

Devoir surveillé**Ex N°1/ Oxydation des ions ferreux (/12 points)**

Une expérience est menée en laboratoire pour illustrer la capacité de l'ion permanganate à oxyder les ions fer (II).

Dans un bécher contenant $V_{\text{Fe}^{2+}} = 40$ mL d'une solution de sulfate de fer(II) ($\text{Fe}^{2+}_{(\text{aq})} + \text{SO}_4^{2-}_{(\text{aq})}$) de concentration en quantité de matière égale à $C_{\text{Fe}^{2+}} = 2,5 \cdot 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, on introduit $V_{\text{MnO}_4^-} = 20$ mL d'une solution aqueuse de permanganate de potassium ($\text{K}^{+}_{(\text{aq})} + \text{MnO}_4^{-}_{(\text{aq})}$) de concentration en quantité de matière $C_{\text{MnO}_4^-} = 1,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ contenant aussi des ions H^+ .

Les solutions avant mélange et après le mélange ont été photographiées :

- Avant mélange : la solution de permanganate de potassium est violette et la solution de sulfate de fer est verdâtre.
- Après mélange : la solution obtenue est orangée.

Données :

- La présence des espèces chimiques citées dans le tableau ci-dessous confère une coloration à une solution aqueuse.

Espèce chimique	$\text{Fe}^{2+}_{(\text{aq})}$	$\text{Fe}^{3+}_{(\text{aq})}$	$\text{MnO}_4^{-}_{(\text{aq})}$	$\text{Mn}^{2+}_{(\text{aq})}$
Coloration de la solution aqueuse	Verdâtre	Orangée	Violette	Incolore

- Couples oxydant/réducteur :

- $\text{Fe}^{3+}_{(\text{aq})} / \text{Fe}^{2+}_{(\text{aq})}$
- $\text{MnO}_4^{-}_{(\text{aq})} / \text{Mn}^{2+}_{(\text{aq})}$

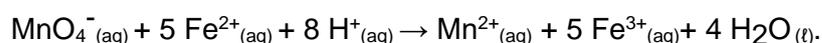
1/ À l'aide des observations, montrer qu'une transformation chimique a bien eu lieu et qu'elle peut être considérée comme totale.

2/ Identifier les oxydants et les réducteurs consommés et ceux qui sont produits.

Formule de l'oxydant consommé	
Formule du réducteur consommé	
Formule de l'oxydant produit	
Formule du réducteur produit	

3/ On souhaite modéliser la transformation par une réaction d'oxydoréduction.

- Écrire les demi-équations redox ayant lieu.
- Vérifier que l'équation de la réaction d'oxydoréduction modélisant la transformation chimique s'écrit:



4/ Justifier, à l'aide des données, que les ions permanganate $\text{MnO}_4^{-}_{(\text{aq})}$ et les ions fer (II) $\text{Fe}^{2+}_{(\text{aq})}$ sont introduits en proportions stœchiométriques dans le mélange initial.

Cette modélisation de la transformation sert de support pour rédiger un programme en langage python. Ce programme permet de visualiser l'évolution des quantités de matière des ions permanganate et des ions

ferreux dans le système précédent en fonction de l'avancement de la réaction noté x.

Extrait du programme rédigé en langage python :

```

4
5 ni_MnO4 = 2.0 # quantité de matière initiale de permanganate MnO4- en mmol
6 ni_Ferreux = 10 # quantité de matière initiale d'ions Fe2+ en mmol
7 ni_Ferrique = 0 # quantité de matière initiale d'ions Fe3+ en mmol
8 ni_Mn2 = 0 # quantité de matière initiale d'ions Mn2+ en mmol
9 # H2O solvant (non simulé)
10 # H+ Large excès (non simulé)
11
12 n_MnO4=[ni_MnO4]
13 n_Ferreux=[ni_Ferreux]
14 n_Ferrique=[ni_Ferrique]
15 n_Mn2=[ni_Mn2]
16
17 avancement=[0]
18 x=0
19
20 while n_MnO4[-1]>=0 and n_Ferreux[-1]>=0:
21     x=x+0.05
22     n_MnO4.append((ni_MnO4 - 1*x))
23     n_Ferreux.append(ni_Ferreux - 5*x)
24     n_Mn2.append((ni_Mn2 + 1*x))
25     avancement.append(x)
26
27 xmax=avancement[-1]
28

