

### Exercice N° - 1 -

On prépare à  $25^{\circ}\text{C}$  une solution **S**, en ajoutant à un litre d'une solution de chlorure de fer **III** de concentration  $10^{-3}\text{ mol.L}^{-1}$ , quelques cristaux de thiocyanate de potassium **KSCN** correspondant à **0,09090 mol** de  $\text{SCN}^{-}$ . L'ajout est supposé fait sans changement de volume.

Un complexe rouge sang de formule  $\text{Fe}(\text{SCN})^{2+}$  apparaît et sa concentration  $[\text{Fe}(\text{SCN})^{2+}]$  est égale à  $9.10^{-4}\text{ mol.L}^{-1}$ .

L'équilibre correspondant à la formation de ce complexe est :



1- Montrer que la valeur de la constante relative à cet équilibre est **K = 100**.

2- On se propose de provoquer une augmentation de l'intensité de la couleur rouge sang observée dans le mélange **S**. Pour ce faire, doit-on augmenter ou diminuer sans changement de volume, la quantité de  $\text{Fe}^{3+}$  ?

Justifier la réponse en faisant appel aux lois de modération.

3- Au mélange (**S**) on ajoute un litre d'une solution contenant  $5.10^{-4}\text{ mol}$  de  $\text{Fe}^{3+}$ . Déterminer la nouvelle concentration de  $\text{FeSCN}^{2+}$  lorsque l'équilibre est atteint.

### Exercice N° - 2 -

On introduit  $n_0=0.6\text{ mol}$  de  $\text{PCl}_5$  à  $200^{\circ}\text{C}$  dans un récipient de volume constant ; il se forme à l'équilibre **0.09 mol** de  $\text{Cl}_2$  par la réaction endothermique symbolisée par l'équation chimique suivante :



a- Déterminer la valeur de l'avancement maximale  $x_{\text{max}}$  de la réaction.

b- En déduire la valeur du taux d'avancement finale  $\tau_f$  de cette réaction.

2- Déterminer la composition molaire du système à l'équilibre.

3- Dans quel sens se déplace l'équilibre :

a- si on augmente la pression à température constante ?

b- si on augmente la température à pression constante ?

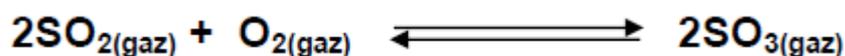
4- Le système étant en équilibre à  $200^{\circ}\text{C}$ , on ajoute **0.29 mol** de  $\text{PCl}_5$  en maintenant le volume fixe.

a- Dans quel sens se déplace l'équilibre ?

b- Déterminer la nouvelle composition du système au nouvel état d'équilibre sachant que la quantité de matières totale du système à l'équilibre est égale à **1.1 mol**.

### Exercice N° - 3 -

A une température  $T_1$  et dans un ballon de volume **V**, on introduit  $N_1= 2\text{ moles}$  de dioxyde de soufre et  $N_2= 1\text{ moles}$  d'oxygène. Il s'établit l'équilibre suivant:



La constante d'équilibre relative à la réaction étudiée est  $K_1 = 200$ .

- 1) A l'équilibre, il se forme une mole de trioxyde de soufre.
  - a) Déterminer avec justification l'avancement final de la réaction.
  - b) Calculer le taux d'avancement final.
  - c) Cette réaction est-elle totale ou limitée ?
- 2) Une étude expérimentale de cette réaction à la même pression mais à une température  $T_2$  plus basse ( $T_2 < T_1$ ), montre que la constante d'équilibre est  $K_2 = 44$ .  
Déterminer le caractère énergétique de la réaction étudiée.
- 3) Comment évolue le système suite à une :
  - a) addition d'une quantité de  $SO_2$ .
  - b) diminution de volume à température constante.
  - c) diminution de température à pression constante.

### Exercice N° - 4 -

On considère la réaction symbolisée par l'équation chimique :



Sous la pression de 1atm, on a obtenu un taux d'avancement final de réaction égal à **0,53** à **60°C** et égal a **0,27** a **35°C**.

- 1- La réaction étudiée est-elle endothermique ou exothermique ?
- 2- Comment se déplace l'équilibre :
  - a- Si on diminue la température a pression constante ?
  - b- Si on diminue la pression a température constante ?

