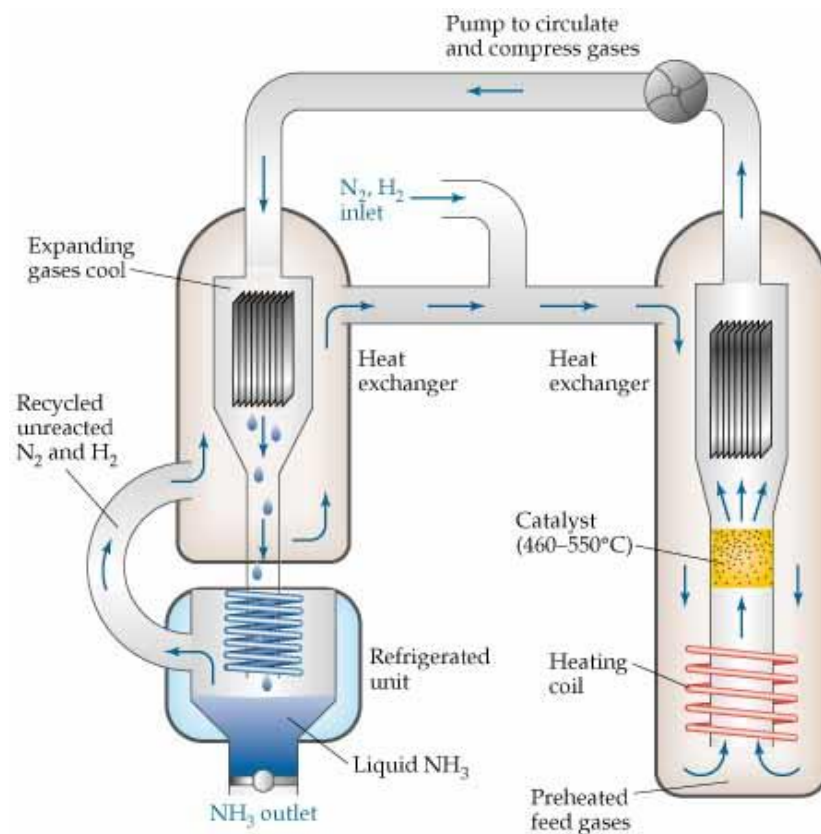


7. EQUILIBRI GASSOSI ED ETEROGENEI





LEGGE DI AZIONE DI MASSA

AD UNA DATA TEMPERATURA, IN UNA REAZIONE CHIMICA ALL'EQUILIBRIO, IL RAPPORTO TRA IL PRODOTTO DELLE CONCENTRAZIONI DEI PRODOTTI ELEVATE AL PROPRIO COEFFICIENTE STECHIOMETRICO E IL PRODOTTO DELLE CONCENTRAZIONI DEI REAGENTI ELEVATE AL PROPRIO COEFFICIENTE STECHIOMETRICO, È UN VALORE COSTANTE:



$$K_c = \frac{[C]^c \cdot [D]^d}{[A]^a \cdot [B]^b}$$

QUANDO LA REAZIONE AVVIENE IN FASE GASSOSA, LA COSTANTE DI EQUILIBRIO PUÒ ESSERE ESPRESSA IN TERMINI DI PRESSIONI PARZIALI. LA COSTANTE CHE SI OTTIENE È:

$$K_p = \frac{p_C^c \cdot p_D^d}{p_A^a \cdot p_B^b}$$

$$K_p = K_c \cdot (R \cdot T)^{\Delta v}$$

$$\Delta v = c + d - a - b$$



ESERCIZI

ES 7.1] Calcolare K_c e K_p per l'equilibrio $\text{CO}_{(g)} + \text{H}_{2(g)} \leftrightarrow \text{CH}_{4(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(g)}$ a 1200 K, sapendo che all'equilibrio: $[\text{CO}] = 0.3000 \text{ M}$, $[\text{H}_2] = 0.8000 \text{ M}$, $[\text{CH}_4] = 0.7660 \text{ M}$, $[\text{H}_2\text{O}] = 0.7760 \text{ M}$.

$$K_c = \frac{[C]^c \cdot [D]^d}{[A]^a \cdot [B]^b}$$

$$K_p = \frac{p_C^c \cdot p_D^d}{p_A^a \cdot p_B^b}$$

$$K_p = K_c \cdot (R \cdot T)^{\Delta \nu}$$

$$\Delta \nu = c + d - a - b$$



ES 7.2] In un recipiente viene introdotto PCl_5 a 0.480 atm e $25.0\text{ }^\circ\text{C}$. Sapendo che $\text{PCl}_{5(\text{g})} \leftrightarrow \text{PCl}_{3(\text{g})} + \text{Cl}_{2(\text{g})}$, con $K_c = 1.00 \cdot 10^{-6}$, calcolare le molarità di tutte le specie all'equilibrio.



