



THEME 4 : IONS EN SOLUTIONS AQUEUSE

TITRE DE LA LEÇON : REACTION ACIDO-BASIQUE DOSAGE

I. SITUATION D'APPRENTISSAGE

Avant l'arrivée du professeur en classe, une discussion s'engage entre des élèves de la classe de 2nde C d'un établissement scolaire suite à une affirmation donnée par l'un des leurs : "Si l'on mélange une solution d'acide chlorhydrique et une solution de soude, on obtient une solution acide". "Non", répond un autre, le mélange est neutre. Un troisième soutient que le mélange est basique.

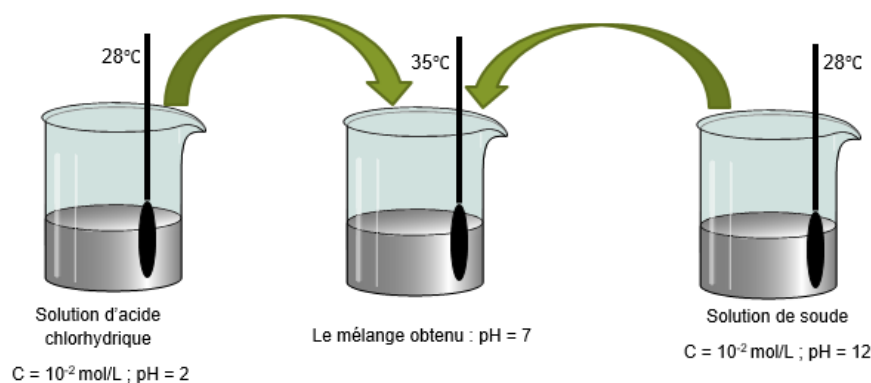
Face à ces désaccords, ensemble avec leurs camarades de classe, ils décident de déterminer avec l'aide du professeur, les caractéristiques de cette réaction, d'écrire son équation-bilan et de déterminer la concentration molaire volumique de la solution inconnue.

II. CONTENU DE LA LEÇON

1- Reaction acido-basique

1.1- Caractéristiques de la réaction

1.1.1-Expérience et observations



1.1.2-Interprétation

Le mélange est neutre : la réaction est équimolaire et totale.

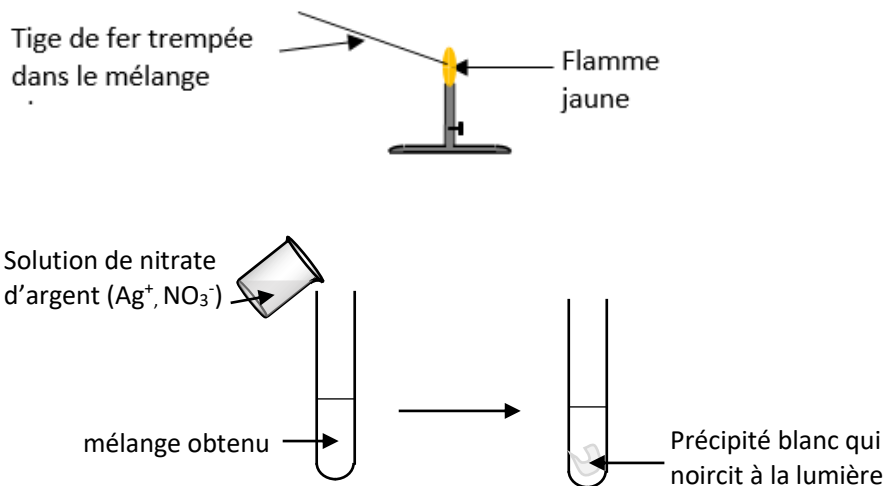
La température du mélange augmente, il y a dégagement de la chaleur : la réaction est exothermique.

1.1.3-Conclusion

Le mélange à volumes égaux de solutions aqueuses d'acide chlorhydrique et d'hydroxyde de sodium de même concentration conduit à une solution neutre. Cette réaction est exothermique et totale.

1.2- Mise en évidence du produit formé

1.2.1-Expériences et observations



1.2.2-Interprétation

Flamme jaune : le mélange contient des ions sodium (Na^+).

