

1 Dosage de l'éthanol dans un vin

L'éthanol a pour formule chimique CH_3CH_2OH . Son dosage dans un vin est réalisé en deux étapes :

- Première partie : à un volume $V_0 = 10$ mL d'une solution S de vin diluée 10 fois, contenant l'éthanol à doser, on ajoute un volume $V_1 = 20$ mL de dichromate de potassium de concentration $C_1 = 0.10$ mol.L⁻¹, puis quelques gouttes d'acide sulfurique concentré. On bouche et on laisse agir 30 minutes.
- Seconde partie : on ajoute un indicateur coloré d'oxydo-réduction, et on dose l'excès de dichromate par une solution de Fe^{2+} de concentration $C_2 = 0.33$ mol.L⁻¹. Le volume équivalent est égal à 14 mL.

1. Pourquoi ces deux étapes sont-elles nécessaires ?

Réponse :

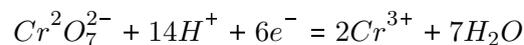
La transformation de l'éthanol a lieu au cours de l'étape 1, qui est lente. On ne peut donc pas doser directement l'éthanol. L'étape 2 dose le dichromate restant.

2. Ecrire les demi-équations, puis l'équation globale modélisant la transformation ayant lieu lors de la première étape.

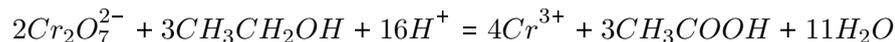
Réponse :

Pour l'étape 1, les couples sont $Cr_2O_7^{2-}/Cr^{3+}$ et CH_3COOH/CH_3CH_2OH .

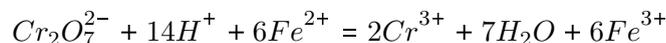
Demi-équations :



Equation globale :



3. L'équation modélisant la transformation lors de la deuxième étape est



Quel est le nombre d'électrons échangés ? Donner l'expression de la constante d'équilibre en fonction des potentiels standard, et faire l'application numérique.

Réponse :

Comme $6Fe^{2+}$ donnent $6Fe^{3+}$, il y a 6 électrons échangés.

La constante d'équilibre est donc

$$K^\circ = 10^{\frac{6}{0.06} \times (E^\circ(Cr_2O_7^{2-}/Cr^{3+}) - E^\circ(Fe^{3+}/Fe^{2+}))} \approx 10^{56}$$

La transformation peut donc être considérée totale.

4. En exploitant l'équivalence de la deuxième étape, déterminer le nombre de mol d'ions dichromates $Cr_2O_7^{2-}$ restant à l'issue de la première étape.

Réponse :

A l'équivalence, les réactifs ont été introduits dans les proportions stoechiométriques, donc

$$n_{Cr_2O_7^{2-}, \text{restant}} = \frac{n_{Fe^{2+}, \text{versé}}}{6} = \frac{C_2 V_e}{6} = \frac{0.33 \times 0.014}{6} = 0.77 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

5. En exploitant la première étape, supposée totale, déterminer le nombre de mol d'éthanol contenu dans la solution S .

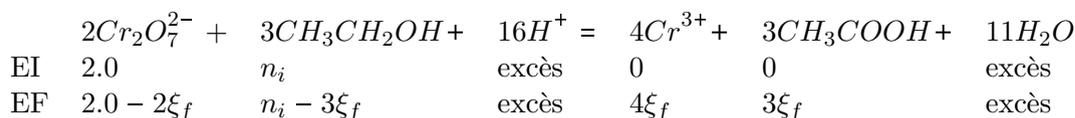
Réponse :

La quantité de dichromate introduite au tout début est

$$n_{Cr_2O_7^{2-}, \text{total}} = C_1 V_1 = 0.10 \times 0.020 = 2.0 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

On note n_i la quantité de matière d'éthanol recherchée

Réalisons un tableau d'avancement, en mmol



Tout l'éthanol réagit au cours de l'étape 1, c'est donc le réactif limitant : $\xi_f = n_i/3$.

On a donc

$$n_{Cr_2O_7^{2-}, \text{restant}} = 2.0 - 2\xi_f = 2.0 - \frac{2}{3}n_i = 0.77 \Rightarrow n_i = \frac{3}{2}(2.0 - 0.77) = 1.85 \text{ mmol}$$

Potentiels standard :

$$E^\circ(Fe^{3+}/Fe^{2+}) = 0.77 \text{ V}; E^\circ(Cr_2O_7^{2-}/Cr^{3+}) = 1.33 \text{ V}; E^\circ(CH_3COOH/CH_3CH_2OH) = 0.037 \text{ V}.$$