



Dosage d'un produit d'entretien

Déterminer la concentration d'une solution aqueuse est d'une importance capitale dans de nombreux domaines comme l'analyse médicale, le contrôle alimentaire, le suivi des réactions en situation industrielle. Pour déterminer la concentration d'un soluté, on réalise un dosage. Lorsqu'un dosage nécessite la destruction de l'espèce dont l'on souhaite déterminer la concentration, on parle de titrage. On souhaite ici mettre en œuvre différentes méthodes de titrage pour comparer leurs résultats.

Dans ce TP, nous allons étudier un déboucheur de canalisations. L'étiquette indique qu'il contient de la soude caustique (ou hydroxyde de sodium) NaOH. Elle ne précise pas que ce produit contient aussi de l'ammoniac NH₃ mais sa présence est décelable grâce à son odeur caractéristique.

L'objectif est de vérifier si la teneur en soude est bien conforme aux indications de l'étiquette, ainsi que de déterminer la quantité d'ammoniac.

DesTop DEBOUCHEUR SURPUISSANT	
DANGER : Produit corrosif. Contient de l'hydroxyde de sodium (soude caustique) : solution à 10 % en masse M (NaOH) = 40 g/mol ; Densité : d = 1,1	
<ul style="list-style-type: none">- Provoque de graves brûlures,- En cas de contact avec les yeux ou la peau, laver immédiatement et abondamment avec de l'eau pendant au moins 15 min et consulter un spécialiste,- Porter un vêtement de protection approprié,- Porter des gants appropriés et un appareil de protection des yeux.	

I - Dilution de la solution mère

Le déboucheur est une solution très concentrée. Pour des raisons de sécurité et de précision, on commence par diluer la solution commerciale. On note S₀ la **solution diluée**.

Peser précisément une masse $m = 2,0$ g de déboucheur et l'introduire dans une fiole jaugée de 100 mL. Compléter jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée.

On note n_a la quantité de matière d'ammoniac (NH₃) et n_b la quantité de matière de soude (NaOH) dans S₀. Nous allons dans la suite doser cette solution afin de déterminer n_a et n_b .

II - Titrages

II.1 - Analyse théorique

Pour comparer les différentes méthodes de suivi, on se propose de réaliser trois titrages de S₀ par de l'acide chlorhydrique de concentration $C_1 = 0,100 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$: par **conductimétrie**, par **pH-métrie** et par **colorimétrie**.

Les données physico-chimiques des différents produits sont données en fin d'énoncé.

Écrire les deux **réactions de titrage**. Justifier qu'elles soient **rapides**, **totale** et **successives**. Quelle réaction se fait en premier ?

Déterminer les relations entre la quantité de matière de soude n_b et le volume équivalent correspondant V_{Eb} puis celle entre la quantité de matière d'ammoniac n_a et le volume équivalent correspondant V_{Ea} .

Compléter le tableau ci-dessous : donner les expressions des quantités de matière des différentes espèces en fonction de C_1 , n_a , n_b et V , le volume versé de la solution titrante. On distinguera quatre cas : l'état initial et l'état final dans le cas où $V < V_{Eb}$, où $V_{Eb} < V < V_{Ea}$ et où $V_{Ea} < V$.

Espèce	H_3O^+	Cl^-	HO^-	Na^+	NH_3	NH_4^+
État initial						
État final $V < V_{Eb}$						
État final $V_{Eb} < V < V_{Ea}$						
État final $V_{Ea} < V$						

II.2 - Titrage pH-métrique

- ☒ Réaliser le titrage par pH-métrie de $V_0 = 20,0$ mL de S_0 par de l'acide chlorhydrique. Si besoin, ajouter un volume V_1 d'eau distillé pour pouvoir immerger les électrodes.
- ☒ Repérer les volumes équivalents V_{Ea} et V_{Eb} (méthode au choix). Compléter le tableau de la partie III.

II.3 - Titrage colorimétrique

- ☒ Compte tenu des résultats précédents, est-il possible de réaliser un titrage colorimétrique ? Pour les deux titrages ? Un seul des deux ? Aucun ?
- ☒ Choisir un ou plusieurs indicateurs colorés adaptés à un dosage colorimétrique dans les mêmes conditions expérimentales que précédemment.

