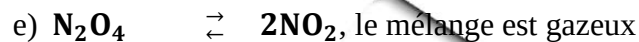
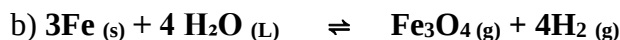
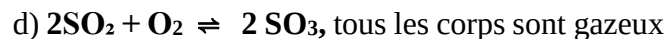


Équilibre Chimique

EXERCICE 1:

Calculer la variance des systèmes en équilibre suivants :



EXERCICE 2 :

Soit l'équilibre en phase gazeuse du système : $2\text{NOBr} \rightleftharpoons 2\text{NO} + \text{Br}_2$

La réaction directe est exothermique.

1. Ecrire les expressions de K_C et K_P pour cette réaction.
2. Expliquer l'influence sur ce système :
 - D'une augmentation de la pression ;
 - D'une diminution de température ;
 - D'une diminution de la quantité de dibrome. Justifier.

EXERCICE 3 : BAC 2008 SB

On effectue la synthèse de l'ammoniac : $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$

On introduit à l'instant $t = 0$ à 600°C et sous la pression de 200 atmosphères, une mole de di-azote et 3 moles de dihydrogène. A l'équilibre, il s'est formé 0,24 mole de NH_3 .

1. Calculer la variance du système à l'équilibre.
2. Calculer les pressions partielles à l'équilibre.
3. En déduire la pression totale à l'équilibre et la valeur de la constante d'équilibre K_P .

EXERCICE 4:

On considère à la température de 986°C l'équilibre $\text{H}_2 + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O} + \text{CO} + \text{Q}$

1) Quelles sont les conséquences sur cet équilibre:

- a. D'une augmentation de température (à pression constante) ?
- b. D'une augmentation de pression (à température constante) ?

2) On met en présence 1 mol de H_2 et 1 mol de CO_2 à 986°C dans un récipient de 5L vide d'air.

A l'équilibre le mélange contient 27,8% en mole du H_2O . Quelle est la valeur de la constante d'équilibre K_P ?

3) Calcule la pression partielle en vapeur d'eau à l'équilibre dans un mélange préparé à partir de 1 mol de CO_2 , de 1 mol de H_2 et 1 mol de CO dans un récipient de 5L vide d'air à 986°C .

On donne: constante des gaz parfaits $R = 0,082 \text{ L.atm.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$.

EXERCICE 5 :

Soit l'équilibre en phase gazeuse : $\text{N}_2\text{O}_4 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$

1. Calcule la variance de ce système. Quel facteur de l'équilibre peut-on choisir ?
2. Exprime en fonction de la pression totale P et du degré de dissociation α , la constante d'équilibre relative aux pressions partielles. Précise l'unité.
3. Sachant qu'à 27°C la pression totale est $P = 1 \text{ atm}$, $K_P = 0,17$. Calculer le coefficient de dissociation α .
4. Etablis pour ce système la relation entre K_P et la constante d'équilibre relative aux concentrations molaires K_C . Calcule K_C à 27°C .

Sous quelle pression aurait-on un degré de dissociation de 0,6 ? ($t = 27^\circ\text{C}$)

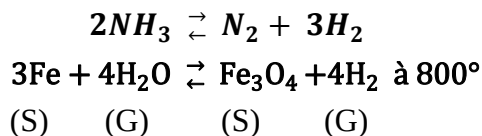
EXERCICE 6: BAC 2015 TSExp (Détermination de la constante K_C)

On fait réagir une mole d'acide éthanóique avec une mole d'alcool isopropylique (propan-2-ol). L'équilibre est atteint lorsqu'il s'est formé 0,6 mole d'ester.

1. Ecrire l'équation bilan de la réaction et nomme les produits formés.
2. Quelle est la constante d'équilibre K_C de cette réaction ?
3. Si, à ce mélange à l'équilibre, on ajoute une mole d'ester, dans quel sens doit évoluer le système ?
4. Quelle sera la composition du mélange dans le nouvel état d'équilibre ?

EXERCICE 7 :

Soit les équilibres suivants :



1. Etudier l'influence de la pression sur le déplacement de ces équilibres.
2. Calculer la variance dans chaque système.

EXERCICE 8 BAC 2009 SE-MTI-MTGC

Lors de la réaction: $H_2O + CO \xrightleftharpoons[2]{1} H_2 + CO_2 + Q$ effectuée dans un récipient indéformable de volume 10 L à 417°C; on a trouvé à l'équilibre : 0,20 mol de CO ; 0,30 mol de H_2O ; 0,70 mol de H_2 et 0,80 mol de CO_2 .

