

C8. Mesurer la concentration d'une solution Exercices

Exercice 1 : Résistance et conductance

A 25°C, la conductivité d'une solution de chlorure de potassium de concentration 0,100 mol.L⁻¹ est 1,289 S.m⁻¹. Les électrodes de la cellule conductimétrique utilisée ont une surface en regard de 2,037 cm² et sont distantes de 0,531 cm.

1. Quelles sont la résistance et la conductance de la portion de solution contenue entre les électrodes ?
2. Pour un conductimètre alimenté avec une tension de 2,0 V, quelle est l'intensité du courant I ?

Exercice 2 : Calcul de conductance

On a déterminé, avec le même montage et à la même température, la conductance de solutions contenant respectivement 4,0 mmol.L⁻¹ de chlorure de sodium, chlorure de potassium et nitrate de potassium :

$$G(\text{Na}^+ + \text{Cl}^-) = 1,16 \text{ mS} \quad G(\text{K}^+ + \text{Cl}^-) = 1,37 \text{ mS} \quad G(\text{K}^+ + \text{NO}_3^-) = 1,33 \text{ mS}$$

1. En déduire la conductance G d'une solution de nitrate de sodium, de même concentration, mesurée avec le même montage et à la même température.
2. De ces quatre solutions, laquelle est la plus conductrice ?

Exercice 3 : Solution de chlorure de calcium

L'hypocalcémie, carence de l'organisme en élément calcium, peut être traitée en cas d'urgence par injection intraveineuse de chlorure de calcium Aguettant[®] proposé en ampoule de 10 mL. Une ampoule contient 1 g de CaCl₂ · x H₂O (chaque entité chimique de CaCl₂ est associée à x molécules H₂O). On veut déterminer la valeur de x par conductimétrie.

On dispose, pour étalonner la cellule conductimétrique, d'une échelle de concentrations en chlorure de calcium :

C (mmol/L)	1,0	2,5	5,0	7,5	10,0
G (mS)	0,53	1,32	2,63	3,95	5,21

1. Tracer la courbe $G = f(C)$ sur votre calculatrice, obtenue par une régression linéaire de ces données.
2. En déduire, à l'aide de votre calculatrice, la relation reliant G et C .

Le contenu d'une ampoule a été dilué 100 fois. La mesure de sa conductance donne $G_d = 2,42 \text{ mS}$.

3. En déduire la valeur de la concentration C_d de la solution dosée puis la concentration C_a de l'ampoule d'Aguettant[®].
4. Déterminer la valeur de x, le nombre de molécules d'eau associée à chaque entité de CaCl₂.

Exercice 4 : Concentrations dans une solution saturée

On considère une solution saturée de iodate d'argent $\text{Ag}^+ + \text{IO}_3^-$ à 18°C. La conductivité de cette solution est de 1,19 mS.m⁻¹.

1. Calculer la conductivité molaire Λ de cette solution à 18°C.
2. En déduire la concentration de la solution et les concentrations effectives des ions.
3. Déterminer la solubilité de l'iodate d'argent dans l'eau.

Données : à 18°C

$$\lambda(\text{Ag}^+) = 5,01 \text{ mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\lambda(\text{IO}_3^-) = 7,70 \text{ mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$$

Exercice 5 : Solution de nitrate de calcium

1. Calculer les concentrations molaires effectives des ions d'une solution de nitrate de calcium à 1,50 g.L⁻¹.
2. Calculer sa conductivité à 25°C.
3. En déduire sa conductivité molaire par 2 méthodes différentes.

Données : à 25°C

$$\text{ions calcium : } \lambda(\text{Ca}^{2+}) = 11,9 \text{ mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\text{ions nitrate : } \lambda(\text{NO}_3^-) = 7,14 \text{ mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$$

Exercice 6 : Solubilité du fluorure de calcium

1. Rappeler la formule du fluorure de calcium et calculer sa conductivité molaire à 18°C.
2. Comparer et commenter les valeurs des conductivités molaires ioniques du calcium à 18°C et à 25°C (voir données ex. 5)

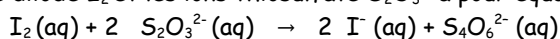
La conductivité d'une solution saturée de fluorure de calcium à 18°C est de 3,71 mS.m⁻¹.

3. En déduire les concentrations effectives des ions dans la solution.
4. Calculer la solubilité du fluorure de calcium à 18°C.

Données : à 18°C $\lambda(\text{Ca}^{2+}) = 10,50 \text{ mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$
 $\lambda(\text{F}^-) = 4,04 \text{ mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$

Exercice 7 : Dosage d'une solution de Lugol

On veut déterminer la concentration C du diiode dans une solution de Lugol, utilisée comme antiseptique. La réaction de dosage, entre le diiode I_2 et les ions thiosulfate $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ a pour équation :



On dose $V = 10,0 \text{ mL}$ de Lugol par une solution de thiosulfate de sodium de concentration $C' = 0,100 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

L'équivalence du dosage est obtenue pour un volume de $S' : V'_{\text{eq}} = 8,2 \text{ mL}$.

