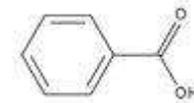


DM 7 : Réaction de l'acide benzoïque avec l'eau CORRECTION

L'acide benzoïque est un conservateur alimentaire couramment employé dans l'industrie.

Sa formule chimique est représentée ci-contre.

Dans cet exercice, pour simplifier l'écriture, on notera cet acide sous la forme AH.

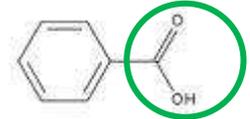
**Première partie : Solubilité et préparation de la solution**

On prépare une solution aqueuse S d'acide benzoïque, de volume $V = 100 \text{ mL}$, de concentration en soluté apporté $C = 1,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

- 1) A quelle famille chimique appartient l'acide benzoïque. Repérer et nommer le groupement caractéristique sur la formule de la molécule donnée ci-dessus.

L'acide benzoïque appartient à la famille des acides carboxyliques, de formule générale $R\text{-COOH}$.

Le groupement carboxyle caractéristique est entouré sur la molécule ci-contre :



- 2) Donner la définition de la solubilité.

La solubilité d'une espèce chimique dans un solvant est la masse maximale de cette espèce chimique que l'on pourra dissoudre dans 1 L (valeur exacte) de ce solvant. La solution ainsi préparée est alors saturée.

- 3) La concentration C est-elle en compatible avec la solubilité de l'acide benzoïque dans l'eau ?

La concentration massique (ou titre) t de la solution est liée à sa concentration molaire C par la relation :

$$t = \frac{m}{V} = \frac{n \times M}{V} = C \times M$$

AN : $t = 1,00 \cdot 10^{-2} \times 122 = 1,22 \text{ g.L}^{-1}$

Cette valeur est inférieure à la solubilité de l'acide benzoïque dans l'eau : $t < 3,40 \text{ g.L}^{-1}$. La concentration molaire C est donc bien en accord avec la solubilité.

- 4) Quelle masse d'acide benzoïque doit-on peser pour préparer la solution S ?

$$m = n \times M = C \times V \times M$$

AN : $m = 1,00 \cdot 10^{-2} \times 100 \cdot 10^{-3} \times 122 = 1,22 \cdot 10^{-1} \text{ g} (=0,122 \text{ g})$

- 5) Pour fabriquer cette solution, un élève place le solide dans une éprouvette graduée et ajoute de l'eau. Cette méthode est-elle acceptable ? Justifier la réponse.

Ici la concentration molaire en soluté apporté C est indiquée avec une grande précision : $C = 1,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ comporte 3 chiffres significatifs. L'éprouvette graduée (verrerie qualitative) ne permet pas une précision suffisante pour la mesure du volume de solution.

D'autre part, il convient d'introduire préalablement de l'eau dans le récipient utilisé pour la préparation, et de pouvoir boucher le récipient pour homogénéiser la solution ainsi préparée. L'élève n'a pas respecté ces consignes élémentaires.

- 6) Quel matériel aurait-il dû utiliser ?

Quel récipient permet :
 → de fixer très précisément le volume final de la solution préparée ?
 → d'accepter un bouchon pour une bonne homogénéisation ?
 → plus de sécurité contre le renversement qu'une éprouvette, du fait d'une assise un peu plus large ?

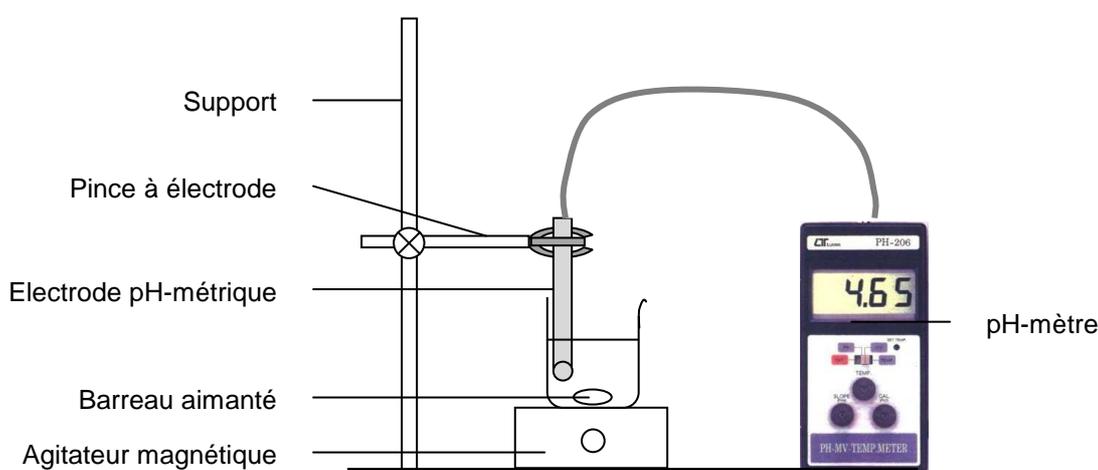
La fiole jaugée bien sûr !