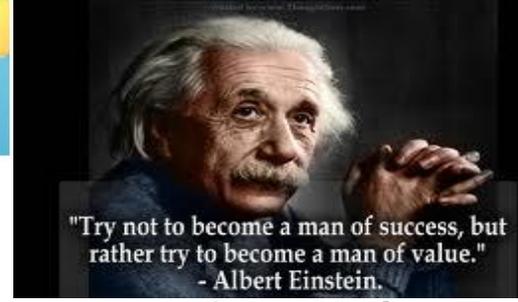
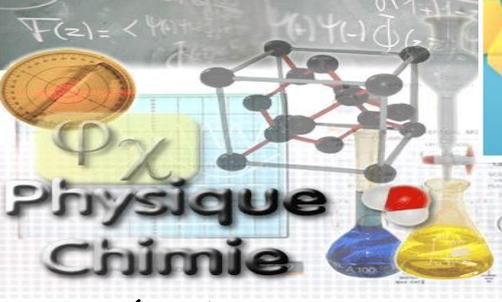
### Exercice N° - 5 -

A une température  $T_1$  constante, on introduit dans une enceinte de volume  $V$ , préalablement vide, **1,5 mole** de chlorure d'hydrogène  $HCl$  et **0,3 mole** de  $O_2$ .

Tous les composés sont à l'état gazeux, il se produit la réaction suivante :



- 1) A l'équilibre chimique dynamique, il se forme **0.16 mole** de vapeur d'eau
  - a- Dresser un tableau descriptif d'évolution du système chimique
  - b- Déterminer  $X_{max}$  et  $X_f$
  - c- En déduire  $\tau_f$  et conclure.
  - d- Déterminer la composition du mélange à l'équilibre.
- 2) À une température  $T_2$ , un nouvel état d'équilibre s'établit lorsque **17.2%** du chlorure d'hydrogène initial ont été consommés.
  - a- Déterminer  $X_f$
  - b- Déterminer la composition du mélange à l'équilibre.



### Exercice N°- 2-

1)

Eq. Réaction		$\text{PCl}_5(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$		
E.Système	Avancement	Quantités de matière (mol)		
$t = 0$	<b>0</b>	<b>0,6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
$t \neq 0$	<b>x</b>	<b>0,6 - x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>
$t_f$	<b><math>x_f</math></b>	<b>0,6 - <math>x_f</math></b>	<b><math>x_f</math></b>	<b><math>x_f</math></b>

- a- Si la réaction est totale,  $\text{PCl}_5(\text{g})$  disparu complètement :  $0,6 - x_{\text{max}} = 0 \leftrightarrow x_{\text{max}} = 0,6 \text{ mol}$ .
- b-  $\tau_f = \frac{x_f}{x_{\text{max}}}$  donc il faut tout d'abord déterminer  $x_f$ , on a  $n(\text{Cl}_2)_{\text{éq}} = 0,09 \text{ mol} = x_f$  d'après le tableau descriptif d'avancement. Soit  $x_f = 0,09 \text{ mol}$  ce qui donne:  $\tau_f = \frac{x_f}{x_{\text{max}}} = \frac{0,09}{0,6}$  soit  $\tau_f = 0,15$ .

2) La composition du mélange à l'équilibre :

$$\begin{cases} n(\text{PCl}_5)_{\text{équi}} = 0,6 - x_{\text{eq}} = 0,51 \text{ mol} \\ n(\text{PCl}_3)_{\text{équi}} = x_{\text{eq}} = 0,09 \text{ mol} \\ n(\text{Cl}_2)_{\text{équi}} = x_{\text{eq}} = 0,09 \text{ mol} \end{cases}$$

3)

a- D'après la **Loi de Modération** toute augmentation de pression à température constante déplace le système dans le sens qui tend à **diminuer** le nombre de mole total des gaz :

On a  $n_{Tg}(\text{PCl}_5) = 1 \text{ mole}$  et  $n_{Tg}(\text{PCl}_3 + \text{Cl}_2) = 2 \text{ mole}$  soit le système se déplace dans le sens inverse ( $2 \rightarrow 1$ ).

b- D'après la **Loi de Modération** toute augmentation de température à pression constante favorise la réaction **endothermique**, c'est à dire sens direct (d'après l'énoncé).

