Polynésie 09-2009 EXERCICE III. OXYDATION DU PROPAN-2-OL (4 points)

Dans cet exercice, on étudie l'évolution temporelle de la réaction d'oxydation du propan-2-ol par les ions permanganate. Cette réaction aboutit lentement à la formation de la propanone. L'équation (1) associée à la réaction s'écrit :

$$5C_3H_8O_{(aq)} + 2MnO_4^-{}_{(aq)} + 6H^+_{(aq)} = 5C_3H_6O_{(aq)} + 2Mn^{2+}_{(aq)} + 8H_2O_{(l)} \quad (1)$$

La transformation associée sera considérée comme totale.

Préparation du mélange réactionnel

On introduit dans un erlenmeyer 50,0 mL d'une solution de permanganate de potassium de concentration $c_o = 0{,}20$ mol.L^{-1} et 50,0 mL d'une solution d'acide sulfurique en excès.
On place l'erlenmeyer sous agitation magnétique.
À l'instant t = 0, on ajoute 1,0 mL de propan-2-ol au contenu de l'erlenmeyer.

Étude de l'évolution de l'avancement :

Afin de représenter la courbe qui traduit l'évolution de l'avancement x de la réaction au cours du temps, on prélève à l'instant t, un volume V = 10,0 mL du mélange réactionnel que l'on verse dans un bécher contenant 40 mL d'eau glacée.
On titre ensuite les ions permanganate contenus dans le bécher par une solution de sulfate de fer II de concentration c' = 0,50 mol.L^{-1}. Le volume équivalent V'_E obtenu permet ensuite d'en déduire l'avancement x de la réaction d'oxydation de l'alcool à l'instant t.
On renouvelle l'opération à différents instants et on trace la courbe donnée en **annexe**.

Données :

- Propan-2-ol :
  Masse volumique : $\rho = 0{,}785$ g.mL^{-1} ;
  Masse molaire : M = 60,0 g.mol^{-1} ;
- Couples oxydant/réducteur qui interviennent :
  $Fe^{3+}_{(aq)}/Fe^{2+}_{(aq)}$; $MnO_4^-{}_{(aq)}$ / $Mn^{2+}_{(aq)}$
  $C_3H_6O_{(aq)}$ / $C_3H_8O_{(aq)}$.
- On rappelle que l'ion permanganate MnO_4^- a une coloration violette en solution aqueuse. L'ion manganèse Mn^{2+} est incolore.

1. Étude de la réaction support de titrage (réaction 2).

1.1. Pourquoi a-t-on introduit chaque prélèvement dans 40,0 mL d'eau glacée ?

1.2. Montrer que l'équation (2) support de titrage est :

$$MnO_4^-{}_{(aq)} + 8H^+{}_{(aq)} + 5Fe^{2+}{}_{(aq)} = 5Fe^{3+}{}_{(aq)} + Mn^{2+}{}_{(aq)} + 4H_2O_{(l)} \qquad (2)$$

1.3. Définir l'équivalence du titrage. Comment repère-t-on l'équivalence ?

1.4. Exprimer la quantité $n^{\text{prél.}}_{MnO_4^-}(t)$ d'ions permanganate dans le prélèvement à l'instant t en fonction de c' et V'_E.

2. Étude de la réaction principale (réaction 1).

On peut considérer que la quantité n d'ions permanganate à l'instant t dans le mélange réactionnel est : $n_{MnO_4^-}(t) = 10 \times n^{\text{prél.}}_{MnO_4^-}(t)$.

2.1. Exprimer puis calculer les quantités initiales d'ions permanganate et de propan-2-ol dans le mélange réactionnel que l'on notera respectivement $n^0_{MnO_4^-}$ et $n^0_{\text{prop.}}$.

2.2. Compléter, avec des expressions littérales, le tableau d'avancement de la transformation associée à la réaction 1 fourni **en annexe à rendre avec la copie**.

2.3. Calculer l'avancement maximal de la réaction. Quel est le réactif limitant ?

2.4. Exprimer l'avancement *x* de la réaction en fonction de $n^0_{MnO_4^-}$, c' et V'_E.

3. Temps de demi-réaction.

3.1. Définir, à l'aide d'une phrase, le temps de demi-réaction $t_{1/2}$.

3.2. La courbe représentant l'évolution de l'avancement de la réaction 1 en fonction du temps est donnée **en annexe à rendre avec la copie**.
Déterminer $t_{1/2}$.

ANNEXE à rendre avec la copie

2.2. Tableau d'avancement associé à la réaction 1

Équation de la réaction		$5C_3H_8O_{(aq)} + 2MnO_4^-{}_{(aq)} + 6H^+_{(aq)} = 5C_3H_6O_{(aq)} + 2Mn^{2+}_{(aq)} + 8H_2O_{(l)}$					
États du système	Avancement x (mol)	Quantités de matière					
État initial	$x = 0$	n_1	n_0	Excès			Solvant
État intermédiaire	x			Excès			Solvant
État final	x_{max}			Excès			Solvant

3.2. Courbe représentant l'évolution de l'avancement de la réaction 1 en fonction du temps

