

Au fait ... c'est quoi le pH ?

CONTEXTE DU SUJET

Denis, technicien de laboratoire en physique, effectue un remplacement de quelques jours dans un laboratoire de chimie.

A ce titre, il prépare pour un professeur 100,0 mL d'une solution d'acide chlorhydrique de concentration $C_1 = 1,00 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$ puis 100 mL d'une solution d'acide chlorhydrique de concentration $C_3 = 1,00 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$. J'estime avoir une incertitude relative de 5% sur la préparation de chacune d'entre elles. Corinne, technicienne en chimie, entame alors une discussion avec Denis.

Corinne : « Que fais-tu Denis ? »

Denis : « Je viens de préparer les solutions d'acide chlorhydrique demandées. »

Corinne : « Attention, regarde bien le cahier du laboratoire, ce n'est pas ce que l'on te demande ! Le professeur t'a demandé une gamme de solutions d'acide chlorhydrique par dilutions successives d'un facteur 10 d'une solution mère d'acide chlorhydrique de concentration $C = 1,00 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$ donc il va te manquer des solutions ! »

Denis : « Mince, j'ai mal lu, je n'ai jamais été bon en chimie ... Mais pourquoi faire autant de solutions ? »

Corinne : « Le but est de mesurer le pH de chacune d'entre elles pour en déduire une relation que les élèves de Terminale Spécialité devront ensuite maîtriser. Je te propose de préparer les solutions demandées et nous allons voir comment varie le pH ... ».



PREMIERE PARTIE : PREPARATION DE LA GAMME DE SOLUTIONS

Vous disposez des deux solutions de Denis. A vous de préparer, dans un premier temps, les solutions manquantes à partir des solutions de Denis.

1. Pour se faire tu vas réaliser une dissolution ou une dilution ?
2. Quelles vont être les concentrations des solutions de la gamme obtenue d'après le cahier de labo ? Compléter le tableau ci-dessous :

Solution mère S_1 (déjà prête)	$C_1 = (\dots\dots\dots \pm 0,05) \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$
Solution S_2	$C_2 = \dots\dots\dots \text{ mol.L}^{-1}$
Solution S_3 (déjà prête)	$C_3 = (\dots\dots\dots \pm 0,05) \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$
Solution S_4	$C_4 = \dots\dots\dots \text{ mol.L}^{-1}$

QUELQUES DOCUMENTS - S'APPROPRIER

Document 1 : Principe d'une dilution

Principe d'une dilution

Rappel : Une dilution consiste à prélever une quantité de matière de soluté d'une solution mère $n_{\text{mère}}$ et d'y ajouter de l'eau pour obtenir un volume donné de solution fille.

La quantité de matière de soluté présente dans la solution fille est telle que : $n_{\text{mère}} = n_{\text{fille}}$

Soit par définition de la concentration en quantité de matière :

$$c_{\text{mère}} \times V_{\text{prélevé}} = c_{\text{fille}} \times V_{\text{fille}}$$

Le facteur de dilution $f = \frac{c_{\text{mère}}}{c_{\text{fille}}} = \frac{V_{\text{fille}}}{V_{\text{prélevé}}}$ est un nombre > 1 qui caractérise la dilution.



Document 2 : Protocole de dilution

Tu le connais mais tu peux aussi réviser (scanne si tu le peux !)

[Vidéo](#)



RÉALISER

3. Répertoirez le matériel dont vous allez avoir besoin pour réaliser les dilutions.



- Préparer la gamme de solutions.
- Denis doit calculer les incertitudes types des solutions S_2 et S_4 . Pour se faire, Corinne lui demande d'utiliser le programme python disponible. Suivez les instructions du document 3

Document 3 : Indications pour compléter le programme Python (à refaire pour chaque solution)

- ✚ Ouvrir le fichier cfille-élève via Edupython.
- ✚ Remplir la ligne 18 en indiquant la concentration de la solution mère utilisée ainsi que son incertitude associée.
- ✚ Remplir la ligne 21 à 24 en indiquant l'incertitude de la (ou des) pipette(s) utilisée(s).
- ✚ Remplir la ligne 27 en indiquant le numéro de la solution fille.
- ✚ Remplir les lignes 30, 31, 32 en indiquant le nombre de fois que chaque pipette a été utilisée pour la dilution.
- ✚ Inscrire 0 si vous n'avez pas utilisé la pipette du volume indiqué.
- ✚ Indiquer le volume de la fiole utilisée. (Ligne 35 et 36).
- ✚ Exécuter le programme et noter la valeur de l'incertitude.

4. Compléter le tableau à partir des résultats du programme:

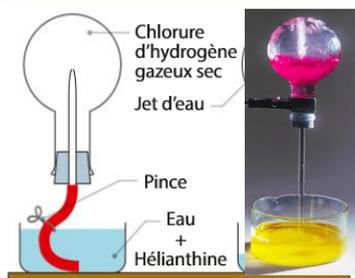
<i>Solution mère S_1 (déjà prête)</i>	$C_1 = (\dots\dots\dots \pm 0,05) \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$
<i>Solution S_2</i>	$C_2 = (1,00 \pm \dots\dots\dots) \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$
<i>Solution S_3 (déjà prête)</i>	$C_3 = (\dots\dots\dots \pm 0,05) \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$
<i>Solution S_4</i>	$C_4 = (1,00 \pm \dots\dots\dots) \times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$



QUELQUES DOCUMENTS – S'APPROPRIER

Document 4 : Préparation d'une solution d'acide chlorhydrique

1 Obtention d'une solution d'acide chlorhydrique



À 20 °C, sous une pression de 1013 hPa, 1 L d'eau peut dissoudre 470 L de HCl gazeux.

