

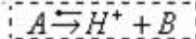
I-Réactions acide -base :

1) Définition de Bronsted :

On appelle acide de Bronsted toute espèce chimique capable de céder un proton H^+ pendant une transformation chimique.
On appelle base de Bronsted toute espèce chimique capable de capter un proton H^+ pendant une transformation chimique.

2) Notion de couple acide-base :

Un couple acide base (noté A/B) est constitué d'un acide A et de sa base conjuguée B qui sont généralement liés par la demi-équation :



Exemple: l'acide CH_3COOH peut céder un proton H^+ pour se transformer à la base CH_3COO^- .
la base CH_3COO^- peut capter un proton H^+ pour se transformer à l'acide CH_3COOH .

L'acide CH_3COOH et sa base conjuguée CH_3COO^- sont liés par la demi-équation : $CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$

Le couple acide-base correspondant est : CH_3COOH / CH_3COO^-

3) Exemples de quelques couples acide-base :

On donne dans le tableau suivant l'exemple de quelques couples acide-base.

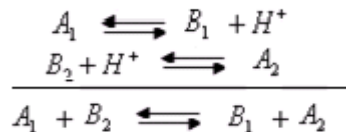
Le couple acide/base	l'acide	la base conjuguée	la demi-équation de la réaction acide-base
CH_3COOH / CH_3COO^-	CH_3COOH	CH_3COO^-	$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$
NH_4^+ / NH_3	NH_4^+	NH_3	$NH_4^+ \rightleftharpoons NH_3 + H^+$
H_3O^+ / H_2O	H_3O^+	H_2O	$H_3O^+ \rightleftharpoons H_2O + H^+$

Remarque : Certaines espèces chimiques se comportent tantôt comme un acide et tantôt comme une base, on les appelle des **ampholytes**.

Exemple: H_2O est un ampholyte car dans le couple H_2O/HO^- il joue le rôle d'un acide.
alors que dans le couple H_3O^+/H_2O , il joue le rôle d'une base.

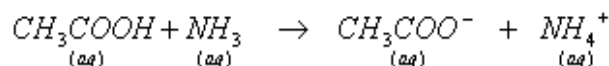
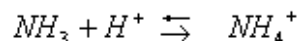
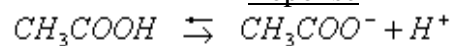
4) Réactions acide-base :

Au cours d'une réaction acido-basique il y'a échange d'un proton H^+ entre deux couples acide-base : A_1/B_1 et A_2/B_2 .
L'équation de la réaction entre l'acide A_1 du 1^{er} couple et la base B_2 du 2^{ème} couple s'écrit :



Exemple : Ecrire l'équation de la réaction acide-base entre l'acide du couple CH_3COOH/CH_3COO^- et la base du couple NH_4^+/NH_3 .

Réponse



II-Définition du pH d'une solution aqueuse:

1) Définition du pH :

Les propriétés acido-basique d'une solution aqueuse dépendent de la concentration des ions oxonium H_3O^+ liée au pH de la solution par la relation suivante :

$$\boxed{pH = -\log [H_3O^+]} \quad \Leftrightarrow \quad \boxed{[H_3O^+] = 10^{-pH}}$$

Le pH est une grandeur sans unité.

$[H_3O^+]$ est exprimée en mol/L dans la relation de pH.

Rappel sur la fonction logarithme décimale:

$f(x)=\log x$ son domaine de définition est : $]0,+\infty[$

$$\begin{array}{l} \log 1=0 \\ \log 10=1 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \log(a \times b) = \log a + \log b \\ \log x^n = n \log x \end{array}$$

$$\log \frac{a}{b} = \log a - \log b$$

$$\log \frac{1}{a} = -\log a$$

Les deux fonctions $\log x$ et 10^x sont des fonctions inverses l'une de l'autre. Et on sait que $f^{-1}[f(x)] = x$

donc on a : $\log 10^x = x$ et $10^{\log x} = x$

2) Mesure du pH :

Pour mesurer le pH d'une solution on utilise le pH-mètre qui se compose d'une sonde de mesure reliée à un voltmètre électronique gradué en unité de pH. On doit étalonner le pH-mètre avant toute mesure.

