

EXERCICE RÉSOLU 2

Dosage par titrage conductimétrique

Énoncé

On prélève un volume $V_0 = 20,0$ mL de lait (solution S_0) et on les introduit dans une fiole jaugée de volume $V_S = 100,0$ mL. On complète avec de l'eau distillée et on homogénéise pour obtenir une solution S , de concentration c_S .

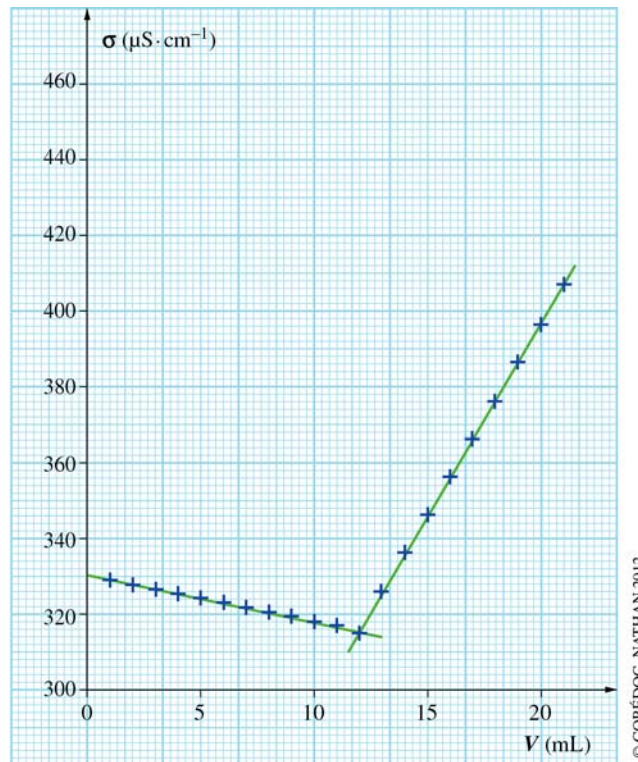
On verse un volume $V_1 = 10,0$ mL de la solution S dans un bécher et on y ajoute environ 250 mL d'eau distillée.

On plonge ensuite dans le bécher une cellule conductimétrique.

Initialement, et après chaque ajout, mL par mL, d'une solution aqueuse de nitrate d'argent ($\text{Ag}^+(\text{aq}), \text{NO}_3^-(\text{aq})$) de concentration $c = 5,0 \times 10^{-3} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, on détermine la conductivité du milieu réactionnel.

Le suivi conductimétrique du dosage permet d'obtenir la courbe d'évolution de la conductivité σ du milieu réactionnel en fonction du volume V_2 de la solution de nitrate d'argent versé (voir courbe ci-dessous). La transformation chimique, rapide, met uniquement en jeu les ions chlorure et les ions argent selon l'équation de réaction : $\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{AgCl}(\text{s})$.

D'après BAC, Antilles, septembre 2009.



Courbe d'évolution de la conductivité

Données

À 25°C : $\lambda(\text{Cl}^-) = 76,3 \times 10^{-4} \text{ m}^2\cdot\text{S}\cdot\text{mol}^{-1}$;
 $\lambda(\text{NO}_3^-) = 71,4 \times 10^{-4} \text{ m}^2\cdot\text{S}\cdot\text{mol}^{-1}$;
 $\lambda(\text{Ag}^+) = 61,9 \times 10^{-4} \text{ m}^2\cdot\text{S}\cdot\text{mol}^{-1}$.

Masse molaire des ions chlorure : $M(\text{Cl}^-) = 35,5 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.

1. En utilisant les valeurs des conductivités molaires ioniques, interpréter la variation de la valeur de la conductivité σ du milieu réactionnel au cours du dosage.
2. Déterminer, en utilisant cette courbe, le volume V_e de solution de nitrate d'argent versé à l'équivalence.
3. Quelle est, à l'équivalence, la relation entre la quantité de matière en ions argent introduits et la quantité de matière en ions chlorure initialement présents ?

4. En déduire la concentration molaire c_s en ions chlorure initialement présents dans la solution S , puis celle c_0 dans le lait.
 5. La masse d'ions chlorure présents dans un litre de lait doit être comprise entre 1,0 et 2,0 g. Calculer la masse d'ions chlorure présents dans le lait étudié et conclure.

Une solution

1. Avant l'équivalence, le réactif limitant est Ag^+ . Les ions Cl^- sont consommés, des ions NO_3^- sont introduits. La conductivité diminue car la conductivité ionique molaire de Cl^- est plus grande que celle de NO_3^- .

Après l'équivalence, le réactif limitant est Cl^- . La quantité d'ions NO_3^- augmente. Des ions Ag^+ sont introduits sans être consommés donc la conductivité augmente.

2. D'après la courbe, le volume versé à l'équivalence est $V_e = 12,0$ mL.

3. À l'équivalence, les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques.

$$\frac{n_{\text{Cl}^-,i}}{1} = \frac{n_{\text{Ag}^+,e}}{1}$$

4. $c_s V_1 = c V_e$ donc $c_s = \frac{c V_e}{V_1}$.

A.N. : $c_s = \frac{5,0 \times 10^{-3} \times 12,0 \times 10^{-3}}{10,0 \times 10^{-3}} = 6,0 \times 10^{-3} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

Connaissances

Il faut connaître la définition de l'équivalence et savoir la traduire par une relation.

Raisonner

Ne pas oublier de tenir compte de la dilution.

→ Lors d'une dilution, il y a conservation de la quantité de matière :

$$c_0 V_0 = c_s V_s \quad \text{donc} \quad c_0 = \frac{c_s V_s}{V_0}$$

A.N. : $\frac{6,0 \times 10^{-3} \times 100,0 \times 10^{-3}}{20,0 \times 10^{-3}} = 3,0 \times 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

5. A.N. : $c_m = c_0 M = 3,0 \times 10^{-2} \times 35,5 = 1,7 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$.

Dans un litre de ce lait, il y a 1,7 g d'ions chlorure, ce lait peut donc être consommé car $1,0 < 1,7 < 2,0 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$.