

8 Vérification de la concentration d'une solution

Un technicien de laboratoire, voulant s'avancer dans son travail, a préparé 1,0 L de soude (solution aqueuse d'hydroxyde de sodium) de concentration en soluté apporté $c = 0,10 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ plusieurs jours avant la date de la séance de travaux pratiques. Pour réaliser le dosage d'une solution d'acide formique, les élèves de terminale utilisent cette solution et trouvent des résultats aberrants. Le technicien, certain d'avoir préparé correctement la solution, cherche à comprendre pourquoi la concentration de la solution n'est pas celle attendue.

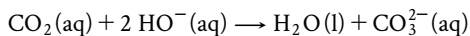
→ Expliquer pourquoi la concentration de la soude préparée n'est plus égale à $0,10 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ et déterminer sa concentration réelle.

Doc. 1 Carbonatation de la soude



L'hydroxyde de sodium $\text{NaOH}(s)$ est un solide blanc déliquescent, c'est-à-dire qu'il absorbe facilement l'humidité de l'air. L'hydroxyde de sodium se présente sous forme de petites pastilles. Au laboratoire, on réalise la soude par dissolution de l'hydroxyde de sodium dans l'eau.

Le dioxyde de carbone $\text{CO}_2(g)$ est très soluble dans la soude et réagit avec les ions hydroxyde $\text{HO}^-(aq)$ selon l'équation :



Ce phénomène, appelé carbonatation, modifie la concentration en ion hydroxyde dans la solution. Il est donc obligatoire de vérifier la concentration de la soude avant toute utilisation. Les ions carbonate ainsi formés précipitent avec les ions sodium présents dans la solution et deviennent du carbonate de sodium, un solide blanc. Il se retrouve sous forme de petits cristaux blancs au fond du flacon.

Données

- **Couples acide-base** : $\text{H}_3\text{O}^+(aq)/\text{H}_2\text{O}(l)$, $\text{H}_2\text{O}(l)/\text{HO}^-(aq)$ et $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4(aq)/\text{C}_2\text{O}_4^{2-}(aq)$
- **Masse molaire de l'hydroxyde de sodium** : $M(\text{NaOH}) = 40,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$
- **Masse molaire du dioxyde de carbone** : $M(\text{CO}_2) = 44,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

Doc. 2 Matériel nécessaire

- pH-mètre étalonné et sa sonde
- Potence, noix de serrage, pince et tige
- Burette graduée
- Bêchers de 200 mL et de 100 mL
- Agitateur magnétique et barreau aimanté
- Solution d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+(aq)$; $\text{OH}^-(aq)$) de concentration $c = 0,10 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$
- Pipette jaugée de 10,0 mL
- Bécher à déchets
- Solution d'acide oxalique de concentration $c' = 0,050 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$

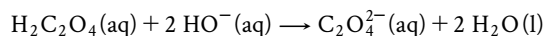
Doc. 3 Soude carbonatée

Les flocons ou les cristaux blancs qui apparaissent au fond d'un flacon de soude sont dus à la carbonatation.

Doc. 4 Réaction support du titrage

L'acide oxalique est un diacide de formule brute $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$.

Il réagit avec les ions hydroxyde selon l'équation :





1 Protocole du titrage (10 minutes conseillées)

1. En utilisant les informations de l'énoncé, donner deux raisons pour lesquelles la concentration de la soude pourrait être différente de la concentration théorique.
2. Préciser en le justifiant si la concentration de la solution est inférieure ou supérieure à $0,10 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

Appel n° 1 Appeler le professeur pour lui présenter le raisonnement ou en cas de difficulté.

2 Proposition de protocole (10 minutes conseillées)

On souhaite déterminer la concentration réelle en ion hydroxyde $\text{HO}^-(\text{aq})$ dans la soude.

3. Proposer un protocole permettant de réaliser, avec le matériel à votre disposition, le titrage d'un volume $V_0 = 10,0 \text{ mL}$ de soude par l'acide oxalique.

Appel n° 2 Appeler le professeur pour lui présenter le protocole ou en cas de difficulté.

3 Réalisation du titrage (20 minutes conseillées)

4. Réaliser le titrage et tracer la courbe $\text{pH} = f(V)$ sur un tableur-grapheur avec V le volume d'acide oxalique versé.

Appel n° 3 Appeler le professeur pour lui présenter vos résultats ou en cas de difficulté.

4 Concentration de la soude (20 minutes conseillées)

5. Déterminer le volume à l'équivalence V_E par la méthode de votre choix. Donner une estimation de l'incertitude sur V_E .
6. Préciser la relation entre la quantité de matière d'acide oxalique versée et la quantité de matière d'ions hydroxyde présente dans la solution.
7. En déduire la concentration en ion hydroxyde dans la soude.
8. Estimer la masse de dioxyde de carbone qui s'est dissoute dans le flacon préparé par le technicien. Calculer l'incertitude-type composée sur la masse de dioxyde de carbone $u(m(\text{CO}_2))$ en utilisant la formule suivante :

$$u(m(\text{CO}_2)) = \frac{c'}{V_0} \cdot V_{\text{flacon}} \cdot M(\text{CO}_2) \cdot u(V_E)$$

Défaire le montage et ranger la pailasse.

**Se préparer
aux ECE**

Rédiger une fiche de révision reprenant les étapes d'un titrage avec suivi pH-métrique.