

EXERCICES corrigés Ch.13 Réaction chimique par échange de proton**Que sont un acide et une base dans la théorie de Brønsted ?****Exercice p : 340-341 n° 12. Rechercher des couples acide/base**

Les espèces chimiques suivantes sont des acides ou des bases dans la théorie de Brønsted : $C_6H_5CO_2H$, HCO_2^- , HO^- , NH_4^+ , H_2O , NH_3 , $C_6H_5CO_2^-$ et HCO_2H .

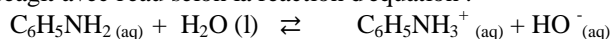
- Définir un acide et une base dans la théorie de Brønsted.
- Former les couples acide/base.
- Écrire les demi-équations acido-basiques correspondant aux couples formés.
- a. L'eau appartient à un autre couple acide/base. Lequel ?
b. Comment nomme-t-on une telle espèce chimique ?

Réponse :

- Un acide est une espèce chimique capable de céder au moins un proton H^+
Une base est une espèce chimique capable de capter au moins un proton H^+ .
- $C_6H_5CO_2H / C_6H_5CO_2^-$; HCO_2H / HCO_2^- ; H_2O / HO^- ; NH_4^+ / NH_3 .
- $C_6H_5CO_2H \rightleftharpoons C_6H_5CO_2^- + H^+$; $HCO_2H \rightleftharpoons HCO_2^- + H^+$; $H_2O \rightleftharpoons HO^- + H^+$; $NH_4^+ \rightleftharpoons NH_3 + H^+$
- a. L'eau appartient aussi au couple H_3O^+ / H_2O .
b. Une espèce qui, comme l'eau, est l'acide d'un couple et la base d'un autre couple, est une espèce amphotère, l'eau est un ampholyte.

Exercice p : 341 n° 13. Reconnaître deux couples acide/base

L'aniline réagit avec l'eau selon la réaction d'équation :



- Identifier les deux couples acide/base associés à la réaction.
- L'aniline est-elle un acide faible ou une base faible dans l'eau ?
- Montrer que la réaction acido-basique précédente s'interprète comme l'échange d'un proton entre deux espèces appartenant à deux couples acide /base différents.

**Réponse :**

- Les deux couples acide / base associés à la réaction sont : $H_2O(l) / HO^-(aq)$ et $C_6H_5NH_3^+(aq) / C_6H_5NH_2(aq)$
- L'équation de la réaction est écrite avec une double flèche. Il s'agit donc d'un équilibre. La réaction de l'aniline avec l'eau n'est pas totale. L'aniline est donc une base faible dans l'eau.
- La réaction correspond à l'échange d'un proton H^+ de l'eau vers l'aniline, selon les demi-équations suivantes :
 $C_6H_5NH_2 + H^+ \rightleftharpoons C_6H_5NH_3^+$ et $H_2O \rightleftharpoons HO^- + H^+$
La somme membre à membre de ces 2 demi-équations est bien : $C_6H_5NH_2 + H_2O \rightleftharpoons C_6H_5NH_3^+ + HO^-$

Qu'est-ce qu'une constante d'acidité ?**Exercice p : 341 n° 16. Vérifier que l'autoprotolyse de l'eau est une réaction très limitée.**

La réaction d'autoprotolyse de l'eau a lieu dans toute solution aqueuse et notamment dans l'eau pure. Des mesures précises réalisées en laboratoire ont montré qu'à 25 °C le pH de l'eau pure est égal à 7,0.

On considère un volume $V = 1,0$ L d'eau pure à 25 °C.

- Reproduire et compléter le tableau d'avancement ci-dessous, associé à la réaction d'autoprotolyse de l'eau :
- Calculer la quantité initiale d'eau notée n_0 .
- Calculer la valeur de l'avancement maximal x_{max} .
- Déduire du pH, la valeur de l'avancement final x_f .
- Comparer x_f et x_{max} . Conclure.

Donnée : masse volumique de l'eau $\rho_{eau} = 1\,000$ g.L⁻¹.

Réponse :

- Tableau d'avancement associé à la réaction d'autoprotolyse de l'eau :**

$n_0 = n(H_2O)$ $V = 1$ L : volume du milieu réactionnel.

Équation	$2 H_2O(l)$	\rightleftharpoons	$H_3O^+(aq)$	+	$HO^-(aq)$
État initial (x = 0)	n_0		0		0
État intermédiaire. Avancement x	$n_0 - 2x$		x		x
État final. Avancement x_f	$n_f(H_2O) = n_0 - 2x_f$		$n(H_3O^+) = x_f$		$n(HO^-) = x_f$
État final si la réaction était totale. Avancement (x_{max})	$n_0 - 2x_{max}$		x_{max}		x_{max}

- Calcul de la quantité initiale d'eau notée n_0 :**

La quantité initiale d'eau s'exprime par : $n_0 = \frac{m_{eau}}{M_{eau}}$ soit $n_0 = \frac{\rho V}{M_{eau}}$ A.N. : $n_0 = \frac{1000 \times 1,0}{18} = \underline{\underline{56 \text{ mol}}}$

- Calcul de la valeur de l'avancement maximal x_{max} :**

L'eau est forcément le réactif limitant. L'avancement maximal est atteint si l'eau est entièrement consommée :

$n_0 - 2x_{max} = 0$ soit $x_{max} = \frac{n_0}{2}$ A.N. : $x_{max} = \frac{56}{2} = \underline{\underline{28 \text{ mol}}}$

- Déduire du pH, la valeur de l'avancement final x_f :**

La valeur de x_f se déduit du pH : $x_f = n(H_3O^+) = [H_3O^+]_f \cdot V = 10^{-pH} \cdot V$ Or pH = 7,0 donc : A.N. : $x_f = 10^{-7,0} \times 1,0 = \underline{\underline{1,0 \cdot 10^{-7} \text{ mol}}}$

- Comparer x_f et x_{max} . Conclure.** $x_f \ll x_{max}$: la réaction d'autoprotolyse est très limitée.

Le pourcentage de molécules ayant réagi est : $\frac{x_f}{x_{max}} \times 100 = \underline{\underline{1,8 \times 10^{-7} \% !}}$

Cela confirme que la réaction d'autoprotolyse de l'eau s'écrit avec une équilibre chimique $2 H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + HO^-(aq)$