

TITRAGE AVEC SUIVI CONDUCTIMÉTRIQUE

Les déboucheurs chimiques sont très utilisés par les consommateurs pour résoudre les problèmes de canalisation. Il s'agit d'une solution très concentrée d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+ + \text{HO}^-$) qui doit être manipulée avec grande précaution (très corrosive).

L'objectif de cette activité est de déterminer la concentration d'hydroxyde de sodium dans un déboucheur chimique (le DESTOP) grâce à un titrage conductimétrique . . .



1) Réalisation du titrage :

De manière à manipuler sans risque, nous allons réaliser le titrage d'une solution de DESTOP diluée 100 fois que nous nommons S_1 . La réaction support du titrage est une réaction acide-base entre l'ion hydroxyde HO^- contenu dans S_1 et l'ion oxonium H_3O^+ d'une solution d'une solution d'acide chlorhydrique de concentration $c_2 = 0,10 \text{ mol.L}^{-1}$.

ANALYSER

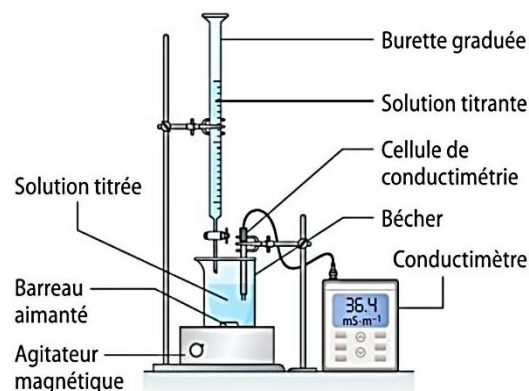
Q1) Quels sont les réactifs titré et titrant ?

Q2) Ecrire l'équation de la réaction support du titrage.

Q3) En vous aidant de la définition de l'équivalence, exprimer la concentration c_1 de l'ion hydroxyde HO^- dans S_1 en fonction du volume V_1 de solution S_1 introduite dans le becher, du volume V_E d'acide chlorhydrique versé à l'équivalence et de c_2 .

RÉALISER

- Rincer la burette graduée avec quelques mL d'eau
- Introduire la solution d'acide chlorhydrique dans la burette en laissant s'écouler quelques mL pour chasser l'air du robinet ; fermer le robinet et ajuster le volume à zéro
- Prélever 20 mL de solution S_1 avec une pipette jaugée (préalablement rincée avec la solution S_1) et l'introduire dans un becher de 250 mL (préalablement rincé)
- Insérer la sonde du conductimètre (après l'avoir rincée) dans le becher puis ajouter suffisamment d'eau distillée pour que le trait noir de la sonde soit immergé (cela correspond à plus de 150 mL d'eau distillée)



Mettre le barreau magnétique sous agitation raisonnable (pour éviter toute perte de liquide par projection)

ATTENTION : la sonde doit être éloignée du barreau aimanté pour ne pas être heurtée

Evaluation de la compétence RÉALISER	Appeler le professeur pour lui présenter votre montage			
	Critères de réussite : préparation précise de la burette et montage complet, sécurité, transvasement sans perte des solutions			
	A	B	C	D

- Créer un tableau de mesures avec LoggerPro (une colonne « V_{titrante} » et une autre « σ »)
- Mesurer la conductivité avant titrage et compléter le tableau de valeurs
- Ajouter **exactement environ** 2 mL de solution titrante et reporter la valeur de σ dans le tableau de mesures
- Répéter l'opération jusqu'à 10 mL puis resserrer les ajouts (1 mL) jusqu'à 14 mL
- Reprendre avec des ajouts de 2mL jusqu'à environ 24 mL

EXPLOITATION DES MESURES

Q4) En vous aidant des documents 2 et 3, déterminer le volume à l'équivalence V_E et imprimer le graphe.

Q5) En déduire la concentration c_1 de l'ion hydroxyde HO^- dans S_1 puis la concentration molaire apportée de NaOH dans la solution commerciale du départ.

Q6) Déterminer la masse de NaOH dans 1L de DESTOP et en déduire son pourcentage massique.

Données : $M(\text{H}) = 1,0 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(\text{O}) = 16,0 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(\text{Na}) = 23,0 \text{ g.mol}^{-1}$; Masse volumique du Destop : $\rho = 1220 \text{ g.L}^{-1}$

2) Interprétation de la courbe de titrage :

Pour interpréter l'allure de la courbe de titrage (changement de pente), vous allez suivre la méthode suivante :

ANALYSER

- Commencer par faire l'inventaire des ions présents dans le bécher avant puis après l'équivalence en vous aidant du schéma du montage et de la réaction support du titrage. Compléter la première ligne du tableau ci-dessous.
- Etudier ensuite l'évolution des concentrations des ions au cours du titrage et compléter les cases grisées du tableau avec des flèches → → →
- Utiliser la loi de Kohlrausch pour exprimer la conductivité de la solution dans le bécher avant et après l'équivalence (compléter la dernière colonne du tableau).