ES 7.3] Per la reazione $A_{(g)} \leftrightarrow B_{(g)} + C_{(g)}$ vale $K_c = 0.344$ M. Sapendo che all'equilibrio sono presenti 0.340 mol di B e C in 0.890 L, calcolare la molarità di A all'inizio della reazione e al raggiungimento dell'equilibrio.



ES 7.4] Calcolare K_p e K_c per l'equilibrio $\text{Br}_{2(g)} \leftrightarrow 2\text{Br}_{(g)}$, a partire da $6.30 \cdot 10^{-3}$ mol di Br_2 in 2.80 L. Per riscaldamento a 1798 K si raggiunge l'equilibrio e la pressione totale del sistema risulta di 0.449 atm.



ES 7.5] La K_p dell'equilibrio $\text{FeO}_{(s)} + \text{H}_{2(g)} \leftrightarrow \text{Fe}_{(s)} + \text{H}_2\text{O}_{(g)}$ vale 0.658 a 1023 K. Calcolare il rapporto molare finale $\text{H}_2/\text{H}_2\text{O}$, se all'inizio si ha il 29.0 %V di H_2O .



ES 7.6] In un recipiente di volume costante, vengono introdotti: H_2O 0.10 M, CO 0.15 M, H_2 0.20 M e CO_2 0.25 M. Dopo riscaldamento a 400°C , si instaura l'equilibrio $\text{H}_2\text{O}_{(\text{g})} + \text{CO}_{(\text{g})} \leftrightarrow \text{H}_{2(\text{g})} + \text{CO}_{2(\text{g})}$, con $K_c = 12.01$. Calcolare la %mol di H_2O che ha reagito.



ES 7.7] In un reattore si introducono 1.20 mol FeO, 1.50 mol Fe, 1.60 mol CO e 0.400 mol CO₂, e si instaura l'equilibrio $\text{FeO}_{(s)} + \text{CO}_{(g)} \leftrightarrow \text{Fe}_{(s)} + \text{CO}_{2(g)}$ a 1000 °C. Calcolare la massa di Fe presente all'equilibrio, dove la miscela gassosa è costituita da 72.7% CO e 27.3% CO₂.



ES 7.8] Quando la reazione $\text{COCl}_{2(g)} \leftrightarrow \text{CO}_{(g)} + \text{Cl}_{2(g)}$ è all'equilibrio in un recipiente a volume costante, la pressione totale è di 3.0 atm, $T = 720^\circ\text{C}$ e $K_p = 9.0$ atm. Partendo da 2.0 mol di COCl_2 e 0.50 mol di Cl_2 , calcolare la densità del miscuglio gassoso finale.

$$p_i = x_i \cdot p_{\text{TOT}}$$





ES 7.9] A 400 °C, la K_p per l'equilibrio $\text{SO}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)} \leftrightarrow \text{SO}_{3(g)}$ vale 8.0 atm^{-1} . Calcolare la %V di SO_2 all'equilibrio se, alla pressione di 5.0 atm, il rapporto $p_{\text{SO}_3}/p_{\text{SO}_2} = 2$.



ESERCIZI/11

ES 7.10] Calcolare la K_c per la reazione $\text{H}_2\text{S}_{(g)} \leftrightarrow \text{H}_{2(g)} + \text{S}_{2(g)}$, se la miscela è costituita da 1.00 mol di H_2S , 0.200 mol di H_2 e 0.800 mol di S_2 in un recipiente da 2.00 L.

W 7.01 · 09.1

ES 7.11] Calcolare la massa di NH_4Cl che può dissociarsi, in un recipiente da 10.0 L, secondo l'equilibrio $\text{NH}_4\text{Cl}_{(s)} \leftrightarrow \text{HCl}_{(g)} + \text{NH}_{3(g)}$ ($K_c = 3.60 \cdot 10^{-3} \text{ M}^2$).

8 1.78

ES 7.12] Calcolare la pressione totale in un recipiente da 10.0 L a 85.0 °C, in cui vengono introdotte 0.815 mol di N_2O_4 e si raggiunge l'equilibrio $\text{N}_2\text{O}_{4(g)} \leftrightarrow \text{NO}_{2(g)}$ ($K_p = 0.170 \text{ atm}$).

atm 69.7

ES 7.13] Calcolare la massa di CO_2 che si forma, in un recipiente da 10.0 L a 427 °C, da 10.0 g di CaCO_3 , secondo l'equilibrio $\text{CaCO}_{3(s)} \leftrightarrow \text{CaO}_{(s)} + \text{CO}_{2(g)}$ ($K_p = 0.100 \text{ atm}$).

8 99L.0

ES 7.14] Si introducono in un recipiente, da 5.70 L ed a 1018 K, 0.200 mol di CO_2 e $3.00 \cdot 10^{-2}$ mol di H_2 . Quando l'equilibrio $\text{CO}_{2(\text{g})} + \text{H}_{2(\text{g})} \leftrightarrow \text{CO}_{(\text{g})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{g})}$ è raggiunto, vale $p_{\text{CO}} = 0.315$ atm. Calcolare K_p e K_c .