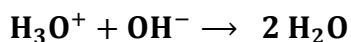
Précipité blanc qui noircit à la lumière : présence d'ions chlorures (Cl^-)

1.2.3-Conclusion

Le mélange obtenu est **une solution aqueuse de chlorure de sodium (Na^+ ; Cl^-)**

1.3- Equation-bilan de la réaction

La réaction entre l'acide chlorhydrique et l'hydroxyde de sodium est une réaction acido-basique selon l'équation-bilan :



Remarques :

Les ions Na^+ et Cl^- ne réagissent pas ; ils sont spectateurs

L'équation globale de la réaction est : $(\text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-) + (\text{Na}^+ + \text{OH}^-) \rightarrow (\text{Na}^+ + \text{Cl}^-) + 2\text{H}_2\text{O}$

Activité d'application 1

On mélange un volume $V_1 = 10 \text{ cm}^3$ d'une solution d'acide chlorhydrique de concentration $C_1 = 0,1 \text{ mol. L}^{-1}$ à un volume $V_2 = 5 \text{ cm}^3$ d'une solution de soude de concentration $C_2 = 0,1 \text{ mol. L}^{-1}$.

- 1- Détermine les quantités de matière d'ions H_3O^+ et OH^- introduits dans le mélange
- 2- Ecrire l'équation – bilan de la réaction qui se produit.
- 3- Dis lequel des ions H_3O^+ et OH^- est introduit en excès.
- 4- Donne la nature de la solution (acide ou basique) après réaction.

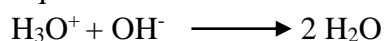
Solution :

1. Quantité de matière des ions :

$$n(\text{H}_3\text{O}^+) = C_1 V_1 = 0,1 \times 10 \cdot 10^{-3} = 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n(\text{OH}^-) = C_2 V_2 = 0,1 \times 5 \cdot 10^{-3} = 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

2. Equation-bilan de la réaction



3. Ion en excès

$$n(\text{OH}^-) > n(\text{H}_3\text{O}^+)$$

4. La solution apresreaction est basique.

2- Dosage acido-basique

2.1- Définition

Un dosage consiste à déterminer expérimentalement la concentration d'une solution dont on connaît les constituants.

Pour doser une solution d'acide chlorhydrique, on peut utiliser une solution de soude de concentration connue et vice versa.

L'équation-bilan de la réaction de dosage entre l'acide chlorhydrique et l'hydroxyde de sodium est :



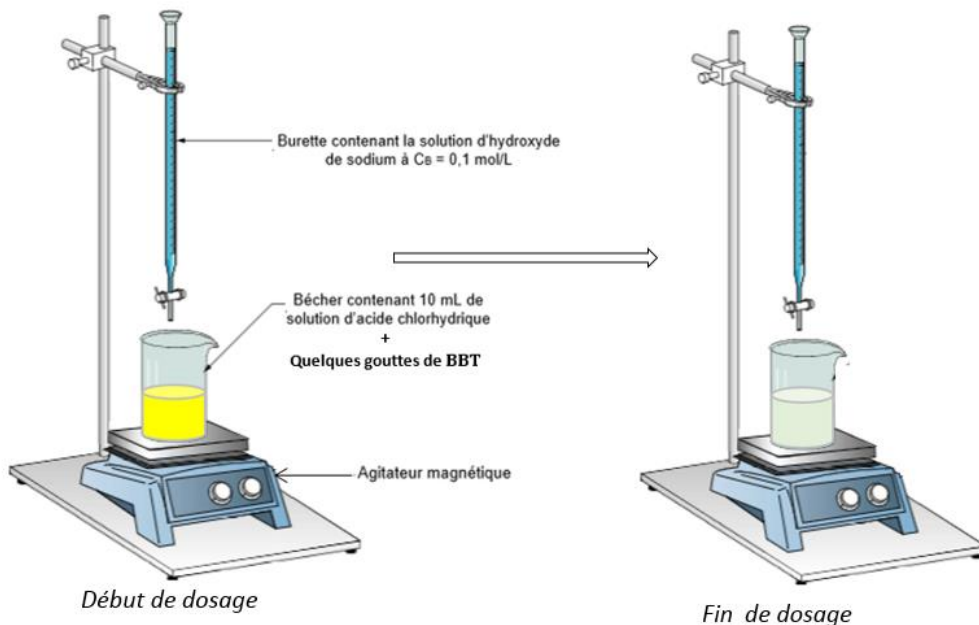
2.2- Dosage d'une solution d'acide chlorhydrique

2.2.1-Principe et mode opératoire

On réalise une réaction entre un volume connu l'acide chlorhydrique et la soude, et on cherche l'équivalence acido-basique, c'est-à-dire le moment où la quantité d'ions H_3O^+ est égale à la quantité d'ions OH^- .

