

TSPÉ	LIEN PH – [H ₃ O ⁺]	TP
------	--	----

Définition du pH :

$$\text{pH} = -\log\left(\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{c^0}\right)$$

où $c^0 = 1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, valeur exacte, est la concentration standard.

Mesure du pH :

On mesure le pH à l'aide d'un pH-mètre constitué d'un boîtier électronique relié à une sonde en verre. La sonde est composée de deux électrodes : une électrode de référence de potentiel fixe et une électrode dont le potentiel électrochimique varie avec le pH de la solution (elle est appelée électrode de verre). L'appareil est **étalonné** au moyen de **deux solutions tampon** (généralement de pH 4 et 7 si on travaille sur des solutions acides ou de pH 7 et 10 si on travaille sur des solutions basiques).

La sonde est très fragile et ne doit pas rester à l'air libre. Entre chaque mesure, il faut la rincer à l'eau distillée et à l'essuyer délicatement puis la replonger dans la solution de conservation.

L'incertitude-type sur la mesure du pH peut être estimée à $u(\text{pH}) = 0,05$.

On ne garde qu'une seule décimale pour écrire un pH.

Solution tampon :

Solution pour laquelle un ajout modéré d'acide ou de base ou une dilution modérée modifie peu le pH.

Comparaison à une valeur de référence :

Il est possible de comparer une valeur expérimentale x_{mes} à une valeur de référence $x_{\text{réf}}$ à l'aide du calcul du quotient z suivant (parfois appelé z-score) :

$$z = \frac{|x_{\text{mes}} - x_{\text{réf}}|}{u(x_{\text{mes}})}$$

Ce quotient est donc un écart rapporté à l'incertitude de mesure.

On peut convenir du critère de validation suivant :

- Si $z \leq 2$, on considère que le résultat de la mesure est compatible avec la valeur de référence.
- Si $z > 2$, on considère qu'il ne l'est pas.

Le choix de 2 conduit à une erreur (mesure jugée incompatible alors qu'elle l'est) dans 5% des cas environ. Avec une frontière à 3, on passe à environ 1% d'erreur.

Acide chlorhydrique :

L'acide chlorhydrique est une solution de chlorure d'hydrogène dans l'eau. Le chlorure d'hydrogène HCl(g) est un gaz diatomique qui se comporte comme un acide fort dans l'eau. On verra plus tard dans l'année que cela signifie qu'il se dissocie totalement en solution aqueuse pour donner les ions $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ et $\text{Cl}^-(\text{aq})$. L'acide chlorhydrique est donc une solution d'ions oxonium et d'ions chlorures et $(\text{H}_3\text{O}^+, \text{Cl}^-)$.

Le but de ce TP est de tester la plage de validité expérimentale de la définition du pH le liant à la concentration en ion oxonium apporté.


Pour cela, on va partir d'une solution d'acide chlorhydrique de concentration connue, la diluer dix fois, cent fois, mille fois, etc. et mesurer à chaque fois le pH de la solution obtenue.


Matériel à disposition

- Fioles jaugées de 50,0 ou 100,0 mL
- Pipettes jaugées de 5,0 ou 10,0 mL
- Béchers de 100 mL ou pots
- Poire à pipeter
- Flacon d'eau distillée
- Solution mère S_1 et S_4 d'acide chlorhydrique de concentrations respectives $C_1 = 1,0 \times 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ et $C_4 = 1,0 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- pH-mètre et solutions étalons.

1. Rédiger le protocole d'une dilution d'un facteur 10 de la solution S_1 .
2. Comment faire pour préparer toutes les solutions du tableau ci-dessous ?

 Préparer les solutions.

 Étalonner le pH-mètre (voir notice).

 Mesurer le pH des solutions et noter le résultat dans le tableau.

Solutions	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6
Concentration ($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)	$1,0 \times 10^{-1}$	$1,0 \times 10^{-2}$	$1,0 \times 10^{-3}$	$1,0 \times 10^{-4}$	$1,0 \times 10^{-5}$	$1,0 \times 10^{-6}$
pH mesuré						
pH théorique						
z-score						

3. Compléter les deux dernières lignes du tableau.
4. Commenter.