

### 🏆 Corrigé Exercice 5

Le pH mesuré d'une solution est égal à 3,8.

L'incertitude absolue sur la mesure du pH est égale à 0,05.

Calculez l'incertitude absolue puis relative sur la concentration en ions oxonium

$$U(\text{pH})=0,05 \text{ donc } 3,8-0,05 < \text{pH} < 3,8+0,05$$

pH	$[\text{H}_3\text{O}^+]$
3,75	$1,8 \times 10^{-4}$
3,8	$1,6 \times 10^{-4}$
3,85	$1,4 \times 10^{-4}$

$$1,4 \times 10^{-4} < [\text{H}_3\text{O}^+] < 1,8 \times 10^{-4}$$

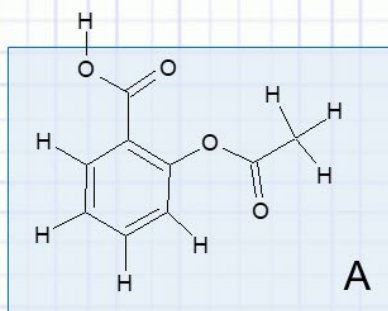
$$1,6 \times 10^{-4} + 0,2 \times 10^{-4} < [\text{H}_3\text{O}^+] < 1,6 \times 10^{-4} + 0,2 \times 10^{-4}$$

Incertitude absolue  $U[\text{H}_3\text{O}^+] = 0,2 \times 10^{-4}$

Incertitude relative:  $\frac{U[\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = \frac{0,2 \times 10^{-4}}{1,6 \times 10^{-4}} = 0,125 \approx 13\%$

Un comprimé d'aspirine effervescent est mis dans un verre d'eau.  
Que se passe-t-il?

acide acétylsalicylique

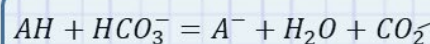
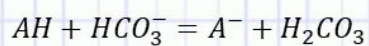


AH / A<sup>-</sup>

H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>

H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>/HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>

**AH**



**27 a.**  $\text{HNO}_2$ ,  $\text{H}_3\text{O}^+$ ,  $\text{HSO}_4^-$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  et  $\text{NH}_4^+$  sont des acides de Brønsted.

Écrire les formules de leurs bases conjuguées.

**b.**  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{HSO}_4^-$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  et  $\text{HO}^-$  sont des bases de Brønsted.

Écrire les formules de leurs acides conjugués.

**c.** Identifier les espèces amphotères. Justifier.

**27 a.** Un acide de Brønsted est susceptible de libérer un ion hydrogène.

Acide de Brønsted	Base conjuguée
$\text{HNO}_2$	$\text{NO}_2^-$ car $\text{HNO}_2 = \text{NO}_2^- + \text{H}^+$
$\text{H}_3\text{O}^+$	$\text{H}_2\text{O}$ car $\text{H}_3\text{O}^+ = \text{H}_2\text{O} + \text{H}^+$
$\text{HSO}_4^-$	$\text{SO}_4^{2-}$ car $\text{HSO}_4^- = \text{SO}_4^{2-} + \text{H}^+$
$\text{HPO}_4^{2-}$	$\text{PO}_4^{3-}$ car $\text{HPO}_4^{2-} = \text{PO}_4^{3-} + \text{H}^+$
$\text{H}_2\text{O}$	$\text{HO}^-$ car $\text{H}_2\text{O} = \text{HO}^- + \text{H}^+$
$\text{NH}_4^+$	$\text{NH}_3$ car $\text{NH}_4^+ = \text{NH}_3 + \text{H}^+$

**b.** Une base de Brønsted est susceptible de capter un ion hydrogène.

Base de Brønsted	Acide conjugué
$\text{NO}_3^-$	$\text{HNO}_3$ car $\text{NO}_3^- + \text{H}^+ = \text{HNO}_3$
$\text{HSO}_4^-$	$\text{H}_2\text{SO}_4$ car $\text{HSO}_4^- + \text{H}^+ = \text{H}_2\text{SO}_4$
$\text{HPO}_4^{2-}$	$\text{H}_2\text{PO}_4^-$ car $\text{HPO}_4^{2-} + \text{H}^+ = \text{H}_2\text{PO}_4^-$
$\text{H}_2\text{O}$	$\text{H}_3\text{O}^+$ car $\text{H}_2\text{O} + \text{H}^+ = \text{H}_3\text{O}^+$
$\text{HO}^-$	$\text{H}_2\text{O}$ car $\text{HO}^- + \text{H}^+ = \text{H}_2\text{O}$

**c.** Une espèce amphotère est une espèce pouvant se comporter comme un acide ou comme une base.

C'est le cas de  $\text{HSO}_4^-$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$  et  $\text{H}_2\text{O}$ .

