

Transformations de la matière

TP

TP : Titrage de HCl par la soude

Matériel (par groupe) :

- bécher de 50 mL, erlenmeyer de 50 ou 100 mL, pipette jaugée de 5 mL et de 10 mL, burette graduée de 25 mL, fiole jaugée de 25 mL, agitateur magnétique, lunettes.
- acide chlorhydrique – soude NaOH à 0,1 mol/L, – BBT.

I Titrage d'une solution d'acide chlorhydrique _____



L'acide chlorhydrique est une solution aqueuse obtenue par dissolution de chlorure d'hydrogène HCl gazeux (acide fort) dans l'eau, pour obtenir une solution aqueuse qui contient des ions H^+ (ou de manière équivalente H_3O^+) et Cl^- . Cette solution peut être utilisée comme décapant ou comme détartrant, notamment pour les surfaces émaillées.

On souhaite vérifier la teneur exacte en chlorure d'hydrogène dissous de cette solution commerciale.

On donne la valeur du produit ionique de l'eau à 298 K : $K_e = 10^{-14}$.

Dilution

On souhaite d'abord diluée la solution commerciale d'un facteur 2,5. On notera la concentration molaire de la solution S_0 ainsi préparée c_0 .

1 - À l'aide de la verrerie à votre disposition, réaliser cette dilution. On fera en sorte d'être le plus précis possible. Noter votre protocole sur votre compte-rendu.

Titration colorimétrique

On titre ensuite la solution S_0 par de la soude NaOH.

2 - On indique que le pH à l'équivalence est de 7. Parmi les trois indicateurs colorés ci-dessous, lequel choisir pour effectuer ce dosage ?

- Hélianthine : zone de virage pour pH entre 3,1 et 4,4.
- Bleu de bromothymol : zone de virage pour pH entre 6,0 et 7,6.
- Phénolphaléine : zone de virage pour pH variant de 8,2 à 10,0.

Attention : on portera des lunettes.

Protocole :

- Remplir la burette avec la solution de soude.

- ▶ Prélever précisément 10 mL de la solution d'acide chlorhydrique à titrer. Les verser dans l'erlenmeyer.

Compléter avec de l'eau distillée jusqu'à 25 mL environ.

Y ajouter également une à deux gouttes de BBT.

Mettre l'agitateur magnétique.

- ▶ Réaliser une première fois le titrage en repérant approximativement le volume équivalent (changement de couleur de la solution).
- ▶ Réaliser une seconde fois le titrage, cette fois en étant davantage précis sur le volume équivalent (même s'il y aura toujours une incertitude liée au moment de changement de couleur).

(Ne videz pas la burette entre les deux titrages, mais re-remplissez là, afin d'économiser du produit.)

3 - Réaliser le protocole ci-dessus.

4 - **Exploiter vos mesures** pour en déduire la concentration de la solution commerciale. On justifiera que la réaction support du titrage est bien totale.

II Étude des incertitudes

La solution commerciale annonce une concentration $c_{\text{réf}} = 0,2 \text{ mol/L}$. Pour voir s'il y a compatibilité, il faut estimer les incertitudes. Trois types de verrerie ont été utilisés : pipette jaugée, fiole jaugée, burette graduée. La tolérance est à chaque fois écrite sur l'instrument (l'indication $\pm \dots \text{ mL}$), mais elle ne vaut que pour une manipulation parfaite. Pour avoir une idée de l'incertitude réelle (liée à la précision de vos gestes), nous allons effectuer une étude statistique.

5 - **Pipette jaugée** : on se concentre sur celle de 10 mL.

Chaque personne réalise 5 prélèvements d'eau distillée avec cette pipette.

À chaque fois : placer un bécher vide sur la balance, faire la tare, prélever 10 mL d'eau avec la pipette, les verser dans le bécher, relever la masse et en déduire le volume réellement prélevé. Vider le bécher et refaire la tare entre chaque essai.

À la fin, venir au bureau professeur pour donner vos 5 valeurs (ou 10 valeurs si vous êtes deux).

6 - **Fiole jaugée** : faire de même. 5 remplissages de la fiole par personne, avec de l'eau distillée. Cette fois, on place la fiole vide sur la balance, on fait la tare, on remplit la fiole, on la replace sur la balance.

7 - **Burette graduée** : la remplir d'eau distillée (faire le zéro), prendre un bécher vide à placer sur la balance et faire la tare, verser depuis la burette dans le bécher un volume compris entre 10 et 12 mL et le lire exactement sur la burette, peser le contenu du bécher. Noter à la fois le volume lu sur la burette et le volume déduit de la pesée : c'est la différence qui importe.

8 - Après mise en commun des résultats de la classe, on pourra obtenir les écart-types pour la pipette et pour la fiole.

On les comparera aux incertitudes déduites d'une simple lecture de la tolérance constructeur en remplissant le tableau ci-dessous.

9 - Enfin, la formule qui vous a permis d'évaluer c_{exp} (concentration de la solution commerciale) en fonction des données de base est la suivante :

$$c_{\text{exp}} = \frac{V_{25}}{V_{10}} \times \frac{c_b V_{\text{éq}}}{V_{10}},$$

avec V_{25} les 25 mL de la fiole, V_{10} les 10 mL prélevés à l'aide de la pipette, c_b la concentration de la soude et $V_{\text{éq}}$ le volume équivalent.

En déduire l'expression de son incertitude. Conclure en calculant le z-score

$$z = |c_{\text{réf}} - c_{\text{exp}}|/u(c_{\text{exp}})$$

(cf poster incertitudes).

	pipette jaugée 10 mL	fiole jaugée ... mL	burette graduée
écart-type σ (type A)			
tolérance/ $\sqrt{3}$			