4)

a- Si on ajoute **0,29 mol** de  $\text{PCl}_5$  alors  $n(\text{PCl}_5)$  augmente ce qui entraîne une augmentation de  $[\text{PCl}_5]$ , d'après la **Loi de Modération** le système doit évoluer dans le sens qui tend à modérer (diminuer) la concentration, soit **sens direct** possible spontanément.

b- Pour déterminer la nouvelle composition du mélange, il faut calculer la nouvelle valeur de  $x_f$ ,

Eq. Réaction		$\text{PCl}_5(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$		
E.Système	Avancement	Quantités de matière (mol)		
$t = 0$	<b>0</b>	<b>0,51 + 0,29 = 0,8</b>	<b>0,09</b>	<b>0,09</b>
$t \neq 0$	<b>x</b>	<b>0,8 - x</b>	<b>0,09 + x</b>	<b>0,09 + x</b>
$t_f$	<b><math>x_f</math></b>	<b>0,8 - <math>x_f</math></b>	<b>0,09 + <math>x_f</math></b>	<b>0,09 + <math>x_f</math></b>

On a  $n_{T\text{système}} = 1,1 \text{ mol} = (0,8 - x_f) + (0,09 + x_f) + (0,09 + x_f)$  donc  $x_f = 0,12 \text{ mol}$ .

$$\begin{aligned} n(\text{PCl}_5)_{\text{équi}} &= 0,8 - x_{\text{eq}} = 0,68 \text{ mol} \\ \text{Soit } n(\text{PCl}_3)_{\text{équi}} &= 0,09 + x_{\text{eq}} = 0,21 \text{ mol} \\ n(\text{Cl}_2)_{\text{équi}} &= 0,09 + x_{\text{eq}} = 0,21 \text{ mol} \end{aligned}$$

## Exercice N°- 3-

1)

Eq. Réaction		$2\text{SO}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{SO}_{3(g)}$			
E.Système	Avancement	Quantités de matière (mol)			
$t = 0$	$0$	$2$	$1$		$0$
$t \neq 0$	$x$	$2 - 2x$	$1 - x$		$2x$
$t_f$	$x_f$	$2 - 2x_f$	$1 - x_f$		$2x_f$

a- On a, à l'équilibre  $n(\text{SO}_3)_{\text{éq}} = 1 \text{ mole} = 2x_f \leftrightarrow x_f = 0,5 \text{ mol}$

b-  $\tau_f = \frac{x_f}{x_{\text{max}}}$  donc il faut tout d'abord déterminer  $x_{\text{max}}$ , si la réaction est totale :  $1 - x_{\text{max}} = 0 \leftrightarrow$

$x_{\text{max}} = 1 \text{ mole}$  donc  $\tau_f = 0,5$

c-  $\tau_f < 1$  d'où la réaction est limitée.

2) On a :  $T_2 < T_1$  toute diminution de température favorise la réaction **exothermique**, d'après la Loi de Modération. On a aussi :  $K_2 < K_1$  la diminution de **K** entraîne une diminution de  $x_f$  donc le sens **inverse** est possible spontanément.

Par conséquent :  $\begin{cases} \text{sens direct: endothermique} \\ \text{sens inverse: exothermique} \end{cases}$

3)

a- Si on ajoute **une quantité** de  $\text{SO}_2$  alors  $n(\text{SO}_2)$  augmente ce qui entraîne une augmentation de  $[\text{SO}_2]$ , d'après la **Loi de Modération** le système doit évoluer dans le sens qui tend à modérer (diminuer) la concentration, soit **sens direct** possible spontanément.

b- Toute **diminution de volume** entraîne une **augmentation de pression**, or, d'après la **Loi de Modération** toute augmentation de pression à température constante déplace le système dans le sens qui tend à **diminuer** le nombre de mole total des gaz :

On a  $n_{Tg(2\text{SO}_3)} = 2 \text{ mol}$  et  $n_{Tg(2\text{SO}_2 + \text{O}_2)} = 3 \text{ mol}$  soit le système se déplace dans le sens direct ( $3 \rightarrow 2$ ).

c- D'après la **Loi de Modération** toute diminution de température à pression constante favorise la réaction **exothermique**, c'est à dire sens inverse (d'après 2)).