**33** Le bicarbonate de soude (ou hydrogénocarbonate de sodium) est utilisé pour soigner, nettoyer ou cuisiner. Ses propriétés sont dues à la présence de l'ion hydrogénocarbonate  $\text{HCO}_3^-$ .

**a.** Donner les deux couples acide-base auxquels cet ion appartient.

**b.** Montrer que l'ion hydrogénocarbonate est une espèce amphotère.

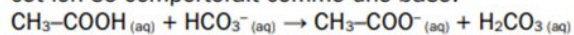
**c.** Mélangé à de l'acide éthanoïque, quel rôle joue cet ion ? Écrire l'équation de la réaction qui se produit.

**d.** Reprendre la question précédente pour l'ion hydrogénocarbonate mis en présence d'ammoniac  $\text{NH}_3(\text{aq})$ .

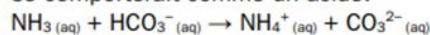
**33 a.**  $\text{H}_2\text{CO}_3/\text{HCO}_3^-$  et  $\text{HCO}_3^-/\text{CO}_3^{2-}$   
car  $\text{HCO}_3^- = \text{CO}_3^{2-} + \text{H}^+$  et  $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ = \text{H}_2\text{CO}_3$

**b.** Une espèce amphotère est susceptible de se comporter comme un acide ou comme une base de Brønsted. Il est donc capable de céder et d'accepter un ion hydrogène. C'est le cas pour cet ion d'après ce qui précède.

**c.** L'acide éthanoïque étant un acide de Brønsted, cet ion se comporterait comme une base.



**d.** L'ammoniac étant une base de Brønsted, cet ion se comporterait comme un acide.



**36** Écrire l'équation de la réaction acide-base se produisant entre les espèces chimiques suivantes.

- Les ions propanoate  $\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_2^-$  et oxonium  $\text{H}_3\text{O}^+$ .
- L'acide propanoïque  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$  et l'ion hydroxyde  $\text{HO}^-$ .
- L'acide sulfurique  $\text{H}_2\text{SO}_4$  et l'eau  $\text{H}_2\text{O}$ .
- Les ions hydrogènesulfate  $\text{HSO}_4^-$  et hydroxyde  $\text{HO}^-$ .
- Les ions hydrogènesulfate  $\text{HSO}_4^-$  et oxonium  $\text{H}_3\text{O}^+$ .
- Les ions sulfate  $\text{SO}_4^{2-}$  et l'eau  $\text{H}_2\text{O}$ .

**Données**

Couples acide-base :

- $\text{H}_3\text{O}^+/\text{H}_2\text{O}$
- $\text{H}_2\text{SO}_4/\text{HSO}_4^-$
- $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2/\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_2^-$
- $\text{H}_2\text{O}/\text{HO}^-$
- $\text{HSO}_4^-/\text{SO}_4^{2-}$

- 36** a.  $\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_2^- + \text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow \text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$   
 b.  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2 + \text{HO}^- \rightarrow \text{C}_3\text{H}_5\text{O}_2^- + \text{H}_2\text{O}$   
 c.  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HSO}_4^- + \text{H}_3\text{O}^+$   
 d.  $\text{HSO}_4^- + \text{HO}^- \rightarrow \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$   
 e.  $\text{HSO}_4^- + \text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$   
 f.  $\text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HSO}_4^- + \text{HO}^-$

**28** On considère une solution d'acide chlorhydrique où  $[\text{H}_3\text{O}^+] = 1,20 \times 10^{-3} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ .

- Calculer le pH de cette solution.
- Par dilution de cette solution, la concentration des ions oxonium est divisée par dix.

