

1 Le pH-mètre

Attention! L'électrode de verre reliée au pH-mètre est extrêmement fragile (épaisseur de verre de la partie basse qui ne dépasse pas quelques microns)!

1.1 Description

Un pH-mètre comporte une sonde de mesure formée de deux électrodes :

- Une électrode de référence, dont le potentiel est constant ;
- Une électrode de mesure en verre.

Les électrodes sont reliées par de simples fils à un volt-mètre spécial, directement gradué en unités de pH (ou, pour les plus récents, qui affiche directement la valeur du pH).

Ces deux électrodes peuvent être sous la même enveloppe : on parle alors d'électrode combinée (souvent reliée au pH-mètre par un câble coaxial).

1.2 Étalonnage

Les pH-mètres utilisés au lycée possèdent trois boutons de réglage, en sus du commutateur de fonction :

- un bouton dit « de compensation de température » avec lequel on précise la température ambiante ;
- un bouton dit « de réglage de zéro » noté *Offset* ;
- un bouton dit « de réglage de pente » noté *Slope* ;

Au début du TP, il faut se renseigner pour savoir si le pH-mètre est déjà étalonné ou pas ; si ce n'est pas le cas, il faut l'étalonner de la façon suivante :

- ① Appuyer sur le commutateur « Température » et régler la température à la valeur de l'ambiante ;

Attention pour la suite, l'électrode de verre utilisée pour mesurer le pH est extrêmement fragile !

- ② Rincer l'électrode à l'eau distillée et l'immerger dans une solution tampon pH=7,0. Commutateur sur « pH », tout en agitant la solution, ajuster l'affichage du pH-mètre à 7,0 à l'aide du bouton de réglage de zéro *Offset* ;
- ③ Rincer à nouveau l'électrode à l'eau distillée, et l'immerger dans une seconde solution tampon pH=4,0. Ajuster l'affichage à 4,0 à l'aide du bouton de réglage de pente *Slope* ;
- ④ Rincer à nouveau l'électrode, la plonger dans l'eau distillée ; le pH-mètre est prêt.

1.3 Mesure du pH

Lorsque l'on veut mesurer le pH d'une solution, on plonge la sonde dans la solution, on agite, et après stabilisation de la mesure, on relève la valeur.

Il faut toujours agiter lors d'une mesure de pH.

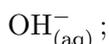
Ensuite, on retire la sonde, on la rince à l'eau distillée et on la replonge dans l'eau distillée, si l'on ne veut pas réaliser une nouvelle mesure immédiatement.

Il faut toujours rincer l'électrode entre deux mesures.

2 Acidité du vinaigre & de quelques solutions

L'acidité du vinaigre est essentiellement due à l'acide éthanoïque ou acide acétique CH_3COOH .

- À l'aide du matériel mis à disposition, diluer dix fois un vinaigre. Mesurer le pH de cette solution.
- Diluer à nouveau cette solution dix fois, et recommencer la mesure du pH.
- En rinçant à chaque fois l'électrode, et en procédant toujours du moins concentré au plus concentré (pourquoi ?), mesurer le pH des solutions suivantes :
 - solution d'acide chlorhydrique $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-_{(\text{aq})}$;
 - solution d'hydroxyde de sodium ou *soude* $\text{Na}^+_{(\text{aq})} +$



- solution d'acide éthanoïque ou acide *acétique* $\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})}$.

Chaque solution est disponible dans deux concentrations, $1,0 \times 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ et $1,0 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

- Sous la hotte, rajouter une ou deux gouttes d'acide éthanoïque pur dans la solution d'acide éthanoïque. Mesurer à nouveau le pH.
- Rajouter une spatule d'éthanoate de sodium. Mesurer à nouveau le pH.
- Rincer l'électrode de pH, la replacer dans l'eau distillée.

Quelques valeurs de pH

Eau distillée	$H_2O_{(\ell)}$		7,0
Vinaigre dilué dix fois			2,8
Vinaigre dilué cent fois			3,3
Solution d'acide éthanoïque	$CH_3COOH_{(aq)}$	à $1,0 \times 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$	3,8
Solution d'acide éthanoïque	$CH_3COOH_{(aq)}$	à $1,0 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$	2,8
Solution d'acide chlorhydrique	$H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$	à $1,0 \times 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$	1,0
Solution d'acide chlorhydrique	$H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$	à $1,0 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$	2,0
Solution d'hydroxyde de sodium	$Na^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$	à $1,0 \times 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$	13,0
Solution d'hydroxyde de sodium	$Na^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$	à $1,0 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$	12,0

1 Mesures de pH

Remarquez bien tout d'abord que le **pH** s'écrit avec une minuscule et une majuscule ; et que sa valeur se donne à **un seul chiffre après la virgule**.

Remarquez ensuite que les **concentrations** des solutions aqueuses sont données avec **deux chiffres significatifs**. On utilise ces solutions pour les dosages, qui nécessitent cette précision.

On écrit toujours « solution de... » quand il s'agit de **solutions aqueuses**, pour bien faire la différence avec le solide cristallin ($NaOH_{(s)}$, $CH_3COONa_{(s)}$...), le gaz ($HCl_{(g)}$) ou le liquide pur ($CH_3COOH_{(\ell)}$).

Les valeurs de pH données sont des valeurs théoriques, sauf pour le vinaigre dilué, pour lequel j'ai indiqué les valeurs de M. MOREL. Les valeurs expérimentales peuvent s'écarter de ces valeurs théoriques, principalement en raison de la dissolution de dioxyde de carbone de l'air dans la solution. Un tel effet est particulièrement sensible pour l'eau distillée et pour la solution d'hydroxyde de sodium (soude).

2 Dilution

Si on envisage une dilution d'un facteur dix, il faut donc par exemple une pipette jaugée d'un volume 5,0 mL et une fiole jaugée d'un volume 50,0 mL. Indiquer un volume avec une précision d'un dixième de millilitre implique l'usage d'une **verrerie de précision**, c'est-à-dire une verrerie jaugée ou une verrerie graduée au dixième de millilitre.

Il n'est pas correct de dire que l'on doit mélanger 5,0 mL de soluté et 45,0 mL de solvant, car la grande majorité des solutions ne sont pas *idéales*. Il faut préciser que **l'on complète jusqu'au trait de jauge** après avoir versé les 5,0 mL de soluté dans la fiole jaugée.

TPC 2 Mesures pH-métriques

- pH de l'eau distillée
- Liste du matériel pour une dilution par dix
- pH vinaigre dilué dix fois
- pH vinaigre dilué cent fois
- pH solution d'acide acétique à $0,010 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$
- Évolution du pH par ajout d'acide acétique
- Évolution du pH par ajout d'acétate de sodium
- pH solution d'acide chlorhydrique à $0,010 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$
- Températures avant et après neutralisation
- pH solution d'acide chlorhydrique à $0,10 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$
- pH solution de soude à $0,10 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$
- pH solution d'acide acétique à $0,10 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$

Note

.../12