

Thème 1 : Constitution et transformation de la matière

Partie 3B. Force des acides et des bases

CHAP 08 ACT NUM-Composition finale d'une solution aqueuse de concentration donnée en acide apporté

Objectifs :

- Prévoir la composition finale d'une solution aqueuse de concentration donnée en acide faible ou fort apporté.

1. SOLUTION D'ACIDE FORT

- On considère une solution d'acide Fort AH de concentration en soluté apporté C_A et de volume V_A .
- La réaction de l'acide avec l'eau est totale : $AH + H_2O \rightarrow A^- + H_3O^+$
- D'après le tableau d'avancement (cf. ACT EXP Force des Acides et des Bases) :

composition finale de la solution en terme de quantité de matière :

$$n_f(AH) = 0$$

$$n_f(A^-) = n_f(H_3O^+) = x_{\max} = C_A \cdot V_A$$

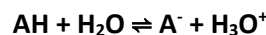
composition finale de la solution en terme de concentration :

$$[AH]_f = 0$$

$$[A^-]_f = [H_3O^+]_f = C_A$$

2. SOLUTION D'ACIDE FAIBLE

- On considère une solution d'acide FAIBLE AH de concentration en soluté apporté C_A et de volume V_A .
- La réaction de l'acide avec l'eau est limitée et donne lieu à l'établissement d'un équilibre :



Les différentes espèces AH, A^- , H_3O^+ coexistent dans l'état d'équilibre

- D'après le tableau d'avancement (cf. ACT EXP Force des Acides et des Bases) :

composition finale de la solution en terme de quantité de matière :

$$n_f(A^-) = n_f(H_3O^+) = x_f$$

$$n_f(AH) = C_A \cdot V_A - x_f$$

composition finale de la solution en terme de concentration :

$$[A^-]_f = [H_3O^+]_f = x_f / V_A$$

$$[AH]_f = C_A - x_f / V_A = C_A - [H_3O^+]_f$$

- Les concentrations finales des différentes espèces en solution sont liées par la constante d'acidité :

$$K_A = \frac{[H_3O^+]_f \times [A^-]_f}{[AH]_f} \quad \Leftrightarrow \quad K_A = \frac{\frac{x_f}{V_A} \times \frac{x_f}{V_A}}{C_A - \frac{x_f}{V_A}}$$

1^{ère} méthode de résolution: pour connaître la composition finale, on détermine x_f

$$K_A = \frac{\frac{x_f}{V_A} \times \frac{x_f}{V_A}}{C_A - \frac{x_f}{V_A}}$$

$$K_A \cdot C_A - \frac{K_A}{V_A} \cdot x_f = \left(\frac{x_f}{V_A}\right)^2$$

$$\left(\frac{1}{V_A}\right)^2 \cdot x_f^2 + \frac{K_A}{V_A} \cdot x_f - K_A \cdot C_A = 0$$

On obtient une équation du second ordre de la forme :

$$a x_f^2 + b x_f + c = 0 \quad \text{avec } a = \left(\frac{1}{V_A}\right)^2, b = \frac{K_A}{V_A} \quad \text{et } c = -K_A \cdot C_A$$

- Ouvrir le fichier « **avancement final réaction acide-eau-V1.py** » puis compléter ou modifier le Code selon des indications du script pour déterminer à partir de la résolution de l'équation du second ordre:
 - l'avancement final de la réaction de l'acide sur l'eau
 - les quantités de matière finales des différentes espèces (acide AH, basique A⁻, ion oxonium H₃O⁺)
 - le taux d'avancement final
 - le pH final
- Application au cas d'une solution d'acide éthanoïque **CH₃-COOH_(aq) (pKa = 4,76)** de concentration en soluté apporté C_A = 1,0.10⁻² mol.L⁻¹ et de volume V_A = 50 mL.
- Sauvegarder votre travail.

2^{ème} méthode de résolution: pour connaître la composition finale, on détermine [H₃O⁺]_f

$$K_A = \frac{[H_3O^+]_f \times [A^-]_f}{[AH]_f}$$

$$K_A = \frac{[H_3O^+]_f \times [H_3O^+]_f}{C_A - [H_3O^+]_f}$$

$$K_A = \frac{([H_3O^+]_f)^2}{C_A - [H_3O^+]_f}$$

$$K_A \cdot C_A - K_A \cdot [H_3O^+]_f = [H_3O^+]_f^2$$

$$[H_3O^+]_f^2 + K_A \cdot [H_3O^+]_f - K_A \cdot C_A = 0$$

On obtient une équation du second ordre de la forme :

$$a[H_3O^+]_f^2 + b[H_3O^+]_f + c = 0 \quad \text{avec } a = 1, b = K_A \quad \text{et } c = -K_A \cdot C_A$$

- Enregistrer une copie de votre fichier sous « **Coxonium final réaction acide-eau-V2.py** » puis adapter le Code pour déterminer à partir de la résolution de l'équation du second ordre:
 - la concentration finale en ion oxonium
 - les concentrations finales des différentes espèces (basique A⁻, acide AH)
 - le taux d'avancement final de la réaction de l'acide sur l'eau
 - le pH final
- Application au cas d'une solution d'acide éthanoïque **CH₃-COOH_(aq) (pKa = 4,76)** de concentration en soluté apporté C_A = 1,0.10⁻² mol.L⁻¹.