

Correction des exercices du chapitre 4b

Exercice 26 p 87

Construction du tableau d'avancement

Équation	MnO_4^- (aq) +	8H^+ +	5Fe^{2+} (aq) →	Mn^{2+} (aq) +	$4\text{H}_2\text{O}$ +	5Fe^{3+} (aq)
E.I. x = 0	$n_i(\text{MnO}_4^-)$		$n_i(\text{Fe}^{2+})$	$n_i(\text{Mn}^{2+}) = 0$		$n_i(\text{Fe}^{3+}) = 0$
E.T.C x	$n(\text{MnO}_4^-) = n_i(\text{MnO}_4^-) - x$		$n(\text{Fe}^{2+}) = n_i(\text{Fe}^{2+}) - 5x$	$n(\text{Mn}^{2+}) = n_i(\text{Mn}^{2+}) + x = x$		$n(\text{Fe}^{3+}) = n_i(\text{Fe}^{3+}) + 5x = 5x$
E.F.	$n_f(\text{MnO}_4^-) = n_i(\text{MnO}_4^-) - x_{\text{max}}$		$n_f(\text{Fe}^{2+}) = n_i(\text{Fe}^{2+}) - 5x_{\text{max}}$	$n_f(\text{Mn}^{2+}) = x_{\text{max}}$		$n_f(\text{Fe}^{3+}) = 5x_{\text{max}}$

Première forme de rédaction en accord avec l'énoncé

Le mélange est stœchiométrique quand les réactifs ont totalement disparu, ce qui signifie que leur quantité finale est nulle.

$$n_f(\text{MnO}_4^-) = n_i(\text{MnO}_4^-) - x_{\text{max}} = 0 \quad \text{et} \quad n_f(\text{Fe}^{2+}) = n_i(\text{Fe}^{2+}) - 5x_{\text{max}} = 0$$

$$x_{\text{max}} = n_i(\text{MnO}_4^-)$$

$$x_{\text{max}} = n_i(\text{Fe}^{2+}) / 5$$

$$x_{\text{max}} = n_i(\text{MnO}_4^-) = n_i(\text{Fe}^{2+}) / 5 \quad \text{ou} \quad 5 n_i(\text{MnO}_4^-) > n_i(\text{Fe}^{2+}) \quad \text{ou} \quad n_i(\text{Fe}^{2+}) / n_i(\text{MnO}_4^-) = 5$$

Les réactifs dans les conditions stœchiométriques sont donc dans ces proportions.

Si $n_i(\text{MnO}_4^-) > n_i(\text{Fe}^{2+}) / 5$ ou $n_i(\text{Fe}^{2+}) / n_i(\text{MnO}_4^-) < 5$, les ions permanganate sont en excès.

Si $n_i(\text{MnO}_4^-) < n_i(\text{Fe}^{2+}) / 5$ ou $n_i(\text{Fe}^{2+}) / n_i(\text{MnO}_4^-) > 5$, les ions fer II sont en excès.

Remarque : les ions manganèse sont incolores. Leur présence n'intervient pas sur la couleur.

1) a. $n_i(\text{Fe}^{2+}) / n_i(\text{MnO}_4^-) = 0,40 / 0,20 = 2,0$ donc les ions permanganate sont en excès.

b. $n_i(\text{Fe}^{2+}) / n_i(\text{MnO}_4^-) = 1,50 / 0,20 = 7,5$ donc les ions fer II sont en excès.

c. $n_i(\text{Fe}^{2+}) / n_i(\text{MnO}_4^-) = 1,00 / 0,20 = 5,0$ donc les ions sont dans les conditions stœchiométriques.

Seconde forme de rédaction plus adaptée au cours

Deux hypothèses :

Ions Fer II : réactif limitant

$$n_f(\text{Fe}^{2+}) = n_i(\text{Fe}^{2+}) - 5x_{\text{max}} = 0$$

$$x_{\text{max}} = n_i(\text{Fe}^{2+}) / 5$$

1) a. $n_i(\text{Fe}^{2+}) = 0,40 \text{ mol}$

$$x_{\text{max}} = 0,40 / 5 = 0,08 \text{ mol}$$

Fe^{2+} est donc le réactif limitant et MnO_4^- est en excès.

b. $n_i(\text{Fe}^{2+}) = 1,50 \text{ mol}$

$$x_{\text{max}} = 1,50 / 5 = 0,30 \text{ mol}$$

MnO_4^- est donc le réactif limitant et Fe^{2+} est en excès.

c. $n_i(\text{Fe}^{2+}) = 1,00 \text{ mol}$

$$x_{\text{max}} = 1,00 / 5 = 0,20 \text{ mol}$$

Les deux réactifs sont limitants et les conditions sont stœchiométriques.

