

NOM :

Prénom :

Classe :

NOM :

Prénom :

Classe :

1^{ère} Spé

Thème : Constitution et transformation de la matière

TP11

Chimie

Titrage colorimétrique d'un produit anti-mousse

Chap.4

	Blouse, Rangement ...	REA	ANA	RAI	COMM	NOTE
Critère	A-B-C-D	A-B-C-D	A-B-C-D	A-B-C-D	A-B-C-D/20
Coefficient	2	6	4	4	2	

➤ **But du TP** : Réaliser un titrage pour déterminer la quantité d'ions ferreux contenu dans un produit commercial.

Introduction

- Dans les jardinerie, on trouve des produits anti-mousse riches en ions fer (II) de formule Fe^{2+} . L'étiquette du produit à analyser indique qu'il contient 15% en masse d'ions ferreux. On souhaite vérifier cette valeur à l'aide d'un titrage mettant en jeu les ions permanganate MnO_4^- , de couleur violet en solution aqueuse.



➤ **Données** : $M(\text{Fe}) = 55,8 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; Couples Ox/Red mis en jeu : $\text{Fe}^{3+}_{(\text{aq})}/\text{Fe}^{2+}_{(\text{aq})}$ et $\text{MnO}_4^-_{(\text{aq})}/\text{Mn}^{2+}_{(\text{aq})}$

Document 1 : Dosages et contrôle qualité.

- Le dosage désigne une méthode qui permet de déterminer la concentration ou la quantité de matière d'une espèce chimique. On distingue deux grandes familles de dosage :
 - Les dosages par étalonnage dans lesquels on mesure une grandeur physique que l'on compare à des valeurs connues ;
 - Les dosages par titrage dans lesquels on fait réagir l'espèce titrée avec un réactif titrant. Cette méthode est destructive : l'échantillon est perdu à la fin du titrage.
- Le contrôle qualité est considéré comme satisfaisant si l'écart relatif est inférieur à 10 % :

$$\text{Ecart relatif} = \frac{|\text{valeur théorique} - \text{valeur expérimentale}|}{\text{valeur théorique}} \times 100$$

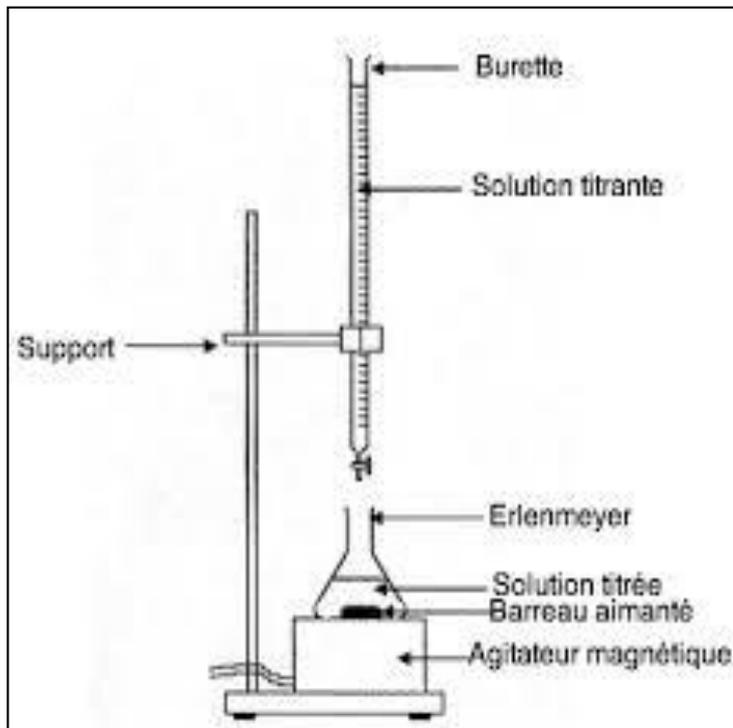
Document 2 : Principe d'un titrage

- La solution à analyser est nommée solution titrée. Elle contient l'espèce chimique dont on veut déterminer la concentration. Cette espèce va réagir avec une autre espèce chimique, l'espèce titrante présente dans une solution titrante dont on connaît parfaitement la concentration. La mise en présence du réactif titrant et du réactif titré donne lieu à la réaction du titrage.

Document 3 : Matériel et solutions à disposition

- Burette graduée
- Agitateur magnétique + barreau aimanté
- Potence
- Erlenmeyer 100 mL
- 2 Bêchers 100 mL
- 1 pipette jaugée 10 mL
- 1 L solution permanganate de potassium acidifiée de concentration $[\text{MnO}_4^-] = 5,00 \cdot 10^{-3} \pm 0,01 \cdot 10^{-3} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$
- 1 L solution anti-mousse à 15 % en masse de fer : 10,0 g d'anti-mousse dans 1 L de solution
- Pissette d'eau distillée

Document 4 : Dispositif du titrage



Etude expérimentale

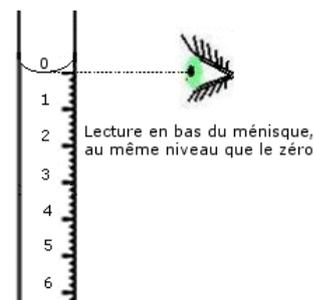
Protocole expérimental (Réaliser)

Préparation de la burette

- Rincer la burette à l'eau distillée puis à l'aide de la solution titrante.
- La remplir de solution titrante au-dessus de la graduation zéro.
- Faire couler la solution titrante (dans un verre à pied en guise de poubelle) afin de chasser les bulles d'air.
- Amener la solution titrante à la graduation zéro : le bas du ménisque doit se trouver au niveau de la graduation zéro.

