

TP 2

DOSAGE D'UNE SOUDE CARBONATÉE

	 fiche(s) TP à maîtriser	 	 à préparer en amont
2 h	• Fiche 1 : titrage pH-métrique	blouse tout le TP	Q1 à 7

PROGRAMME OFFICIEL :

Notions et contenus	Capacités exigibles
Mesures de : <ul style="list-style-type: none"> • Volume • pH 	Sélectionner et utiliser le matériel adapté à la précision requise. Utiliser les appareils de mesure (pH- mètre) en s'appuyant sur une notice.
Titrages directs, indirects. Équivalence. Titrages simples, successifs, simultanés. Méthodes expérimentales de suivi d'un titrage : pH-métrie. Méthodes d'exploitation des courbes expérimentales.	Identifier et exploiter la réaction support du titrage (recenser les espèces présentes dans le milieu au cours du titrage, repérer l'équivalence, justifier qualitativement l'allure de la courbe ou le changement de couleur ou d'aspect observé). Proposer ou justifier le protocole d'un titrage à l'aide de données fournies ou à rechercher. Mettre en œuvre un protocole expérimental correspondant à un titrage direct ou indirect. Exploiter une courbe de titrage pour déterminer la quantité de matière, masse ou concentration de l'espèce titrée.

Une solution d'hydroxyde de sodium préparée à l'avance et laissée à l'air libre subit une réaction appelée **carbonatation** : il s'agit d'une dissolution du gaz acide $\text{CO}_2(\text{g})$ dans la soude. Il en résulte que la solution, initialement constituée d'ions hydroxydes $\text{HO}^-_{(\text{aq})}$ et d'ions sodium $\text{Na}^+_{(\text{aq})}$ contient aussi des ions carbonates $\text{CO}_3^{2-}_{(\text{aq})}$.

L'objectif de cette activité expérimentale est de titrer une soude qui a subi une carbonatation accidentelle.



Matériel à disposition :

- 1 burette
- 2 bécher (100 et 250 mL)
- 1 pH-mètre
- 1 pipette jaugée de 10 mL
- 1 éprouvette graduée de 50 mL
- ordinateur avec Regressi



Produits à disposition :

- solution d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+_{(\text{aq})}$, $\text{HO}^-_{(\text{aq})}$) à $c_0 < 0,1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.
- solution d'acide chlorhydrique ($\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$, $\text{Cl}^-_{(\text{aq})}$) à $c_3 = (5,0 \pm 0,5) \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

OBJECTIF(S) DU TP :

- Déterminer la concentration de la soude en ions hydroxydes et carbonates après sa carbonatation.

I. Étude préliminaire et révisions de sup

On fait l'hypothèse que la soude, initialement à la concentration c_0 , reste en large excès par rapport au dioxyde de carbone dissous dans l'eau.

La concentration en ions hydroxydes après la carbonatation est notée c_1 et celle en ions carbonate $\text{CO}_3^{2-}_{(aq)}$ de la soude carbonatée est notée c_2

Question 1 - *Lorsque le dioxyde de carbone se dissout dans l'eau, il se forme de l'acide carbonique $\text{H}_2\text{CO}_{3(aq)}$. Écrire et ajuster l'équation de la réaction correspondant.*

Question 2 - *Écrire et ajuster l'équation de la réaction de carbonatation de la soude, c'est-à-dire la réaction entre les ions hydroxydes $\text{HO}^-_{(aq)}$ et l'acide carbonique $\text{H}_2\text{CO}_{3(aq)}$.*

Question 3 - *Après avoir réalisé un bilan de matière, déduire de ce qui précède la relation existant entre c_0 , c_1 et c_2 .*

Question 4 - Dédurre des questions précédentes la composition d'une soude laissée trop longtemps à l'air libre.

Question 5 - Lors du titrage de cette solution par un acide (représenté ici par l'ion hydronium $H_3O^+_{(aq)}$), plusieurs réactions peuvent donc être envisagées. Écrire et ajuster chacune d'entre-elles. Calculer leurs constantes thermodynamique d'équilibre et conclure quant à la simultanéité ou non des différents titrages.

Dans la suite, les concentrations c_1 et c_2 sont déterminées à l'aide d'un titrage acido-basique.

II. Protocole du dosage

Protocole à suivre

- ☞ **Étalonner** le pH-mètre (à l'aide de la notice de l'appareil si besoin).
- ☞ **Prélever** un volume $V_0 = 10,0$ mL de la solution à doser et le **verser** dans un bécher de 150 mL.
- ☞ **Ajouter** environ 20 mL d'eau distillée à l'aide d'une éprouvette graduée.

- ☞ **Remplir** la burette avec une solution d'acide chlorhydrique ($\text{H}^+_{(\text{aq})}$; $\text{Cl}^-_{(\text{aq})}$) à la concentration $c_3 = 5,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

Appeler le professeur (appel 1)

- ☞ Effectuer le titrage en resserrant les mesures au maximum autour des équivalences.
- ☞ Tracer la courbe de dosage et repérer les équivalences.

Appeler le professeur (appel 2)

Question 6 - Justifier la verrerie utilisée pour prélever les 10 mL de la solution de soude et les 20 mL d'eau.

Question 7 - Expliquer la raison de l'ajout d'eau distillée.

III. Exploitation des résultats

Question 8 - Justifier précisément le nombre de sauts de pH en identifiant quelle(s) réaction(s) a (ont) lieu dans chaque domaine de la courbe de dosage. Un schéma avec la courbe de titrage serait le bienvenu...

Question 9 - *Justifier la valeur du pH à la première équivalence.*

Question 10 - *Justifier la valeur de pH à la seconde demi-équivalence.*

Question 11 - *Déterminer les concentrations c_1 et c_2 sous la forme d'une valeur associée à une incertitude-type.*

Question 12 - *Déduire la concentration c_0 de la soude avant carbonatation.*

 **VAISSELLE ET ÉLIMINATION DES DÉCHETS :**

- Solution titrée : bidon « acides ».
- Reste de burette : bidon « acides ».

Données

Produit ionique de l'eau à 25 °C : $K_e = 10^{-14}$

couple	$\text{H}_2\text{CO}_{3(\text{aq})}/\text{HCO}_{3(\text{aq})}^-$	$\text{HCO}_{3(\text{aq})}^-/\text{CO}_{3(\text{aq})}^{2-}$
pK_a	6,4	10,3

Compétences évaluées

À la fin du TP, je dois savoir...

- Étalonner un pH-mètre.
- Justifier le nombre de sauts de pH sur une courbe.
- Estimer les incertitudes de mesures lors d'un titrage acido-basique.

compétence	capacité	évaluation		
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ANA Analyser	Justifier un protocole.			
REA Réaliser	Effectuer des représentations graphiques à partir de données. Exploiter des observations, des mesures en estimant les incertitudes.			
VAL Valider	Analyser les résultats de manière critique. Confronter les résultats d'un modèle à des résultats expérimentaux.			
COM Communiquer	Rédiger un compte-rendu de TP. Utiliser un vocabulaire scientifique adapté			

Sécurité

produit	pictogrammes de sécurité	phrases de risque H
Acide chlorhydrique (HCl) $M = 36,46 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ $\text{p}K_a = -6,3$		H314 - Provoque de graves brûlures de la peau et de graves lésions des yeux. H335 - Peut irriter les voies respiratoires .
Hydroxyde de sodium (NaOH) $M = 40,00 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ $\text{p}K_a = 14$		H314 - Provoque de graves brûlures de la peau et de graves lésions des yeux.