Ions présents					σ en fonction de la concentration des ions présents (loi de Kohlrausch)
λ (en $\text{mS}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mol}^{-1}$)					
$V < V_E$					
$V > V_E$					

VALIDER

Q7) Une fois le tableau rempli, expliquer en quelques phrases l'allure du graphe.

3) Simulation du titrage avec un programme PYTHON :

La programmation informatique permet de simuler un titrage afin d'anticiper la valeur du volume équivalent V_E et les quantités de matière des espèces mise en jeu. Nous utiliserons cette année le langage PYTHON.

ANALYSER

De manière à simuler le titrage précédent, effectuer les étapes suivantes :

- Ouvrir le logiciel « PYZO » (logiciels->Maths->Pyzo)
- Depuis l'onglet « fichier » de PYZO, ouvrir le fichier « activité_3.1_Python » qui se trouve sur le réseau*
(* suivre : T/travail/physiquechimie/maudet/TS)
- Compléter les lignes n° 12,14 et 16 (les virgules doivent être remplacées par des points)
- Lancer le programme en cliquant sur « exécuter »
- Vérifier que les courbes obtenues sont conformes au dosage effectué.
- Justifier les formules des lignes 22 et 24

Pour les plus rapides :

Analyser le programme et répondre aux questions suivantes :

- Comment ajouter des commentaires sans qu'ils soient pris en compte dans le programme ?
- Quelle commande permet de tracer les courbes ?
- Comment les valeurs d'une grandeur (ex : volume V quantité n ...) sont-elles stockées ?
- Quel est le rôle de la ligne 26 dans le tracé de la courbe $n_{\text{titrant}} = f(V)$?
- Modifier le programme pour simuler d'autres titrages

Document 1 : Concentration et pourcentage massiques

À partir de la quantité n et de la concentration molaire C du réactif titré, il est possible de déterminer sa masse m , sa concentration massique C_m et son pourcentage massique P_m en solution :

□ Concentration massique C_m : $C_m = \frac{m}{V}$ $\xrightarrow{m = n \times M}$ $C_m = C \times M$ (C_m en g.L^{-1} ; C en mol.L^{-1} ; M en g.mol^{-1})

□ Pourcentage massique P_m : $P_m = \frac{m}{m(\text{solution})} \times 100$ (P_m en % ; m et $m(\text{solution})$ en g)

La masse d'une solution peut être déterminé à partir de sa masse volumique et/ou de sa densité :

Masse volumique : $\rho = \frac{m(\text{solution})}{V(\text{solution})}$ (ρ en g.L^{-1}) ; Densité : $d = \frac{\rho(\text{solution})}{\rho(\text{eau})}$ (ρ et ρ_{eau} dans la même unité)

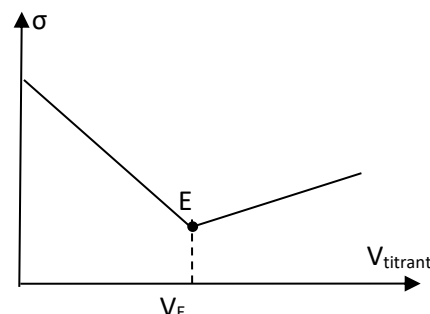
$$\rho_{\text{eau}} = 1 \text{ kg L}^{-1}$$

Document 2 : Principe du titrage conductimétrique

Lorsque la réaction de titrage met en jeu des espèces ioniques, on mesure la conductivité de la solution présente dans le bécher pour chaque ajout de réactif titrant et l'on trace le graphe $\sigma = f(V_{\text{titrant}})$.

Suite au titrage, la courbe représentant la conductivité σ en fonction du volume de réactif titrant versé est formée de deux demi-droites.

Le point d'intersection de ces 2 droites est le **point équivalent E** (V_E ; σ_E).



Document 3 : Fiche-méthode de LoggerPro pour tracer une droite

Sélectionner l'intervalle de modélisation souhaité grâce à un « pressé – balayé » de la souris

Dans l'onglet ANALYSE choisir « régression »

Choisir le modèle affine puis appuyer sur « essai régression » et « ok »

Document 4 : Conductivité d'une solution

La conductivité d'une solution dépend de la température, de la nature et de la concentration des ions qu'elle contient. D'après la loi de Kohlrausch, la conductivité σ peut être calculée à partir de leur concentration $[X_i]$ et des conductivités molaires ioniques λ_i des ions qui composent cette solution :

$$\sigma = \lambda_1[X_1] + \lambda_2[X_2] + \dots + \lambda_n[X_n] \quad (\sigma \text{ est en } \text{S.m}^{-1}, \lambda_i \text{ en } \text{S.m}^2.\text{mol}^{-1} \text{ et } [X_i] \text{ en } \text{mol.m}^{-3})$$

Conductivités molaires ioniques de quelques ions (à 25°C) :

ion	H_3O^+	HO^-	Na^+	Cl^-
λ ($\text{mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$)	35,0	19,9	5,0	7,6