

Les transformations chimiques s'effectuant dans les deux sens :

Les réactions acido-basiques :

Définitions :

Acide : Selon Bronsted, l'acide est toute espèce chimique capable de libérer un proton H^+ pendant une transformation chimique.

Base : Selon Bronsted, la base est toute espèce chimique capable de capturer un proton H^+ pendant une transformation chimique.

- . Quand un acide AH a libéré un proton, il donne naissance à une base A^- .
- . Quand une base B a capturé un proton, elle donne naissance à un acide BH^+ .

L'acide AH et la base A^- forment un couple acide/base noté AH/A^- , on dit que A^- est la base conjuguée de l'acide AH .

De même la base B et l'acide BH^+ forment le couple acide/base noté BH^+/B , on dit que BH^+ est l'acide conjugué de la base B .

Le passage possible d'un acide à sa base conjuguée et vice versa est formalisé par une demi-équation acido-basique :

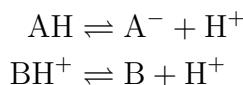


La réaction acido-basique :

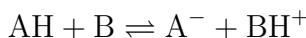
La réaction acido-basique fait intervenir un acide AH et une base B , appartenant aux deux couples acide/base différents AH/A^- et BH^+/B .

Elle est caractérisée par un transfert de proton entre l'acide AH et la base B .

Pour écrire l'équation de la réaction, on utilise les demi-équations pour schématiser les transformations dans les sens où elles se produisent, puis on combine les deux demi-équations :



Donc l'équation bilan est :



Remarque : Certaines espèces chimiques jouent le rôle d'une base et d'un acide à la fois, par exemple H_2O et NH_3 , on les appelle des ampholytes.

Le pH et sa mesure :

Définition :

Le pH (potentiel Hydrogène) est la mesure de l'activité chimique des protons H^+ , qui sont présents souvent dans les solutions aqueuses sous forme des ions oxonium H_3O^+ .

En effet, on peut calculer cette activité en utilisant la relation suivante :

$$pH = -\log[H_3O^+]$$

le pH est un nombre sans dimension et $[H_3O^+]$ est la concentration des ions oxonium en mol.L^{-1} .
Afin de calculer la concentration des ions oxonium à partir le pH, on utilise la relation suivante :

$$[H_3O^+] = 10^{-pH}$$

Complément mathématique :

La fonction $x \mapsto \log(x)$ est définie sur $]0, +\infty[$:

$$\begin{array}{lll} \log(10) = 1 & \log(1) = 0 & \log(x^n) = n \log(x) \\ \log(a \times b) = \log(a) + \log(b) & \log\left(\frac{a}{b}\right) = \log(a) - \log(b) & \log\left(\frac{1}{a}\right) = -\log(a) \end{array}$$

La fonction logarithme admet une fonction réciproque définie par $x \mapsto 10^x$ par conséquence :

$$\log(10^x) = x \quad 10^{\log(x)} = x$$

La mesure du pH :

Pour mesurer le pH d'une solution aqueuse expérimentalement on utilise :

- Un papier indicateur de pH.
- Un pH-mètre étalonné.

L'avancement d'une transformation limitée :

Avancement final et maximal :

- Avancement maximal x_{\max} est l'avancement qui correspond à la disparition du réactif limitant.
- Avancement final est la valeur d'avancement qui correspond à l'état final d'une réaction limitée.
- Une transformation limitée est caractérisée par : $x_f < x_{\max}$.

Le taux d'avancement final :

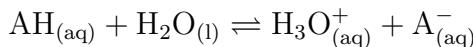
Le taux d'avancement final τ d'une réaction chimique est le quotient de l'avancement final par l'avancement maximal :

$$\tau = \frac{x_f}{x_{\max}}$$

- τ est toujours inférieure ou égale à 1.
- Si $\tau = 1$ alors la transformation est totale ($x_f = x_{\max}$).
- Si $\tau < 1$ alors la transformation est limitée ($x_f < x_{\max}$).

τ en fonction pH :

Soit la transformation chimique suivante :



Équation chimique		$\text{AH}_{(\text{aq})}$	$+$	$\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$	\rightleftharpoons	$\text{H}_3\text{O}_{(\text{aq})}^+$	$+$	$\text{A}_{(\text{aq})}^-$
État	Avancement	Quantité de matière						
État initial	0	CV		Excès		0		0
État en cours	x	$CV - x$		Excès		x		x
État final	x_f	$CV - x_f$		Excès		x_f		x_f

Calculons le taux d'avancement final :

On sait que $\tau = \frac{x_f}{x_{\max}}$,

- Supposons que la transformation est totale, c'est-à-dire $x_f = x_{\max}$
Donc $CV - x_f = 0 \iff CV - x_{\max} = 0 \iff x_{\max} = CV$.

D'où finalement, $x_{\max} = CV$.

On a d'après le tableau

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{x_f}{V} \iff x_f = [\text{H}_3\text{O}^+].V$$

$$x_f = 10^{-\text{pH}}.V$$

Par suite : $x_{\max} = CV$ et $x_f = 10^{-\text{pH}}.V$

Finalement :

$$\tau = \frac{10^{-\text{pH}}}{C}.$$

τ en fonction σ :

On pose $\lambda_{\text{A}^-} = \lambda_1$ et $\lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} = \lambda_2$.

On a :

$$\begin{aligned}\sigma_f &= \sum \lambda_i [\text{X}_i] \\ &= \lambda_1 [\text{A}^-] + \lambda_2 [\text{H}_3\text{O}^+] \\ &= [\text{H}_3\text{O}^+] (\lambda_1 + \lambda_2) \\ &= \frac{x_f}{V} (\lambda_1 + \lambda_2)\end{aligned}$$

Donc :

$$x_f = \frac{\sigma_f \cdot V}{\lambda_1 + \lambda_2}$$

Par suite :

$$\tau = \frac{\sigma_f}{C(\lambda_1 + \lambda_2)}$$

Remarque : Attention pour les unités, ici la concentration doit être exprimé en mol.m^{-3} , $10^3 \text{ mol/m}^3 = 1 \text{ mol/L}$