Ions permanganate : réactif limitant

$$n_f(\text{MnO}_4^-) = n_i(\text{MnO}_4^-) - x_{\text{max}} = 0$$

$$x_{\text{max}} = n_i(\text{MnO}_4^-)$$

$n_i(\text{MnO}_4^-) = 0,20 \text{ mol}$

$$x_{\text{max}} = 0,20 \text{ mol}$$

$n_i(\text{MnO}_4^-) = 0,20 \text{ mol}$

$$x_{\text{max}} = 0,20 \text{ mol}$$

$n_i(\text{MnO}_4^-) = 0,20 \text{ mol}$

$$x_{\text{max}} = 0,20 \text{ mol}$$

2) a. Le mélange contient donc des ions fer III (jaune) et des ions permanganate.

b. Le mélange contient donc des ions fer III (jaune) et des ions fer II (vert pâle).

c. Le mélange contient donc des ions fer III (jaune).

b. a. Les ions permanganate vont dominer la coloration de la solution qui sera rose avec une tendance jaunissante à cause de la présence des ions fer III.

b. Les ions fer III vont dominer la coloration de la solution qui sera jaune légèrement plus pâle à cause de la présence des ions fer II.

c. Les seuls ions présents colorés sont les ions fer III donc la solution sera jaune.

Exercice 29 p 87

Données : sulfate de fer

$$c_1 = 1,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \quad V_1 = 20,0 \text{ mL} = 20,0 \cdot 10^{-3} \text{ L}$$

Hexacyanoferrate(II) de potassium

$$c_2 = 1,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \quad V_2 = 30,0 \text{ mL} = 30,0 \cdot 10^{-3} \text{ L}$$

Équation	$4 \text{ Fe}^{3+}_{(\text{aq})}$	+	$3 \text{ Fe}(\text{CN})_6^{4-}_{(\text{aq})}$	→	$\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3 (\text{s})$
E.I. $x = 0$	$n_i(\text{Fe}^{3+})$		$n_i(\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-})$		$n_i(\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3) = 0$
E.T.C x	$n(\text{Fe}^{3+}) = n_i(\text{Fe}^{3+}) - 4x$		$n(\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}) = n_i(\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}) - 3x$		$n(\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3) = n_i(\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3) + x = x$
E.F.	$n_f(\text{Fe}^{3+}) = n_i(\text{Fe}^{3+}) - 4x_{\text{max}}$		$n_f(\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}) = n_i(\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}) - 3x_{\text{max}}$		$n_f(\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3) = x_{\text{max}}$

$$1) \quad n_1 = n_i(\text{Fe}^{3+}) = c_1 \times V_1 = 1,0 \cdot 10^{-1} \times 20,0 \cdot 10^{-3} = \mathbf{2,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}$$

$$n_2 = n_i(\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}) = c_2 \times V_2 = 1,0 \cdot 10^{-1} \times 30,0 \cdot 10^{-3} = \mathbf{3,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}$$

2) *Première hypothèse* : Fe^{3+} est le réactif limitant donc sa quantité finale est nulle.

$$n_f(\text{Fe}^{3+}) = n_i(\text{Fe}^{3+}) - 4x_{\text{max}} = 0 \quad \text{d'où} \quad x_{\text{max}} = n_i(\text{Fe}^{3+}) / 4 = 2,0 \cdot 10^{-3} / 4 = \mathbf{5,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol}}$$

Deuxième hypothèse : $\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$ est le réactif limitant donc sa quantité finale est nulle.

$$n_f(\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}) = n_i(\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}) - 3x_{\text{max}} = 0 \quad \text{d'où} \quad x_{\text{max}} = n_i(\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}) / 3 = 3,0 \cdot 10^{-3} / 3 = \mathbf{1,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}$$

La bonne valeur de x_{max} est la plus petite donc $x_{\text{max}} = \mathbf{5,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol}}$ et le réactif limitant est l'ion fer III.

$$3) \quad n_f(\text{Fe}^{3+}) = n_i(\text{Fe}^{3+}) - 4x_{\text{max}} = \mathbf{0 \text{ mol}}$$

$$n_f(\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}) = n_i(\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}) - 3x_{\text{max}} = 3,0 \cdot 10^{-3} - (3 \times 5,0 \cdot 10^{-4}) = \mathbf{1,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}$$

$$n_f(\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3) = x_{\text{max}} = 5,0 \cdot 10^{-4} = \mathbf{5,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol}}$$

$$4) \quad m_s = n_f(\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3) \times M(\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3) = 5,0 \cdot 10^{-4} \times 858,6 = \mathbf{4,3 \cdot 10^{-1} \text{ g}}$$