

TP15 : Un petit dosage

MATÉRIEL : Burette, agitateur magnétique, pipettes de 10 mL, propipette, 3 petits béchers, fiole jaugée de 100 mL, un erlenmeyer, pissette d'eau distillée, BBT, Soude à précision 0,1 mol/L (environ 0,5 L), acide chlorhydrique à environ 0,01 mol/L (environ 0,5 L).

1 Objectif du TP

L'objectif de ce TP est de se familiariser avec la verrerie qui sera utilisée en TP tout au long de l'année et d'apprendre à s'en servir correctement.

On réalisera dans ce TP le dosage d'une solution d'acide chlorhydrique par une solution de soude. Un dosage est une expérience permettant de mesurer la concentration inconnue d'une espèce en solution.

2 Dilution

Vous avez à votre disposition une solution de soude ($\text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{OH}^-_{(\text{aq})}$) de concentration $c = 0,10 \text{ mol/L}$. On souhaite obtenir une solution de soude de concentration $c_b = 10^{-2} \text{ mol/L}$. Pour cela :

- Rincer à l'eau distillée la verrerie qui va être utilisée dans cette étape : pipette de 10 mL, béchers, fiole jaugée de 100 mL.
- Conditionner un bécher : verser un petit volume de la solution de soude dans un petit bécher et *nettoyer* les bords du bécher avec le liquide qu'il contient, puis jeter le liquide dans l'évier.
- Verser ensuite environ 20 mL de soude dans le bécher.
- Conditionner la pipette de 10 mL avec un peu de la solution prélevée dans le bécher.
- Pipetter ensuite $V = 10 \text{ mL}$ de soude, les verser dans la fiole jaugée de volume $V' = 100 \text{ mL}$ (la fiole jaugée n'a pas besoin d'être conditionnée puisqu'on va y ajouter de l'eau distillée).
- Remplir la fiole jaugée jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée. Finir le remplissage avec une pipette pour ne pas dépasser le trait de jauge.

Nous obtenons ainsi une solution de 100 mL de soude de concentration $c_b = 1.10^{-2} \text{ mol/L}$.

En effet, nous avons prélevé un volume V de concentration c en ion OH^- , nous avons donc prélevé une quantité de matière $n(\text{OH}^-) = cV = 10^{-3} \text{ mol}$. En mettant cette quantité de matière dans un volume V_1 , on obtient une concentration $c_b = \frac{cV}{V'} = 10^{-2} \text{ mol/L}$.

3 La burette

La *burette* permet d'ajouter au goutte-à-goutte (ou plus rapidement) un liquide dans un récipient, et d'en connaître très précisément le volume. Elle est composée d'un tube en verre d'environ 1 cm de diamètre, gradué généralement en dixième de millilitres, muni à son embouchure d'un robinet permettant de faire varier le débit du liquide, et ouvert à son autre extrémité. La précision est d'une demi-division, soit 0,05 mL (ou cm^3), soit environ le volume d'une goutte.

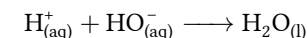
- Rincer la burette à l'eau distillée, puis la conditionner avec la solution de soude à 10^{-2} mol/L .
- La remplir avec cette même solution et faire le zéro.

4 Dosage

Nous allons maintenant réaliser le dosage d'une solution d'acide chlorhydrique $\text{H}^+_{(\text{aq})} + \text{Cl}^-_{(\text{aq})}$ par la soude à l'aide d'un indicateur coloré : le bleu de bromothymol (BBT).

Le BBT donne à la solution une couleur jaune si la concentration en $\text{H}^+_{(\text{aq})}$ est élevée (pH faible, milieu acide) et bleue si celle-ci est faible (pH élevé, milieu basique).

L'expérience consiste à verser petit à petit à l'aide d'une burette une solution de soude dans un volume connu V_a de solution d'acide chlorhydrique, de concentration inconnue c_a , auquel on a rajouté quelques gouttes d'indicateur coloré. Il se produit la réaction suivante, qui est rapide et quasi-totale :



Tant que les ions $\text{H}^+_{(\text{aq})}$ sont en excès par rapport à la quantité d'ions $\text{HO}^-_{(\text{aq})}$ versés, la solution dans l'erlenmeyer (ou le bécher) est acide donc reste jaune. Au moment où on a versé autant (en quantité de matière) d'ions $\text{HO}^-_{(\text{aq})}$ qu'il y avait initialement d'ions $\text{H}^+_{(\text{aq})}$, la solution devient verte. On dit qu'on est à l'équivalence. Ensuite, si on continue à verser des ions $\text{HO}^-_{(\text{aq})}$, la solution devient bleue (basique).

À l'équivalence, on a autant d'ions $\text{HO}^-_{(\text{aq})}$ versés qu'il y avait initialement d'ions $\text{H}^+_{(\text{aq})}$. Au moment où la solution devient verte on a donc

$$c_b V_b = c_a V_a,$$

où V_b est le volume de soude versé. c_b , V_b et V_a étant connu, ceci nous permet de déterminer

$$c_a = \frac{c_b V_b}{V_a}.$$

- Préparer un erlenmeyer contenant précisément $V_a = 10 \text{ mL}$ de la solution d'acide chlorhydrique de concentration inconnue.

- Y ajouter quelques gouttes de BBT. Il faut une quantité suffisante pour que la couleur soit nettement visible, et pas trop grande car le BBT réagit avec les réactifs de notre réaction de dosage. Mettre une grande quantité fausserait donc le dosage. En pratique, une ou deux gouttes suffisent souvent.
- Réaliser un premier dosage rapide pour déterminer un ordre de grandeur du volume versé à l'équivalence : faites couler la solution de la burette dans l'erlen à débit élevé et noter pour quel volume la solution commence à changer de couleur.
- Réaliser ensuite un dosage précis : recommencer l'expérience en commençant par verser rapidement un volume de soude égale à environ 80-90 % du volume déterminé précédemment puis verser goutte à goutte jusqu'à déterminer précisément l'équivalence.
- Le dosage doit être reproductible. Il faut s'en assurer en réalisant plusieurs dosages précis. Selon le temps qu'il vous reste, réaliser jusqu'à trois dosages précis. Bien préciser dans le compte-rendu la valeur du volume équivalent trouvé pour chaque dosage, et la moyenne des dosages précis. Déterminer la concentration de la solution d'acide chlorhydrique.