

TP C4.3 : TITRAGE D'UNE SOLUTION D'ACIDE CHLORHYDRIQUE

Compétence(s)

Pratiquer une démarche expérimentale pour déterminer la concentration d'une espèce chimique par titrage (suivi colorimétrique et pH-métrie).

Le titrage est une technique de dosage. Son objectif est de déterminer la concentration d'une espèce chimique en solution au moyen d'une réaction chimique.

La méthode de titrage la plus utilisée est la volumétrie ou titrage volumétrique. Elle consiste à utiliser une solution de concentration connue (appelée titrant) afin de neutraliser une espèce contenue dans la solution inconnue (appelée analyte ou espèce titrée).

Le point d'équivalence (moment où les réactifs ont été introduits en proportion stœchiométrique) est connu grâce à un indicateur coloré ajouté dans la solution inconnue (cet indicateur change de couleur au moment de la neutralisation) ou grâce au pH (mesuré au moyen d'un pH-mètre).

Objectif / Problématique

Déterminer la concentration d'une solution inconnue d'acide chlorhydrique grâce à une solution de soude de concentration connue

Questions préalables

Quelles sont les formules de l'acide chlorhydrique et de la soude en solution ?



Quelle est l'équation de la réaction entre ces deux solutions ? Que savez-vous sur cette réaction ?



Réaction rapide et totale

Quelle relation y a-t-il, à l'équivalence entre la quantité de matière de H_3O^+ initialement présente n_A et la quantité de matière de HO^- $n_{B,eq}$ qui a été introduite ?

$n_A = n_{B,eq}$ _____

Comment peut-on repérer l'équivalence ?

Par le changement de couleur du BBT ou par suivi pH-métrie _____

Il faut un certain volume de solution pour pouvoir faire une mesure de pH. Comment avoir ce volume si l'on ne souhaite doser que 10 mL d'acide ?

Il suffit d'ajouter un peu d'eau distillée aux 10 mL d'acide que l'on dose. Ça ne change pas la quantité de H_3O^+ à doser. _____

Comment peut-on déterminer la concentration C_A de la solution d'acide chlorhydrique ?

$C_A \cdot V_A = C_B \cdot V_{B,eq}$ _____

En déduire quelles grandeurs expérimentales doivent être parfaitement connues pour avoir la meilleure précision possible sur C_A

$V_A, V_{B,eq}$ et C_B _____

Conseils et explications

• À des fins pédagogiques, nous repèrerons l'équivalence à la fois avec un indicateur coloré de pH et par suivi pH-métrie. Dans la pratique, cela n'est pas nécessaire, mais vous devez connaître et avoir pratiqué ces deux méthodes.

• On manipule une base et un acide dont la concentration est de l'ordre de $0,1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$. Donc on met... ?

• Pour un travail de précision, il est nécessaire d'apprêter la burette et la pipette qui serviront au prélèvement.

Travail demandé

• Réaliser le dosage de 10,0 mL d'acide chlorhydrique par de la soude à $0,10 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

On fera un suivi pH-métrie et colorimétrique simultanément.

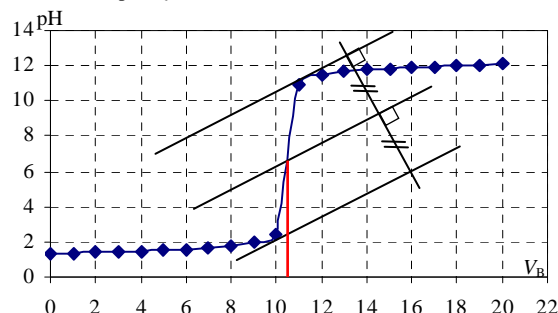
• Rajouter quelques gouttes de BBT dans l'acide à titrer.

• Noter la valeur initiale du pH ainsi que pH pour chaque millilitre de soude ajoutée. Allez jusqu'à un volume $V_B = 20 \text{ mL}$ de soude.

• Si le temps le permet : refaire le dosage avec seulement l'indicateur coloré, le plus précisément possible.

Exploitation

Tracer la courbe $\text{pH} = f(V_B)$



Synthèse / Conclusion

Quelle est la concentration de l'acide chlorhydrique titré ?

$V_{B,eq}$ vaut environ 10,5 mL _____

D'où $C_A = C_B \cdot V_{B,eq} / V_A = 0,10 \times 0,105 / 0,10 = 0,105 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ _____

Estimer l'incertitude portant sur cette concentration.

Sources d'erreurs : _____

• Lecture du volume V_{BE} : $\Delta V_{BE} = \pm 0,2 \text{ mL}$ _____

• Incertitude sur C_B négligeable _____

• Incertitude sur V_A négligeable _____

$C_{A \min} = C_B \cdot V_{BE \min} / V_A = 0,10 \times 10,3 / 10 = 0,103 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ _____

$C_{A \max} = C_B \cdot V_{BE \max} / V_A = 0,10 \times 11,7 / 10 = 0,117 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ _____

D'où : $C_A = 0,105 \pm 0,002 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ _____

Estimer l'incertitude portant sur cette concentration.

Trois sources potentielles d'erreur : V_A , $V_{B, \text{éq}}$ et C_B . Estimons les incertitudes suivantes :

$V_{B, \text{éq}} = \pm 0,05 \text{ mL}$ (plus petite graduation) soit $V_{B, \text{éq}} = 10,45\text{-}10,55 \text{ mL}$

$C_B = \pm 1 \%$ (à la louche) soit $C_B = 0,099$ à $0,101 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ _____

$V_A = \pm 1 \%$ (à la louche) soit $V_A = 9,9$ à $10,1 \text{ mL}$ _____

On en déduit un encadrement de C_A : $C_{A \text{ min}} = C_{B \text{ min}} \cdot V_{B, \text{éq min}} / V_{A \text{ max}}$
 $= (0,099 \times 10,45) / 10,1 = 0,1024 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$. _____

De même, $C_{A \text{ max}} = 0,1076 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ _____

$C_{A \text{ moy}} = 0,1050 \pm 0,0026 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$. D'après les règles portant sur les chiffres significatifs et l'incertitude (chapitre 00), on peut écrire : $C_A = 0,105 \pm 0,003 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$. _____