

TITRAGE PAR PRECIPITATION - CORRECTION

I. EXPERIENCES PRELIMINAIRES

1) Précipitation des ions $\text{Ag}^+_{(aq)}$

2 mL de
 $(\text{Na}^+ + \text{Cl}^-)$

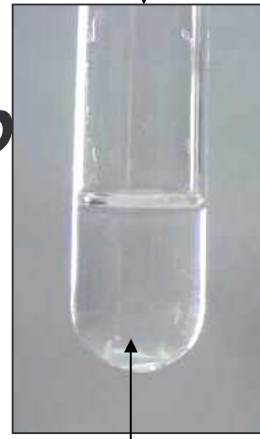


2 mL de
 $(\text{Ag}^+ + \text{NO}_3^-)$
incolore



Formation d'un
précipité blanc de
chlorure d'argent

2 gouttes de
 $(2\text{K}^+ + \text{CrO}_4^{2-})$
jaune



2 mL de
 $(\text{Ag}^+ + \text{NO}_3^-)$
incolore



Formation d'un
précipité rouge de
chromate d'argent

Équation de précipitation: $\text{Ag}^+_{(aq)} + \text{Cl}^-_{(aq)} = \text{AgCl}_{(s)}$

$$\text{Constante d'équilibre: } K_1 = \frac{1}{[\text{Ag}^+]_{\text{eq}} \cdot [\text{Cl}^-]_{\text{eq}}}$$

Équation de précipitation: $2 \text{Ag}^+_{(aq)} + \text{CrO}_4^{2-}_{(aq)} = \text{Ag}_2\text{CrO}_4_{(s)}$

$$\text{Constante d'équilibre: } K_2 = \frac{1}{[\text{Ag}^+]_{\text{eq}}^2 \cdot [\text{CrO}_4^{2-}]_{\text{eq}}}$$

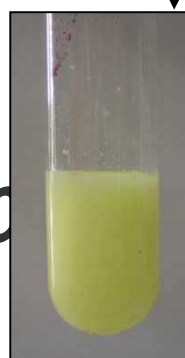
Conclusion: les ions chlorure $\text{Cl}^-_{(aq)}$ et les ions chromate $\text{CrO}_4^{2-}_{(aq)}$ précipitent tous les deux avec les ions argent $\text{Ag}^+_{(aq)}$.

2) Précipitation préférentielle

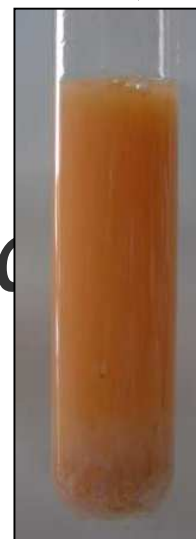
$(\text{Ag}^+ + \text{NO}_3^-)$
au goutte à goutte



0,5 mL $(\text{Na}^+ + \text{Cl}^-)$ incolore
+ 2 mL de $(2\text{K}^+ + \text{CrO}_4^{2-})$ jaune



Le précipité blanc de
chlorure d'argent se
forme en premier.



Une fois que tous les ions chlorure ont réagi
avec les ions argent, un ajout supplémentaire
d'ions argent conduit à la formation du
précipité rouge de chromate d'argent.

a) le premier précipité à se former est le précipité blanc de chlorure d'argent: $\text{AgCl}_{(s)}$. Les ions $\text{Ag}^+_{(aq)}$ précipitent d'abord avec les ions chlorure $\text{Cl}^-_{(aq)}$.

b) Une fois que tous les ions chlorure ont réagi avec les ions argent, un ajout supplémentaire d'ions argent conduit à la formation du précipité rouge de chromate d'argent: $\text{Ag}_2\text{CrO}_{4(s)}$.

II. TITRAGE DES IONS Cl^- PAR LA METHODE DE MOHR

1) Principe du titrage direct des ions chlorure par la méthode de MOHR

2) Titrage des ions Cl^- dans l'eau de Vichy Saint-Yorre



burette graduée avec la solution de nitrate d'argent à $0,025 \text{ mol.L}^{-1}$



Avant le dosage

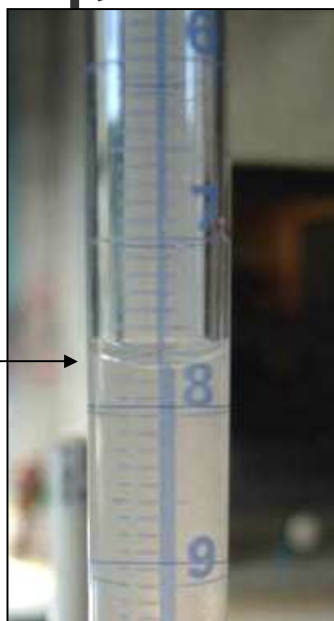


En cours de dosage, avant équivalence



A l'équivalence

20,0 mL de Vichy Saint-Yorre
+
1 mL de solution de chromate de potassium et le barreau aimanté



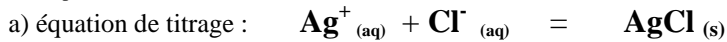
$V_E = 7,7 \text{ mL}$

Eau minérale naturelle gazeuse.
Provient de la Source Royale du bassin de Vichy (Saint-Yorre - Allier).
Déferrisée et regazéifiée avec son propre gaz.