Calculer le pH de la solution diluée.

**28** a. D'après la définition, le pH vaut :

$$\text{pH} = -\log\left(\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{c^0}\right) = -\log(1,20 \times 10^{-3}) = 2,92$$

b. Le pH vaut donc :

$$\text{pH} = -\log\left(\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{c^0}\right) = -\log(1,20 \times 10^{-4}) = 3,92$$

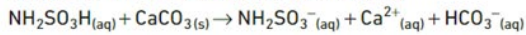
#### 40 Détartrage d'une cafetière P 47

Choisir un modèle • Présenter des explications synthétiques

Un détartrant pour cafetière vendu en sachet dans le commerce se présente sous la forme d'une poudre blanche à base d'acide sulfamique  $\text{NH}_2\text{SO}_3\text{H}$ . On se propose d'étudier l'action de cet acide sur un dépôt de tartre constitué d'ions calcium  $\text{Ca}^{2+}$  et carbonate  $\text{CO}_3^{2-}$ .

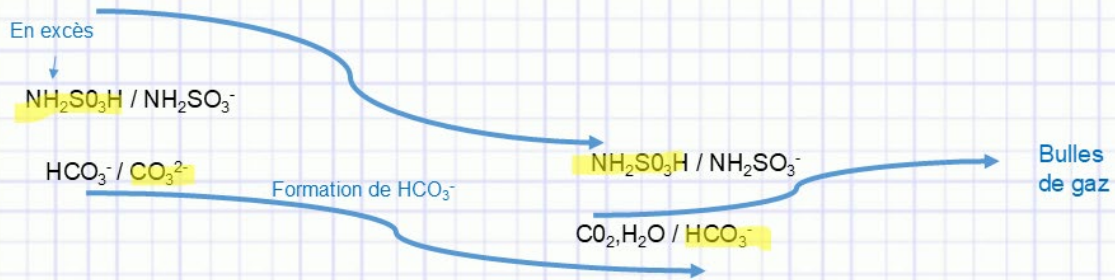


L'équation de la réaction qui se produit est :



**Donnée** Le dioxyde de carbone dissous donne de l'acide carbonique  $\text{H}_2\text{CO}_{3(\text{aq})}$ .

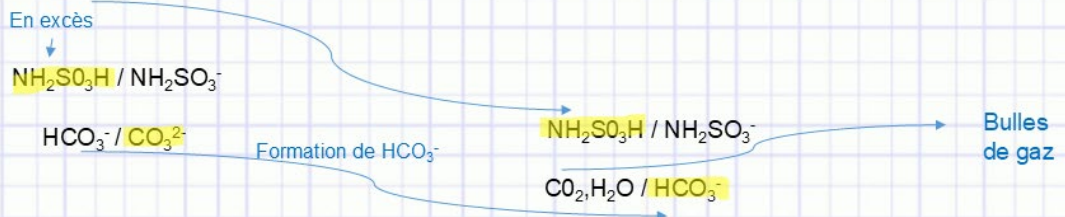
- Quelle particule a été échangée ici ? À quel type de réaction a-t-on affaire ?
- Identifier le rôle joué par  $\text{NH}_2\text{SO}_3\text{H}$  et par  $\text{CO}_3^{2-}$ . À quels couples appartiennent-ils ?
- $\text{HCO}_3^{-}_{(\text{aq})}$  a un caractère amphotère. Justifier cette affirmation.
- Lors de l'utilisation de ce détartrant, on peut parfois observer un dégagement gazeux. Quel est ce gaz ? Expliquer sa formation en écrivant l'équation de la réaction qui se produit alors.



