

EXERCICES : Dosage par titrage conductimétrique

Chimie

Exercice 1 : Titrage acido-basique

On dose, par titrage conductimétrique, une solution S_A d'acide chlorhydrique, $H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$, par une solution S_B d'hydroxyde de sodium, $Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$.

L'équation de la réaction de titrage est : $H_3O^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)} \rightarrow 2 H_2O_{(l)}$

Le suivi du titrage par conductimétrie permet de tracer le graphe $\sigma = f(V_B)$ ci-dessous :

1. Faire un schéma légendé du dispositif de titrage.

2. Déterminer le volume équivalent V_E du titrage.

On néglige la dilution lors du titrage.

3. On se place avant l'équivalence.

a. Quelles sont les espèces présentes dans le mélange ?

b. La concentration en ions chlorure varie-t-elle au cours du titrage? Justifier.

c. L'expression de la conductivité σ de la solution contenue dans le bécher est :

$$\sigma = \lambda(H_3O^+) \cdot [H_3O^+] + \lambda(Na^+) \cdot [Na^+] + \lambda(Cl^-) \cdot [Cl^-]$$

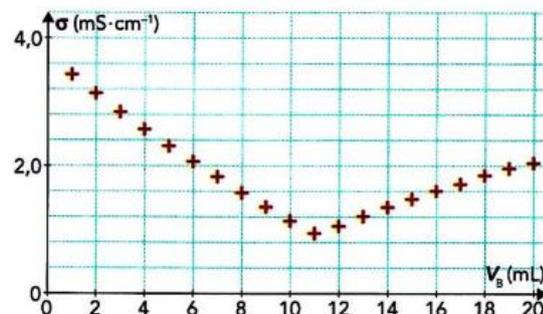
Sachant que $\lambda(H_3O^+) \gg \lambda(Na^+)$, justifier l'évolution de la conductivité avant l'équivalence.

4. On se place maintenant après l'équivalence.

a. Quelles sont les espèces présentes dans le mélange ?

b. Établir l'expression de la conductivité σ .

c. Justifier l'évolution de la conductivité de la solution contenue dans le bécher après l'équivalence du titrage.



Exercice facultatif : Dosage des ions chlorure dans un lait

Cet exercice permet d'extraire et d'exploiter des informations relatives à une méthode d'analyse conductimétrique de la concentration en ions chlorure d'une solution aqueuse et du lait.

Document 1 : Concentration massique en ions chlorure

Dans le lait frais de Vache, la concentration massique en ions chlorure se situe entre $0,8 \text{ g.L}^{-1}$ et $1,2 \text{ g.L}^{-1}$. Dans le lait dit *mammiteux*, c'est-à-dire issu d'une vache ayant une inflammation des mamelles, cette concentration est voisine de $1,4 \text{ g.L}^{-1}$. Les autres ions sont essentiellement les ions sodium et potassium.

Document 2 : Principe du titrage conductimétrique

Dans un bécher, verser un volume $V_0 = 200,0 \text{ mL}$ d'une solution aqueuse de chlorure de potassium de concentration molaire $C_0 = 3,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$, de conductivité $\sigma_0 = 4,0 \cdot 10^{-2} \text{ S.m}^{-1}$ à la température ambiante. Ajouter goutte à goutte une solution aqueuse de nitrate d'argent de concentration molaire $C = 0,0800 \text{ mol.L}^{-1}$. Constaté la formation d'un précipité. Noter la valeur de la conductivité σ en fonction du volume V de solution de nitrate d'argent ajouté et représenter graphiquement σ en fonction de V . Les points expérimentaux sont reportés sur la figure 1.

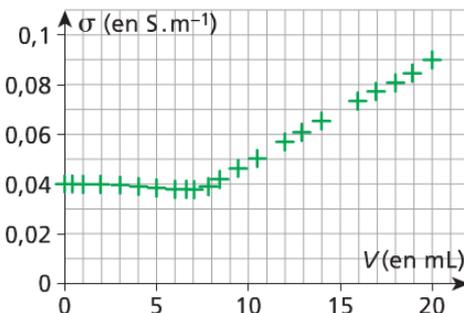


Figure 1 : Evolution de σ en fonction de V .

Document 3 : Titrage des ions chlorure du lait

Introduire un volume $V_0' = 20,0 \text{ mL}$ de lait frais dans un bécher avec 250 mL d'eau distillée et quelques gouttes d'acide nitrique. Les protéines du lait précipitent et, de ce fait, n'interviennent pas dans le titrage. Introduire alors une cellule conductimétrique et suivre l'évolution de la conductivité lors de l'ajout de la même solution titrante de nitrate d'argent que dans le document précédent ($c = 0,080 \text{ mol.L}^{-1}$). Les points expérimentaux sont reportés sur la figure 2.

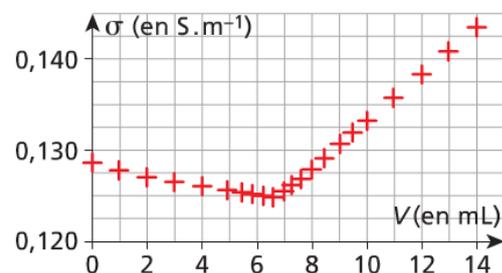


Figure 2 : Evolution de σ en fonction de V .

- Quelle est l'équation support du titrage sachant que le précipité met en jeu les ions chlorure?
- En admettant que le volume V ne varie pas, justifier que la concentration $[K^+]$ reste constante.
- Comment évoluent, dans la solution du bécher, les concentrations $[NO_3^-]$, $[Ag^+]$ et $[Cl^-]$ avant l'équivalence? après l'équivalence?
- Rassembler ces conclusions dans un tableau indiquant l'évolution des concentrations de chaque type d'ions avant et après l'équivalence.
- Donner l'expression de la conductivité σ de la solution.
Sachant que $\lambda(Cl^-)$ est peu différent de $\lambda(NO_3^-)$, justifier qualitativement la forme de la courbe entre 0 et 5 mL puis au-delà de 10 mL.
- En déduire une méthode de détermination graphique du volume équivalent V_{eq} .
- Utiliser les documents pour donner la liste des ions présents dans le mélange à titrer pour un volume $V=0 \text{ mL}$.
- En déduire que ce titrage du lait (doc3, Fig 2) est le même que celui de la solution aqueuse étudiée précédemment.
- En exploitant la figure 2, calculer la quantité d'ions chlorure contenus dans le prélèvement de lait frais.
- En déduire la masse d'ions chlorure contenue dans un litre de lait. Le lait étudié est-il mammiteux?