Deuxième partie : Mesure du pH de la solution

- 1) Avant de procéder à la mesure du pH, l'élève doit préalablement procéder à l'étalonnage du pH-mètre. Indique le protocole nécessaire pour effectuer convenablement cet étalonnage.

- A l'aide du bouton **Température**, on affiche la température de la solution à analyser (ce réglage a pour effet de corriger le coefficient b dans l'expression de U).
- Le **premier** réglage se fait avec une solution tampon de $\text{pH} = 7,0$: on règle la valeur du pH affiché sur celle de la solution à l'aide du bouton d'étalonnage ΔpH .
- Le **second** réglage se fait avec une solution tampon de $\text{pH} = 4,0$: on règle la valeur du pH affiché sur celle de la solution à l'aide du bouton de correcteur de pente ($\text{mV}/\Delta\text{pH}$).

- 2) Faire le schéma du montage.



- 3) La mesure du pH de la solution S donne : $\text{pH} = 3,1$. En déduire la concentration molaire effective des ions oxonium en solution.

Par définition, $\text{pH} = -\log([\text{H}_3\text{O}^+])$ ce qui implique : $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}}$

AN : $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-3,1} = 7,9 \cdot 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$

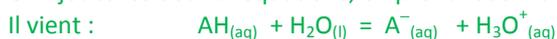
Troisième partie : Exploitation de la mesure

- 1) Ecrire les deux couples acido-basiques mis en jeu lors de la réaction de l'acide benzoïque sur l'eau, ainsi que les $\frac{1}{2}$ équations correspondantes.



- 2) En déduire l'équation de la réaction de l'acide benzoïque sur l'eau.

On ajoute les deux $\frac{1}{2}$ équations, en prenant soin de bien placer les deux réactifs (AH et H_2O) dans le membre de droite.



- 3) Remplir le tableau d'avancement de la réaction étudiée : on notera n_0 la quantité d'acide benzoïque introduite à l'état initial, x_f l'avancement atteint à l'état final, et x_{max} l'avancement maximal atteint en considérant la réaction totale.

		$\text{AH}_{(\text{aq})}$	+	$\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$	=	$\text{A}^-_{(\text{aq})}$	+	$\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$
Etat du système	avancement	Quantités de matière						
E.I.	$x = 0$	n_0		excès		0		0
E. Int.	x	$n_0 - x$		excès		x		x
E.F.	$x = x_f$	$n_0 - x_f$		excès		x_f		x_f
E.F. si totale	$x = x_{\text{max}} = n_0$	$n_0 - x_{\text{max}} = 0$		excès		$x_{\text{max}} = n_0$		$x_{\text{max}} = n_0$

- 4) Donner les expressions de x_{max} et de x_f en fonction de C, pH et V.

D'après le tableau de suivi de la réaction :

- $x_{\text{max}} = n_0 = C \times V$
- $x_f = n(\text{H}_3\text{O}^+)_f = [\text{H}_3\text{O}^+]_f \times V = 10^{-\text{pH}} \times V$

- 5) En déduire l'expression du taux d'avancement final en fonction du pH et de C, puis calculer sa valeur. Conclure.

$$\tau = \frac{x_f}{x_{\text{max}}} = \frac{10^{-\text{pH}} \times V}{C \times V} = \frac{10^{-\text{pH}}}{C}$$

AN : $\tau = \frac{10^{-3,1}}{1,00 \times 10^{-2}} = 7,9 \cdot 10^{-2}$

Le taux d'avancement final de la réaction étudiée est inférieur à 1 : la réaction n'est pas totale, elle est équilibrée.

- 6) Au sujet de ce système chimique, on parle « d'équilibre dynamique ». Expliquer la signification de cette expression.

Quand l'état final est atteint, les quantités de matière des réactifs et des produits n'évoluent plus, mais cela ne signifie pas pour autant qu'il n'y a plus de réaction : en réalité la réaction continue de se produire dans le sens direct, mais ceci est compensé par le fait qu'elle se produit également en sens indirect, à la même vitesse. Ainsi, si macroscopiquement le système est en état d'équilibre, microscopiquement, des entités chimiques continuent de disparaître ou d'apparaître.