore	Rouille à peine perceptible

Lors de la réaction entre les ions Fe^{2+} et les ions $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$, aucun changement de couleur n'est perceptible.

Les ions permanganate MnO_4^- absorbent autour de 530 nm.



La couleur des ions permanganate MnO_4^- est la couleur complémentaire : Magenta



Equations des réactions entre les ions Fe^{2+} et les ions MnO_4^-	$\text{MnO}_4^-(\text{aq})$	$+5\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$	$+8\text{H}^+$	$\rightarrow \text{Mn}^{2+}(\text{aq})$	$+5\text{Fe}^{3+}(\text{aq})$	$+4\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
Couleur	Magenta	Vert à peine perceptible	incolore	incolore	Rouille à peine perceptible	incolore

Les ions permanganate sont les seuls à être colorés. Lors d'un titrage, le changement de couleur due à leur présence est perceptible. L'équivalence pourra être repéré grâce au changement de couleur.

Ainsi, il est plus judicieux de choisir la solution de permanganate de potassium pour réaliser le titrage des ions ferreux contenus dans le produit phytosanitaire.

1.4

On atteint l'équivalence, lorsqu'on a réalisé un mélange stœchiométrique des deux réactifs qui sont alors totalement consommés.

A l'équivalence, il y a changement du réactif limitant.

2.

2.1

Pour prélever le volume de la solution mère, on utilise une pipette jaugée. Le volume de la solution fille est celui de la fiole jaugée.

On dilue 5 fois la solution S_0 pour obtenir une solution S_1 .

Le volume V_1 de la solution fille est 5 fois plus grand que le volume V_0 prélevé de la solution mère : $V_1 = 5 V_0$

Ainsi il faut une fiole jaugée de volume 5 fois supérieur à celui de la pipette jaugée :

On choisit donc une pipette jaugée de 10,0 mL et une fiole jaugée de 50,0 mL et un bécher pour verser la solution mère pour le prélèvement.

Protocole :

- Verser dans un bécher la solution mère
- Prélever à l'aide d'une pipette jaugée 10,0 mL
- Introduire ce volume dans une fiole jaugée de 50,0 mL
- Compléter jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée
- Homogénéiser la solution

2.2

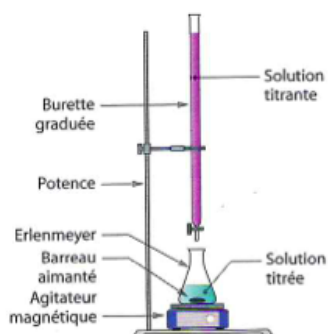
Certaines verreries associées à des capacités notées 100 mL, 50 mL, 10 mL, sont moins précises que d'autres à des capacités de 100,0 mL, 50,0 mL, 10,0 mL.

2.3

2.3.1

On prend une pipette jaugée de 10,0 mL pour prélever.

2.3.2



3.

3.1

3.1.1

Calculons la valeur moyenne :

$$V_E = \frac{11,0 + 10,6 + 10,4 + 10,6 + 10,8 + 10,5 + 10,7 + 10,9 + 11,2 + 11,0}{10}$$

$$V_E = 10,77 \text{ mL}$$

Exprimons ce résultat avec l'incertitude :

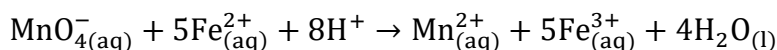
$$V_E = 10,77 \pm 0,080 \text{ mL}$$

3.1.2

L'incertitude de type B. Incertitude estimée à partir des incertitudes sur les instruments et les solutions utilisées.

3.1.3

Déterminer la teneur en masse : déterminer le pourcentage massique.



A l'équivalence :

$$\frac{n_{\text{Fe}^{2+}}^i}{5} = \frac{n_{\text{MnO}_4^-}^{\text{eq}}}{1}$$
$$n_{\text{Fe}^{2+}}^i = 5 \times n_{\text{MnO}_4^-}^{\text{eq}}$$

$$\text{Or } n = c \times V \text{ et } n = \frac{m}{M}$$

$$\frac{m_{\text{Fe}^{2+}}}{M_{\text{Fe}^{2+}}} = 5 \times [\text{MnO}_4^-] \times V_E$$

$$m_{\text{Fe}^{2+}} = 5 \times [\text{MnO}_4^-] \times V_E \times M_{\text{Fe}^{2+}}$$

$$m_{\text{Fe}^{2+}} = 5 \times \left(\frac{0,10}{5} \right) \times 10,77 \cdot 10^{-3} \times 56,0 = 0,060 \text{ g}$$

Cette masse est celle contenue dans les 10,0 mL dosés.

0,060 g	10,0 mL
m	1,0 L

$$m = \frac{1,0 \times 0,060}{10,0 \times 10^{-3}}$$

$$m = 6,0 \text{ g}$$

Soit une masse de 6,0 g dans un litre.

Dans la question 2.3 : « on dissout 100,0 g de produit dans de l'eau et on complète avec de l'eau de façon à obtenir 1,0 L de solution. » Ainsi $m_{\text{Totale}} = 100,0 \text{ g}$.

Calculons la teneur ou le pourcentage massique :

$$P = \frac{m}{m_{\text{Totale}}}$$

$$P = \frac{6,0}{100,0} = 0,060 = 6,0\%$$

Le résultat correspond à l'indication de l'emballage.

3.2

Pour réaliser un titrage par spectrophotométrie, il faut que :

- L'ion Fe^{2+} ai un spectre $A=f(\lambda)$ qui présente un maximum d'absorption dans le domaine UV-visible. D'après le tableau des données, l'ion Fe^{2+} est de couleur vert à peine perceptible. Cette condition est vérifiée.
- Que l'ion Fe^{2+} soit le seul qui absorbe pour cette longueur d'onde dans le mélange.

Si ces conditions sont réunies, un titrage par spectrophotométrie peut être adapté au contrôle de la teneur en fer du produit phytosanitaire indiquée sur l'emballage.