```

Représentations graphiques de l'évolution des quantités de matière calculées par le programme :

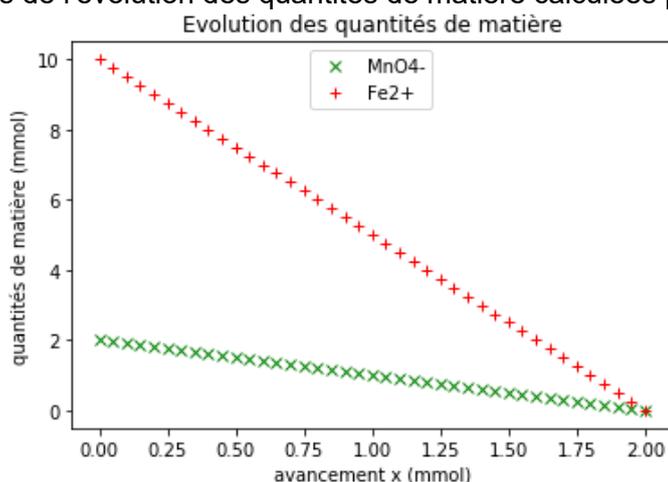


Figure 1 : Évolution des quantités de matière en fonction de l'avancement

5/ Indiquer la ligne du programme codant l'information correspondant à une transformation totale. Justifier.

6/ Compléter le tableau d'avancement de la réaction en utilisant les notations $C_{Fe^{2+}}$, $C_{MnO_4^-}$, $V_{Fe^{2+}}$ et $V_{MnO_4^-}$

Equation de la réaction chimique		$MnO_4^-(aq) + 5 Fe^{2+}(aq) + 8 H^+(aq) \rightarrow Mn^{2+}(aq) + 5 Fe^{3+}(aq) + 4 H_2O$					
Etat	Avancement	^(t) .					
Etat initial				Excès			Excès
En cours de transformation				Excès			Excès
Etat final				Excès			Excès

7/ Vérifier que la valeur de l'avancement maximal x_{max} est compatible avec le tracé de la figure 1.

8/ Dédire du tableau d'avancement, l'expression de la quantité de matière des ions $Fe^{3+}(aq)$ (notée $n_{Fe^{3+}}$) en fonction de l'avancement x.

9/ Tracer sur la représentation graphique de l'évolution de la quantité de matière d'ions $\text{Fe}^{3+}_{(\text{aq})}$.

10/ Déterminer la concentration en quantité d'ions $\text{Fe}^{3+}_{(\text{aq})}$ (notée $C_{\text{Fe}^{3+},\text{f}}$) à l'état final.

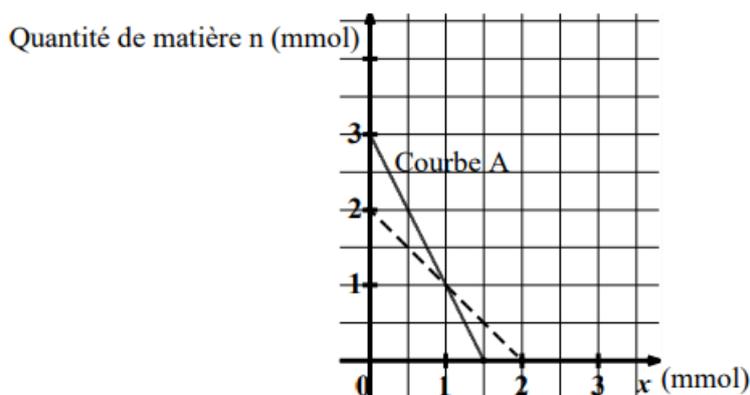
Ex N°2/ Oxydation du zinc (8 points)

- On plonge un morceau de zinc métallique dans un volume V_A d'une solution aqueuse d'acide chlorhydrique ($\text{H}^+_{(\text{aq})} + \text{Cl}^-_{(\text{aq})}$) de concentration $C_A = 0,50 \text{ mol.L}^{-1}$.
- L'équation bilan de cette transformation chimique est : $\text{Zn}_{(\text{s})} + 2 \text{H}^+_{(\text{aq})} \rightarrow \text{Zn}^{2+}_{(\text{aq})} + \text{H}_2(\text{g})$

1/ Compléter le tableau d'avancement ci-dessous. Les grandeurs n_1 et n_2 désignent respectivement la quantité initiale de matière du zinc et celle des ions $\text{H}^+_{(\text{aq})}$.