Remarque : le titrage colorimétrique sera réalisé en parallèle du titrage conductimétrique.

II.4 - Titrage conductimétrique

☒ Établir les expressions suivantes de la conductivité corrigée $\sigma_{corr} = \sigma \frac{V_{tot}}{V_i} = \sigma \frac{V_i + V}{V_i}$ en fonction du volume versé V (avec $V_i = V_0 + V_1$ le volume initial de la solution titrée). Comparer les pentes de chaque droite affine.

$$\sigma_{corr}(V < V_{Eb}) = (\lambda_{HO^-}^\circ + \lambda_{Na^+}^\circ) \frac{n_b}{V_i} + (\lambda_{Cl^-}^\circ - \lambda_{HO^-}^\circ) \frac{C_1}{V_i} V$$

$$\sigma_{corr}(V_{Eb} < V < V_{Ea}) = (\lambda_{Na^+}^\circ - \lambda_{NH_4^+}^\circ) \frac{n_b}{V_i} + (\lambda_{Cl^-}^\circ + \lambda_{NH_4^+}^\circ) \frac{C_1}{V_i} V$$

$$\sigma_{corr}(V_{Ea} < V) = (\lambda_{Na^+}^\circ - \lambda_{H_3O^+}^\circ) \frac{n_b}{V_i} + (\lambda_{NH_4^+}^\circ - \lambda_{H_3O^+}^\circ) \frac{n_a}{V_i} + (\lambda_{H_3O^+}^\circ + \lambda_{Cl^-}^\circ) \frac{C_1}{V_i} V$$

- ☒ Réaliser le titrage par conductimétrie de $V_0 = 20,0$ mL de S_0 par de l'acide chlorhydrique. Si besoin, ajouter un volume V_1 d'eau distillé pour pouvoir immerger les électrodes. On prendra soin d'ajouter quelques gouttes du ou des indicateurs colorés choisis afin de réaliser le dosage colorimétrique en parallèle.
- ☒ Compléter la colonne « colorimétrie » du tableau de la partie III.

Sur Regressi, il est possible de tracer simultanément plusieurs modèles d'ajustement. On peut donc facilement modéliser la courbe expérimentale $\sigma_{corr}(V)$ par 3 portions de droite affine.

- ☒ Effectuer une régression linéaire sur chacune des 3 portions linéaires de la courbe $\sigma_{corr}(V)$. Vérifier que le signe et l'amplitude relative de la pente de chaque droite correspond à la théorie. Déterminer les deux volumes équivalents V_{Ea} et V_{Eb} . Compléter le tableau de la partie III.

III - Analyse des résultats

Le tableau ci-dessous sera complété au fur et à mesure du TP.

Méthode	Conductimétrie	Colorimétrie	pH-métrie	Méthode la plus précise ?
V_{Ea} (mL)				
V_{Eb} (mL)				

☒ En déduire les valeurs de n_a et n_b (en mol) de S_0 .

☒ En déduire les fractions massiques w_{HO^-} et w_{NH_3} dans la **solution commerciale**. Comparer avec les données de l'étiquette.

Données

$$pK_a(H_3O^+/H_2O) = 0$$

$$pK_a(H_2O/HO^-) = 14$$

$$pK_a(NH_4^+/NH_3) = 9,2$$

Ion	H_3O^+	Cl^-	HO^-	Na^+	NH_4^+
λ° (mS · m ⁻² · mol ⁻¹)	34,965	7,631	19,8	5,008	7,35

Nom de l'indicateur	Zone de virage (pH)	Changement de couleur
Hélianthine	[3,1 ; 4,4]	Rouge → Jaune
Vert de bromocrésol	[3,8 ; 5,4]	Jaune → Bleu
Bleu de bromothymol	[6,0 ; 7,6]	Jaune → Bleu
Rouge de crésol	[7,2 ; 8,8]	Jaune → Rouge
Bleu de thymol	[8,0 ; 9,6]	Jaune → Bleu