

PH DES SOLUTIONS AQUEUSES

Objectifs : réaliser des mesures de pH et relier sa valeur à la concentration en oxonium



Problématique : le pH, grandeur introduite par le chimiste danois S. Sorensen en 1909, permet de traduire le caractère acido-basique d'une solution. Sa valeur dépend de la concentration en ions oxonium, de formule H_3O^+ , présents dans la solution. Quelle relation relie le pH d'une solution à cette concentration ?

Protocole de dilution



- À l'aide d'une pipette jaugée, prélever le volume V_0 de solution mère S_0 et de concentration c_0 ;
- introduire le volume prélevé dans une fiole jaugée, de volume V_1 ;
- ajouter de l'eau distillée jusqu'aux 2/3 environ de la hauteur de la fiole. Boucher et agiter ;
- compléter avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge de la fiole. Boucher et agiter. La solution fille S_1 , de concentration c_1 , est prête.

Principe de la dilution



Lorsqu'on réalise une dilution, on dispose d'une solution mère de concentration c_0 dont on prélève un volume V_0 et on forme un volume V_1 d'une solution fille de concentration c_1 . Lors d'une dilution, la quantité de matière de soluté est inchangée lors d'ajout d'eau donc $n_0 = n_1$ soit :

$$c_0 \times V_0 = c_1 \times V_1$$

S'il est préférable d'utiliser la solution mère pour réaliser chaque dilution souhaitée, on peut cependant réaliser des dilutions successives, c'est-à-dire obtenir une solution fille S_2 par dilution d'une autre solution fille S_1 formée à partir d'une solution mère S_0 .

Solutions



Solution	S_0	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6
Concentration en $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$5,0 \times 10^{-2}$	$1,0 \times 10^{-2}$	$5,0 \times 10^{-3}$	$1,0 \times 10^{-3}$	$1,0 \times 10^{-4}$	$1,0 \times 10^{-5}$	$1,0 \times 10^{-6}$
Volume à prélever		20 mL de S_0	----- de S_0	----- de S_0	10 mL de S_3	10 mL de S_4	10 mL de S_5
pH mesuré							
pH calculé							

ANALYSER

Identifier les grandeurs et les relations d'intérêt

A B C D

- À l'aide des documents, montrer qu'il est possible de réaliser 100,0 mL de solution S_1 à partir d'un prélèvement de 20,0 mL de solution S_0 .
- Réaliser les calculs nécessaires pour déterminer la valeur du volume à prélever en solution S_0 pour réaliser 100,0 mL de solution S_2 . Reporter la valeur obtenue dans la case correspondante du tableau ci-dessus.
- Réaliser les calculs nécessaires pour déterminer la valeur du volume à prélever en solution S_0 pour réaliser 100,0 mL de solution S_3 . Reporter la valeur obtenue dans la case correspondante du tableau ci-dessus.
- Préparer les 100,0 mL des solutions S_1 et S_2 ainsi étudiées. **APPEL** 🙌.

Mesure de pH



- Brancher la sonde du pH-mètre sur l'interface Sysam® ;
- ouvrir le logiciel Latis-Pro® et sélectionner le capteur « pH-mètre » comme actif (onglet « Acquisition ») ;
- une fenêtre s'ouvre : suivre les instructions permettant de réaliser l'étalonnage du capteur à l'aide des solutions tampon ;
- passer dans l'onglet « Courbe »
- ouvrir l'afficheur numérique (Ctrl + D) et glisser la grandeur « pH » dans l'afficheur ;
- plonger la sonde du pH-mètre dans la solution étudiée et lancer la mesure (F10) : noter la valeur du pH ;
- rincer et sécher la sonde avec un papier absorbant, changer la solution puis lancer la mesure (F10), ...

pH d'une solution



Le pH est une grandeur sans unité qui permet de quantifier l'acidité d'une solution. Il est défini par la relation suivante :

$$\text{pH} = -\log \left(\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}}{c^\circ} \right)$$

où :

- $[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}$ désigne la concentration en quantité de matière en ions oxonium dans la solution à l'équilibre ;
- c° désigne la concentration standard, définie égale à $1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$;
- log désigne la fonction mathématique logarithme décimal.

RÉALISER*suivre un protocole expérimental***A B C D**

5. À l'aide du protocole ci-dessus, mesurer la valeur du pH de la solution S_0 . Reporter la valeur obtenue dans la case correspondante du tableau précédent.
6. Procéder de même avec toutes les solutions pour remplir la ligne « pH mesuré » du tableau précédent. **APPEL** 🖐️.

