

OBJECTIFS

- Déterminer expérimentalement la concentration en ions chlorure d'une eau de boisson ; comparer le résultat expérimental aux indications portées sur l'étiquette.
- Réaliser un titrage direct par précipitation et vérifier quantitativement la validité de cette méthode de titrage.

L'arrêté du 6 février 2007, publié au journal officiel de la République Française, fixe la concentration maximale en ions chlorure des eaux destinées à la consommation humaine à 250 mg.L^{-1} . Il est donc indispensable de pouvoir déterminer la concentration en ions chlorure dans une eau de consommation.

⇒ **Expériences préliminaires**

Réa, Val, Com, Aut

Manipulations

- Dans un tube à essais (a), introduire 1,0 mL d'une solution de chromate de potassium, $2 \text{ K}^+(\text{aq}) + \text{CrO}_4^{2-}(\text{aq})$ à $1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$, puis ajouter quelques gouttes d'une solution de nitrate d'argent, $\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{NO}_3^-(\text{aq})$ à $1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$. Agiter et observer.
- Dans un tube à essai (b), introduire 1,0 mL d'une solution de chlorure de sodium $\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$ à $1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$, puis ajouter quelques gouttes de la solution de nitrate d'argent. Agiter et observer.
- Dans un tube à essai (c), introduire 1,0 mL de solution de chromate de potassium et 1,0 mL de chlorure de sodium, puis ajouter goutte à goutte la solution de nitrate d'argent. Agiter et observer.

Questions

1. Schématiser les trois expériences.
2. Écrire et ajuster les équations des réactions de précipitation se produisant dans les tubes (a) et (b) sachant que les ions $\text{K}^+(\text{aq})$, $\text{NO}_3^-(\text{aq})$ et $\text{Na}^+(\text{aq})$ sont spectateurs.
3. Dans le tube (c) les ions $\text{Ag}^+(\text{aq})$ peuvent réagir avec les ions $\text{CrO}_4^{2-}(\text{aq})$ et $\text{Cl}^-(\text{aq})$. Quel est le précipité qui se forme en premier ?
4. Qu'observe-t-on si on continue à ajouter, tout en agitant, des ions argent ? Quand se forme le précipité rouge ?

Manipulations

- Dans un bécher (A), introduire un volume $V_1 = 5,0 \text{ mL}$ de la solution de chlorure de sodium et un volume $V = 4,0 \text{ mL}$ de la solution de nitrate d'argent.
- Dans un bécher (B), introduire un volume $V_1 = 5,0 \text{ mL}$ de la solution de chlorure de sodium et un volume $V' = 6,0 \text{ mL}$ de la solution de nitrate d'argent.
- Dans chaque bécher, verser un volume $V_0 = 0,5 \text{ mL}$ de la solution de chromate de potassium. Agiter et observer.

Questions

5. Schématiser les expériences et écrire l'équation de la réaction qui se produit dans les deux béchers.
6. Calculer les quantités initiales des réactifs pour les deux expériences. Avant l'ajout de la solution de chromate de potassium, déterminer lequel des deux réactifs est en excès dans chaque bécher.
7. Justifier l'utilisation d'ions chromate $\text{CrO}_4^{2-}(\text{aq})$ comme **indicateur de fin de réaction** lors de la réaction entre les ions chlorure par les ions argent.

Protocole expérimental

- ➔ À partir des résultats précédents, proposer un protocole expérimental pour déterminer, par titrage avec des ions argent, la concentration C_1 en ions chlorure dans l'eau de Christinen.
- ➔ On utilisera une solution de chromate de potassium de concentration $C = 5,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ comme indicateur de fin de réaction et la solution de nitrate d'argent précédente.
- ➔ Après accord du professeur, effectuer **deux titrages concordants**.

Questions

8. Noter la valeur du volume versé à l'équivalence V_E .
9. Calculer l'incertitude de cette mesure (voir fiche 3 pages 198 à 200).
10. Écrire l'équation de la réaction de titrage. Définir l'équivalence du titrage.
11.
 - a. Déterminer la concentration C_1 en ions chlorure dans l'eau de Christinen.
 - b. Calculer la concentration massique $t_1(\text{Cl})$ des ions chlorure, en $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ (Donnée : $M(\text{Cl}) = 35,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$).
 - c. Mettre en commun les résultats des 5 groupes. Calculer la moyenne $t_{\text{moy}}(\text{Cl})$, l'écart type σ_{n-1} et chercher l'incertitude associée à cette moyenne, à un niveau de confiance de 95 % (voir fiche 3 pages 198 à 200). Donner le résultat sous forme d'un encadrement.
 - d. Comparer la valeur moyenne $t_{\text{moy}}(\text{Cl})$ à la valeur indiquée sur l'étiquette et calculer l'incertitude relative r (voir fiche 4 page 201).
 - e. Les normes préconisent une concentration massique maximale de $250 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ en ions chlorure pour une eau de consommation quotidienne. Peut-on alors consommer l'eau de Christinen ? Si oui, dans quelle condition ?



12. Déterminer la concentration massique en ions chlorure d'une eau de robinet et conclure sur la potabilité de cette eau. On effectuera le titrage sur 100 mL d'eau.