La réaction est exothermique dans le sens 1.

1) Dans quel sens évolue l'équilibre lors :

- a) d'une diminution de la pression.
- b) d'une augmentation de la température.

2) a) Calcule la variance de ce système.

b) Détermine la constante d'équilibre K_C .

3) On ajoute 0,5 mol d'eau au système en équilibre :

- a) Dans quel sens est déplacé l'équilibre ?
- b) Quelle est la nouvelle valeur du nombre de mole de H_2 après le rétablissement de l'équilibre ?

EXERCICE 9: BAC 2005 SB

On considère la dissociation de l'acide iodhydrique : $2HI \rightleftharpoons I_2 + H_2$

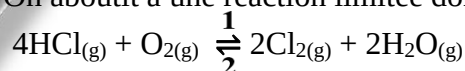
Sachant qu'on est parti de 2 moles de HI et qu'à l'équilibre 25% de l'acide se sont dissociés, on demande

- 1) La composition du mélange à l'équilibre ;
- 2) Les constantes K_C et K_p ;
- 3) Que se passe-t-il si on introduit dans le mélange 2 moles d'hydrogènes.

Quel est alors le degré de dissociation de l'acide ?

EXERCICE 10:

Dans une enceinte de volume $V = 2L$, on mélange 1,5mol de chlorure d'hydrogène (gaz) et 0,3mol de dioxygène (gaz) à la température T. On aboutit à une réaction limitée dont l'équation chimique est:



1) A l'équilibre, il se forme 0,16mol de vapeur d'eau.

a. Montre que le nombre de mol de Cl_2 , O_2 et HCl présents à l'équilibre sont respectivement:

$n(Cl_2) = 0,16mol$; $n(O_2) = 0,22mol$; $n(HCl) = 1,18mol$.

b. En déduis la valeur de la constant d'équilibre K_C .

2) A une température $T' > T$, un nouvel état d'équilibre s'établit lorsque 17,2% de chlorure d'hydrogène initial ont été consommé.

a. Détermine la nouvelle composition du mélange à l'équilibre.

b. Montre que la nouvelle constante d'équilibre est $K'_C = 98,83 \cdot 10^{-5}$.

- c. Que peut-on conclure quant au caractère énergétique des deux réactions associées au sens 1 et 2 ? Justifie la réponse.
- 3) La température étant maintenue constante, quel est l'effet d'une augmentation de pression sur cet équilibre ? Justifie la réponse.

EXERCICE 11: Synthèse de l'ammoniac

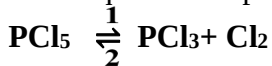
On effectue la synthèse de l'ammoniac à 600°C. L'équation bilan de la réaction: $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \xrightleftharpoons{\frac{1}{2}} 2\text{NH}_3$

On introduit à 600°C et sous la pression initiale $P_0 = 200$ atmosphères, une mole de diazote et 3 moles de dihydrogène. A l'équilibre il s'est formé 0,24mol de NH_3 .

- 1) Calculer la variance de ce système à l'équilibre.
- 2) Déterminer les pressions partielles des différents constituants à l'équilibre ; En déduire la pression totale P.
- 3) Calculer la constante d'équilibre relative aux pressions partielles K_p .

EXERCICE 12: Etude d'une réaction d'équilibre chimique.

Soit l'équilibre en phase gazeuse:



A 300°C, la constante d'équilibre relative aux pressions partielles est $K_p = 11,5\text{atm}$. La pression initiale de PCl_5 est $P_0 = 10\text{atm}$.

- 1) Calcule la variance de ce système.
- 2) Calcule la constante d'équilibre relative aux Concentrations molaires K_C . Donnée $R = 0,082 \text{ L.atm.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$.
- 3) Calcule les pressions partielles des différents gaz à l'équilibre à 300° C.

Quelle est la pression totale P à l'équilibre ?

- 4 Soit α le coefficient de dissociation tel que : $\alpha = \frac{x}{n_0}$ avec n_0 le nombre total de moles au départ. Exprime K_p en fonction de α et de la pression totale P à l'équilibre.

- 5) Calcule α .
- 6) Quelles seront les valeurs des pressions partielles à l'équilibre si le volume du mélange réactionnel est multiplié par 10 ?

EXERCICE 13:

Le dioxyde d'azote et son dimère sont en équilibre selon l'équation-bilan : $\text{N}_2\text{O}_4 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$.