Pour repérer le point d'équivalence acido-basique, on utilise ici un **indicateur coloré (le BBT)** dont le rôle est de changer la couleur du mélange réactionnel lorsque l'équivalence est atteinte.

2.2.2-Dispositif expérimental



2.2.3-Résultats

Pour le volume $V_B = 5 \text{ mL}$ de soude versée, le mélange devient vert : on est à l'équivalence .

$$n(H_3O^+) = n(OH^-)$$

Les ions H_3O^+ apportés dans le mélange proviennent majoritairement par l'acide : $n(H_3O^+) = C_A V_A$

Les ions OH^- apportés dans le mélange proviennent majoritairement par la soude : $n(OH^-) = C_B V_B$

$$\Rightarrow C_A V_A = C_B V_B \Rightarrow C_A = \frac{C_B V_B}{V_A} = \frac{0,1 \times 5}{10} = 0,05 \text{ mol. L}^{-1}$$

2.2.4- Conclusion

À l'équivalence acido-basique on a : $C_A V_A = C_B V_B$.

Situation d'évaluation

Le directeur d'un hôpital lance un concours de recrutement d'un aide-technicien de laboratoire pour tout élève de 2nd C qui souhaiterait avoir un job de vacances.

Le test de recrutement consiste à doser un volume $V_a = 10$ mL d'une solution A d'acide chlorhydrique de concentration $C_a = 5 \cdot 10^{-2}$ mol/L par une solution B d'hydroxyde de sodium de concentration molaire $C_b = 10^{-2}$ mol /L en présence de bleu de bromothymol. Cet indicateur vire lorsqu'un volume V_{bE} de solution B est versé dans la solution A.

Tu souhaites avoir ce job de vacances donc tu es candidat à ce concours de recrutement.

1. Cite :
 - 1.1. les espèces chimiques qui réagissent lors du dosage.
 - 1.2. les espèces chimiques qui ne participent pas à la réaction chimique.
2. Écris l'équation-bilan de la réaction chimique.
3. Détermine le volume V_{bE} de la solution B versée.

Solution

- 1.1. Espèces chimiques qui réagissent : les ions hydronium H_3O^+ et les ions hydroxydes OH^-
- 1.2. Espèces chimiques qui ne participent pas à la réaction chimique : ions sodium Na^+ et ions chlorure Cl^- .
2. Équation-bilan de la réaction chimique :
$$H_3O^+ + OH^- \rightarrow 2H_2O$$
3. Volume de la solution de la soude versée :

$$C_a \times V_a = C_b \times V_{bE} ; V_{bE} = \frac{0,05 \times 10}{0,01} ; V_{bE} = 50 \text{ mL}$$

III. EXERCICES

Exercice 1

1	La solution d'hydroxyde de sodium, en présence de bleu de bromothymol, donne une couleur bleue.	V	F
2	La solution d'acide chlorhydrique, en présence de bleu de bromothymol, donne une couleur jaune.	V	F
3	Lors de la réaction acide chlorhydrique-soude, le pH de la solution obtenue à l'équivalence est supérieur à 7.	V	F
4	Une solution de soude permet de neutraliser une solution d'acide chlorhydrique et vice-versa.	V	F
5	La relation $C_a \cdot V_a = C_b \cdot V_b$ est toujours vérifiée du début jusqu'à la fin du dosage.	V	F

Pour les propositions ci-dessus, entoure V si elles sont vraies et F si elles sont fausses.

