

Thème : Constitution de la matière
A.E. 5 : Mesure du pH de solutions d'acide chlorhydrique

Notions et contenus	Capacités exigibles
Analyser un système chimique par des méthodes physiques pH et relation $\text{pH} = -\log([\text{H}_3\text{O}^+] / \text{c}^\circ)$ avec $\text{c}^\circ = 1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, concentration standard.	Déterminer, à partir de la valeur de la concentration en ion oxonium H_3O^+ , la valeur du pH de la solution et inversement. <i>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 H_3O^+ apporté.</i> <u>Capacité mathématique</u> : Utiliser la fonction logarithme décimal et sa réciproque.

L' Acide chlorhydrique

Le terme d'acide chlorhydrique désigne une solution aqueuse incolore de chlorure d'hydrogène ($\text{HCl}_{(g)}$) composée d'ions oxonium, $\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$, et d'ions chlorure, $\text{Cl}^-_{(aq)}$. L'acide chlorhydrique est un monoacide fort qui se dissocie totalement dans l'eau.

Utilisation de l'acide chlorhydrique

Dans la vie de tous les jours, l'acide chlorhydrique peut servir à détartrer ou désinfecter des sanitaires. Mais, il est principalement utilisé dans l'industrie...

Les dangers de l'exposition à l'acide chlorhydrique

L'acide chlorhydrique est particulièrement corrosif et toxique, tout comme l'acide sulfurique. Il doit être manipulé avec précaution. Car à son contact des brûlures sévères peuvent apparaître.

L'acide chlorhydrique de l'estomac

L'acide chlorhydrique est également sécrété par des cellules de la muqueuse de l'estomac. Mélangé au suc gastrique, il permet d'initier la digestion des protéines.

Source : futura-sciences.com

Au cours de l'activité, vous allez :

- Préparer des solutions d'acide chlorhydrique par dilutions successives d'une solution mère.
- Mesurer des pH à l'aide d'un pH-mètre.
- Etudier l'influence de la dilution sur le pH d'une solution d'acide chlorhydrique.

PREPARATION DE L'ACTIVITE À LA MAISON :

Pour le TP vous devez donc maîtriser la dilution d'une solution, principe et expérimentation.

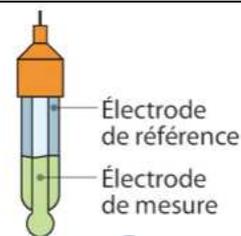
Vidéos pour réviser : <https://www.youtube.com/watch?v=DQaSIx8zJU0> (calculs)
https://www.youtube.com/watch?v=Gh_tSBVcGo (manipulation)
<https://www.youtube.com/watch?v=WxeHfi-TC7Y> (tableau d'avancement)

Questions :

-  Ecrire l'équation de la réaction du chlorure d'hydrogène avec l'eau.
-  A l'aide d'un tableau d'avancement, montrer que pour une solution d'acide chlorhydrique de concentration molaire apporté C, la concentration effective en ions oxonium $[\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}]$ est égale à C.
-  Préciser les précautions à prendre pour manipuler des solutions d'acide chlorhydrique.
-  Rechercher les valeurs du pH dans l'estomac.

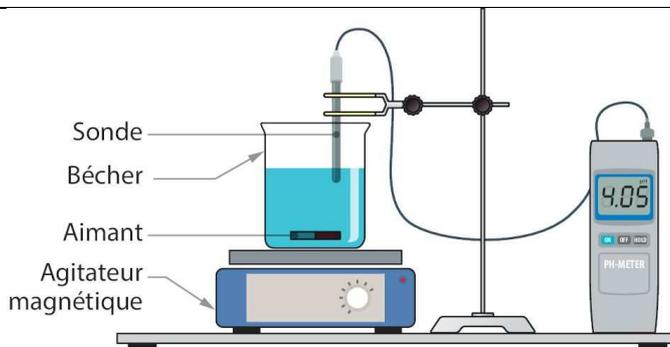
Document 1 : Principe du pH-mètre

Le pH-mètre est constitué d'une sonde, d'un voltmètre et d'un calculateur. Il mesure la tension entre les deux électrodes insérées dans la sonde et la convertit en pH. Le pH étant fonction de la température et des caractéristiques de la sonde, il est nécessaire d'étalonner le pH-mètre. Cet étalonnage consiste à immerger successivement la sonde dans des solutions tampons de pH connus et de régler l'appareil sur ces valeurs.



Document 2 : La mesure du pH

1. La mesure du pH doit se faire sous agitation magnétique douce.
2. Dévisser l'étui de protection et immerger la sonde.
3. L'aimant doit tourner sur le centre de l'agitateur magnétique.
4. La sonde du pH-mètre doit être placée de manière à ce que l'aimant ne frappe pas la sonde, en la décalant vers la paroi du bécher.
5. Si le volume de liquide est faible, privilégier les petits béchers de forme haute.
6. Ne lire la valeur que lorsque le pH est stabilisé.



