

TS	Chimie Spécialité	Les ions chlorure dans une eau minérale (d'après un sujet de baccalauréat)	Exercice résolu
----	----------------------	---	-----------------

- Enoncé -

Données :

- *Etiquette de la bouteille d'eau minérale :*

Ions	Composition moyenne en mg.L ⁻¹
Sodium (Na ⁺)	385
Calcium (Ca ²⁺)	85
Magnésium (Mg ²⁺)	80
Potassium (K ⁺)	65
Hydrogénocarbonate (HCO ₃ ⁻)	1350
Chlorure (Cl ⁻)	285
Sulfate (SO ₄ ²⁻)	25
Nitrate (NO ₃ ⁻)	1,9
Résidus secs à 180°C	1650

- *Conductivités molaires ioniques :*
 - ion chlorure : $\lambda(\text{Cl}^-) = 7,6 \times 10^{-3} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1}$
 - ion nitrate : $\lambda(\text{NO}_3^-) = 7,1 \times 10^{-3} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1}$
- *Masse molaire atomique du chlore : $M(\text{Cl}) = 35,5 \text{ g.mol}^{-1}$*

Pour déterminer le titre massique en ions chlorure dans une eau minérale, on réalise un titrage conductimétrique.

On introduit dans un bécher un volume $V_1 = 25,0 \text{ mL}$ d'eau minérale et on ajoute un volume $V = 75 \text{ mL}$ d'eau déminéralisée. On remplit une burette graduée avec une solution de nitrate d'argent ($\text{Ag}^+_{(\text{aq})} + \text{NO}_3^-_{(\text{aq})}$) de concentration $c_2 = 3,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ en soluté apporté.

Après avoir étalonné le conductimètre, on plonge la cellule conductimétrique dans le bécher et on relève la conductivité σ après chaque ajout de la solution de nitrate d'argent.

Les résultats sont regroupés dans le tableau ci-dessous (V_2 est le volume total ajouté de la solution de nitrate d'argent) :

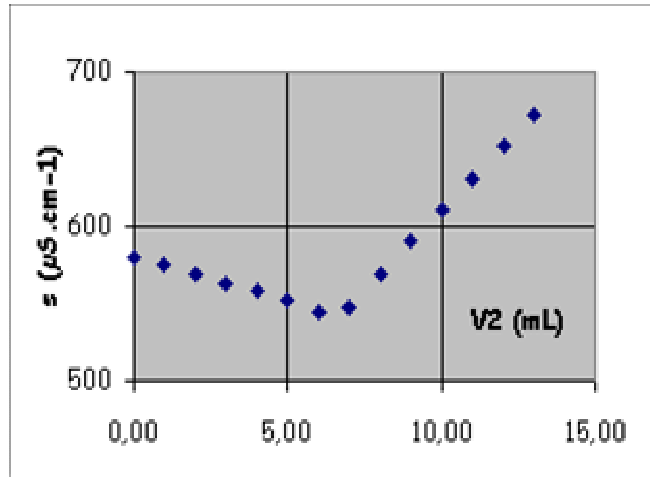
V_2 (mL)	0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0
σ ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)	580	575	569	563	558	552	545	548	570	591	611	631	653	673

1. Ecrivez l'équation modélisant la réaction de titrage et énoncez la condition d'équivalence.
2. Construisez le graphe représentatif de la fonction : $V_2 \rightarrow \sigma(V_2)$.
Echelle : 1 cm pour 1 mL et 1 cm pour 10 $\mu\text{S.cm}^{-1}$ (l'axe des ordonnées ne sera pas gradué à partir de 0).
3. Pourquoi a-t-on ajouté de l'eau déminéralisée dans le bécher ?
4. A l'aide des données, précisez comment varient les concentrations des espèces ioniques avant et après l'équivalence. Justifiez alors l'allure du graphe obtenu.
5. Comment peut-on repérer le passage par l'équivalence ? Quel est alors le volume V_E de solution de nitrate d'argent versé ?
6. En déduire les concentrations molaire et massique en ions chlorure dans cette eau minérale. Si l'on considère que l'indication de l'étiquette est valable à 5 % près, le titrage permet-il de valider cette dernière ?

- Corrigé -

1. L'équation modélisant la réaction de titrage est : $\text{Cl}^-_{(\text{aq})} + \text{Ag}^+_{(\text{aq})} = \text{AgCl}_{(\text{s})}$
 A l'équivalence, la quantité d'ions argent apportée par la solution titrante est égale à la quantité d'ions chlorure initialement présente dans l'échantillon dosé : $n(\text{Cl}^-)_i = n(\text{Ag}^+)_E$

2.



3. On ajoute de l'eau déminéralisée dans le bécher pour augmenter le volume de la solution dans lequel baigne la cellule conductimétrique, pour diminuer les concentrations des ions présents et permettre de meilleures mesures, et cela, sans ajouter d'ions chlorure.

4. Avant l'équivalence la concentration en ions chlorure diminue (ils réagissent) et la concentration en ions nitrate augmente (ils sont ajoutés et ne réagissent pas). La conductivité de la solution diminue car la conductivité des ions nitrate est inférieure à la conductivité des ions chlorure (un ion nitrate est ajouté pour chaque ion chlorure consommé).

Après l'équivalence, il n'y a plus de réaction. Les concentrations en ions nitrate et argent augmentent : la conductivité de la solution augmente.

5. L'équivalence correspond au minimum de conductivité de la solution. Le volume de solution titrante alors versé est $V_E = 6,7 \text{ mL}$.

6. A l'équivalence : $n(\text{Cl}^-)_i = n(\text{Ag}^+)_E \Rightarrow [\text{Cl}^-]_{(\text{aq})} \cdot V_1 = c_2 \cdot V_E \Rightarrow [\text{Cl}^-]_{(\text{aq})} = \frac{c_2 \cdot V_E}{V_1}$

$$\text{Soit : } [\text{Cl}^-]_{(\text{aq})} = \frac{3,0 \times 10^{-2} \times 6,7}{25,0} = 8,0 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

La concentration massique en ions chlorure dans cette eau minérale est : $t(\text{Cl}^-)_{(\text{aq})} = [\text{Cl}^-]_{(\text{aq})} \cdot M(\text{Cl})$

$$\text{Soit : } t(\text{Cl}^-)_{(\text{aq})} = 8,0 \times 10^{-3} \times 35,5 = 2,8 \times 10^{-1} \text{ g.L}^{-1} \text{ ou } 2,8 \times 10^2 \text{ mg.L}^{-1}$$

Si l'indication de l'étiquette est valable à 5% près, on doit avoir : $271 \text{ mg.L}^{-1} < t(\text{Cl}^-)_{(\text{aq})} < 299 \text{ mg.L}^{-1}$
 le dosage permet donc de valider cette dernière.