

# TD application : Transformation et équilibre chimique



## I Combinaisons de réactions et constantes d'équilibre

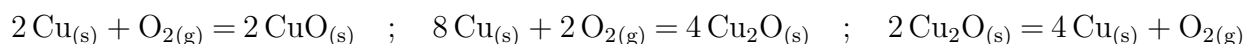
- 1) Montrer que, pour des réactions numérotées (1) et (2), de constantes de réactions  $K_1^\circ$  et  $K_2^\circ$  respectivement, alors une réaction (3) =  $\alpha(1) + \beta(2)$  a pour constante

$$K_3^\circ = K_1^{\circ\alpha} \times K_2^{\circ\beta}$$

- 2) On considère les réactions numérotées (1) et (2) ci-dessous :



Exprimer les constantes d'équilibre des trois réactions ci-dessous en fonction de  $K_1^\circ$  et  $K_2^\circ$  :



## II Transformations totales

Compléter les tableaux suivants. Les gaz seront supposés parfaits. Dans la ligne intermédiaire, on demande d'exprimer la quantité de matière en fonction de l'avancement molaire  $\xi(t)$  à un instant  $t$  quelconque.

- 1) Réaction de l'oxydation du monoxyde d'azote en phase gazeuse, à  $T = 25^\circ\text{C}$  dans un volume  $V = 10,0 \text{ L}$  :

Équation		$\dots \text{NO}_{(g)} + \dots \text{O}_{2(g)} \rightarrow \dots \text{NO}_{2(g)}$			$n_{\text{tot, gaz}}$	$P_{\text{tot}}(\text{bar})$
Initial (mol)	$\xi = 0$	1,00	2,00	0,00		
Interm. (mol)	$\xi$					
Final (mol)	$\xi_f =$					

- 2) Réaction de combustion de l'éthanol dans l'air. Les réactifs sont introduits dans les proportions stœchiométriques. Le dioxygène provient de l'air, qui contient 20% de  $\text{O}_2$  et 80% de  $\text{N}_2$  en fraction molaire.

Équation (mol)		$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{(l)} + 3\text{O}_{2(g)} \rightarrow 2\text{CO}_{2(g)} + 3\text{H}_2\text{O}_{(g)}$				$n_{\text{N}_2}$	$n_{\text{tot, gaz}}$
Initial	$\xi = 0$	2,00					
Interm.	$\xi$						
Final	$\xi_f =$						



### III Équilibre... ou pas !

La dissociation du peroxyde de baryum sert à l'obtention de dioxygène avant la mise au point de la liquéfaction de l'air, selon l'équation



Le volume de l'enceinte, initialement vide de tout gaz, vaut  $V = 10 \text{ L}$ . On rappelle que  $R = 8,314 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$ .

- 1) a – Exprimer la constante d'équilibre  $K^\circ$  en fonction de la pression partielle à l'équilibre  $p_{\text{O}_2, \text{eq}}$ .
  - b – En déduire la valeur numérique de  $p_{\text{O}_2, \text{eq}}$ .
  - c – Calculer le nombre de moles de dioxygène qui permet d'atteindre cette pression dans l'enceinte.
- 2) Cas 1 :

Équation		$2\text{BaO}_{2(s)}$	$\rightleftharpoons$	$2\text{BaO}_{(s)}$	+	$\text{O}_{2(g)}$	$n_{\text{tot, gaz}}$
Initial (mol)	$\xi = 0$	0,20		0,00		0,00	0,00
Interm. (mol)	$\xi$						
Final (mol)	$\xi = \xi_f$						

- a – Calculer le quotient de réaction initial  $Q_{r,0}$  et en déduire le sens d'évolution du système.
  - b – Remplir le tableau d'avancement et remplir la ligne intermédiaire dans le tableau en fonction de  $\xi$ .
  - c – Déterminer  $\xi_f$  en précisant si l'équilibre est atteint ou pas. On rappelle que l'équilibre correspond à la coexistence de toutes les espèces.
  - d – Remplir la dernière ligne du tableau d'avancement.
- 3) Mêmes questions dans le cas 2 :

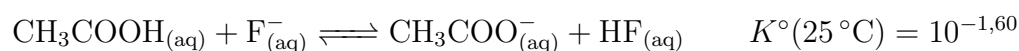
Équation		$2\text{BaO}_{2(s)}$	$\rightleftharpoons$	$2\text{BaO}_{(s)}$	+	$\text{O}_{2(g)}$	$n_{\text{tot, gaz}}$
Initial (mol)	$\xi = 0$	0,10		0,00		0,00	0,00
Interm. (mol)	$\xi$						
Final (mol)	$\xi = \xi_f$						

- 4) Mêmes questions dans le cas 3 :

Équation		$2\text{BaO}_{2(s)}$	$\rightleftharpoons$	$2\text{BaO}_{(s)}$	+	$\text{O}_{2(g)}$	$n_{\text{tot, gaz}}$
Initial (mol)	$\xi = 0$	0,10		0,050		0,10	0,10
Interm. (mol)	$\xi$						
Final (mol)	$\xi = \xi_f$						

## ★☆☆ IV Équilibre en solution aqueuse

Considérons un système de volume 20 mL évoluant selon la réaction d'équation bilan :



Déterminer le sens d'évolution du système et l'avancement à l'équilibre en partant des deux situations initiales suivantes :

- 1)  $[\text{CH}_3\text{COOH}]_0 = [\text{F}^-]_0 = c = 0,1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  et  $[\text{CH}_3\text{COO}^-]_0 = [\text{HF}]_0 = 0$
- 2)  $[\text{CH}_3\text{COOH}]_0 = [\text{F}^-]_0 = [\text{CH}_3\text{COO}^-]_0 = [\text{HF}]_0 = c = 0,1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$

## ★☆☆ V Ions mercure

Les ions mercure (II)  $\text{Hg}^{2+}$  peuvent réagir avec le métal liquide (insoluble dans l'eau) mercure Hg pour donner les ions mercure (I)  $\text{Hg}_2^{2+}$  selon l'équilibre chimique ci-dessous :



- 1) Dans quel sens évolue un système obtenu en mélangeant du mercure liquide en large excès avec  $V_1 = 40,0 \text{ mL}$  d'une solution de chlorure de mercure (I) à  $c_1 = 1,0 \times 10^{-3} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  et  $V_2 = 10,0 \text{ mL}$  d'une solution de chlorure de mercure (II) à  $c_2 = 2,0 \times 10^{-3} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  ?
- 2) Déterminer la composition finale de la solution.