Document 3 : Relation liant le pH à la concentration effective en ions oxonium

$$\text{pH} = -\log \frac{[\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}]}{c^0} \quad \text{où } c^0 \text{ est la concentration standard}$$

c^0 est la concentration standard égale à $1,0 \text{ mol.L}^{-1}$.

Document 4 : matériel disponible

pH-mètre étalonné avec sonde et verre à pied
 solution d'acide chlorhydrique de concentration $C_1 = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$
 fioles jaugées : 50,0 mL, et 100,0 mL
 pipettes jaugées : 5,0 mL, 10,0 mL, 20,0 mL et 25,0 mL
 béchers de 100 mL
 propipette
 agitateur magnétique

Problématique : Quelles sont les valeurs limites de la concentration en acide chlorhydrique dans l'estomac ?

1. Préparation des solutions : ANA

- À partir d'une solution mère S_1 d'acide chlorhydrique de concentration $C_1 = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$, **proposer un protocole expérimental précis** pour préparer par dilution une solution S_2 de concentration précise C_2 indiquée dans le tableau en fonction de votre numéro de binôme (voir tableau).

N° de binôme	1- 4 - 7 - 10	2 - 5- 8 -11	3 - 6 - 9 - 12
C_2 (mol.L ⁻¹)	$2,0 \times 10^{-3}$	$4,0 \times 10^{-3}$	$5,0 \times 10^{-3}$
C_3 (mol.L ⁻¹)	$2,0 \times 10^{-4}$	$4,0 \times 10^{-4}$	$5,0 \times 10^{-4}$
C_4 (mol.L ⁻¹)	$2,0 \times 10^{-5}$	$4,0 \times 10^{-5}$	$5,0 \times 10^{-5}$
C_5 (mol.L ⁻¹)	$2,0 \times 10^{-6}$	$4,0 \times 10^{-6}$	$5,0 \times 10^{-6}$

- Vous devrez ensuite préparer à partir de la solution S_2 100,0 mL de trois solutions par dilutions successives d'un facteur de 10. Indiquer le volume de la pipette jaugée et de la fiole jaugée que vous utiliserez.

Appel 1 : ANA : Appeler le professeur pour lui présenter l'analyse du problème ou en cas de difficultés.

2. Préparation des solutions et mesure du pH des solutions : REA

- Préparer les quatre solutions diluées correspondant à votre binôme. Conserver chaque solution dans des béchers convenablement repérés.
- Mesurer le pH de la solution S₁ et celui des solutions préparées et compléter le tableau avec vos résultats de mesure du pH.

C (mol.L ⁻¹)	1,0× 10 ⁻²	5,0× 10 ⁻³	4,0× 10 ⁻³	2,0× 10 ⁻³	5,0× 10 ⁻⁴	4,0× 10 ⁻⁴	2,0× 10 ⁻⁴	5,0× 10 ⁻⁵	4,0× 10 ⁻⁵	2,0× 10 ⁻⁵	5,0× 10 ⁻⁶	4,0× 10 ⁻⁶	2,0× 10 ⁻⁶
pH													
$\log \frac{[H_3O^+_{(aq)}]}{c^0}$													

Appel 2 : REA : Appeler le professeur pour lui présenter les résultats ou en cas de difficultés.

3. Exploitation des mesures. VAL

- Compléter le tableau de mesures (Récupérer les valeurs manquantes avec les binômes de votre rangée.)
- REA : Tracer la courbe représentant pH en fonction de $\log \frac{[H_3O^+_{(aq)}]}{c^0}$ où c⁰ est la concentration standard égale à 1,0 mol.L⁻¹.
- VAL : La relation liant le pH à la concentration effective en ions oxonium est-elle vérifiée ? Discuter des sources d'erreurs.
- Donner un encadrement de la concentration de la solution d'acide chlorhydrique de l'estomac.

Appel 3 : VAL : Appeler le professeur pour lui présenter les résultats ou en cas de difficultés.

Pour aller plus loin :

Expliquer pourquoi une dilution de la solution d'acide chlorhydrique entraîne une augmentation du pH.

Expliquer à l'aide la définition pourquoi dans le cas de l'acide chlorhydrique pourquoi une dilution par dix augmente le pH de 1.

Compétences	Critères de réussite	A	B	C	D
ANALYSER	- Je propose un protocole pour la dilution				
REALISER	- Je réalise des dilutions précisément - Je mesure le pH				
VALIDER	- J'exploite la courbe représentant pH en fonction de $\log \frac{[H_3O^+_{(aq)}]}{c^0}$				