



CHIMIE

Leçon N 4

Réactions s'effectuant dans les deux sens

SVT

PC

SM



I - Rappels sur les acides et les bases

1 - Définition:

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

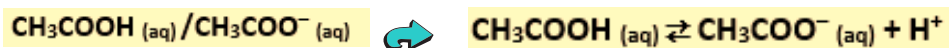
Soit AH un acide qui libère les ions H^+ et A^- dans une solution

Le couple HA/A^- est défini par la demi-équation acide-base $AH \rightleftharpoons A^- + H^+$

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

Le couple BH^+ / B est défini par la demi-équation acide-base $B + H^+ \rightleftharpoons BH^+$

Exemples

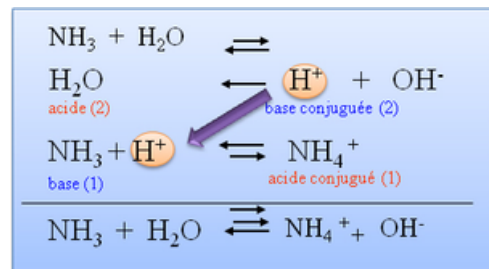
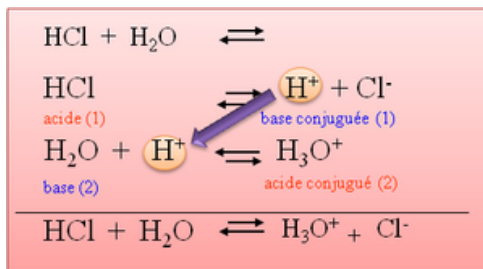


2 - Réaction acido-base:

Toute réaction acido-basique met en jeu un transfert de protons H^+ de l'acide noté HA_1 du couple acido-basique HA_1/A_1^- vers la base notée A_2^- d'un autre couple acido-basique HA_2/A_2^-

l'équation de la réaction acido-base $HA_1 + A_2^- \rightleftharpoons A_1^- + HA_2$

Exemples

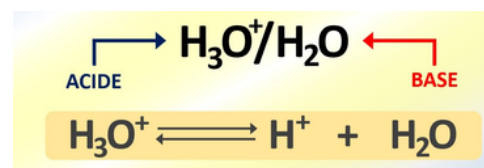


3 - Les couples de l'eau

L'eau intervient dans 2 couples acide/base qui sont : H_2O/HO^- et H_3O^+/H_2O

Il joue le rôle d'acide dans un couple $H_2O/HO^- : H_2O \rightleftharpoons HO^- + H^+$
et de base dans l'autre $H_3O^+/H_2O : H_2O + H^+ \rightleftharpoons H_3O^+$

c'est un ampholyte



**PROF
ELZAAR**

II – définition et mesure du pH

1 – Définition:

Le pH est lié à la concentration molaire des ions oxonium H_3O^+ dans une solution aqueuses

➡ Le pH est donné par la relation : $\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$ Alors $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}}$



Vrai pour les solutions diluées telles que : $[\text{H}_3\text{O}^+] \leq 5.10^{-2} \text{ mol/l}$

Le pH est une grandeur sans unité.

$[\text{H}_3\text{O}^+]$ est la concentration molaire en ions oxonium H_3O^+ exprimée en mol/l

Exemple

$[\text{H}_3\text{O}^+] = 1,6.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$



$\text{pH} = 1,8$

2 – Mesure de pH

➡ Pour déterminer le pH d'une solution en utilise deux méthodes:

● **Papier pH** ou indicateur coloré, méthode moins précise



● **Le pH-mètre** : est un appareil de mesure qui permet de déterminer avec précision le pH d'une solution. Il est constitué généralement d'une électrode en verre reliée à un à un voltmètre électronique gradué en unité de pH.

