

# Feuille d'exercices

- 28**  a. Écrire l'équation de l'autoprotolyse de l'eau.  
 b. Comment s'appelle la constante d'équilibre associée  $K_e$  ? L'exprimer en fonction des concentrations en ions oxonium  $[H_3O^+]_{\text{éq}}$  et hydroxyde  $[HO^-]_{\text{éq}}$  à l'équilibre.  
 c. Calculer  $K_e$  et  $pK_e$  lorsque les concentrations valent  $[H_3O^+]_{\text{éq}} = 5,0 \times 10^{-6} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  et  $[HO^-]_{\text{éq}} = 2,0 \times 10^{-9} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ . La solution est-elle acide, neutre ou basique ?

- 29**  Soit une solution d'hydroxyde de sodium de concentration  $c = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ .  
 a. Déterminer les concentrations en ions hydroxyde et oxonium de la solution.  
 b. Calculer son pH.

- 30**  Une solution d'ammoniac a un pH égal à 12,00. Déterminer les concentrations en ions oxonium et hydroxyde de la solution.

- 34** Une réaction acide-base se produit lorsque l'acide méthanoïque  $HCOOH$  est introduit dans de l'eau.  
 a. Quel est le couple de l'eau mis en jeu ici ? Écrire l'équation de la réaction qui se produit.  
 b. À l'état final, le système est constitué d'acide méthanoïque  $HCOOH_{(aq)}$ , d'ions méthanoate  $HCOO^-_{(aq)}$  et d'ions oxonium  $H_3O^+_{(aq)}$ . Que peut-on en déduire ?  
 c. Définir la constante d'acidité  $K_A$  d'un couple. Exprimer la constante d'acidité  $K_A$  du couple acide-base auquel appartient l'acide méthanoïque.

- 36** a. Établir le diagramme de prédominance du couple acide-base de  $pK_A = 4,05$  auquel appartient l'acide ascorbique  $C_6H_8O_6$ .  
 b. Le pH d'une solution aqueuse d'acide ascorbique vaut 5,82. Quelle est la forme prédominante dans cette solution ?

## 41 Comparaison de forces d'acides

Choisir un modèle • Effectuer un calcul

Le pH des trois solutions suivantes vaut 2,70 :

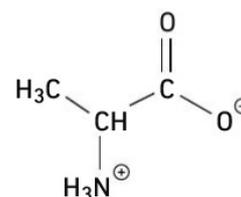
- solution d'acide chlorhydrique  $(H_3O^+_{(aq)}, Cl^-_{(aq)})$  de concentration  $c_1 = 2,0 \times 10^{-3} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  ;
- solution d'acide éthanoïque  $C_2H_4O_2_{(aq)}$  de concentration  $c_2 = 0,25 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  ;
- solution d'acide monochloroéthanoïque  $C_2H_3O_2Cl_{(aq)}$  de concentration  $c_3 = 5,0 \times 10^{-3} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ .

- a. Calculer la concentration des ions  $H_3O^+$  dans chacune des trois solutions. Que constate-t-on pour l'acide chlorhydrique ? Que peut-on en déduire ?  
 b. Écrire l'équation de la réaction des acides éthanoïque et monochloroéthanoïque avec l'eau.  
 c. Établir un tableau d'avancement pour ces réactions et déterminer la composition finale des trois solutions.  
 d. Après avoir calculé le taux d'avancement final  $\tau_{f2}$  et  $\tau_{f3}$  de ces réactions, classer ces trois acides par force croissante.

## 46 Un acide aminé

Utiliser un modèle • Exploiter un graphique

L'alanine est un des acides aminés les plus fréquents dans les protéines. À  $pH = 7$ , elle existe sous la forme d'un zwitterion dont la formule semi-développée est donnée ci-contre.



- a. Quel est son acide conjugué ? Quelle est sa base conjuguée ?  
 b. En déduire les couples auxquels appartient le zwitterion. Comment appelle-t-on une telle espèce ?  
 c. Les  $pK_A$  de ces couples valent 2,3 et 9,7. Sachant que les acides carboxyliques  $R-COOH$  sont des acides plus forts que les ions carboxylammonium  $R-NH_3^+$ , attribuer à chaque couple une valeur de  $pK_A$ . Justifier.  
 d. Établir le diagramme de prédominance de ces couples. Le zwitterion est-il bien l'espèce prédominante à  $pH = 7$  ?

### 53 Un conservateur alimentaire

Effectuer un calcul • Établir une loi

L'acide benzoïque et ses sels (benzoate de sodium ou de potassium) sont utilisés comme conservateurs alimentaires du fait de leur capacité à inhiber le développement de levures et, dans une moindre mesure, de moisissures.

L'acide benzoïque est peu soluble dans l'eau : à 25 °C, on peut dissoudre au maximum  $m = 3,42$  g par litre de solution. Celle-ci est alors dite saturée.

#### Données

- Masse molaire de l'acide benzoïque :  $M = 122,1$  g·mol<sup>-1</sup>
- $pK_A$  du couple  $C_6H_5CO_2H/C_6H_5CO_2^-$  à 25 °C :  $pK_A = 4,19$

1. Montrer que la concentration apportée  $c$  dans une solution saturée d'acide benzoïque à 25 °C vaut  $2,80 \times 10^{-2}$  mol·L<sup>-1</sup>.

2. a. L'acide benzoïque est un acide faible. Définir ces termes puis écrire l'équation de la réaction entre l'acide benzoïque et l'eau.

b. Définir puis exprimer de deux manières la constante d'acidité  $K_A$  du couple de l'acide benzoïque. La calculer.

3. a. Établir le tableau d'avancement de la réaction de l'acide benzoïque avec l'eau et déterminer l'avancement maximal  $x_{\max}$  de cette réaction dans un volume  $V = 20,0$  mL de solution saturée.

b. Exprimer la concentration finale de l'ion oxonium  $H_3O^+$  et de l'ion benzoate  $C_6H_5CO_2^-$  en fonction de l'avancement final  $x_f$  de la réaction et du volume  $V$  de la solution.

De même, exprimer la concentration finale de l'acide benzoïque  $C_6H_5CO_2H$  en fonction de la concentration  $c$  d'acide apporté, de l'avancement final  $x_f$  de la réaction et du volume  $V$  de la solution.

c. Montrer par conséquent que la constante d'acidité  $K_A$  peut s'exprimer de la façon suivante :

$$K_A = \frac{x_f^2}{(cV - x_f)c^0V}$$

d. En déduire l'équation du second degré vérifiée par  $x_f$ . La résoudre. Quelle valeur retient-on pour  $x_f$  ?

e. Donner la composition finale et le pH final du système chimique.

f. Calculer le taux d'avancement final  $\tau_f$  de la réaction. Conclure.



Les canneberges sont riches en acide benzoïque.

4. Les tables chimiques donnent les constantes d'acidité à 25 °C. On se propose de déterminer par conductimétrie la constante d'acidité de l'acide benzoïque à 20 °C, température usuelle dans les laboratoires. Pour ce faire, on mesure la conductivité  $\sigma$  de solutions d'acide benzoïque de différentes concentrations  $c$ .

a. Donner la relation entre la conductivité  $\sigma$  d'une de ces solutions et les conductivités molaires ioniques des ions présents  $\lambda_{H_3O^+}$  et  $\lambda_{C_6H_5CO_2^-}$ .

En déduire la relation entre la conductivité  $\sigma$ , le coefficient  $a = \lambda_{H_3O^+} + \lambda_{C_6H_5CO_2^-}$ , l'avancement final  $x_f$  de la réaction et le volume  $V$  de la solution.