

TITRAGE DES IONS NITRATE DANS UN ENGRAIS LIQUIDE

Document I : Les ions nitrate

Les ions nitrates sont impliqués dans la prolifération d'algues et la dégradation du milieu aquatique : c'est l'eutrophisation. La principale source de pollution de l'eau par les ions nitrate est l'utilisation massive d'engrais.

On se propose ici d'étudier la teneur en ions nitrate NO_3^- (aq) d'un engrais de jardinerie.

Le pourcentage massique en ions nitrate d'un engrais est défini par $p_{\text{nitrate}} = \frac{m_{\text{nitrate}}}{m_{\text{engrais}}}$. Le pourcentage massique en ions nitrate indiqué sur le flacon de cet engrais est 6%.



Document II : Principe du titrage en retour des ions nitrate

Un excès connu d'ions fer (II) Fe^{2+} (aq) réagit avec les ions nitrate NO_3^- (aq) contenus dans une solution préparée à partir d'un engrais liquide. Les ions Fe^{2+} (aq) qui n'ont pas réagi sont titrés par une solution de dichromate de potassium.

La solution d'ions fer (II) est obtenue par dissolution, en milieu acide, de sel de Mohr, un solide ionique de formule $\text{FeSO}_4 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ et de masse molaire $M_{SM} = 392,13 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

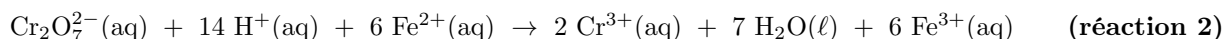
Document III : Protocole expérimental du titrage

Dans un ballon bicol de 500 mL muni d'un réfrigérant à eau vertical, on introduit une masse $m = 1,00 \text{ g}$ d'engrais liquide, 115 mL d'eau distillée, 45,0 mL de solution acidifiée de sel de Mohr de concentration en ions fer (II) $c_1 = [\text{Fe}^{2+}] = 0,200 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ et 40,0 mL d'acide sulfurique concentré. L'ensemble est porté à ébullition pendant 5 minutes.

Après refroidissement, le milieu réactionnel est transvasé en totalité dans un becher de 500 mL. Une solution de dichromate de potassium de concentration molaire $c_2 = 0,100 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ permet d'effectuer le titrage des ions Fe^{2+} n'ayant pas réagi. On trouve un volume à l'équivalence égal à $V_E = 10,3 \text{ mL}$.

On donne les couples d'oxydoréduction mis en jeu dans la première étape de ce protocole (réaction préalable entre les ions fer(II) Fe^{2+} et les ions nitrate NO_3^- (aq)) : Fe^{3+} (aq)/ Fe^{2+} (aq) et NO_3^- (aq)/ NO (g).

L'équation-bilan de la réaction support du titrage (deuxième étape du protocole expérimental) est :



1. Quelle masse m_{SM} de sel de Mohr faut-il peser pour préparer, par dissolution, un volume $V_{SM} = 50,0$ mL d'une solution de sel de Mohr de concentration molaire $c_1 = 0,200 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$?
2. Quelle est la quantité de matière n_1 d'ions Fe^{2+} présente dans un prélèvement $V_1 = 45,0$ mL d'une solution de sel de Mohr contenant des ions Fe^{2+} à la concentration $c_1 = 0,200 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$?
3. Quel est le nom du montage utilisé dans la première partie du protocole expérimental ?
4. Montrer que l'équation-bilan de la première réaction chimique du protocole expérimental entre les ions fer(II) Fe^{2+} et les ions nitrate $\text{NO}_3^-(\text{aq})$ est :

$$4 \text{H}^+(\text{aq}) + \text{NO}_3^-(\text{aq}) + 3 \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) \rightarrow \text{NO}(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\ell) + 3 \text{Fe}^{3+}(\text{aq}) \quad (\text{réaction 1})$$
5. Définir l'équivalence d'un titrage d'une façon générale.
6. À l'aide du volume de solution titrante versé à l'équivalence, déterminer la quantité de matière n_2 d'ions dichromate $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq})$ introduite dans le becher à l'équivalence du titrage.
7. À partir de l'équation de la **réaction 2**, déterminer la quantité de matière n_3 d'ions $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$ dosés par les ions dichromate.
8. Vérifier, en la calculant, que la quantité de matière n_4 d'ions $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$ qui a réagi avec les ions nitrate est $n_4 = 2,82 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$.
9. À partir de l'équation de la **réaction 1**, déterminer la quantité de matière n_5 d'ions nitrate présents dans 1,00 g d'engrais liquide.
10. La masse molaire des ions nitrate étant $M(\text{NO}_3^-) = 62,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, en déduire la masse m_{nitrate} d'ions nitrate présente dans 1,00 g d'engrais liquide et déterminer le pourcentage massique p_{nitrate} des ions nitrate dans l'engrais liquide.
11. La valeur trouvée est-elle en accord avec la valeur indiquée par le fabricant de l'engrais ? Justifier.