



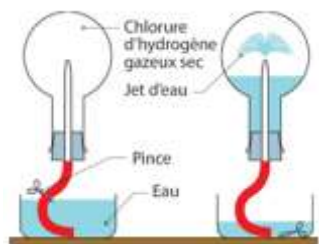
Activité expérimentale 1

CORRECTION

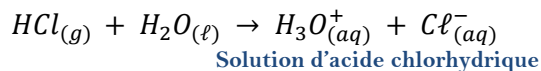
Cours n°1 « Modéliser des transformations acide-base ... »

Objectif : Mesurer le pH de solutions d'acide chlorhydrique (H_3O^+ , Cl^-) obtenues par dilutions successives d'un facteur 10 pour tester la relation entre le pH et la concentration en ion oxonium apporté.

Document 1 : Fabrication d'une solution d'acide chlorhydrique



Une solution d'acide chlorhydrique $H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$ est obtenue par dissolution d'un gaz, le chlorure d'hydrogène $HCl_{(g)}$, dans de l'eau distillée. Cette réaction est totale et l'équation cette réaction est :



Document 2 : Mesure du pH d'une solution à l'aide d'un pHmètre



Un pHmètre est constitué d'une sonde (pHmétrique) et de son boîtier de mesure.

- La sonde est toujours conservée dans une solution protectrice.
- Après avoir enlevé la protection, rincer l'extrémité de la sonde avec de l'eau distillée et l'essuyer avec un papier absorbant.
- Introduire la sonde dans la solution dont on veut mesurer le pH.
- Entre chaque mesure de pH pour des solutions différentes, la sonde doit être de nouveau nettoyée à l'eau distillée et essuyée.
- Une fois les mesures terminées, remettre la protection de la sonde.

Document 3 : Relation entre le pH et la concentration en ion oxonium [H_3O^+]

C'est au sein du la laboratoire de Carlsberg, chargé initialement d'effectuer des recherches sur la fabrication de la bière, que le danois **Søren Sørensen** comprit que l'action différente des acides sur l'enzyme saccharase dépendait non pas des acides mais de la concentration des **ions oxonium H_3O^+** et introduit la notion de **pH** (potentiel à l'**H**ydrogène)
Le pH d'une solution aqueuse est définie en 1909 par la relation :

$$pH = -\log\left(\frac{[H_3O^+]}{C^0}\right) \text{ ou } [H_3O^+] = C^0 \times 10^{-pH}$$

- Où la concentration en ion oxonium [H_3O^+] est en mol.L⁻¹, le pH est sans unité.
- C^0 est la concentration standard avec $C^0 = 1,0 \text{ mol.L}^{-1}$
- Le **logarithme décimal** est une fonction mathématique. La valeur du logarithme d'un nombre peut être calculée grâce à la touche **log** de la calculatrice ou la fonction « **log10** » sous le tableur Excel.

Attention, cette relation n'est valide que dans un certain domaine de concentration en ions oxonium.

Document 4 : Réaliser une dilution – Revoir ou voir les vidéos 5 et 6 du chapitre 1 sur capneuron



I- Recherche de la concentration $[H_3O^+]_0$ de la solution mère :

Au bureau,

vous disposez une solution d'acide chlorhydrique ($H_3O^+ + Cl^-$) de **concentration inconnue** $C_0 = [H_3O^+]_0$

Proposez un protocole afin de déterminer la valeur de C_0

- Prelever un volume de S_0 d'environ 30 mL dans 1 bécher de 100 mL
- Immerger la sonde pHmétrique
- Mesurer le pH
- Calculer C_0

Résultat :

$$C_0 = [H_3O^+]_0 = \dots \dots \dots = 1,0 \times 10^{-1,0} = 1,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol/L}$$

Coup de pouce pour rédiger un protocole expérimental :

- 1- Chaque étape doit commencer par un tiret - et un verbe précis à l'infinitif (le plus souvent) : Peser, mesurer, mélanger, prélever, chauffer ...
- 2- Les masses et les volumes doivent être précisés ainsi que les appareils utilisés.
- 4- Parfois des schémas sont nécessaires.
- 3- A la fin de chaque étape, vous revenez à la ligne.

II- Comment établir le domaine de validité de la relation entre pH et concentration en ions oxonium ?

Pour répondre à cette question, vous allez devoir tracer la courbe $pH = f(-\log(\frac{[H_3O^+]_i}{C_0}))$ sur le tableur Excel.

- Il vous faut donc mesurer le pH de différentes solutions de concentration $[H_3O^+]_i$ connues.
- A partir de la solution mère S_0 de concentration C_0 , vous allez fabriquer des solutions filles S_i d'un volume $V_i = 50 \text{ mL}$ par **dilution successives d'un facteur 10**.