Contient plus de 1,5 mg/l de fluor: ne convient pas aux nourrissons et aux enfants de moins de 7 ans pour une consommation régulière.

SOURCE ROYALE	
COMPOSITION MOYENNE EN mg/l :	
ANIONS	CATIONS
HCO_3^-4368	Na^+1708
Cl^-322	K^+132
SO_4^{2-}174	Ca^{2+}90
F^-9	Mg^{2+}11

Minéralisation totale, extrait sec à 180°C : 4774 mg/l-pH : 6,6



b) A l'équivalence, les réactifs ont été mélangés dans les proportions stoechiométriques de l'équation de dosage:

$$n_{\text{init}}(\text{Cl}^-) = n_{\text{versée équiv}}(\text{Ag}^+) \\ [\text{Cl}^-] \times V_0 = [\text{Ag}^+] \times V_E \\ [\text{Cl}^-] = [\text{Ag}^+] \times V_E / V_0$$

Or $V_E = 7,7 \text{ mL}$ donc:

$$[\text{Cl}^-] = 2,5 \cdot 10^{-2} \times 7,7 / 20,0 = 9,6 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

c) $t(\text{Cl}^-) = [\text{Cl}^-] \times M(\text{Cl}) = 9,6 \cdot 10^{-3} \times 35,5 = 0,34 \text{ g.L}^{-1} = 3,4 \cdot 10^2 \text{ mg.L}^{-1}$

d) L'étiquette indique un titre massique de 322 mg.L^{-1} soit un écart relatif de 6 %

e) Les normes CCE préconisent une titre massique maximal de 250 mg.L^{-1} en ions chlorure pour une eau minéralisée de **consommation quotidienne**. Avec un titre massique de 322 mg.L^{-1} l'eau de Vichy Saint-Yorre n'est pas une eau de consommation quotidienne.

3) Titrage des ions $\text{Cl}^-_{(\text{aq})}$ dans l'eau du robinet (s'il reste en fin de TP).

a) Le titrage donne : $V_E = 3,6 \text{ mL}$.

$$[\text{Cl}^-] = [\text{Ag}^+] \times V_E / V_0$$

$$[\text{Cl}^-] = 2,5 \cdot 10^{-2} \times 3,6 / 100,0 = 9,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$t(\text{Cl}^-) = [\text{Cl}^-] \times M(\text{Cl}) = 9,0 \cdot 10^{-4} \times 35,5 = 0,032 \text{ g.L}^{-1} = 32 \text{ mg.L}^{-1}$$

b) La teneur en ion chlorure de l'eau du robinet est environ dix fois plus faible que celle de l'eau de Vichy Saint-Yorre.

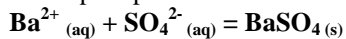
III. TITRAGE DES IONS SULFATE PAR CONDUCTIMETRIE

1) Réaction de titrage

1 mL de
($\text{Ba}^{2+} + \text{Cl}^-$)
incolore



• équation de précipitation:



• Constante d'équilibre:

$$K = 1 / ([\text{Ba}^{2+}]_{\text{eq}} \times [\text{SO}_4^{2-}]_{\text{eq}})$$



1 mL de
($\text{Na}^+ + \text{SO}_4^{2-}$)
incolore

Formation d'un précipité
blanc de sulfate de baryum

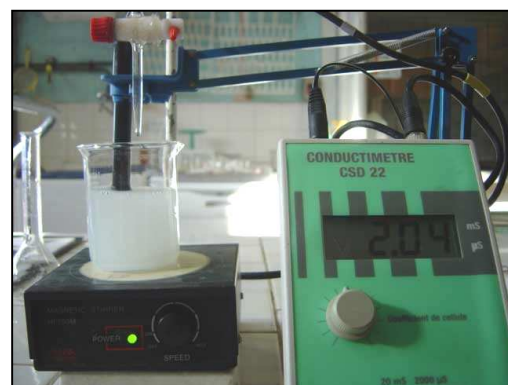
2) Protocole expérimental

Burette graduée avec la solution de chlorure de baryum de concentration:

