

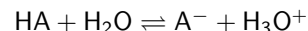
C2 – Acides et bases faibles

Réactions acido-basiques

I. Constante d'acidité d'un couple

1. Constante d'acidité K_a

Les acides et les bases faibles réagissent partiellement avec l'eau selon la réaction :



Cet équilibre est caractérisé par des concentrations $[A^-]$, $[H_3O^+]$ et $[HA]$ qui s'ajustent et vérifient la relation :

$$K_a = \frac{[A^-][H_3O^+]}{[HA]}$$

K_a est la constante d'acidité du couple HA/A^- , elle est sans unité (sans dimension) et ne dépend que de la température.

Exemples

Couple	$CH_3CO_2H/CH_3CO_2^-$	NH_4^+/NH_3	H_2O/HO^-	H_3O^+/H_2O
K_a	$1,6 \times 10^{-5}$	$6,3 \times 10^{-10}$	$1,0 \times 10^{-14}$	1,0
pK_a				

Remarque

Pour un couple acide-base faible :

$$10^{-14} < K_a < 1$$

2. Échelle de pK_a

Comme les valeurs de K_a ont des ordres de grandeur très différents, on définit le pK_a :

$$pK_a = -\log(K_a)$$

ou

$$K_a = 10^{-pK_a}$$

Exemples

Remarque

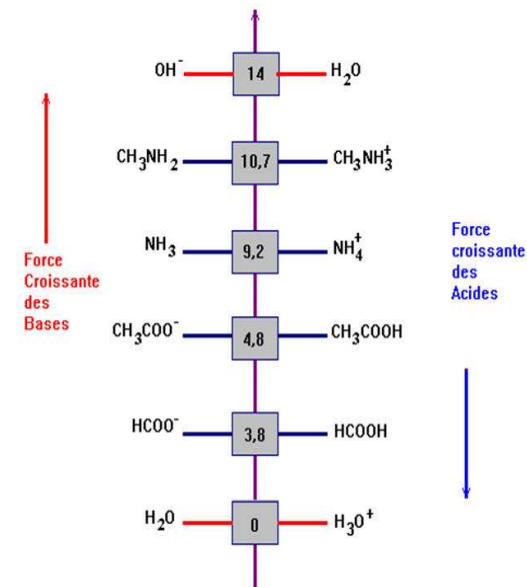
Pour un couple acide-base faible : $0 < pK_a < 14$

Les valeurs des pK_a permettent de tracer une échelle de pK_a

Remarques

- Si K_a augmente, pK_a diminue et inversement.
- Plus le pK_a est petit et plus l'acide HA est fort et sa base conjuguée A^- est faible.

Ex. 14 p. 358 : Détermination d'une constante d'acidité



3. Domaines de prédominance

Relation entre pH et pK_a

Le pH d'une solution contenant un acide HA et sa base conjuguée A^- est relié au pK_a de ce couple par :