Equation de la réaction chimique		$\text{Zn}_{(\text{s})} + 2 \text{H}^+_{(\text{aq})} \rightarrow \text{Zn}^{2+}_{(\text{aq})} + \text{H}_2(\text{g})$			
Etat	Avancement				
Etat initial					
En cours de transformation					
Etat final					

2/ A partir du tableau d'avancement et du graphe ci-dessous donnant l'évolution du système chimique en fonction de l'avancement x de la réaction :



- Justifier que la courbe A est celle de l'évolution de la quantité de matière d'ions $\text{H}^+_{(\text{aq})}$.
- Déterminer la quantité initiale n_1 d'atomes de zinc présents.
- Exprimer puis calculer le volume V_A (en mL) d'acide utilisé.
- Déterminer le réactif limitant en justifiant votre réponse.
- Déterminer la valeur de l'avancement maximal.

3/ Exprimer puis calculer la quantité de matière de dihydrogène $\text{H}_2(\text{g})$ produit.

4/ En déduire le volume $V(\text{H}_2)$ à l'état final de ce gaz dégagé. Donnée : $V_M = 24,0 \text{ L.mol}^{-1}$.

Corrigé**Ex N°1/ Oxydation des ions ferreux (/12 points)**

1/ Modification de la couleur lors du mélange

2/

Formule de l'oxydant consommé	MnO_4^- (aq)
Formule du réducteur consommé	Fe^{2+} (aq)
Formule de l'oxydant produit	Fe^{3+} (aq)
Formule du réducteur produit	Mn^{2+} (aq)

3/ MnO_4^- (aq) + 5 e⁻ + 8 H⁺ (aq) = Mn²⁺ (aq) + 4 H₂O (l) et Fe²⁺ (aq) = Fe³⁺ (aq) + 1 e⁻4/ Il faut montrer que $n(\text{MnO}_4^- \text{ (aq)}) / 1 = n(\text{Fe}^{2+} \text{ (aq)}) / 5$

5/ Ligne N°20.

6/

Equation de la réaction chimique		MnO_4^- (aq) + 5 Fe ²⁺ (aq) + 8 H ⁺ (aq) → Mn ²⁺ (aq) + 5 Fe ³⁺ (aq) + 4 H ₂ O (l).					
Etat	Avancement						
Etat initial	0	C _{Mno4-} V _{Mno4-}	C _{Fe2+} V _{Fe2+}	Excès	0	0	Excès
En cours de transformation	x	C _{Mno4-} V _{Mno4-} - x	C _{Fe2+} V _{Fe2+} - 5x	Excès	x	5x	Excès
Etat final	x _{max}	C _{Mno4-} V _{Mno4-} - x _{max}	C _{Fe2+} V _{Fe2+} - 5x _{max}	Excès	x _{max}	5x _{max}	Excès

7/ Trouver x_{max} et vérifier qu'il vaut 2 mmol.8/ n_{Fe3+} = 5x.9/ Tracer sur la représentation graphique de l'évolution de la quantité de matière d'ions Fe³⁺ (aq).10/ C_{Fe3+,f} = 5x_{max} / V_{total} = (5 x 0,002) / (0,0400 + 0,0200) = 0,167 mol.L⁻¹**Ex N°2/ Oxydation du zinc (8 points)**

1/

Equation de la réaction chimique		$\text{Zn (s)} + 2 \text{H}^+ \text{ (aq)} \rightarrow \text{Zn}^{2+} \text{ (aq)} + \text{H}_2 \text{ (g)}$			
Etat	Avancement				
Etat initial	0	n ₁	n ₂	0	0
En cours de transformation	x	n ₁ - x	n ₂ - 2x	x	x
Etat final	x _{max}	n ₁ - x _{max}	n ₂ - 2x _{max}	x _{max}	x _{max}

2/

- La courbe A diminue deux fois plus vite que l'autre courbe.
- n₁ = 2 mmol
- V_A = n_A / C_A = 0,002 / 0,50 = 0,004 L = 4 mL
- Le réactif limitant est H⁺
- L'avancement maximal vaut 1,5 mmol.

3/ n(H₂) = x_{max} = 1,5 mmol4/ V(H₂) = n(H₂) x V_M = 1,5.10⁻³ x 24,0 = 0,036 L = 36 mL