III – Les transformations totales et non totales

1 – La transformation totale

Exemple : Réaction entre acide chlorhydrique et l'eau

**PROF
ELZAAR**

➤ On verse, dans un bécher, un volume $V=100\text{ml}$ de solution d'acide chlorhydrique gazeux HCl de concentration $C = 3,5.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$

➡ Après stabilisation on mesure par pH-mètre : la valeur indiquée est $\text{pH} = 1,45$

L'équation de la réaction s'écrit



Tableau d'avancement

Équation de la réaction :		REACTIFS		PRODUITS	
		$\text{HCl}_{(g)}$	$+$ $\text{H}_2\text{O}_{(l)}$	$\rightarrow$ $\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$	$+$ $\text{Cl}^-_{(aq)}$
État du système	Avancement (mol)	$n(\text{HCl})$	$n(\text{H}_2\text{O})$	$n(\text{H}_3\text{O}^+)$	$n(\text{Cl}^-)$
État initial	$x = 0$	$c_1 \times V_1$	Solvant	0	0
Réaction en cours	x	$c_1 \times V_1 - x$		x	x
État final (théorique)	x_{max}	$c_1 \times V_1 - x_{\text{max}}$		x_{max}	x_{max}
État final (expérimental)	x_f	$c_1 \times V_1 - x_f$		x_f	x_f

Calcul l'avancement maximal de la réaction X_{max}

Puisque l'eau est en excès, alors le réactif limitant est HCl d'où

$$C_1 \times V_1 - X_{\text{max}} = 0 \quad \Rightarrow \quad X_{\text{max}} = C_1 \times V_1 = 3,5.10^{-3} \text{ mol}$$

Calcul de X_f

d'après le tableau d'avancement :

$$X_f = n(\text{H}_3\text{O}^+) = [\text{H}_3\text{O}^+] \times V_1 = 10^{-\text{pH}} \times V_1 = 3,5.10^{-3} \text{ mol}$$

On remarque que :

$$\underline{X_{\text{max}} = X_f}$$

☛ On déduit alors que l'acide chlorhydrique gazeux HCl est consommé totalement, alors on dit que la réaction est totale

Résumé

Une transformation totale s'arrête d'évoluer au cours du temps ce qui montre la disparition totale d'au moins un des réactifs du système chimique.

2 - La transformation non totale ou limitée

Exemple : Réaction entre solution d'acide éthanóïque et l'eau

☛ Considérons une solution de concentration $C_2 = 5,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$ et volume $V_2 = 50 \text{ mL}$, on mesure le pH de la solution par Ph-mètre : la valeur indiquée est $\text{pH}=4$

➤ L'équation de la réaction s'écrit $\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^{-}_{(\text{aq})} + \text{H}_3\text{O}^{+}_{(\text{aq})}$

Tableau d'avancement

Équation de la réaction :		REACTIFS		PRODUITS	
		$\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} \rightarrow$		$\text{CH}_3\text{COO}^{-}_{(\text{aq})} + \text{H}_3\text{O}^{+}_{(\text{aq})}$	
État du système	Avancement (mol)	$n(\text{CH}_3\text{COOH})$	$n(\text{H}_2\text{O})$	$n(\text{CH}_3\text{COO}^{-})$	$n(\text{H}_3\text{O}^{+})$
État initial	$x = 0$	$c_2 \times V_2$	Solvant	0	0
réaction en cours	x	$c_2 \times V_2 - x$		x	x
État final (théorique)	x_{max}	$c_2 \times V_2 - x_{\text{max}}$		x_{max}	x_{max}
État final (expérimental)	x_f	$c_2 \times V_2 - x_f$		x_f	x_f

Calcul l'avancement maximal de la réaction X_{max}

Puisque l'eau est en excès, alors le réactif limitant est $\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})}$

$$\text{d'où } C_2 \times V_2 - X_{\text{max}} = 0 \Rightarrow X_{\text{max}} = C_2 \times V_2 = 2,5 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

Calcul de X_f

d'après le tableau d'avancement :

$$X_f = n(\text{H}_3\text{O}^{+}) = [\text{H}_3\text{O}^{+}] \times V_2 = 10^{-\text{pH}} \times V_2 = 5 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$$

On remarque que : $X_f < X_{\text{max}}$

☛ Puisque $X_f < X_{\text{max}}$ donc la réaction n'est pas totale

**PROF
ELZAAR**

Résumé

Les réactifs de la transformation non totale ou limitée ne se disparaissent pas totalement

3 - Le Taux D'avancement Final D'une Réaction Chimique

Le taux d'avancement d'une réaction est égal au quotient du taux d'avancement final par le taux d'avancement maximal

τ est une grandeur sans unité $0 \leq \tau \leq 1$ et peut être exprimée en pourcentage

$$\tau = \frac{X_f}{X_{\text{max}}}$$

● Si $\tau = 1$ la réaction chimique est totale

● Si $\tau < 1$ la réaction chimique est non totale ou limitée

IV – Sens d'évolution d'un système chimique .

