

Dosage du Destop® par titrage Suivi conductimétrique

Sur l'étiquette d'un flacon de Destop®, on peut lire : « Destop, déboucheur surpuissant, produit corrosif, contient de l'hydroxyde de sodium (soude caustique), solution à 10 % ».

L'objectif de ce TP est de contrôler la qualité d'un flacon de Destop® par titrage conductimétrique.

Le Destop® se présente sous forme d'une solution visqueuse dont on détermine la densité au laboratoire, $d = 1,12$. On rappelle que l'hydroxyde de sodium est, à température ambiante, un solide blanc de formule $\text{NaOH}(s)$; sa réaction avec l'eau, particulièrement exothermique, consiste en sa dissociation en ions sodium et en ions hydroxyde, qui conduit à une solution aqueuse électrolytique appelée soude.



Comment peut-on déterminer la densité d'une solution ? Proposer un protocole expérimental.

Données : conductivité molaires ioniques à 25°C en $\text{mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$

$$\lambda(\text{Na}^+) = 5,01 ; \lambda(\text{H}_3\text{O}^+) = 34,98 ; \lambda(\text{HO}^-) = 19,86 ; \lambda(\text{Cl}^-) = 7,63 ;$$

Masses molaires atomiques en g.mol^{-1} : $M(\text{Na}) = 23,0$; $M(\text{C}) = 12,0$; $M(\text{O}) = 16,0$; $M(\text{H}) = 1,0$.

1 - Principe du dosage

1.1 - La réaction support du titrage

Lorsqu'on verse la solution titrante, une réaction chimique se produit dans le mélange réactionnel : elle sert de support au dosage par titrage. Ici, on prendra appui sur une réaction acido-basique entre les espèces présentes dans le Destop® et une solution aqueuse d'acide chlorhydrique à la concentration $C_A = 0,100 \text{ mol.L}^{-1}$.

1. Quelles doivent être les trois caractéristiques d'une réaction de titrage ?
2. Quels sont les ions présents dans la solution titrante ? dans la solution titrée ?
3. Etablir l'équation de la réaction acido-basique support du dosage.
4. Parmi les quatre ions mis en jeu, quels sont les deux ions ayant la plus grande conductivité molaire ionique ?

1.2 - Le principe du suivi conductimétrique

a) Première partie du titrage : avant l'équivalence

1. Préciser le nom du réactif limitant.
2. Pour chacun des 4 ions a priori présents, préciser l'évolution de sa quantité de matière en milieu réactionnel au cours du titrage : en déduire l'influence de cette évolution sur la conductivité mesurée.

b) Seconde partie du titrage : après l'équivalence

Mêmes questions qu'au a).

2 - Protocole de titrage

2.1 - Préparation du conductimètre

Pour déterminer la constante de cellule de la sonde conductimétrique, vous pourrez utiliser une solution de chlorure de potassium à $0,100 \text{ mol.L}^{-1}$ et les données suivantes.

θ (°C)	18	19	20	21	22	23	24
σ' (S.m^{-1})	1,119	1,143	1,167	1,197	1,215	1,239	1,264

Si l'on n'a pas le temps : le constructeur fournit les données suivantes.

Caractéristiques techniques : Constante de cellule : 0,71 cm (env.) Dimensions (mm) : Ø corps 12 ; Ø extrémité 16 ; long. 140 Connexion : par fiche mini DIN Cordon de raccordement : 1 m de long Valeur de constante de cellule théorique (1) : 0,393 cm Valeur de constante de cellule expérimentale (2) : - mesurée à 500 Hz : 0,69 - 0,75 cm - mesurée à 5 kHz : 0,64 - 0,69 cm (1) Calculée sur la base de la relation $k = S/L$ ou S est la surface d'une électrode et L la distance inter-électrode ($L = 5$ mm et le diamètre des l'électrodes est de 5 mm). (2) Valeurs moyennes mesurées sur un lot de 10 sondes à 500 Hz et 5 kHz.

2.2 – Protocole du titrage

Les techniciens du laboratoire ont préparé une solution S_B de Destop dilué 25 fois.

- Rincer la burette graduée à l'eau distillée puis avec la solution titrante d'acide chlorhydrique S_A de concentration en soluté apporté $C_A = 0,100$ mol.L⁻¹.
- Remplir la burette avec S_A , en veillant à ce qu'il n'y ait aucune bulle d'air sous le robinet et en ajustant le zéro avec ce dernier.
- Préparer un volume $V_{B'} = 100,0$ mL de solution diluée $S_{B'}$ de Destop, obtenue par dilution au dixième de la solution S_B ; introduire cette solution dans un becher de 250 mL et ajouter environ 100 mL d'eau distillée.
- Mettre le barreau aimanté dans le becher et placer ce dernier sur l'agitateur magnétique ; placer la burette au-dessus du becher.
- Rincer la sonde conductimétrique avec de l'eau distillée (au-dessus d'un becher poubelle), l'essuyer délicatement et la placer dans le becher de façon à ce qu'elle soit correctement immergée sans entraver le turbulent.

NB : Relever la température ambiante.



Faire un schéma du dispositif expérimental

La solution S_A sera versée mL par mL ; ce volume sera noté V_A . Après chaque ajout, il faut mesurer la conductance. Veillez à bien choisir le calibre adapté sur le multimètre.

Reporter les valeurs mesurées dans un tableau pour V_A compris entre 0 et 25 mL.



Tracer le graphe représentatif de $\sigma = f(V_A)$ en optimisant l'échelle pour que la courbe recouvre la totalité de la feuille en orientation paysage. Ne reliez pas les points.

3 – Exploitation

Le graphique présente deux parties linéarisables. Les modéliser sur le graphique en respectant (« fittant ») l'alignement des points (petits volumes pour la première partie, grands volumes pour la seconde).

1. Retrouve-t-on les variations anticipées au 1.2 ?

A l'intersection des droites se situe le point équivalent, correspondant à la conductivité minimale du mélange.

2. Déterminer le volume équivalent, V_{AE} .
3. Pourquoi la conductivité y est-elle minimale ?
4. Construire un tableau d'avancement associé à la réaction de titrage à l'équivalence.
5. Donner une définition de l'équivalence.
6. Etablir une relation entre C_A , V_{AE} , $C_{B'}$ et $V_{B'}$.
7. Calculer la concentration C_B en soluté apporté de la solution S_B puis la concentration C_{exp} en soluté apporté dans la solution commerciale de Destop®.
8. Les résultats sont-ils en accord avec les indications de l'étiquette ? Commenter.

NB : le pourcentage donné sur l'étiquette est un pourcentage massique.

Pour aller plus loin

- Il faut noter que, en plus de la réaction, une dilution du mélange réactionnel se produit : la dilution a une influence sur la forme de la courbe de titrage. Quelle précaution a-t-on prise pour que le phénomène de dilution du milieu réactionnel au cours du titrage soit négligeable et qu'il n'ait finalement qu'une faible influence sur la forme de la courbe ?
- Quelles sont les étapes de construction d'un protocole de TP de titrage ? Comment détermine-t-on la concentration du réactif titrant avant de « faire le TP » ?