1- Première dilution pour obtenir la solution fille S_1 :

- Quelle est la relation entre les concentrations C_0 et C_1 ?

la solution mère S_0 est diluée 10 fois donc $C_0 = 10 \times C_1$

- Quelle est la relation entre la quantité en H_3O^+ prélevée dans la solution mère S_0 $n_{S_0}^{\text{prélevée}}$ et la quantité en H_3O^+ introduite dans la solution fille S_1 $n_{S_1}^{\text{introduite}}$?

$$m_{S_0}^{\text{prélevée}} = m_{S_1}^{\text{introduite}} \text{ lors d'une dilution}$$

- Exprimez la quantité $n_{S_0}^{\text{prélevée}}$ en fonction du volume prélevé V_{p1} et la concentration C_0

$$m_{S_0}^{\text{prélevée}} = C_0 \times V_{p1}$$

- Exprimez la quantité $n_{S_1}^{\text{introduite}}$ en fonction du volume prélevé V_1 et la concentration C_1

$$m_{S_1}^{\text{introduite}} = C_1 \times V_1$$

- En déduire le volume à prélever V_{p1} de la solution mère S_0 pour fabriquer la solution fille S_1 ?

$$\text{donc } C_0 \times V_{p1} = C_1 \times V_1 \Rightarrow V_{p1} = \frac{C_1 \times V_1}{C_0} = \frac{C_1 \times V_1}{C_0} = \frac{C_1 \times V_1}{10 \times C_1} = \frac{50}{10} = 5,0 \text{ mL}$$

- Mesurer le pH_1 de la solution fille S_1 : $pH_1 = 1,9 \dots$

2- Dilutions successives :

A partir de la solution S_1 , fabriquer une nouvelle solution fille S_2 obtenue en diluant 10 fois la solution S_1 et mesurer le pH_2

Puis à partir de la solution S_2 , fabriquer une nouvelle solution fille S_3 en diluant 10 fois S_2 et mesurer le pH_3 . Poursuivre jusqu'à fabriquer la solution S_6

Complétez le tableau suivant

Solution	S_0	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6
$[H_3O^+]_i$ mol/L calculée	$1,0 \cdot 10^{-1}$	$1,0 \cdot 10^{-2}$	$1,0 \cdot 10^{-3}$	$1,0 \cdot 10^{-4}$	$1,0 \cdot 10^{-5}$	$1,0 \cdot 10^{-6}$	$1,0 \cdot 10^{-7}$
$-\log(\frac{[H_3O^+]_i}{C_0})$ calculé	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0
pH_i mesuré	1,0	1,9	2,8	3,8	4,4	4,6	5,3

3- Tracé de la courbe $\text{pH} = f(-\log(\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{c^0}))$

Sous Excel refaire le tableau (attention c'est mieux en colonnes) et afficher la courbe.

Quelle devrait être l'allure de la courbe $\text{pH} = f(-\log(\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{c^0}))$ c'est-à-dire l'allure de la courbe $y = x$?

d'allure de la courbe de voir être une droite qui passe par l'origine et dont le coefficient directeur est égal à 1

4- Conclure sur la validité de la formule établie par Søren Sørensen

Sur la courbe $\text{pH} = f(-\log(\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{c^0}))$ est une droite qui passe par l'origine jusqu'à la valeur $-\log([\text{H}_3\text{O}^+])_{c^0} = 5$. Cette formule n'est valable que pour des $[\text{H}_3\text{O}^+] < 10^{-5}$. Après c'est le solvant qui impose le pH. Ici, c'est l'eau $\text{pH} = 7$

III- Mélange de la solution S_0 avec une solution S_B d'hydroxyde de sodium :

1- Etude de la solution S_B d'hydroxyde de sodium :

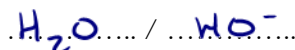
Une solution d'hydroxyde de sodium est $\text{Na}_{(aq)}^+ + \text{HO}_{(aq)}^-$

- Parmi les 2 ions présents, quel est celui susceptible de réagir lors d'une réaction acido-basique.

Pour cela vous préciserez :

- Si cet ion est une base ou un acide en justifiant *HO^- est susceptible de capter un ion H^+ : c'est une base*

- Le couple mis en jeu :



- la représentation de Lewis de l'ion concerné



2- Le mélange :

- Solution S_0 d'acide chlorhydrique ($\text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$). Réécrire la valeur du pH : $\text{pH}_0 = 1,0$

- Mélanger 10 mL de la solution S_0 avec 10 mL de la solution S_B

- Mesurer le pH du mélange : $\text{pH}_{\text{mél}} = 1,6$

- Y a-t-il eu réaction ? Justifier *Il y a réaction car le pH a varié*

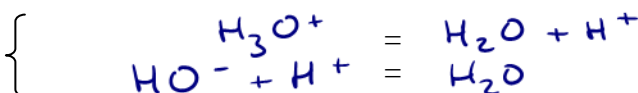
- Quelle est l'espèce chimique dont la concentration a diminué ? Justifier *de pH a augmenté, donc la $[\text{H}_3\text{O}^+]$ a diminué*

3- L'équation de la réaction ayant eu lieu lors du mélange :

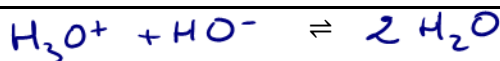
- Identifier les réactifs de la réaction et les couples acide/base mis en jeu

	<i>acide chlorhydrique</i>	<i>hydroxyde de sodium</i>
Réactifs	H_3O^+	HO^-
couples	$\text{H}_3\text{O}^+ / \text{H}_2\text{O}$	$\text{H}_2\text{O} / \text{HO}^-$

- Ecrire les demi-équations de chaque couple de façon à placer les réactifs à gauche et les produits à droite



Additionner membre à membre les demi-équations pour obtenir l'équation acide-base



Conclusion :

Expliquer la variation du pH lors du mélange

lors du mélange les ions H_3O^+ réagissent avec les ions HO^- donc la $[\text{H}_3\text{O}^+]$ diminue de pH augmente

Voilà la courbe après

