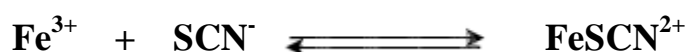


Exercice N° - 1 -

On prépare à 25°C une solution **S**, en ajoutant à un litre d'une solution de chlorure de fer **III** de concentration $10^{-3}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, quelques cristaux de thiocyanate de potassium **KSCN** correspondant à **0,09090 mol** de 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 $9\cdot 10^{-4}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

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 Fe^{3+} ?

Justifier la réponse en faisant appel aux lois de modération.

3- Au mélange (**S**) on ajoute un litre d'une solution contenant $5\cdot 10^{-4}\text{ mol}$ de Fe^{3+} . Déterminer la nouvelle concentration de FeSCN^{2+} lorsque l'équilibre est atteint.

Exercice N° - 2 -

On introduit $n_0=0.6\text{ mol}$ de PCl_5 à 200°C dans un récipient de volume constant ; il se forme à l'équilibre **0.09 mol** de Cl_2 par la réaction endothermique symbolisée par l'équation chimique suivante :



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

b- En déduire la valeur du taux d'avancement finale τ_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 ?

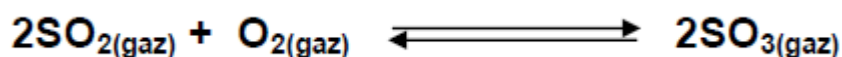
4- Le système étant en équilibre à 200°C , on ajoute **0.29 mol** de PCl_5 en maintenant le volume fixe.

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 -

À 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 ?

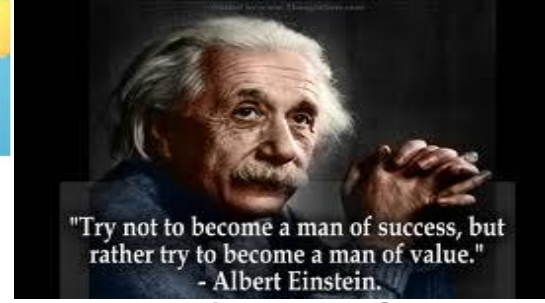
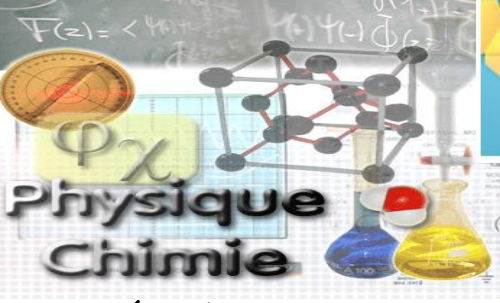
Exercice N° - 5 -

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 τ_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		PCl _{5(g)} ⇌ PCl _{3(g)} + Cl _{2(g)}		
E.Système	Avancement	Quantités de matière (mol)		
t = 0	0	0,6	0	0
t ≠ 0	x	0,6 - x	x	x
t _f	x _f	0,6 - x _f	x _f	x _f

- a- Si la réaction est totale, PCl_{5(g)} disparu complètement : $0,6 - x_{max} = 0 \leftrightarrow x_{max} = 0,6 \text{ mol}$.
- b- $\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}}$ 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: $\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{0,09}{0,6}$ 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 → 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 PCl₅ alors n(PCl₅) augmente ce qui entraîne une augmentation de [PCl₅], 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		PCl _{5(g)} ⇌ PCl _{3(g)} + Cl _{2(g)}		
E.Système	Avancement	Quantités de matière (mol)		
t = 0	0	0,51 + 0,29 = 0,8	0,09	0,09
t ≠ 0	x	0,8 - x	0,09 + x	0,09 + x
t _f	x _f	0,8 - x _f	0,09 + x _f	0,09 + x _f

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_{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 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)).