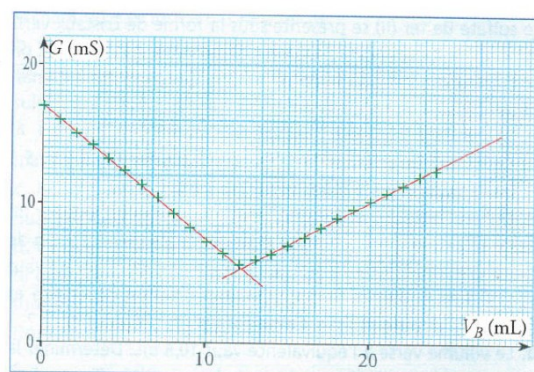
1. Quelle est la quantité de diiode dosé ?
2. En déduire la concentration C du diiode dans la solution de Lugol.

Exercice 8 : Dosage d'un détartrant

On veut déterminer la concentration en acide chlorhydrique $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$ d'un détartrant.

Pour cela, on dilue ce détartrant 200 fois. On prélève $V = 100,0 \text{ mL}$ de la solution diluée S obtenue, on ajoute progressivement, tout en agitant, une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $C' = 0,096 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

On mesure la conductance de la solution obtenue et on obtient le graphe ci-contre.



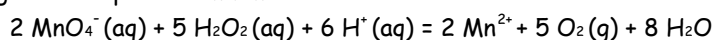
1. Comment réaliser la dilution du détartrant ?
2. Représenter le dispositif expérimental nécessaire pour le dosage.
3. Quels sont les réactifs ? Ecrire l'équation de la réaction de dosage.
4. Justifier qualitativement l'évolution de la conductance au cours du dosage en analysant les ions en présence avant et après l'équivalence.
5. Comment déterminer le volume versé à l'équivalence ? Le déterminer.
6. En déduire la concentration des ions oxonium dans S .
7. Quelle est alors la concentration en acide chlorhydrique du détartrant ?

Exercice 9 : Nettoyage de lentilles de contact

Le peroxyde d'hydrogène H_2O_2 est le principe actif d'une solution de nettoyage des lentilles de contact. On souhaite vérifier l'information portée sur cette étiquette :

solution Oxyclean (peroxyde d'hydrogène 3%)

La solution de nettoyant de lentilles de contact est diluée 10 fois pour obtenir une solution fille. Un échantillon de volume $V_1 = 10,0 \text{ mL}$ de cette solution-fille est prélevé puis titré par une solution acidifiée de concentration $25,0 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ de permanganate de potassium KMnO_4 :



L'équivalence de ce titrage est repérée lorsqu'un volume $V = 13,6 \text{ mL}$ de solution titrante est versée.

1. Exprimer puis calculer la quantité puis la masse de peroxyde d'oxygène dans 100 g de solution commerciale.
2. Comparer aux indications de l'étiquette.

Exercice 10 : Pollution phosphorée

La présence de l'élément chimique phosphore dans les eaux entraîne un développement important d'algues. Sa concentration dans les eaux de rivière est contrôlée. Pour cela, un dosage par étalonnage des ions hydrogénophosphate HPO_4^- est réalisé. La droite d'étalonnage obtenue en représentant l'absorbance en fonction de la concentration massique en élément chimique phosphore est donnée ci-contre.

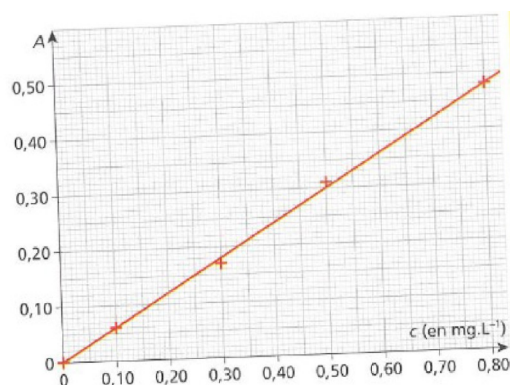
Deux eaux de rivière sont analysées :

On mesure $A_{\text{eau1}} = 0,460$ et $A_{\text{eau2}} = 0,175$.

1. Déterminer l'équation de la droite d'étalonnage et en déduire les concentrations massiques en élément chimique phosphore dans chacune des eaux analysées.

D'après les normes, une eau dont la concentration en élément phosphore est supérieure à 500 mg.L^{-1} est polluée.

2. Indiquer si ces deux eaux sont polluées ou non.



Exercice 11 : Colorants d'un sirop de menthe

Un dosage par étalonnage est réalisé pour déterminer les concentrations en colorant jaune et colorant bleu d'un sirop de menthe. La droite d'étalonnage obtenue pour le colorant bleu a pour équation $A = 0,16 c$ où c est la concentration massique en colorant bleu, exprimée en mg.L^{-1} .

Voici les spectres d'absorption du colorant jaune et du colorant bleu présents dans le sirop de menthe.

1. A quelle longueur d'onde le spectrophotomètre aura-t-il la meilleure sensibilité pour doser le colorant bleu ? Justifier.

En se plaçant à cette longueur d'onde, l'absorbance d'une solution de sirop de menthe dilué dix fois est $A_1 = 1,06$.

2. Déterminer la concentration massique du colorant bleu dans la solution de sirop dilué puis dans le sirop.
3. Pourquoi est-il préférable de réaliser le dosage du colorant jaune à 450 nm plutôt qu'à 420 nm ?

