

TP 19 chapitre 13 : La mesure du pH ...

Document 1 : Définition du pH.

Abréviation de potentiel hydrogène.

Il s'agit d'un coefficient permettant de savoir si une solution est acide, basique ou neutre : elle est acide si son pH est inférieur à 7, neutre s'il est égal à 7, basique s'il est supérieur à 7.

Pour les spécialistes, le pH d'une solution est le cologarithme décimal de sa concentration en ions oxonium $[H_3O^+]$: $pH = -\log[H_3O^+]$.

Le terme pH ne doit pas être confondu avec celui de PH : abréviation de praticien hospitalier, ou ph désignant le phot (unité d'éclairement qui correspond à l'éclairement moyen d'une surface mesurant 1 cm^2 et qui reçoit un flux lumineux de 1 lumen. 1 ph vaut 104 lux).

<http://www.vulgaris-medical.com/encyclopedie-medicale/ph>

Document 2 : le cours : du pH aux ions oxonium.

La connaissance du pH permet de calculer la concentration molaire en ions oxonium :

$$\text{à } [H_3O^+] = 10^{-pH} \text{ mol/L}$$

Le pH augmente lorsque la concentration en ions oxonium diminue ; le pH diminue lorsque la concentration en ions oxonium augmente.

Document 3 : Le pH mètre

Il est constitué d'une sonde de mesure reliée à un voltmètre électronique. La sonde de mesure est constituée d'une électrode de verre et d'une électrode de référence (les deux électrodes peuvent être combinées ou séparées).

La tension U qui apparaît aux bornes de la sonde lorsqu'elle est plongée dans une solution aqueuse est une fonction affine du pH.

Les grandeurs a et b sont des coefficients positifs qui dépendent de la température de la solution et de l'état des électrodes. Il est nécessaire **d'étalonner le pH-mètre avant toute mesure** à l'aide de deux solutions étalons de pH connu.

Pour effectuer la mesure du pH d'une solution aqueuse, la **sonde doit être rincée à l'eau distillée, essuyée** puis plongée dans la solution étudiée. Après agitation et stabilisation de la mesure, la valeur du pH est relevée.

Précision des mesures.

Dans les conditions habituelles, au lycée, on peut mesurer un **pH**, au mieux, à 0,05 unité près (le plus souvent à 0,1 unité près).

Une mesure de **pH** effectuée à 0,05 unité près conduit à une valeur de la concentration en ion oxonium $[H_3O^+]$ connue à 11,5 % près. Une simple mesure de **pH** ne peut donner une concentration avec précision. Il faut limiter le nombre de chiffres significatifs pour représenter une concentration déduite de la valeur du **pH**. Toute concentration déduite de la valeur du **pH** sera exprimée avec 2 chiffres significatifs au maximum.

Document 4 : Ecart type s

Par définition, l'écart-type est la moyenne quadratique des écarts à la moyenne x. On le note habituellement s (de l'anglais standard deviation) :

$$\sqrt{\frac{1}{n} \sum_i (x_i - \bar{x})^2}$$

N correspond au nombre de mesures, x_i correspond à la valeur d'une mesure et \bar{x} correspond à la moyenne des mesures

Pour vérifier votre réponse, voir le calcul en ligne : <http://calculis.net/ecart-type#resultat>

TP 19 chapitre 13 : La mesure du pH ...

TRAVAIL A EFFECTUER

S'approprier

Calculer le pH théorique d'une solution d'acide chlorhydrique de concentration $1,0 \cdot 10^{-1}$ mol/L, $1,0 \cdot 10^{-2}$ mol/L et $1,0 \cdot 10^{-3}$ mol/L

A l'aide des résultats, justifier la phrase « Le pH augmente lorsque la concentration en ions oxonium diminue ».

Réaliser : mesure de pH et dilution.

On dispose d'une solution S1 d'acide chlorhydrique de concentration molaire $C_1=0,10$ mol/L.

Après étalonnage, mesurer le pH de la solution S1.

⇒ Appeler le professeur pour lui présenter le résultat de l'expérience.

Réaliser une solution S2 de concentration molaire en acide chlorhydrique $C_2=1,0 \cdot 10^{-2}$ mol/L.

Mesurer le pH de la solution S2.

⇒ Appeler le professeur pour lui présenter le résultat de l'expérience.

Réaliser une solution S3 de concentration molaire en acide chlorhydrique $C_3=1,0 \cdot 10^{-3}$ mol/L.

Mesurer le pH de la solution.

⇒ Appeler le professeur pour lui présenter le résultat de l'expérience.

Analyser

Erreur relative aux mesures.

Pour les 3 solutions, calculer l'erreur relative sur la valeur du pH :

$$\frac{|\text{pH}_{\text{exp}} - \text{pH}_{\text{théo}}|}{\text{pH}_{\text{théo}}}$$

Commenter.

Incertitude sur la mesure de pH1.

Inscrire au tableau le résultat de la mesure du pH de la solution 1 (notée pH1).

Faire la moyenne des mesures : pHm_1 .

Calculer l'écart type σ .

Calculer l'incertitude sur la mesure du pH notée ΔpH à l'aide de la formule : $\Delta\text{pH} = \frac{2\sigma}{\sqrt{n}}$

où σ est l'écart type et n le nombre de mesures.

La valeur exacte (vraie) à 95 % de se trouver dans l'intervalle : $\text{pHm} \pm \Delta\text{pH}$

Donner le résultat de la mesure de la solution 1 sous cette forme.

Incertitude sur la mesure de pH2.

Inscrire au tableau le résultat de la mesure du pH de la solution 1 (notée pH2).

Faire la moyenne des mesures : pHm_2 .

Incertitude sur la mesure de pH3.

Inscrire au tableau le résultat de la mesure du pH de la solution 1 (notée pH3).

Faire la moyenne des mesures : pHm_3 .

Pour conclure :

On a relevé dans une évaluation trois réponses différentes :

Réponse n°1 :

Le chlorure d'hydrogène HCl est un acide qui réagit avec l'eau pour former une solution aqueuse d'acide chlorhydrique : $\text{HCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$

Réponse n°2 :

Le chlorure d'hydrogène HCl est une base qui réagit avec l'eau : $\text{HCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$

Réponse n°3 :

Le chlorure d'hydrogène HCl est un acide qui réagit avec l'eau : $\text{HCl} + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$

A l'aide des mesures de pHm_1 , pHm_2 et pHm_3 , indiquer la bonne réponse.

Réaliser / Analyser / Communiquer.

Mesurer le pH d'une solution d'acide éthanóique de concentration $1,0 \cdot 10^{-2}$ mol/L, noter pH1.

Mesurer le pH d'une solution d'acide chlorhydrique de concentration $1,0 \cdot 10^{-2}$ mol/L, noter pH2.

En s'appuyant sur les mesures expérimentales, réaliser un paragraphe argumenté d'une dizaine de lignes expliquant la différence de pH pour les 2 solutions.