

Compte-rendu : TP 1 de chimie en solution
Modèle de la chimie expérimentale
Filière SMS S3

Nom et prénom : AMRAOUI Mohamed et AIT SOUS Houssam	Date : le 25/11/2021
Section ! Groupe : 1	N° de la paillasse : 5

Titre : dosage volumétrique d'une solution d'acide chlorhydrique par une solution de soude (NaOH)

Objectif :

- ✓ L'objectif de cette manipulation est de savoir réaliser un dosage acido-basique simple,
- ✓ Il y sera effectué la détermination par dosage de la normalité, la molarité et la concentration massique d'une solution d'acide chlorhydrique (HCl) inconnue par une solution de soude (NaOH),
- ✓ La réalisation de cette expérience nécessite la maîtrise de calcul en volumétrie.

Principe : Le titrage (dosage) acido-basique est une méthode volumétrique pour la détermination de la normalité inconnue de l'acide en utilisant la normalité connue de la base et inversement, telle que :

- ✓ Chaque molécule d'acide chlorhydrique dissoute dans l'eau libère un proton H^+ , qui peut être neutralisé à l'aide d'un ion hydroxyde OH^- provenant d'une base forte telle que NaOH, dont on connaît la concentration,
- ✓ Cette analyse s'appelle un titrage acide-base,
- ✓ Lorsque la quantité de base ajoutée est exactement équivalente à la quantité d'acide à titrer, le système est au point d'équivalence, point où la concentration en H^+ est exactement égale à celle des OH^- ,
- ✓ Pour déterminer le point d'équivalence dans un titrage acide-base, nous utiliserons la méthode de l'indicateur coloré,
- ✓ Les indicateurs sont des acides faibles organiques dont la forme protonée est d'une couleur différente de la forme non protonée,
- ✓ La relation suivante permet de calculer la concentration d'acide : $CA \cdot VA = CB \cdot VB$,
- ✓ Après avoir trouvé la concentration en mol/L d'acide dans l'eau, il faudra la convertir en concentration massique (g/L) pour pouvoir la comparer avec la valeur imprimée par le fabricant.

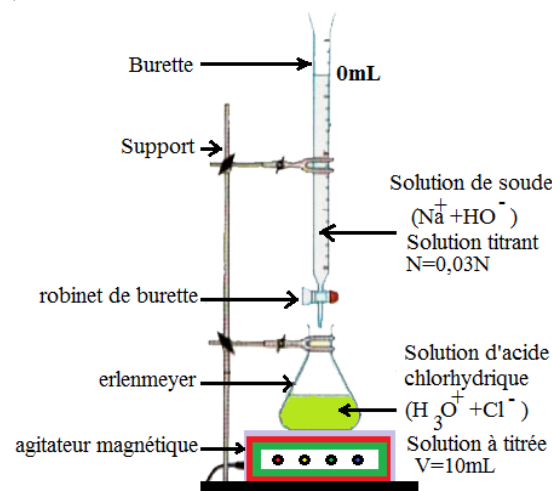
Equations de réactions mises en jeu :

- ✓ Equation de dissociation de NaOH dans l'eau : $NaOH + H_2O \rightleftharpoons Na^+ + HO^- + H_2O$,
- ✓ Equation de dissociation de HCl dans l'eau : $HCl + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + Cl^-$,
- ✓ Equation de titrage : $H_3O^+ + HO^- \rightleftharpoons 2H_2O$.

Mode opératoire avec le schéma annoté :

Après avoir rincé tous les verreries avec l'eau distillée, les étapes à suivre sont :

- ✓ Préparer 100 mL d'une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium (NaOH) de concentration connue,
- ✓ Remplir la burette avec la solution de soude (NaOH) préparée,
- ✓ Avec une pipette, prendre 10 ml de chlorhydrique (HCl) et verser la dans un erlenmeyer,
- ✓ Ajouter deux gouttes d'indicateur coloré (phénolphthaléine) à la solution à titrer,
- ✓ Poser l'erlenmeyer sur un agitateur magnétique au-dessous de la burette,
- ✓ Commencer le titrage en ouvrant le robinet de la burette doucement,
- ✓ Titrer le chlorhydrique (HCl) jusqu'au point d'équivalence (changement de colore),
- ✓ Noter le volume de la solution de soude (NaOH) versé, notée V_G , et refaire le titrage trois fois.



Tableaux des résultats et calculs :

Dosage grossier :	Dosage précis :			
VG=7mL,	V_1	V_2	V_3	$V_{moyenne}$
	6,3mL	6,5mL	6,3mL	6,37mL

1- Calculons le titre de la solution de soude diluée :

□ **Pour la normalité N:**

Selon la relation de dilution on a $N_f \cdot V_f = N_m \cdot V_m$: Donc $N_f = \frac{N_m \cdot V_m}{V_f} \Rightarrow N_f = \frac{1 \times 3}{100} = 0,03N$

Et puisque $N_f = \frac{N_m \cdot V_m}{V_f}$ donc $\ln(N_f) = \ln(N_m) + \ln(V_m) - \ln(V_f)$

Alors $\frac{dN_f}{N_f} = \frac{dN_m}{N_m} + \frac{dV_m}{V_m} - \frac{dV_f}{V_f}$ d'où $\frac{\Delta N_f}{N_f} = \frac{\Delta N_m}{N_m} + \frac{\Delta V_m}{V_m} + \frac{\Delta V_f}{V_f}$ alors

$$\Delta N_f = \left[\frac{\Delta N_m}{N_m} + \frac{\Delta V_m}{V_m} + \frac{\Delta V_f}{V_f} \right] \cdot N_f$$

$$\text{Alors } \Delta N_f = \left[\frac{\Delta N_{NaOH}}{N_{NaOH}} + \frac{\Delta V_{pipette}}{V_m} + \frac{\Delta V_{fiole}}{V_f} \right] \cdot N_f$$