VALIDER*confronter des mesures avec des valeurs de référence***A B C D**

7. À l'aide du dernier document, calculer la valeur du pH espérée pour chacune des sept solutions.
8. Indiquer si les valeurs de pH obtenues expérimentalement sont compatibles avec les valeurs calculées. Si tel n'est pas le cas, proposer une ou plusieurs sources d'incertitudes expérimentales permettant d'expliquer les écarts observés. **APPEL** 🖐️.

TP pH des solutions – Éléments de correction

Camille Vo-Baroche & Sarah Bourdet – septembre 2025

TP : PH DES SOLUTIONS AQUEUSES

Solution	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆
Concentration en mol.L ⁻¹	$5,0 \times 10^{-2}$	$1,0 \times 10^{-2}$	$5,0 \times 10^{-3}$	$1,0 \times 10^{-3}$	$1,0 \times 10^{-4}$	$1,0 \times 10^{-5}$	$1,0 \times 10^{-6}$
Volume à prélever		20 mL de S ₀	10 mL de S ₀	2 mL de S ₀	10 mL de S ₃	10 mL de S ₄	10 mL de S ₅
pH mesuré	2,30	2,33	2,29	2,93	4,18	3,44	4,46
pH calculé	1,30	2	2,3	3	4	5	6

1) Si on introduit 20,0 ml de solution S₀ dans une fiole jaugée de 100,0 mL puis qu'on complète d'eau distillée. On obtient 100,0 mL de solution S₁.

2) On sait que $C_0 \times V_0 = C_2 \times V_2$

$$\text{Donc } V_0 = C_2 \times V_2 / C_0 = 5,0 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1} \times 100,0 \text{ mL} / 5,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1} = 10 \text{ mL}$$

Pour S₂, il nous faut donc 10 mL de solution S₀.

3) On sait que $C_0 \times V_0 = C_3 \times V_3$

$$\text{Donc } V_0 = C_3 \times V_3 / C_0 = 1,0 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1} \times 100,0 \text{ mL} / 5,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1} = 2 \text{ mL}$$

Pour S₃, il nous faut donc 2 mL de solution S₀.

7) On sait que $\text{pH} = -\log ([\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq.}} / C^0)$

$$\text{pH}_0 = -\log (5,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1} / 1 \text{ mol.L}^{-1}) \approx 1,30$$

$$\text{pH}_1 = -\log (1,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1} / 1 \text{ mol.L}^{-1}) = 2$$

$$\text{pH}_2 = -\log (5,0 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1} / 1 \text{ mol.L}^{-1}) = 2,3$$

$$\text{pH}_3 = -\log (1,0 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1} / 1 \text{ mol.L}^{-1}) = 3$$

$$\text{pH}_4 = -\log (1,0 \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1} / 1 \text{ mol.L}^{-1}) = 4$$

$$\text{pH}_5 = -\log (1,0 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1} / 1 \text{ mol.L}^{-1}) = 5$$

$$\text{pH}_6 = -\log (1,0 \times 10^{-6} \text{ mol.L}^{-1} / 1 \text{ mol.L}^{-1}) = 6$$

8) Les valeurs mesurées et calculées ne sont pas compatibles sauf pour S_2 , S_3 et S_4 . Soit les $\frac{3}{4}$ des cas qui ne sont pas compatibles. Cela peut être dû à :

- Un mauvais rinçage;
- Un mauvais étalonnage;
- Une solution qui a vieilli;
- Des solutions mal préparées;
- Eau distillée qui a vieilli;
- Etc.

À retenir :

- Contenu de chimie :
 - Formule de la dilution : $C_{\text{mère}} \times V_{\text{mère}} = C_{\text{fille}} \times V_{\text{fille}}$
 - Formule du pH : $\text{pH} = -\log ([\text{H}_3\text{O}^+] / \text{C}^0)$
- Aspect expérimental :
 - Prélever la mère avec une pipette jaugée;
 - Préparer la fille dans une fiole jaugée;
 - Rincer la sonde du pH-mètre;
 - Vérifier que la boule de la sonde est bien immergée;
 - Réaliser l'étalonnage à l'aide de 2 solutions tampons (7 puis 4 si mesures acides, 7 puis 10 si mesures basiques).