المزيد من الملفات قم بزيارة الموقع Talamid.ma

On constate que l'avancement final est inférieur à l'avancement maximal donc l'acide éthanóïque n'a pas complètement disparait à la fin de la réaction.

La quantité de matière de l'acide éthanóïque restante à la fin de la réaction est :

$$n_f(\text{CH}_3\text{COOH}) = n_i - n_f = 1,75 \times 10^{-2} - 4 \times 10^{-4} = 1,71 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

Par conséquent la réaction étudiée n'est pas totale, tous les réactifs et les produits sont présents à l'état final malgré que la réaction a cessé d'évoluer, donc **la réaction est limitée.**

4) Le taux d'avancement final de cette réaction est:

$$\tau = \frac{x_f}{x_{\text{max}}} = \frac{4 \times 10^{-4}}{1,75 \times 10^{-2}} = 2,3 \times 10^{-2} = 2,3\% \quad \tau < 1 \quad \text{donc la réaction est limitée.}$$

Cela signifie que seulement 2,3 % des molécules d'acide éthanóïque ont été transformées pour donner leur base conjuguée et H_3O^+ .

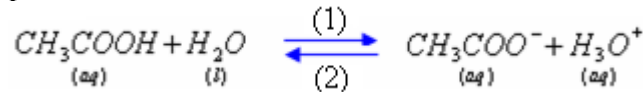
IV-Equilibre chimique d'un système chimique:

1) Notion d'équilibre dynamique

Les ions éthanóate CH_3COO^- réagissent avec les ions oxoniums H_3O^+ et cette réaction est aussi une réaction limitée.



C'est la réaction inverse de celle de l'acide éthanóïque avec l'eau. Ces deux réactions se produisent en même temps et conduisent à un équilibre chimique qu'on symbolise par deux flèches:



Lorsque l'équilibre chimique est atteint, les quantités de matière des réactifs et des produits ne varient pas et le système n'évolue plus. C'est ce qu'on appelle un état **d'équilibre dynamique.**

On constate ceci à partir du tableau d'avancement.

Equation de la réaction		$\underset{(aq)}{\text{CH}_3\text{COOH}} + \underset{(l)}{\text{H}_2\text{O}} \rightleftharpoons \underset{(aq)}{\text{CH}_3\text{COO}^-} + \underset{(aq)}{\text{H}_3\text{O}^+}$			
Les états	avancement	$n(\text{CH}_3\text{COOH})$	$n(\text{H}_2\text{O})$	$n(\text{CH}_3\text{COO}^-)$	$n(\text{H}_3\text{O}^+)$
état initial	0	$1,75 \times 10^{-2} \text{ mol}$	excès	0	0
état de transformation	x	$n_i - x$	excès	x	x
état final	$x_f = 4 \times 10^{-4} \text{ mol}$	$n_i - x_f = 1,71 \times 10^{-2}$	excès	4×10^{-4}	4×10^{-4}

Lorsque l'équilibre dynamique est atteint la réaction apparait comme s'elle n'évolue plus.

Pour toute transformation limitée, l'écriture de l'équation chimique s'écrit avec deux flèches:



Car la transformation est décrite microscopiquement par deux réactions inverses l'une de l'autre.

2) Interpretation microscopique de l'état d'équilibre d'un système :

On considère le système chimique: $A + B \xrightleftharpoons[(2)]{(1)} C + D$

A l'état initial le système contient les espèces chimiques A et B, la réaction se produit dans le sens (1) avec la vitesse v_1 .

Au cours du temps l'avancement augmente, par conséquent :

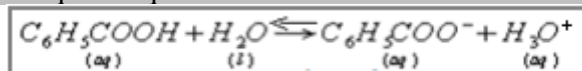
- Les quantités des espèces A et B ainsi que les chocs entre elles diminuent donc diminution de v_1 .
- Les espèces C et D apparaissent et la réaction se produit dans le sens (2) avec la vitesse v_2 leur quantité ainsi que les chocs entre elles augmentent donc augmentation de v_2 .

