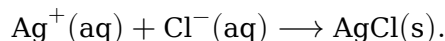


Contrôle de la teneur en sel d'un fromage

Terminale spécialité Physique-Chimie • Titrages

1. Réaction support du titrage

Les ions argent réagissent avec les ions chlorure pour former un précipité de chlorure d'argent :



Pour servir de support à un titrage, la transformation doit être rapide, totale et unique.

2. Teneur en chlorure de sodium

L'intersection des deux droites obtenues en prolongeant les deux portions du suivi conductimétrique donne $V_E \approx 10,3$ mL.

La réaction est de stœchiométrie 1 : 1. À l'équivalence :

$$n_A(\text{Cl}^-) = n_E(\text{Ag}^+) = cV_E.$$

Dans le prélèvement :

$$n_A(\text{Cl}^-) = 2,00 \times 10^{-2} \times 10,3 \times 10^{-3} = 2,06 \times 10^{-4} \text{ mol.}$$

La quantité d'ions chlorure dans la totalité de la solution vaut donc :

$$n_{\text{total}}(\text{Cl}^-) = n_A(\text{Cl}^-) \times \frac{V_0}{V_A} = 2,06 \times 10^{-4} \times \frac{100,0}{20,00} = 1,03 \times 10^{-3} \text{ mol.}$$

Sous l'hypothèse de l'énoncé, $n(\text{NaCl}) = n_{\text{total}}(\text{Cl}^-)$. La masse molaire du chlorure de sodium est :

$$M(\text{NaCl}) = M(\text{Na}) + M(\text{Cl}) = 58,44 \text{ g mol}^{-1}.$$

La masse de chlorure de sodium contenue dans l'échantillon est :

$$m(\text{NaCl}) = 1,03 \times 10^{-3} \times 58,44 = 6,02 \times 10^{-2} \text{ g.}$$

Cette masse provient de 5,00 g de fromage. Ainsi :

$$w = \frac{0,0602}{5,00} \times 100 = 1,20 \text{ g de NaCl pour 100 g de fromage.}$$

3. Composition après l'ajout de 6,00 mL

Comme $6,00 \text{ mL} < V_E$, les ions argent ajoutés sont limitants et sont entièrement consommés.

La quantité initiale d'ions chlorure dans le prélèvement est $n_0(\text{Cl}^-) = cV_E = 2,06 \times 10^{-4} \text{ mol}$. La quantité de nitrate d'argent ajoutée vaut :

$$n_{\text{ajoutée}}(\text{Ag}^+) = n(\text{NO}_3^-) = 2,00 \times 10^{-2} \times 6,00 \times 10^{-3} = 1,20 \times 10^{-4} \text{ mol}.$$

À l'état final :

- $n(\text{Ag}^+) = 0$;
- $n(\text{Cl}^-) = 2,06 \times 10^{-4} - 1,20 \times 10^{-4} = 8,6 \times 10^{-5} \text{ mol}$;
- $n(\text{NO}_3^-) = 1,20 \times 10^{-4} \text{ mol}$;
- $n(\text{Na}^+) = 2,06 \times 10^{-4} \text{ mol}$.

La quantité de précipité formé est $n(\text{AgCl}) = 1,20 \times 10^{-4} \text{ mol}$.

4. Allure du suivi conductimétrique

Avant l'équivalence, les ions Ag^+ ajoutés sont consommés par les ions Cl^- . Les ions Cl^- disparaissent progressivement de la solution tandis que les ions NO_3^- apportés restent en solution. Comme $\lambda(\text{NO}_3^-) < \lambda(\text{Cl}^-)$, ce remplacement fait diminuer la conductivité. La dilution due à l'ajout de solution titrante contribue également à cette diminution.

Après l'équivalence, les ions Cl^- ont été consommés. Les ions Ag^+ et NO_3^- ajoutés s'accumulent alors en solution : la conductivité augmente. Le changement de pente permet de repérer l'équivalence.

5. Incertitude-type et compatibilité

Avec la valeur non arrondie $w = 1,203864 \text{ g}$ pour 100 g :

$$\frac{u(w)}{w} = \sqrt{\left(\frac{0,0002}{0,0200}\right)^2 + \left(\frac{0,2}{10,3}\right)^2 + \left(\frac{0,01}{5,00}\right)^2} \approx 2,19 \times 10^{-2}.$$

Ainsi, $u(w) \approx 0,0264 \text{ g}$ pour 100 g . En arrondissant l'incertitude à un chiffre significatif par excès et la valeur au même rang décimal :

$$w = (1,20 \pm 0,03) \text{ g de NaCl pour } 100 \text{ g de fromage}.$$

L'écart normalisé vaut :

$$z = \frac{|1,20 - 1,16|}{0,03} \approx 1,3.$$

Comme $z < 2$, la mesure et la valeur de référence sont compatibles.