Sous une pression de 1 atm et à 54°C, la densité par rapport à l'air du mélange à l'équilibre est 2,34

- a) Calculer les pressions partielles des deux constituants
- b) Calculer K_p
- c) Quelle serait la composition du mélange à la même température sous 10 atm.

EXERCICE 14:

On met en présence 254 g de diiode et 2 g de dihydrogène et mélange à 450°C jusqu'à l'établissement de l'équilibre. Le mélange contient 1,27 g de diiode. Quelle est la composition exprimée en moles, du mélange ? Calculer la constante d'équilibre K_C et en déduire la constante K_P . Quels sont les facteurs à choisir pour déplacer cet équilibre.

EXERCICE 15:

On fait réagir à température constante, de l'acide acétique et de l'éthanol.

1-écrire l'équation bilan de la réaction et rappeler brièvement quelques caractéristiques de cette réaction.

2-On a mélangé 0,6 mol d'acide acétique et 0,6 mol d'éthanol. Déterminer :

- a) La composition du mélange à l'équilibre.
- b) La constante d'équilibre relative aux concentrations K_C .
- c) A ce mélange à l'équilibre, on ajoute 1 mol d'éthanol. Déterminer la composition du mélange lors du nouvel état d'équilibre.

EXERCICE 16: BAC 2004 - Série : SE, MTI, MTGC

L'acétate d'isoamyle est un ester à odeur de banane. Il est utilisé pour aromatiser certains sirops. On peut le préparer par action de l'acide acétique de masse volumique $1,05.10^3\text{g/L}$ sur le 3-méthylbutane-1-ol de masse volumique $0,81.10^3\text{g/L}$.

- 1) Ecris l'équation bilan de la réaction et nomme l'ester formé.
- 2) On mélange à l'instant initial, 57,2mL d'acide et 109mL d'alcool.
 - a. Calcule les nombres de moles d'alcool et d'acide à l'instant initial.
 - b. Sachant qu'à l'équilibre $\frac{2}{3}$ du nombre initial de moles d'acide ont réagi, détermine la composition du mélange.
- c. Calcule la constante d'équilibre de cette réaction.
- 3) On verse dans le mélange précédent 57,2 mL d'acide.
 - a. Dans quel sens se déplace l'équilibre ?
 - b. En déduis la quantité de matière d'acétate d'isoamyle formé.

EXERCICE 17:

1) Partant d'un mélange équimolaire d'acide éthanoïque et d'éthanol, on constate qu'à l'équilibre, $\frac{2}{3}$ du nombre initial (n_0) de moles d'éthanol ont réagi.

Ecris l'équation bilan de la réaction d'estérification et calcule la constante d'équilibre K_c .

2) Au cours d'une deuxième expérience, on introduit dans un thermostat, réglé à la même température que précédemment, un mélange contenant 60g d'acide éthanoïque, 23g d'éthanol, 36g d'eau et x(g) d'ester.

Quelle doit être la valeur de x pour que le système n'évolue pas, sur le plan chimique ?

3) Dans le mélange précédent toujours à la même température, on ajoute 60g d'acide éthanoïque.

- a. Dans quel sens est déplacé l'équilibre ?
- b. Quelle est la composition molaire à l'équilibre ?

EXERCICE 18:

On introduit dans un récipient vide de volume 6L, maintenu à 627°C , 2moles d'acide iodhydrique.

L'acide se dissocie suivant la réaction : $2\text{HI} = \text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g})$. $R=0,082 \text{ L.atm.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$.

A l'équilibre on constate que la somme des pressions partielles du diiode et du dihydrogène est égale à 6,15atm.

- 1) Détermine la pression totale à l'équilibre et le coefficient de dissociation de l'acide iodhydrique.
- 2) Calcule la constante d'équilibre K_p .

EXERCICE 19:

Soit la réaction $\text{N}_2\text{O}_4 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$ en phase gazeuse.

A 27°C et sous une pression totale de 1bar, il y a en présence, à l'équilibre 0,80moles de N_2O_4 et 0,40moles de NO_2 .

- 1) Quelles sont les pressions partielles de N_2O_4 et de NO_2 à l'équilibre ?
- 2) Quel doit être le volume total du récipient ?
- 3) Quelles sont les concentrations molaires de N_2O_4 et NO_2 à l'équilibre ?
- 4) Quelles sont les valeurs des constantes d'équilibres K_c et K_p pour cette réaction à 27°C .