Solution

1	La solution d'hydroxyde de sodium, en présence de bleu de bromothymol, donne une couleur bleue.	<input checked="" type="radio"/> V	F
2	La solution d'acide chlorhydrique, en présence de bleu de bromothymol, donne une couleur jaune.	<input checked="" type="radio"/> V	F
3	Lors de la réaction acide chlorhydrique-soude, le pH de la solution obtenue à l'équivalence est supérieur à 7.	v	<input checked="" type="radio"/> F
4	Une solution de soude permet de neutraliser une solution d'acide chlorhydrique et vice-versa.	<input checked="" type="radio"/> V	F
5	La relation $C_a \cdot V_a = C_b \cdot V_b$ est toujours vérifiée du début jusqu'à la fin du dosage.	v	<input checked="" type="radio"/> F

Exercice 2

On mélange un volume $V_a = 10$ mL d'une solution d'acide chlorhydrique de concentration molaire $C_a = 0,2$ mol.L⁻¹ avec un volume $V_b = 15$ mL d'une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $C_b = 0,1$ mol.L⁻¹.

La solution obtenue est :

- a- acide ;
- b- basique ;
- c- neutre.

Entoure la lettre correspondant à la bonne réponse.

Solution

- a- acide ;
- b- basique ;
- c- neutre.

Exercice 3

Afin de déterminer la concentration molaire C d'une solution commerciale d'acide chlorhydrique, un groupe d'élèves de seconde C opère comme suit :

- il dilue 100 fois la solution commerciale C pour obtenir une solution A d'acide chlorhydrique de concentration molaire C_A ,
- il dose 20 mL de la solution A avec une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $C_B = 0,08$ mol.L⁻¹. A l'équivalence, le volume d'hydroxyde de sodium versé est $V_B = 25$ mL.

Tu es désigné(e) comme rapporteur du groupe.

- 1- Donne la nature du mélange obtenu à l'équivalence.
- 2- Ecrire l'équation bilan de la réaction entre l'hydroxyde de sodium et l'acide chlorhydrique.
- 3- Détermine la concentration C_A de la solution A.
- 4- Calcule la concentration C de la solution commerciale.

Solution

- 1- A l'équivalence le mélange obtenu est une solution neutre de chlorure de sodium.
- 2- l'équation bilan : $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$
- 3- A l'équivalence $C_A \cdot V_A = C_B \cdot V_{BE} \Rightarrow C_A = \frac{C_B V_{BE}}{V_A} \Rightarrow C_A = 0,1 \text{ mol/L}$
- 4- la concentration C de la solution commerciale $\frac{C}{C_A} = 100 \Rightarrow C = 100 \cdot C_A = 10 \text{ mol/L}$

Exercice 4

Un élève en classe de seconde désire neutraliser 200 mL d'une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $C_B = 0,02 \text{ mol.L}^{-1}$ par une solution d'acide chlorhydrique de concentration $C_A = 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$. Pour cela il verse $V_A = 20 \text{ mL}$ de la solution d'acide chlorhydrique.

Il voudrait savoir s'il a réussi, aide-le.

- 1- Écris l'équation bilan de la réaction.
- 2- Calcule les quantités de matière d'acide chlorhydrique et d'hydroxyde de sodium dans le mélange.
- 3- Dis si l'équivalence est atteinte ou pas.
- 4-
 - 4.1. Dis la solution à verser dans le mélange pour atteindre l'équivalence.
 - 4.2. détermine le volume complémentaire à ajouter.

Solution

- 1- l'équation bilan : $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$
- 2- les quantités de matière : $\begin{cases} n_A = C_A V_A = 2 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \\ n_B = C_B V_B = 4 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \end{cases}$
- 3- l'équivalence n'est pas atteinte.
- 4-
 - 4.1. la solution à verser dans le mélange pour atteindre l'équivalence est la solution d'acide chlorhydrique.
 - 4.2. le volume complémentaire $V'_A C_A (V_A + V'_A) = C_B V_B \Rightarrow V'_A = \frac{C_B V_B}{C_A} - V_A = 20 \text{ mL}$

Exercice 5

Lors d'une journée porte ouverte des clubs scientifiques d'un Lycée, un groupe d'élèves de 2nd C doit présenter dans son standard, le dosage décrit ci-après :

- prélèvement dans un bécher d'un volume $V_1 = 20 \text{ mL}$ d'une solution d'acide chlorhydrique de concentration molaire C_1 inconnue ;
- versement goutte à goutte dans le bécher, à l'aide d'une burette graduée, de la solution d'hydroxyde de sodium de concentration molaire $C_2 = 0,1 \text{ mol/L}$;
- l'indicateur bleu de bromothymol ajouté vire au bleu lorsqu'on a versé un volume $V_2 = 10 \text{ mL}$ d'hydroxyde de sodium.