$$C_2(\text{BaCl}_2) = 0,10 \text{ mol.L}^{-1}$$



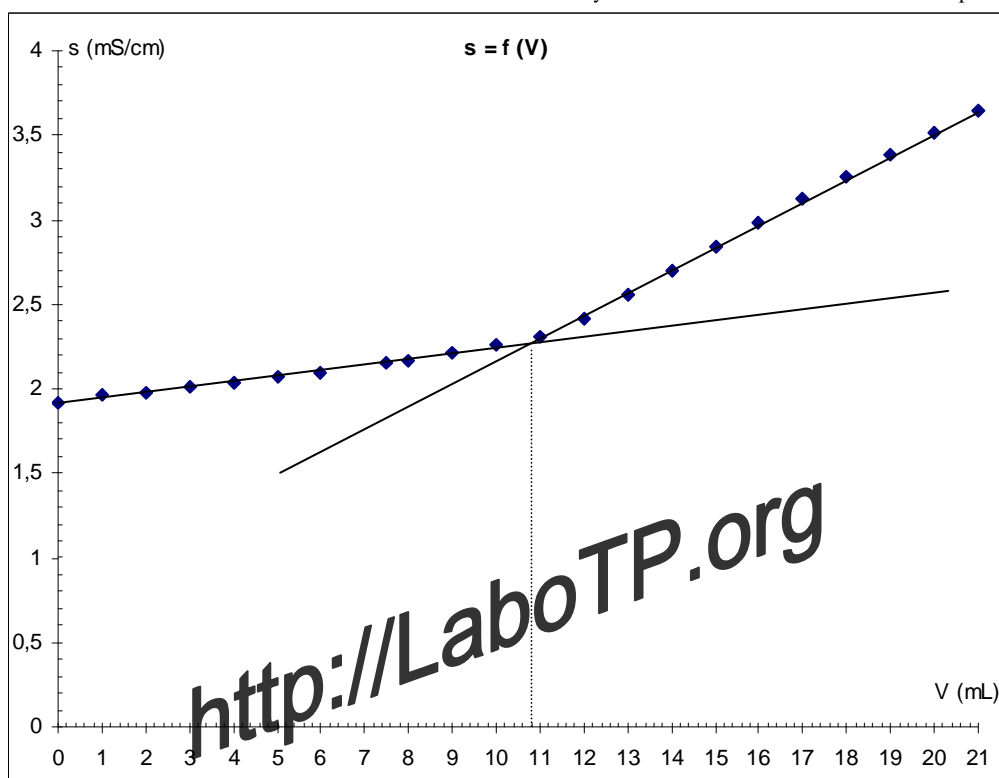
Bécher contenant initialement 100,0 mL d'eau de Contrexéville (incolore) mesurés avec une fiole jaugée.



Montage en cours de dosage

V(mL)	0,0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,5	8,0	9,0	10
σ	1,92	1,96	1,98	2,01	2,04	2,07	2,10	2,15	2,17	2,21	2,26
V(mL)	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
σ	2,31	2,42	2,56	2,70	2,84	2,98	3,12	3,26	3,39	3,52	3,65

<http://LaboTP.org>



3) Résultats

a) équation de précipitation: $\text{Ba}^{2+}_{(\text{aq})} + \text{SO}_4^{2-}_{(\text{aq})} = \text{BaSO}_4(\text{s})$

b) A l'équivalence, les réactifs ont été mélangés dans les proportions stoechiométriques de l'équation de dosage:

$$n_{\text{init}}(\text{SO}_4^{2-}) = n_{\text{versée équiv}}(\text{Ba}^{2+})$$

c) L'équivalence est repérée au point d'intersection des deux demi-droites. On lit: $V_E = 10,8 \text{ mL}$.

d) A l'équivalence:

$$\begin{aligned} [\text{SO}_4^{2-}] \times V &= [\text{Ba}^{2+}] \times V_E \\ [\text{SO}_4^{2-}] &= [\text{Ba}^{2+}] \times V_E / V \\ [\text{SO}_4^{2-}] &= 0,10 \times 10,8 / 100 = 1,1 \cdot 10^{-2} \text{ molL}^{-1} \end{aligned}$$

concentration massique: $t(\text{SO}_4^{2-}) = [\text{SO}_4^{2-}] \times M(\text{SO}_4^{2-}) = 1,1 \cdot 10^{-2} \times (32,1 + 4 \times 16) \approx 1,1 \text{ g.L}^{-1}$

L'étiquette indique: $t(\text{SO}_4^{2-}) = 1187 \text{ mg.L}^{-1}$ soit un écart relatif de 7 %.

Eau sulfatée calcique et magnésienne. Minéralisation en mg/l :			
calcium : 486	magnésium : 84	sodium : 9,1	potassium : 3,2
sulfate : 1187	hydrogénocarbonate : 403	chlorure : 10	nitrate : 2,7
Source Contrex. Résidu sec à 180°C : 2125 mg/l.			