Lorsque les deux vitesses v_1 et v_2 s'égalisent: le système n'évolue plus. C'est **l'état d'équilibre dynamique.**

Au niveau macroscopique le système ne semble pas évoluer

3) Exercice d'application:

On considère une solution S d'acide benzoïque. L'équation de sa réaction avec l'eau s'écrit:



La mesure de sa conductivité a donné la valeur suivante: $\sigma = 36,1 \text{ mS/m}$

1) Dresser le remplissage du tableau d'avancement suivant:

2) Donner l'expression de la conductivité σ du mélange réactionnel en fonction de $\lambda_{\text{H}_3\text{O}^+}$, $\lambda_{\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-}$, du volume V de la solution et l'avancement final x_f .

3) Déterminer la valeur de l'avancement final de la dissociation de l'acide benzoïque dans l'eau.

On donne: $\lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} = 35 \text{ mS.m}^2/\text{mol}$ et $\lambda_{\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-} = 3,23 \text{ mS.m}^2/\text{mol}$

- 4) En déduire les concentrations molaires finales de H_3O^+ et $C_6H_5COO^-$.
 5) Calculer le pH de la solution obtenue.
 6) Déterminer le taux d'avancement final sachant que la concentration de la solution est : $c=1,18.10^{-2}mol/L$

-----Réponses-----

- 1) tableau d'avancement:

Equation de la réaction		$C_6H_5COOH + H_2O \longrightarrow C_6H_5COO^- + H_3O^+$			
		$n(CH_3COOH)$	$n(H_2O)$	$n(CH_3COO^-)$	$n(H_3O^+)$
Les états	avancement				
état initial	0	n_0	excès	0	0
état de transformation	x	$n_0 - x$	excès	x	x
état final	x_f	$n_0 - x_f$	excès	x_f	x_f

- 2) Or la conductivité se mesure lorsque l'état final est atteint :

$$\sigma = \lambda_{(C_6H_5COO^-)} [C_6H_5COO^-]_f + \lambda_{(H_3O^+)} [H_3O^+]_f$$

D'après le tableau d'avancement on a:

$$n(H_3O^+)_f = n(C_6H_5COO^-)_f = x_f$$

donc: $[H_3O^+] = [C_6H_5COO^-] = \frac{x_f}{V} \Rightarrow \sigma = (\lambda_{(C_6H_5COO^-)} + \lambda_{(H_3O^+)}) \cdot \frac{x_f}{V}$

- 3) l'avancement final de la dissociation de l'acide benzoïque dans l'eau:

$$x_f = \frac{\sigma \cdot V}{\lambda_{(C_6H_5COO^-)} + \lambda_{(H_3O^+)}}$$

$$x_f = \frac{36,1 \cdot 10^{-3} S \cdot m^{-1} \cdot 50 \cdot 10^{-6} m^3}{(35 + 3,23) \cdot 10^{-3} S \cdot m^2 \cdot mol^{-1}} = 4,72 \cdot 10^{-5} mol$$

4) $[C_6H_5COO^-]_f = [H_3O^+]_f = \frac{x_f}{V} = \frac{4,72 \cdot 10^{-5} mol}{0,05L} = 0,94 \cdot 10^{-3} mol/L$

5) $pH = -\log[H_3O^+]_f = -\log(0,94 \cdot 10^{-3}) = 3$ car le pH se mesure lorsque l'état final est atteint

6) $\tau = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{x_f}{cV} = \frac{4,72 \times 10^{-5}}{1,18 \times 10^{-2} \times 50 \times 10^{-3}} = 0,08 = 8\%$ $\tau < 1 \Rightarrow$ la réaction est limitée.

Cela signifie que seulement 8 % des molécules d'acide benzoïque ont été transformées pour donner leur base conjuguée et H_3O^+ .

.....