Tu fais partie du groupe et tu es désigné pour expliquer le processus pour déterminer la concentration molaire C_1 de la solution d'acide chlorhydrique.

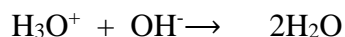
1. Donne les caractéristiques de la réaction entre l'acide chlorhydrique et l'hydroxyde de sodium.
2. Écris l'équation-bilan de la réaction chimique.

3. Définis le phénomène qui a lieu au moment où le bleu de bromothymol vire.
4. Détermine la concentration molaire C_1 de la solution d'acide chlorhydrique.

Solution

1. Caractéristiques de la réaction : réaction totale et exothermique

2. Equation-bilan de la réaction :



3. Le phénomène qui a lieu au moment où le bleu de bromothymol vire au bleu est l'équivalence acido-basique : cela correspond au nombre de moles de l'acide chlorhydrique initialement présent égal au nombre de moles de la soude versée.

4. Concentration molaire de l'acide chlorhydrique :

$$C_1V_1 = C_2V_2 \quad ; \quad C_1 = \frac{0,1 \times 10}{20} \quad ; \quad C_1 = 0,05 \text{ mol / L.}$$

IV. DOCUMENTATION

Chimie analytique

La chimie analytique est née il y a un peu plus d'un siècle. Elle est progressivement passée des laboratoires aux industries. Le siècle de la technique aidant, elle a pris dans les industries et dans la recherche une place de plus en plus importante.

Pour illustrer l'importance de la chimie analytique, on peut citer à titre d'exemples les laboratoires d'analyse de traces. On y fait appel, par exemple, lorsque l'on soupçonne un industriel de rejeter des substances nocives dans les eaux d'usages. Cela intervient de façon générale pour la surveillance des déchets industriels.

Avec un autre objectif, les industriels de l'agroalimentaire étudient quotidiennement la qualité de leur produit. Sur les chaînes d'assemblages, un contrôle qualité très serré est effectué systématiquement. On trouve maintenant de plus en plus des chaînes d'assemblages où le système de prélèvement d'échantillons et les dosages sont fait "en continu".

Autre exemple, des détecteurs de pollution sont implantés de plus en plus dans les grandes villes. La technologie de ces appareils est d'ailleurs extraordinaire. Ils dosent de façon continue, aussi, les différents

gaz polluants de l'atmosphère et déclenchent une alarme lorsque le dosage est au delà des normes !

Chacun de ces exemples est basé sur une technique de dosage, domaine qui fait partie de ce que l'on appelle la chimie analytique.

Dans chacun des cas précédents, on prélève des échantillons, on choisit une méthode et une technique adaptées à la détermination de la concentration (Molaire, mais plus souvent massique) d'un type particulier d'ions ou de molécules.

Les méthodes de dosage sont très nombreuses. On les adapte à l'objet d'étude. Parmi les techniques de dosage, on utilise en général les différentes réactions chimiques connues. La technique est évidemment adaptée à l'espèce à doser.

On distingue en chimie analytique (en première approche) les analyses qualitatives des analyses quantitatives

Chimie des tests qualitatifs

Les analyses qualitatives sont généralement des tests, basés sur un changement de couleur, indicateurs de la présence de tel ou tel composé ou sur l'apparition d'une modification du système comme par exemple une précipitation ou un dégagement gazeux.

Chimie analytique quantitative

Le principe de la chimie analytique quantitative est de déterminer la concentration ou la teneur en une espèce donnée dans une solution, généralement aqueuse.

Pour ceci, la technique utilisée est basée sur un dosage où un réactif de concentration connue (appelé **réactif titrant**) réagit avec l'espèce de concentration inconnue, l'objectif étant de déterminer la quantité (généralement un volume) de titrant nécessaire pour neutraliser l'espèce.

Source : http://www.sciences-enligne.com/DIST/Data/Ressources/lic2/chimie/chi_exp/phmetrie/dosage_ac_bas_gene.htm