EXERCICE 20:

On considère l'équilibre chimique suivant : $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$

1) A une température $T_1 = 27^\circ\text{C}$ et sous une pression constante, on enferme 0,5mol de N_2O_4 dans une enceinte de volume $V = 14,76\text{L}$. A l'équilibre 20% des moles de N_2O_4 ont été dissociées.

- a. Détermine la composition du mélange à l'équilibre.
- b. Calcule la constante d'équilibre K_{c1} à la température T_1 .
- c. On désigne par α le coefficient de dissociation de N_2O_4 . Calcule α_1 à la température T_1 .
- 2) La température et le volume sont maintenus constants. Au système précédent à l'équilibre, on ajoute 0,1mol de NO_2 .
 - a. Dans quel sens évolue le système ? Justifie.

- b. Détermine la nouvelle composition du mélange lorsque le nouvel état d'équilibre est atteint.
- 3) Le volume de l'enceinte est toujours le même. A la température $T = 35^\circ\text{C}$, la nouvelle constante d'équilibre est $K_{C2} = 9,5 \cdot 10^{-3}$.
- a. Calcule dans ce cas la valeur du coefficient de dissociation α_2 .
- b. Dis en le justifiant si la réaction de dissociation de N_2O_4 est endothermique ou exothermique.
- 4) Dans quel sens l'équilibre du système précédent évolue si :
- a. On diminue la température à pression constante ?
- b. On augmente la pression à température constante ?

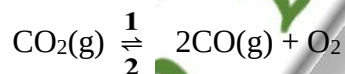
EXERCICE 21 :

On fait réagir à température constante, de l'éthanoate d'éthyle et de l'eau.

1. Ecrire l'équation bilan de la réaction et rappeler ses caractéristiques.
2. On mélange 0,6 mole d'éthanoate d'éthyle et 0,6 mole d'eau. Déterminer :
 - a. La composition du mélange à l'équilibre.
 - b. La constante d'équilibre relative aux concentrations molaires K_C .
3. A ce mélange à l'équilibre, on ajoute 1 mole d'éthanol :
 - a. Déterminer la composition du mélange lors du nouvel état d'équilibre.
 - b. Dans quel sens l'équilibre s'est-il déplacé ? Pourquoi ?

EXERCICE 22:

Dans une enceinte de volume $V = 4\text{L}$, on introduit 1mol de dioxyde de carbone CO_2 gazeux à la température $T_1 = 800^\circ\text{C}$. La dissociation du dioxyde de carbone est schématisée par :

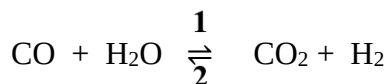


A l'équilibre le nombre de moles total de tous les constituants est égal à 1,25mol.

- 1) Donne l'expression de la constante d'équilibre K_C relative à la réaction de dissociation de CO_2 en fonction du nombre de mole des constituants et du volume V .
- 2) a. Dresse le tableau descriptif d'évolution du système et détermine le nombre de mol de CO_2 , CO et O_2 à l'équilibre.
b. Déduis la valeur de la constante d'équilibre K_{C1} à la température T_1 .
c. Calcule le coefficient de dissociation α du dioxyde de carbone CO_2 à $T_1 = 800^\circ\text{C}$.
- 3) A une température $T_2 = 500^\circ\text{C}$, un nouvel état d'équilibre s'établit. Le coefficient de dissociation de CO_2 est égal à $\alpha' = 0,4$.
- a. Détermine la nouvelle composition du mélange à l'équilibre. Déduis la valeur de la constante d'équilibre K_{C2} à la température T_2 .
- b. Quel est le caractère énergétique des réactions 1 et 2.
- 4) Le système précédent est en équilibre à la température T_1 . Pour favoriser la synthèse du dioxyde de carbone faut-il :
 - a. ajouter ou éliminer le dioxygène ?
 - b. augmenter ou diminuer la pression ?
 - c. utiliser un catalyseur ?

EXERCICE 23: Action de la vapeur d'eau sur du mono-oxyde de carbone

On place dans un récipient à 986°C , un mélange de 3 moles de mono-oxyde de carbone et 1 mole de vapeur d'eau. La pression du mélange est 2 atm. Il se forme du dioxyde de carbone et du dihydrogène suivant l'équation:



La constant d'équilibre relative aux concentrations pour ce système, à cette température est $K_C = 0,63$.

- 1) Quelle est la pression totale P du système à l'équilibre?
- 2) Déterminer la composition du mélange à l'équilibre.
- 3) Calculer la pression partielle de chacun des gaz à l'équilibre.