Préparation de la solution titrée

- Prélever un volume $V_1 = 10,0$ mL de solution titrée à l'aide d'une pipette jaugée (préalablement rincée à l'eau distillée, puis avec la solution) et d'une poire aspirante.
- Les verser dans l'erlenmeyer.
- Ajouter un barreau aimanté et placer le tout sur agitation magnétique. L'agitation doit permettre l'apparition d'un petit vortex : il ne doit pas y avoir d'éclaboussures contre les parois de l'erlenmeyer.



👉 Appel du professeur avant de commencer le titrage 👈

Réalisation du titrage

- Verser mL par mL la solution titrante en observant la couleur de la solution contenue dans l'erlenmeyer. Noter le volume équivalent versé V_{eq} lorsque la coloration persiste. On est alors à l'**équivalence** du titrage, c'est-à-dire que les réactifs ont été introduits dans des **proportions stœchiométriques** : On a alors ajouté assez de réactif titrant pour consommer tout le réactif titré.
- Recommencer le titrage de manière plus précise : on verse cette fois la solution titrante rapidement, puis goutte à goutte lorsqu'on approche du volume équivalent trouvé précédemment. Noter la nouvelle valeur de V_{eq} , qui nous servira dans les calculs...

👉 Appel du professeur pour noter vos valeurs 👈

1. Exploitation (Analyser)

- 1.1. Le réactif titré est-il l'oxydant ou le réducteur ? De même pour le réactif titrant.
- 1.2. Ecrire les deux demi-équations d'oxydoréduction.
- 1.3. En déduire l'équation de la réaction du titrage.

👉 Appel du professeur pour vérifier votre équation 👈

- 1.4. Compléter le tableau d'avancement ci-dessous en notant n_1 la quantité initiale de matière de $\text{Fe}^{2+}_{(aq)}$ et n_2 celle de $\text{MnO}_4^-_{(aq)}$ versée à l'équivalence. (Les ions H^+ sont en excès).

Equation chimique							
Etat du système	Avancement	Bilan de matière (en mol)					
Etat initial	$x = 0$						
Au cours de la transformation	$x > 0$						
Etat final	x_{max}						

- 1.5. A l'équivalence, démontrer la relation qui existe entre n_1 et n_2 .
- 1.6. En déduire la quantité de matière n_1 puis la masse d'ions $\text{Fe}^{2+}_{(aq)}$ contenue dans le prélèvement de 10,0 mL de solution.
- 1.7. Quelle est la masse d'ions $\text{Fe}^{2+}_{(aq)}$ contenue dans 10,0 g de produit anti-mousse ? Conclure.

2. Incertitudes (Raisonner)

- Les erreurs de mesure peuvent être dues à divers facteurs : imprécision de l'appareil de mesure (temps de réponse, exactitude, sensibilité), lecture des graduations par l'opérateur (ménisque avec une burette, ménisque avec la pipette).
- L'incertitude absolue, notée U (pour « *Uncertainty* ») est une estimation de l'erreur de la mesure. Elle permet de définir un intervalle dans lequel la valeur vraie a *des chances* de se trouver. On donnera donc le résultat d'une mesure X sous la forme $X \pm U(X)$.
- Ici, nous recherchons un encadrement de la masse d'ions $\text{Fe}^{2+}_{(aq)}$ contenus dans les 10,0 g de produit anti-mousse. Le résultat sera donc exprimé sous la forme $m_{exp} \pm U(m_{exp})$.
- On admet que, dans les conditions de l'expérience, l'incertitude relative $\frac{U(m_{exp})}{m_{exp}}$ satisfait à la relation ci-après :

$$\left(\frac{U(m_{exp})}{m_{exp}}\right)^2 = \left(\frac{U(V_{\acute{e}q})}{V_{\acute{e}q}}\right)^2 + \left(\frac{U(C_2)}{C_2}\right)^2 + \left(\frac{U(V_1)}{V_1}\right)^2$$

- 2.1. Par lecture sur la verrerie utilisée, indiquer la tolérance ($\pm t$ mL) de la pipette jaugée et de la burette graduée.
- 2.2. En déduire la valeur des trois incertitudes relatives $\frac{U(X)}{X}$ (en %) pour un niveau de confiance de 95 % avec
$$\frac{U(X)}{X} = 2 \times \frac{t}{\sqrt{3}} \times \frac{1}{X}$$
- 2.3. En déduire la principale source d'erreur.
- 2.4. Calculer l'incertitude relative $\frac{U(m_{exp})}{m_{exp}}$, puis l'incertitude absolue $U(m_{exp})$.
- 2.5. En déduire un encadrement de la valeur de la masse expérimentale m_{exp} .