

Exercice n°1 : Synthèse du bleu de Prusse (7 pts)

Pour synthétiser un pigment appelé bleu de Prusse, on mélange un volume $V_1 = 20,0$ mL de solution de sulfate de fer(III) de concentration $c_1 = 1,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ et une solution d'hexacyanoferrate(II) de potassium contenant 3,0 mmol d'ions hexacyanoferrate(II) $\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}(\text{aq})$.

La réaction qui se produit a pour équation : $4 \text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + 3 \text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}(\text{aq}) \rightarrow \text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3(\text{s})$

Données : Masse molaire du bleu de Prusse : $M(\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3) = 858,6 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

Masses molaires atomiques (en $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$) : $M(\text{C}) = 12$; $M(\text{N}) = 14$; $M(\text{Fe}) = 55,8$.

1. Montrer que la quantité de matière initiale d'ions Fe^{3+} est égale à 2,0 mmol.
2. Dresser le tableau d'avancement de cette transformation en précisant par un calcul la valeur de x_{max} .
3. Quelle masse de bleu de Prusse peut-on espérer obtenir ?

Synthèse du bleu de Prusse (7 pts)

1) A l'E.I, la quantité de matière initiale d'ions Fe^{3+} est $n = c_1 \times V_1$ soit $n = 1,0 \cdot 10^{-1} \times 20,0 \times 10^{-3} = 2,0 \times 10^{-3}$ mol ou 2,0 mmol

1pt

2) A l'E.F, recherche du réactif limitant :

- Si Fe^{3+} est le réactif limitant $2,0 - 4x_{\text{max}} = 0$ alors $x_{\text{max}} = 0,50$ mmol 1pt

- Si $\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$ est le réactif limitant $3,0 - 3x_{\text{max}} = 0$ alors $x_{\text{max}} = 1,0$ mmol 1pt

Donc Fe^{3+} est le réactif limitant et $x_{\text{max}} = 0,50$ mmol (plus petit avancement) 0,5 pt

Quantité de matière (mmol)	avancement	$4 \text{Fe}^{3+}_{(\text{aq})} + 3 \text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}_{(\text{aq})} \rightarrow \text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3 (\text{s})$		
E.I	$x = 0$	2,0	3,0	0
En cours de transformation	x	$2,0 - 4x$	$3,0 - 3x$	x
E.F	$x_{\text{max}} = 0,50$	$2,0 - 4x_{\text{max}} = 0$	$3,0 - 3x_{\text{max}} = 1,5$	$x_{\text{max}} = 0,50$

2pts

3) D'après le tableau, $n_f(\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3) = 0,50$ mmol, donc la masse de bleu de Prusse peut-on espérer obtenir est :

$$m_f = n_f \times M(\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3) = 0,50 \cdot 10^{-3} \times 858,6 = 0,43 \text{ g. } 1,5 \text{ pts}$$