

TP de Chimie (Chapitre CTM3) : Titration colorimétrique d'une solution anti-chlorose



Un jardinier traite la chlorose de ses végétaux en utilisant un produit dont il a malencontreusement arraché l'étiquette. Il souhaite continuer à utiliser ce produit. Il demande donc à un laboratoire de déterminer la concentration en masse en ion fer (II) de ce produit de traitement.

Document N°1/ La chlorose des végétaux

La chlorose des végétaux est une décoloration plus ou moins prononcée des feuilles, due à un manque de chlorophylle. Le manque de chlorophylle peut provenir d'une insuffisance en fer. Une des conséquences de la chlorose ferrique des végétaux est la diminution de la qualité des fruits. Dans le commerce, on trouve des solutions dites « anti-chlorose » riches en ions fer (II) qu'il convient de pulvériser directement sur les plantes et les sols.

Le tableau ci-contre présente quelques produits anti-chlorose.

Nom du produit commercial	Teneur en ions fer (II) ($\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$)	Utilisation référencée
Fer Cler	25	Dépôt sur les sols
Fer Soni H39F	20	Dépôt sur les sols et pulvérisation sur les feuilles
FerroTonus	40	Dépôt sur les sols
PlantoFer 30	30	Dépôt sur les sols

Document N°2/ Liste du matériel

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Pipettes jaugées de 5,0 mL et de 10,0 mL + poire à pipeter • Fiole jaugée de 100,0 mL • Erlenmeyer • Béchers • Agitateur magnétique + barreau aimanté • Burette graduée de 25 mL + support | <ul style="list-style-type: none"> • Solution S_2 de permanganate de potassium de concentration en ions permanganate $C_2 = 1,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ • Solution commerciale S_0 de traitement contre la chlorose • Pipette pasteur |
|---|---|

1/ Dilution du produit de traitement de la chlorose

Avant de réaliser le titrage des ions Fe (II), il est nécessaire de diluer la solution commerciale S_0 d'un facteur 20. La solution diluée sera notée S_1 .

1.1/ A l'aide du matériel indiqué ci-dessus, proposer un protocole complet permettant de préparer la solution attendue.

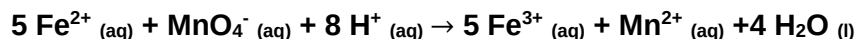
😊	😐	😞

2/ Titration des ions Fe (II) dans la solution anti-chlorose diluée

Document N°3/ Le titrage colorimétrique des ions fer (II)

La solution anti-chlorose diluée S_1 est la solution titrée, elle est d'une très légère couleur verdâtre, presque incolore. La solution titrante est une solution de permanganate de potassium ($\text{K}^+_{(\text{aq})} + \text{MnO}_4^-_{(\text{aq})}$) notée S_2 , de couleur violette.

Lors de ce titrage, les ions permanganate MnO_4^- (aq) réagissent avec les ions fer (II) Fe^{2+} (aq) de la solution anti-chlorose selon l'équation support du titrage :



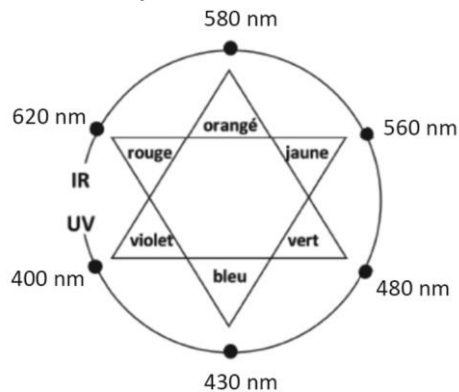
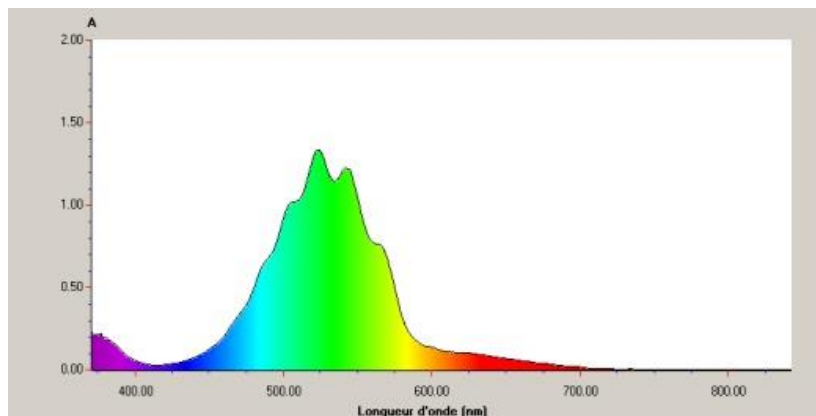
Toutes les autres espèces chimiques sont incolores.

Le volume de solution titrée sera égal à $V_1 = 10,0 \text{ mL}$

2.1/ Indiquer quel est le réactif titré ? le réactif titrant ?

2.2/ Le spectre d'absorbance de la solution de permanganate de potassium est donné ci-dessous ainsi que le cercle chromatique. Justifier que la solution titrante soit perçue violette.

😊	😐	☹️



2.3/ Représenter le montage de titrage à réaliser.

2.4/ Rappeler la définition de l'équivalence du titrage.