1 -Activitee experimentale

On prépare une solution aqueuse d'acide éthanöique de pH=3,4 puis on la verse, dans les béchers A et B équitablement

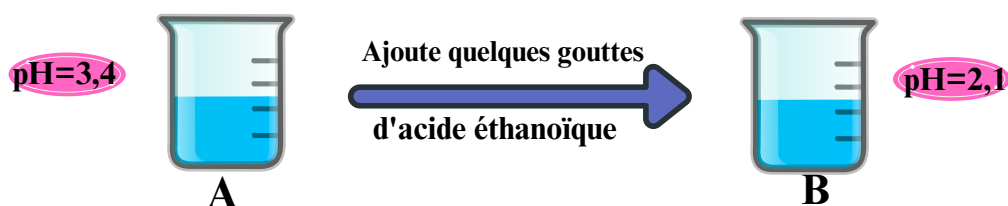
Sens Direct

☞ On ajoute, dans le bécher A , quelques gouttes de l'acide éthanöique

➤ on remarque que le pH prend la valeur 2,1

Dans le bécher A, le pH diminue (il passe de 3,4 à 2,1) donc la concentration des ions H_3O^+ augmente, ce qui montre que la réaction s'effectue dans le sens direct

L'équation de la réaction s'écrit



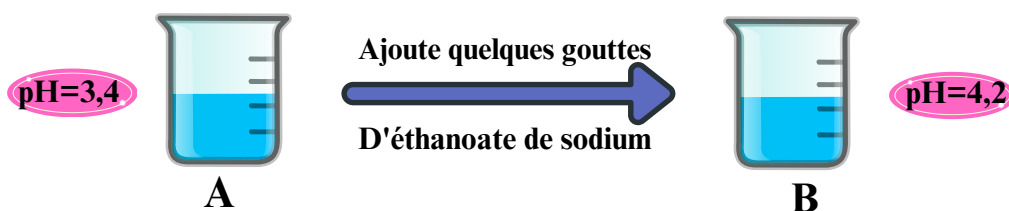
Sens indirect

On ajoute, dans le bécher B , quelques gouttes d'éthanoate de sodium

on remarque que le pH prend la valeur 4,2

☞ Dans le bécher B, le pH augmente (il passe de 3,4 à 4,2) donc la concentration des ions H_3O^+ diminue, Ce qui montre que la réaction précédente s'effectue dans le sens inverse

L'équation de la réaction s'écrit



Résumé:

Par conséquent la réaction limitée entre l'acide éthanöique et l'eau peut s'effectuer dans les deux sens (le sens direct et le sens indirect de l'équation de la réaction), on la modélise avec l'utilisation du signe $\rightleftharpoons$



V – L'état d'équilibre d'un système chimique

1 – Activitee experimentale

A l'état final d'une transformation non totale (limitée), le système chimique cesse de s'évoluer c'est-à-dire les concentrations de tous les réactifs et produits restent fixes au cours du temps . on appelle cet état : état d'équilibre dynamique

Exemple

la solution aqueuse d'acide éthanoïque



Les quatre espèces $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{s})$, $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$, $\text{CH}_3\text{COO}^-(\text{aq})$ et $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ de la réaction d'équation coexistent dans le système à des proportions fixes

On dit que ce système chimique est en équilibre dynamique

Résumé:

Un système chimique, est en équilibre si les concentrations de ses constituants restent constantes au cours du temps



prof elzaar

حكمة اليوم

إما أن تخطو خطوة إلى الأمام نحو التقدم،
أو تخطو خطوة إلى الخلف نحو بر
الأمان. " - أبراهام ماسلو