

## Acide tout puissant

### CONTEXTE DU SUJET

Denis, technicien de laboratoire en physique, remplace Corinne pour quelques jours.

A ce titre, un professeur lui demande de préparer un volume  $V = 100,0 \text{ mL}$  d'une solution d'acide chlorhydrique de concentration  $C = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ . Dominique, une collègue de travail, entame alors une discussion avec Denis.

**Dominique** : « Que fais-tu Denis ? »

**Denis** : « Je prépare une solution d'acide éthanoïque de concentration  $C = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ . »

**Dominique** : « Attention, tu es, comme à ton habitude, très étourdi ! Regarde bien le cahier du laboratoire, ce n'est pas ce que l'on te demande !

Le professeur souhaite une solution d'acide chlorhydrique de concentration  $C = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ . »

**Denis** : « Mince, je me suis mélangé dans tous ces acides ... En même temps, tu penses que cela change grand-chose ? Les concentrations de ces deux solutions sont identiques et il s'agit d'un acide dans les deux cas ... »

**Dominique** : « Ecoute Denis, je ne veux pas te contrarier mais je crois que tes connaissances en chimie sont un peu lointaines ... »

**Denis** : « Tu crois ? »

**Dominique** : « Nous avons peu de temps devant nous. Je te propose de préparer la solution d'acide chlorhydrique demandée et nous allons voir si ces solutions sont identiques comme tu le suggères ... ».



Denis et Dominique mesurent alors le pH au pH-mètre des deux solutions et obtiennent les valeurs ci-dessous :

Acide chlorhydrique	Acide éthanoïque
2,0	3,4

### ANALYSER

🔧 Quelques rappels du premier chapitre de l'année ....

1. Rappeler la relation mathématique liant la concentration en ions oxonium notée  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  et le pH ?
2. En déduire les valeurs des concentrations des ions oxonium  $[\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}]$  pour les deux acides étudiés de concentration  $C$ .
3. D'où peuvent provenir ces ions oxonium  $\text{H}_3\text{O}^+$  ?

4. L'acide éthanóïque est un acide de formule chimique .....<sub>(aq)</sub>. Donner les deux couples acide/base mis en jeu au cours de la réaction qui se produit entre l'acide éthanóïque et l'eau. En déduire l'équation de la réaction qui se produit lors de la préparation de la solution par Denis.
5. Faire de même avec l'acide chlorhydrique de formule chimique  $\text{HCl}_{(g)}$ .

---

## RAISONNER

---

 **Qu'est-ce qui « différencie » l'acide chlorhydrique de l'acide éthanóïque ?**

6. En considérant que **l'eau est un solvant donc en large excès**, compléter de manière littérale les 4 premières lignes des deux tableaux d'avancement ci-dessous pour chacun des acides.

Equation	Avancement				
Etat initial	0		Solvant		
En cours	x		Solvant		
Etat final	$x_{\max}$		Solvant		

Equation	Avancement				
Etat initial	0		Solvant		
En cours	x		Solvant		
Etat final	$x_{\max}$		Solvant		

7. Donner l'expression littérale de l'avancement maximal.
8. En déduire la concentration finale attendue en ions  $\text{H}_3\text{O}^+$ .

9. Comparer ces valeurs aux valeurs obtenues à la question 2. Que peut-on en conclure ?

Un élève de Terminale Spé a oublié son cours dans la salle, Denis en profite pour y jeter un coup d'œil et essayer de comprendre le pourquoi du comment de ses constatations !



### Document 1 : La force des acides

La force d'un acide est liée à sa capacité à libérer plus ou moins facilement un proton  $H^+$ .

- Les acides forts dans l'eau

Un acide noté AH est dit fort si sa réaction avec l'eau est totale en donnant des ions  $H_3O^+$ .

Exemple : Les molécules AH de l'acide fort, disparaissent totalement dans l'eau, la solution ne contient donc pas de molécules AH dans son état final.



On utilise une flèche simple  $\longrightarrow$  pour indiquer que la réaction est totale.

- Les acides faibles dans l'eau

Un acide est dit faible si sa réaction avec l'eau, en donnant des ions  $H_3O^+$ , n'est pas totale. Le système chimique atteint alors un **état d'équilibre dans l'état final**, caractérisé par la coexistence des réactifs et des produits dans le mélange réactionnel. **Les quantités de matière des espèces chimiques présentes n'évoluent plus.**

Pour traduire cet équilibre, l'équation de la réaction s'écrit avec une double flèche :

Exemple : Les molécules AH d'un acide faible réagissent partiellement avec l'eau :



La double flèche de l'équation-bilan indique que les 2 réactions, inverses l'une de l'autre, se déroulent simultanément, avec des vitesses égales, en maintenant le système chimique en équilibre. Les quatre espèces chimiques coexistent.