p47

proton

- L'ion hydrogène a été échangé ici en étant cédé par  $\text{NH}_2\text{SO}_3\text{H}$  et capté par  $\text{CO}_3^{2-}$ . On a donc affaire à une réaction acido-basique.
- $\text{NH}_2\text{SO}_3\text{H}$  cède un ion hydrogène donc il s'agit d'un acide de Brønsted, tandis que  $\text{CO}_3^{2-}$  capte cet ion, donc c'est une base de Brønsted. Ils appartiennent aux couples  $\text{NH}_2\text{SO}_3\text{H} / \text{NH}_2\text{SO}_3^{-}$  et  $\text{HCO}_3^{-} / \text{CO}_3^{2-}$ .
- $\text{HCO}_3^{-}_{(\text{aq})}$  a un caractère amphotère car c'est à la fois un acide et une base de Brønsted :  $\text{HCO}_3^{-} = \text{CO}_3^{2-} + \text{H}^{+}$  et  $\text{HCO}_3^{-} + \text{H}^{+} = \text{H}_2\text{CO}_3$
- Lors de l'utilisation de ce détartrant, on peut parfois observer un dégagement de dioxyde de carbone. En présence d'un excès de détartrant,  $\text{HCO}_3^{-}$  peut à son tour réagir avec  $\text{NH}_2\text{SO}_3\text{H}$  pour former  $\text{H}_2\text{CO}_3$ , c'est-à-dire du dioxyde de carbone dissous.  $\text{NH}_2\text{SO}_3\text{H}_{(\text{aq})} + \text{HCO}_3^{-}_{(\text{aq})} \rightarrow \text{NH}_2\text{SO}_3^{-}_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{CO}_{3(\text{aq})}$



#### 40 ~~Ex~~ Acide chlorhydrique p75

Effectuer un calcul • Utiliser ses connaissances

Le pH d'une solution d'acide chlorhydrique vaut 3,00.

- Calculer la concentration en ions oxonium de la solution.
- On dilue dix fois cette solution. Calculer la concentration en ions oxonium. Que vaut le pH de cette solution ?
- On dilue la solution par 100. Calculer la concentration en ions oxonium. Que vaut le pH de cette solution ?
- À partir de la solution de pH = 3,00, quelle dilution faut-il réaliser pour obtenir une solution de pH = 6,00 ?

40 a. Le pH vaut  $[H_3O^+] = c^0 10^{-pH} = 1,0 \times 10^{-3} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ .

b. On dilue dix fois la solution d'acide chlorhydrique donc la concentration vaut  $[H_3O^+] = 1,0 \times 10^{-4} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ .

Le pH est égal à :

$$\text{pH} = -\log\left(\frac{[H_3O^+]}{c^0}\right) = -\log(1,0 \times 10^{-4}) = 4,00$$

c. On dilue la solution par 100 donc la concentration  $[H_3O^+]$  vaut  $1,0 \times 10^{-5} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  et le pH est égal à :

$$-\log\left(\frac{[H_3O^+]}{c^0}\right) = -\log(1,0 \times 10^{-5}) = 5,00$$

d. Une baisse de 3 du pH correspond à une dilution par  $10^3 = 1\ 000$ .