$$K_a = \frac{[A^-][H_3O^+]}{[HA]}$$

$$-\log(K_a) = -\log \frac{[A^-][H_3O^+]}{[HA]}$$

$$-\log(K_a) = -\log([A^-]) - \log([H_3O^+]) + \log([HA])$$

$$-\log([H_3O^+]) = -\log(K_a) + \log([A^-]) - \log([HA])$$

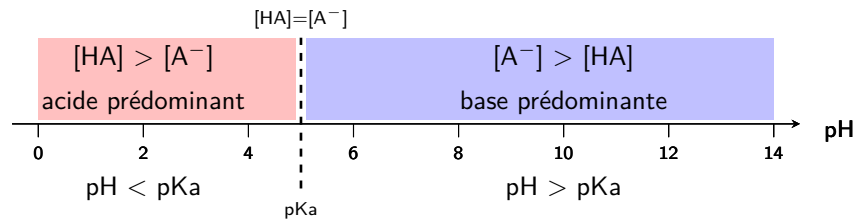
$$pH = pK_a + \log \frac{[A^-]}{[HA]}$$

Application au tracé de diagrammes de prédominance

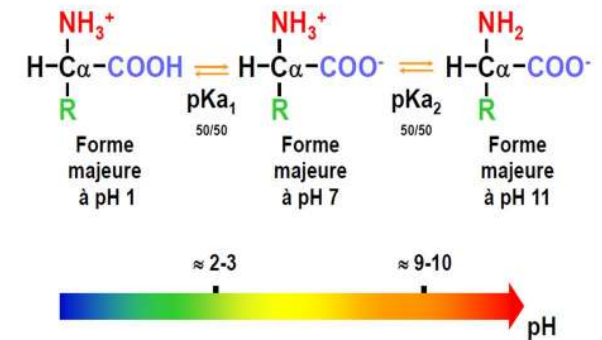
D'après la relation précédente :

Si l'acide prédomine	Si $[HA]=[A^-]$	Si la base prédomine
$\log \frac{[A^-]}{[HA]} < 0$	$\log \frac{[A^-]}{[HA]} = 0$	$\log \frac{[A^-]}{[HA]} > 0$
$pH < pK_a$	$pH = pK_a$	$pH > pK_a$

Cela permet de tracer un diagramme de prédominance :



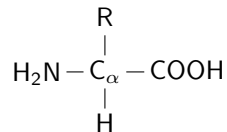
Ionisation d'un acide aminé:



II. pH et milieu biologique

1. Les acides aminés

Les protéines sont des macromolécules essentielles des êtres vivants. Elles sont constituées d'un enchaînement d'acides α -aminés dont la formule générale est la suivante :



Rappel

- R : chaîne carbonée ou hydrogène
- NH_2 : groupe amine
- COOH : groupe carboxyle

Propriétés acido-basiques de ces groupes caractéristiques dans les acides α -aminés.

Groupe amine

Il est présent dans la base des couples cation ammonium/amine de type $\text{R}-\text{NH}_3^+/\text{R}-\text{NH}_2$, leur pK_a vaut 9 à 11.

Groupe carboxyle

Il est présent dans l'acide des couples acide carboxylique/anion carboxylate de type $\text{R}-\text{COOH}/\text{R}-\text{COO}^-$. Leur pK_a varie entre 1,5 et 2,5.

En combinant les propriétés acido-basiques de ces deux groupes caractéristiques, on obtient celles des acides aminés.

Remarques

- Les acides aminés sont caractérisés par la formule $\text{H}_2\text{N}-\begin{array}{c} \text{R} \\ | \\ \text{C} \\ | \\ \text{H} \end{array}-\text{COOH}$.
- À pH physiologique (7,4), les acides aminés sont présents sous la forme $\text{H}_3\text{N}^+-\begin{array}{c} \text{R} \\ | \\ \text{C} \\ | \\ \text{H} \end{array}-\text{COO}^-$ qui même si elle est électriquement neutre, ne correspond pas à la formule générale précédente.
- La forme $\text{H}_2\text{N}-\begin{array}{c} \text{R} \\ | \\ \text{C} \\ | \\ \text{H} \end{array}-\text{COOH}$ n'existe pas !

2. Solutions tampons

Définition

Une solution tampon est une solution dont le pH varie peu par ajout de petites quantités d'acide ou de base ou par dilution.

Remarque

Elle est souvent obtenue par mélange équimolaire d'un acide AH et de sa base conjuguée A^- afin d'être dans le cas où $[\text{A}^-] \simeq [\text{HA}]$ ainsi $\text{pH}=\text{pK}_a$.

Utilisations

- Étalonnage des pH-mètre
- Régulation à $\text{pH}=7,4$ dans le corps humain grâce aux couples $\text{H}_2\text{PO}_4^-/\text{HPO}_4^{2-}$ et $(\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O})/\text{HCO}_3^-$.

Ex. 15 p. 358 : Réalisation d'une solution tampon