10. Que pensez-vous des acides utilisées par Denis ?

11. Quel aurait été le pH que Denis aurait mesuré s'il avait préparé une solution d'acide nitrique (acide fort) à  $C = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  ?

### Document 2 : Taux d'avancement d'une transformation

Transformation	Avancement final	Taux d'avancement
TOTALE	$x_f = x_{\max}$	$\tau_f = \frac{x_f}{x_{\max}} = 1$
NON TOTALE (LIMITÉE)	$x_f < x_{\max}$	$\tau_f = \frac{x_f}{x_{\max}} < 1$

10. Réécrire les équations de réaction de chacun des acides avec l'eau en tenant compte du document, compléter numériquement le bilan de matière à l'état final dans la dernière ligne du tableau précédent pour chacun des acides étudiés et calculer le taux d'avancement pour chacune des réactions.

## POUR ALLER PLUS LOIN

Denis, tout content d'avoir tout compris, s'en réjouit devant Dominique !

**Denis :** « Ça y est je suis un dieu de la chimie, les acides n'ont plus de secret pour moi ! »

**Dominique :** « Ah oui ? Vraiment ? Voyons voir alors .... **Serais-tu capable de me donner la valeur du pH d'un vinaigre à 10°.** Evidemment tu n'as pas droit au pH-mètre, je suis gentille je te donne un fichier python qui fera tous les calculs pour toi 😊 »

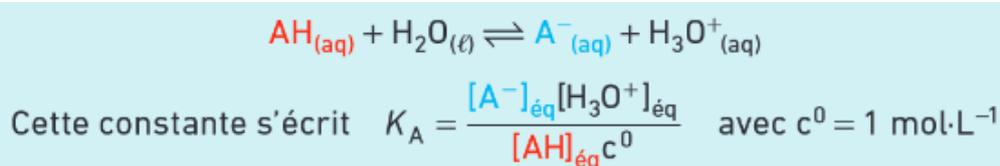
**Denis :** « Bon, je vais me replonger dans le cours de l'élève étourdi .... »

### Document 3 : Quotient de réaction et constante d'équilibre

Lorsque l'on veut caractériser l'état d'un système chimique à un instant donné t, on utilise une grandeur appelée quotient de réaction notée Qr. Lorsque à l'instant t, on atteint l'équilibre chimique, ce quotient Qr est alors égal à la constante d'équilibre K qui, dans le cas des réactions acidobasiques, est notée  $K_A$  et nommée constante d'acidité.

$K_A$  est une valeur tabulée qui dépend du couple acide/base étudié.

Elle s'obtient grâce à la relation :



### Document 4 : Quelques infos sur le vinaigre

Le vinaigre blanc est une solution aqueuse d'acide éthanóique  $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$  (aq). Sa masse volumique est  $\rho = 1,01 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$ .

Le degré d'un vinaigre correspond à la masse, en grammes, d'acide éthanóique contenue dans 100 g de vinaigre.

L'acide éthanóique est l'acide du couple  $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$  (aq) /  $\text{CH}_3\text{CO}_2^{-}$  (aq) de constante d'acidité  $K_A = 1,58 \times 10^{-5}$  à 25 °C.

#### Données :

- Masses molaires atomiques :  $M_H = 1,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$  ;  
 $M_C = 12,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$  ;  $M_O = 16,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ .

### Document 5 : Rappels sur la résolution des équations du second degré

Soit dans  $\mathbb{R}$  l'équation  $A \cdot X^2 + B \cdot X + C = 0$ .

On calcule la valeur du discriminant  $\Delta = B^2 - 4A \cdot C$ .

- Si  $\Delta = 0$ , il y a une seule solution :  $X = \frac{-B}{2A}$ .

- Si  $\Delta > 0$ , il y a deux solutions :  $\frac{-B - \sqrt{\Delta}}{2A}$  ou  $\frac{-B + \sqrt{\Delta}}{2A}$

En physique-chimie, le signe de X est parfois connu et peut permettre d'écarter une des deux solutions mathématiques.

- Si  $\Delta < 0$ , pas de solutions réelles.

### Un peu d'aide ?

→ Se servir du tableau d'avancement du début de l'activité et de l'expression de  $x_{\max}$  pour exprimer la constante d'acidité  $K_A$  telle qu'elle est définie dans le document 3 en fonction de la concentration  $c$  en acide éthanóique dans le vinaigre et en fonction du taux d'avancement final  $\tau$ .

→ Démontrer que :  $c \cdot \tau^2 + K_A \cdot \tau - K_A = 0$

→ Déterminer la valeur de la concentration  $c$  en acide éthanóique dans le vinaigre à 10°.

→ Compléter le programme python fourni.

→ Quelle valeur Denis doit-il donner à Dominique ?