Application numérique : $\Delta N_f = \left[\frac{0,1}{1} + \frac{0,01}{3} + \frac{0,01}{100} \right] \cdot 0,03 = 0,003103N$ donc $\Delta N_f = 0,004N$

Finalement $N_f = (0,030 \pm 0,004)N$

□ **Pour la molarité M:**

On a $NaOH + H_2O \rightleftharpoons Na^+ + HO^- + H_2O$, donc le nombre d'équivalente est $p=1$,

Et on sait que $N=P \cdot M$, alors $M=N$ finalement $M = (0,030 \pm 0,004)M$

□ **Pour la concentration massique C_m :**

On sait que $C_m = M \cdot \mathcal{M}$ avec $\mathcal{M}$ c'est la masse molaire et $\mathcal{M}(NaOH) = 23 + 16 + 1 = 40g/mol$

Application numérique : $C_m = 0,030 \times 40 = 1,200g/L$

□ **Calculons ΔC_m :**

On a $C_m = M \cdot \mathcal{M}$ donc $\ln(C_m) = \ln(M) + \ln(\mathcal{M})$

Alors $\frac{dC_m}{C_m} = \frac{dM}{M} + 0$ donc $\Delta C_m = \frac{\Delta M}{M} \cdot C_m$ application $\Delta C_m = \frac{0,003103}{0,030} \cdot 1,2 = 0,124g/L$

Donc $\Delta C_m = 0,2g/L$ finalement $C_m = (1,2 \pm 0,2)g/L$

2- Calculons le titre de la solution d'acide chlorhydrique :

□ **Pour la normalité N:**

On sait que $N_f \cdot V_{fE} = N_{HCl} \cdot V_{HCl}$: donc $N_{HCl} = \frac{N_f \cdot V_{fE}}{V_{HCl}} \Rightarrow N_{HCl} = \frac{0,03 \times 6,37}{10} = 0,01911N$

□ **Pour la molarité M:** on a $HCl + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + Cl^-$,

Donc le nombre d'équivalente est $p=1$, et on sait que $N=P \cdot M$, alors $M=N$, donc $M_{HCl} = 0,01911M$

□ **Pour la concentration massique C_m :**

On sait que $C_m = M \cdot \mathcal{M}$ avec $\mathcal{M}$ c'est la masse molaire et $\mathcal{M}(HCl) = 1 + 35,5 = 36,5g/mol$

Application numérique : $C_m = 0,01911 \times 36,5 = 0,697515g/L$

3- On fait un calcul d'erreur sur la détermination de la normalité, molarité et la concentration massique de la solution d'acide chlorhydrique :

□ **Calculons ΔN_{HCl} :** puisque $N_{HCl} = \frac{N_f \cdot V_{fE}}{V_{HCl}}$ donc $\ln(N_{HCl}) = \ln(N_f) + \ln(V_{fE}) - \ln(V_{HCl})$

Alors $\frac{dN_{HCl}}{N_{HCl}} = \frac{dN_f}{N_f} + \frac{dV_{fE}}{V_{fE}} - \frac{dV_{HCl}}{V_{HCl}}$ d'où $\frac{\Delta N_{HCl}}{N_{HCl}} = \frac{\Delta N_f}{N_f} + \frac{\Delta V_{fE}}{V_{fE}} + \frac{\Delta V_{HCl}}{V_{HCl}}$

alors $\Delta N_{HCl} = \left[\frac{\Delta N_f}{N_f} + \frac{\Delta V_{fE}}{V_{fE}} + \frac{\Delta V_{HCl}}{V_{HCl}} \right] \cdot N_{HCl}$ donc $\Delta N_{HCl} = \left[\frac{\Delta N_f}{N_{NaOH}} + \frac{\Delta V_{Burette}}{V_{fE}} + \frac{\Delta V_{pipette}}{V_{HCl}} \right] \cdot N_{HCl}$

Application numérique : $\Delta N_{HCl} = \left[\frac{0,004}{0,03} + \frac{0,1}{6,37} + \frac{0,01}{10} \right] \cdot 0,01911 = 0,0019669N$ donc $\Delta N_{HCl} = 0,002N$

Finalement $N_{HCl} = (0,020 \pm 0,002)N$

□ **Calculons ΔM_{HCl} :**

$\Delta M_{HCl} = \Delta N_{HCl} = 0,002M$, finalement $M = (0,020 \pm 0,002)M$

□ **Calculons ΔC_m** : on a $C_m = M \cdot \mathcal{M}$ donc $\ln(C_m) = \ln(M) + \ln(\mathcal{M})$

Alors $\frac{dC_m}{C_m} = \frac{dM}{M} + 0$ donc $\Delta C_m = \frac{\Delta M}{M} \cdot C_m$ application $\Delta C_m = \frac{0,002}{0,02} \cdot 0,697515 = 0,0697515 g/L$

Donc $\Delta C_m = 0,07 g/L$ finalement $C_m = (0,70 \pm 0,07) g/L$

□ **Observation et interprétation des résultats**

Ce type de dosage se fait avec un indicateur coloré. En effet, très souvent les acides et les bases sont incolores. Pour visualiser l'équivalence il faut donc un indicateur coloré. Cet indicateur change de couleur à l'équivalence.

□ **Conclusion**

Le titrage est une technique de dosage utilisée en chimie analytique pour déterminer le titre d'une solution : la normalité, la molarité et la concentration massique d'une espèce chimique,