😊	😐	☹️

2.5/ Quel est le réactif limitant et en excès avant l'équivalence ? Par conséquent, quelle est la couleur de la solution avant l'équivalence ?

😊	😐	☹️

2.6/ Quel est le réactif limitant et en excès après l'équivalence ? Par conséquent, quelle est la couleur de la solution après l'équivalence ?

😊	😐	☹️

2.7/ A l'aide des questions précédentes, indiquer comment repérer l'équivalence du titrage.

😊	😐	☹️

2.8/ Compléter le protocole ci-dessous puis effectuer un premier titrage rapide en ajoutant les volumes de permanganate de potassium par pas de un millilitre afin de repérer grossièrement le volume équivalent.

😊	😐	☹️

- Prélever de la solution S_1 à l'aide d'..... qui aura été préalablement Placer la solution S_1 dans
- Vider l'eau distillée placer dans la burette puis conditionner la burette avec Remplir la burette de solution titrante en dépassant le niveau zéro. Ouvrir le robinet de la burette pour chasser, puis ajuster le niveau de la solution titrante sur de la burette.
- Placer la solution titrée sous la burette. Plonger le barreau aimanté dans l'erlenmeyer et lancer l'agitation.
- Rechercher le volume V_{eq} de solution titrante à verser pour obtenir l'équivalence du dosage.

2.9/ Effectuer ensuite un titrage précis lors duquel on ajoute en une fois, un volume ($V_E - 2$) mL de solution titrante, puis on continue les ajouts goutte à goutte jusqu'à l'équivalence.

$V_E = \dots\dots\dots$ mL

😊	😐	😞

	APPEL N°1	Appeler le professeur pour la vérification du volume équivalent ou en cas de difficultés.
--	----------------------	--

2.10/ A partir de l'équation du titrage, déduire une relation entre la quantité de matière d'ions fer (II) initialement présente n_1 dans la solution S_1 et la quantité de matière d'ions permanganate introduite à l'équivalence n_2 .

😊	😐	😞

2.11/ Exprimer puis calculer la concentration en ions fer (II) notée C_1 dans la solution titrée en fonction de V_E , C_2 et V_1 .

😊	😐	😞

2.12/ En déduire la concentration en masse $C_{m,1}$ en ions fer (II). (Donnée : Masse molaire atomique du fer : $M(\text{Fe}) = 55,85 \text{ g.mol}^{-1}$)

2.13/ Quel est le nom du produit commercial utilisé ? Justifier.

😊	😐	😞

2.14/ Citer au moins deux sources d'erreurs permettant d'expliquer l'écart entre la valeur mesurée et la valeur théorique.

😊	😐	😞

	APPEL N°2	Appeler le professeur pour lui montrer vos résultats ou en cas de difficultés.
--	----------------------	---

Pour aller plus loin :

Pour estimer l'incertitude sur la valeur de la concentration obtenue par cette méthode de titrage, l'expérimentateur est amené à reproduire un grand nombre de fois la même manipulation dans les mêmes conditions. Un des titrages réalisés donne une valeur de concentration très élevée en ions fer (II) par rapport aux autres.

Il est possible d'identifier deux erreurs de manipulations :

- la solution titrante de permanganate de potassium a été diluée par mégarde ;
- le volume de solution à doser a été prélevé en trop faible quantité.

2.15/ Indiquer dans quel sens chacune de ces deux erreurs de manipulation modifie la valeur expérimentale du volume V_E de solution titrante versée à l'équivalence. Justifier chaque réponse.

2.16/ Si l'on admet qu'une seule erreur de manipulation est la cause de la valeur très élevée de la concentration en ions fer (II), laquelle a été commise ? Justifier votre réponse.

Compétences	Critères de réussite					
Réaliser	Je suis capable de: - Donner et mettre en œuvre un protocole de dilution. (question 1.1/) - Mettre en œuvre un titrage colorimétrique (question 2.8/) - Réaliser le titrage afin de repérer le changement de couleur à l'équivalence. (question 2.9/)	..... ..... .....	..... ..... .....	..... ..... .....		
Analyser/ Raisonner	Je suis capable de: - Expliquer la couleur d'une espèce en solution à partir de son spectre d'absorbance. (question 2.2/) - Définir l'équivalence. (question 2.4/) - Relier qualitativement l'évolution des quantités de matière de réactifs et de produits à l'état final au volume de solution titrante ajoutée. (question 2.5/ et 2.6/) - Prévoir le changement de couleur observé à l'équivalence d'un titrage mettant en jeu une espèce colorée. (question 2.7/) - Exploiter la relation entre les quantités de matière à l'équivalence pour trouver la concentration recherchée. (questions 2.10/ et 2.11/) - Utiliser le rapport de dilution pour trouver la concentration de la solution commerciale. (question 2.13/)	..... ..... .....	..... ..... .....	..... ..... .....		
Valider	Je suis capable de: - Faire le lien entre le résultat final et les documents proposés. (question 2.13/) - Donner quelques sources d'erreurs possibles entre la valeur mesurée et la valeur théorique. (question 2.14/)	..... .....	..... .....	..... .....		
Communiquer	Je sais: - Utiliser un vocabulaire scientifique et m'exprimer dans une langue correcte.	.....	.....	.....		