



DOSAGES : TP3-PROF : TITRAGE DIRECT PAR PRECIPITATION : METHODE DE MOHR : DOSAGE DES IONS CHLORURE DANS UNE EAU

Matériel :

- 3 pipettes graduées de 5 mL
- Pipette jaugée de 20 mL
- Burette graduée de 25 mL
- Agitateur en verre
- Agitateur magnétique
- 3 tubes à essai

Produits :

- Solutions de nitrate d'argent(I) de concentration molaire $5,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ et $2,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$
- Solutions de chlorure de sodium de concentration molaire $1,0 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$ et $1,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$
- Solution de chromate de potassium de concentration molaire 50 g.L^{-1} (0.30 mol/L)
- Pissette d'eau distillée
- Flacon de 60 mL d'eau de Vichy Saint Yorre®

I Expériences préliminaires : précipitations préférentielles :

1) Expérience 1 :

Question 1 :

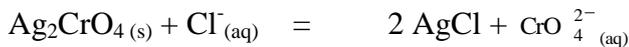
Il se forme un **précipité blanc** de chlorure d'argent : $\text{Ag}^+_{(\text{aq})} + \text{Cl}^-_{(\text{aq})} = \text{AgCl}_{(\text{s})}$

Question 2 :

Il se forme un **précipité rouge** de chromate d'argent : $2 \text{Ag}^+_{(\text{aq})} + \text{CrO}_4^{2-}_{(\text{aq})} = \text{Ag}_2\text{CrO}_4_{(\text{s})}$

Question 3 :

Si on ajoute une solution d'ions chlorure au contenu de ce 2^{ème} tube, le précipité rouge de chromate d'argent disparaît, tandis qu'**il se forme un précipité blanc de chlorure d'argent ; la solution se colore en jaune** et cette coloration est due à la présence des ions chromate en solution :



2) Expérience 2 :

- Quand on ajoute quelques gouttes de nitrate d'argent au 3^{ème} tube contenant des ions chromate et chlorure, on observe la **formation simultanée** des précipités rouge de chromate d'argent et blanc de chlorure d'argent. **Mais le précipité rouge disparaît aussitôt après agitation.**
- Si on continue à ajouter du nitrate d'argent tout en agitant, **le précipité blanc de chlorure d'argent se forme, puis, le précipité rouge de chromate d'argent se forme et subsiste.**

3) Conclusion :

- a. Le **chromate d'argent est plus soluble que le chlorure d'argent**, car le précipité de chromate d'argent disparaît au profit du précipité de chlorure d'argent.
- b. **Les ions argent réagissent préférentiellement avec les ions chlorure.** Lorsque tous les ions chlorure sont consommés, les ions argent réagissent avec les ions chromate. **L'ion chromate est un indicateur coloré de fin de réaction.**
On dosera donc une solution d'ions chlorure à l'aide d'une solution de nitrate d'argent en présence de chromate de potassium. **Ce dernier donnera un précipité rouge lorsque l'équivalence sera atteinte** (quand tous les ions chlorures auront réagi).

4) Question :

Premier tube : précipitation de chlorure d'argent(I) selon $\text{Ag}^+_{(\text{aq})} + \text{Cl}^-_{(\text{aq})} = \text{AgCl}_{(\text{s})}$:

Dans l'état initial : $[\text{Ag}^+]_i = 4.5 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ et $[\text{Cl}^-]_i = 9 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ pour 4 gouttes versées.

$$Q_{r,i} = \frac{1}{[\text{Ag}^+]_i \times [\text{Cl}^-]_i} = 2.5 \times 10^3 \quad \text{Or} \quad K(\text{AgCl}) = 10^{9,75}$$

$Q_{r,i} < K$ donc l'évolution a lieu dans le sens direct, ce qui est conforme aux observations.



Deuxième tube : précipitation de chromate d'argent(I) selon $2 \text{Ag}^+_{(\text{aq})} + \text{CrO}_4^{2-}_{(\text{aq})} = \text{Ag}_2\text{CrO}_4(\text{s})$:

Dans l'état initial : $[\text{Ag}^+]_i = 4.5 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ et $[\text{CrO}_4^{2-}]_i = 2.7 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ pour 4 gouttes ajoutées.

$$Q_{r,i} = \frac{1}{[\text{Ag}^+]_i^2 \times [\text{CrO}_4^{2-}]_i} = 1.8 \times 10^4 \quad K(\text{Ag}_2\text{CrO}_4) = 10^{11,9}$$

$Q_{r,i} < K$ donc l'évolution a lieu dans le sens direct, ce qui est conforme aux observations.

II Validation de la méthode de titrage (méthode de Mohr) à l'aide de solutions de concentration connue :

2) Question :

Tableau descriptif de l'évolution du système au cours de la transformation des ions chlorure avec les ions argent(I) :

Équation de la réaction	$\text{Cl}^-(\text{aq})$	+	$\text{Ag}^+(\text{aq})$	=	$\text{AgCl}(\text{s})$
Quantité de matière dans l'état initial (mol)	$n(\text{Cl}^-, \text{initial})$		$n(\text{Ag}^+, \text{versé})$		0
Quantité de matière au cours de la transformation (mol)	$n(\text{Cl}^-, \text{initial}) - x$		$n(\text{Ag}^+, \text{versé}) - x$		x
Quantité de matière dans l'état final (mol)	$n(\text{Cl}^-, \text{initial}) - x_E$		$n(\text{Ag}^+, \text{versé}) - x_E$		x_E

A l'équivalence : $n(\text{Cl}^-, \text{initial}) - x_E = n(\text{Ag}^+, \text{versé}) - x_E = 0$:

$$\text{D'où } x_E = [\text{Cl}^-]_i \times V_{\text{Cl}^-} = [\text{Ag}^+] \times V_E \text{ ainsi } V_E = \frac{[\text{Cl}^-]_i \times V_{\text{Cl}^-}}{[\text{Ag}^+]} = \frac{1.0 \times 10^{-2} \times 20.0 \times 10^{-3}}{2.0 \times 10^{-2}}$$

et $V_E(\text{théorique}) = 10,0 \text{ mL}$.