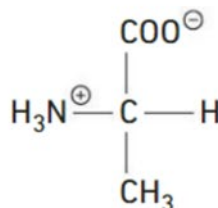
#### 45 L'alanine

Utiliser ses connaissances

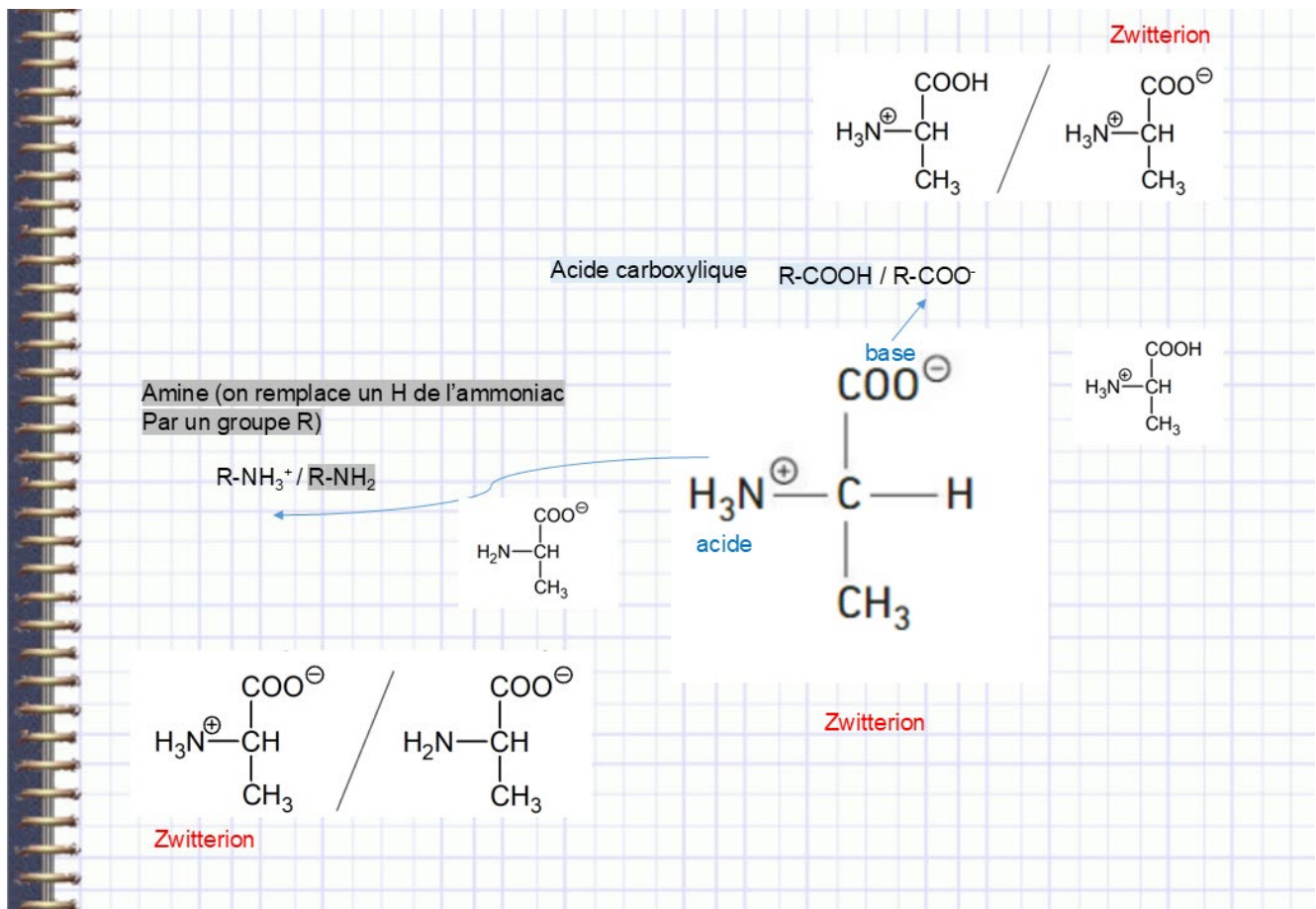


L'alanine est un des acides aminés les plus fréquents dans les protéines.

À certains pH, elle existe sous la forme d'un zwitterion, espèce globalement neutre qui porte des charges opposées.



- Quel est l'acide conjugué du zwitterion ?
- Quelle est sa base conjuguée ?
- Quels sont les couples acide-base qui peuvent être formés avec les différentes formes de l'alanine ?
- Quelle propriété acido-basique présente le zwitterion ?



**45** a. Le zwitterion forme son acide conjugué en captant un ion hydrogène.

$$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ | \\ \text{H}_3\text{N}^{\oplus}-\text{CH} \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$$

b. Le zwitterion forme sa base conjuguée en cédant un ion hydrogène.

$$\begin{array}{c} \text{COO}^{\ominus} \\ | \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH} \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$$

c. Les couples acide-base qui peuvent être formés avec les différentes formes de l'alanine sont :

$$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ | \\ \text{H}_3\text{N}^{\oplus}-\text{CH} \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array} \quad / \quad \begin{array}{c} \text{COO}^{\ominus} \\ | \\ \text{H}_3\text{N}^{\oplus}-\text{CH} \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$$

$$\begin{array}{c} \text{COO}^{\ominus} \\ | \\ \text{H}_3\text{N}^{\oplus}-\text{CH} \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array} \quad / \quad \begin{array}{c} \text{COO}^{\ominus} \\ | \\ \text{H}_2\text{N}-\text{CH} \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$$

d. Le zwitterion est à la fois un acide et une base de Brønsted, c'est une espèce amphotère.