Expérience 1

- 1 Le chlorure d'hydrogène HCl est un gaz très soluble dans l'eau. Sa mise en solution donne une solution appelée acide chlorhydrique.
- 2 Lorsque l'expérience est terminée, verser quelques mL de la solution obtenue dans le ballon dans un tube à essai.
- 3 Ajouter quelques gouttes d'une solution de nitrate d'argent dans le tube à essai. Observer. **Test positif !**



Vidéo d'expérience

2 L'hélianthine



L'hélianthine est un indicateur coloré de pH. Sa couleur passe du jaune au rose lorsque la concentration en ion oxonium H_3O^+ augmente.



Vidéo

Document 5 : Définition du pH et mesure du pH

La valeur du **potentiel Hydrogène**, ou **pH**, d'une solution est un nombre compris entre 0 et 14. Il peut être mesuré avec un pH-mètre préalablement étalonné.

Le pH est directement relié à la concentration $[H_3O^+]$ en quantité de matière d'ions oxonium de la solution, cette relation mathématique s'écrit ainsi :

concentration en ions H_3O^+ (en $mol \cdot L^{-1}$)

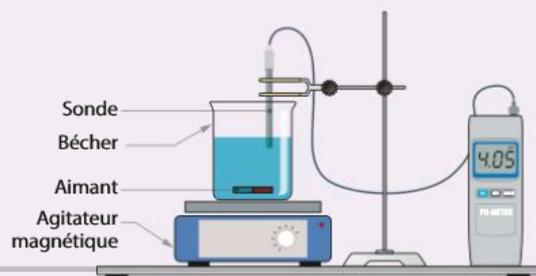
$$pH \text{ de la solution (sans unité)} \rightarrow pH = -\log \left(\frac{[H_3O^+]}{c^\circ} \right)$$

concentration standard $c^\circ = 1 \text{ mol} \cdot L^{-1}$

Le logarithme décimal log est une **fonction mathématique**. La valeur du logarithme d'un nombre peut être calculée grâce à la touche **log** de la calculatrice.

La mesure du pH

- 1 La mesure du pH doit se faire sous agitation magnétique douce.
- 2 Rincer soigneusement la sonde puis l'immerger.
- 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.



ANALYSER ET RÉALISER

5. À partir des résultats de l'expérience (doc 34) du jet d'eau, identifier les ions présents dans une solution d'acide chlorhydrique puis compléter l'équation de réaction avec le chlorure d'hydrogène :



➔ Mesurer le pH des quatre solutions.

Solutions	pH
S ₁	
S ₂	
S ₃	
S ₄	



L'acide chlorhydrique est qualifié d'acide fort c'est-à-dire que la concentration C de la solution est égale à $[H_3O^+]$, la concentration effective en ions H_3O^+ . Denis souhaite vérifier la formule donnée au document 5. Il décide d'utiliser un autre programme Python disponible. A vous de suivre les instructions.

Document 6 : Python

- Ouvrir le programme « TPpH.py » et compléter les lignes 7, 8, 25 et 26 du programme relatif aux incertitudes sur les concentrations et le pH. (L'incertitude sur toutes les valeurs de pH sont de 0,1 d'après la notice du constructeur.)
- Exécuter le programme (Des barres en oranges représentant les incertitudes doivent apparaître sur le graphique.)
- Imprimer la courbe



6. Conclure sur la validité de la formule donnée dans le document 5.

RAISONNER ET VALIDER

Denis dispose maintenant d'une solution d'acide chlorhydrique de concentration $[H_3O^+]$ inconnue. Il souhaite retrouver sa valeur. Comment peut-il s'y prendre ? Il vient de se procurer ces derniers documents sans trop savoir comment les exploiter.

Document 7 : The concept of pH (« A brief history of acidity » de John W. Nicholson)

“Once the crucial role of hydrogen in acidity had been established, the way became clear for the development of a quantitative scale of acid strength based on the concentration of hydrogen.

This is the basis of the pH scale introduced by Søren Sørensen in 1909. He went on to say : “The value of the hydrogen ion concentration [...] will have the form of a negative power of 10 ... Since in the following section I usually refer to this, I will explain here that I use the designation pH for the numerical value of this.

Point maths

La fonction **logarithme décimal** notée **log** est différente de la fonction **logarithme népérien** noté **ln**. C'est la fonction réciproque de la fonction $f(x) = 10^x$:

$$\log(10^x) = x$$

ou $10^{\log(x)} = x$, pour $x > 0$.

Rédiger un protocole permettant de résoudre le problème de Denis à savoir trouver la concentration en ions H_3O^+ dans cette solution, présenter le à l'oral au professeur et trouver la valeur recherchée ! Deux résolutions sont demandées, une graphique et une mathématique !