(equilibrium) 0.304

ES 7.15] Calcolare le moli di N_2 presenti in un recipiente da 10.0 L a 400 °C, insieme a 0.25 mol di H_2 e 0.30 mol di NH_3 , quando vige l'equilibrio $\text{N}_{2(\text{g})} + \text{H}_{2(\text{g})} \leftrightarrow \text{NH}_{3(\text{g})}$ (con $K_p = 0.32 \text{ atm}^{-2}$).

10.0 65.0

ES 7.16] Si introducono in un recipiente (5.0 L) 2.0 mol di NO , 2.0 mol di O_2 e 2.0 mol di NO_2 . Quando l'equilibrio $\text{NO}_{(\text{g})} + \text{O}_{2(\text{g})} \leftrightarrow \text{NO}_{2(\text{g})}$ è raggiunto, sono scomparse 0.30 mol di O_2 . Calcolare la K_c .

1-10 01

ES 7.17] Calcolare la massa di N_2 affinché in un recipiente da 15.0 L, insieme a 7.00 mol di H_2 e 8.00 mol di NH_3 , si realizzi l'equilibrio $\text{N}_{2(\text{g})} + \text{H}_{2(\text{g})} \leftrightarrow \text{NH}_{3(\text{g})}$ ($K_c = 12.9 \text{ M}^{-2}$).

8 7.16



ES 7.18] La fotosintesi può essere rappresentata dalla reazione $6\text{CO}_{2(g)} + 6\text{H}_2\text{O}_{(l)} \leftrightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_{6(s)} + 6\text{O}_{2(g)}$, con $\Delta H^\circ = 2801 \text{ kJ mol}^{-1}$. In che direzione si sposta l'equilibrio se: A) Aumenta la pressione parziale di CO_2 ; B) Si allontana l'ossigeno dalla miscela; C) Si allontana il glucosio dalla miscela; D) Si aggiunge acqua; E) Si aggiunge un catalizzatore; F) Diminuisce la temperatura; G) Si aumenta l'esposizione della pianta alla luce solare.

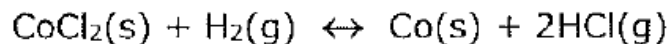
A) Destra; B) Destra;
C) Invariato; D) Invariato;
E) Invariato; F) Sinistra; G) Destra

ES 7.19] I gusci delle uova sono composti principalmente da carbonato di calcio, che si forma dalla reazione $\text{Ca}^{2+}_{(aq)} + \text{CO}_3^{2-}_{(aq)} \leftrightarrow \text{CaCO}_{3(s)}$. Gli ioni carbonato sono forniti dall'anidride carbonica che si forma dal metabolismo. Spiegare perché i gusci delle uova sono più sottili d'estate quando la velocità di respirazione delle galline è maggiore. Ipotezzare inoltre un possibile rimedio.

L'aumento della velocità di respirazione comporta una più rapida eliminazione della CO_2 dall'organismo, quindi diminuisce la quantità di ioni carbonato e si forma meno carbonato di calcio.
Si può ovviare facendo abbassare la temperatura dell'ambiente oppure dando da bere alle galline dell'acqua gassata.

**ES 7.20] Rispondere ai seguenti quesiti:**

18- Alla temperatura di 570°C la reazione di equilibrio



presenta una costante K_p pari a 13,57 atm.

Calcolare la pressione parziale (in atm.) di H_2 ad una pressione totale di equilibrio di 2,0 atm.

Risp:

19- In un volume di 5,00 L sono introdotte:

7,6 moli di H_2

0,5 moli di I_2

0,1 moli di HI

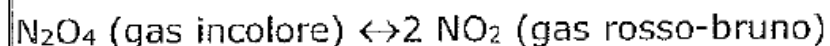
Alla temperatura di 300° si instaura il seguente equilibrio ($K = 99,8$):



Calcolare la percentuale di H_2 che ha reagito.

Risp:

12- Indicare che cosa accade quando, a temperatura costante, viene aumentata la pressione nel seguente sistema in equilibrio:



1) spostamento dell'equilibrio verso destra

2) aumento della dissociazione di N_2O_4 (g)

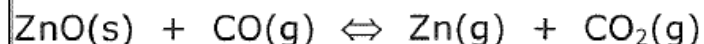
3) non accade nulla

4) aumento della concentrazione di N_2O_4 (g)

5) aumento dell'intensità del colore rosso-bruno della miscela

Risp:

11- Si consideri la reazione:



All'equilibrio sono presenti:

1) 1 fase solida

2) 1 fase solida e 1 fase gassosa

3) 1 fase solida e 2 fasi gassose

4) 1 fase solida e 3 fasi gassose

5) 1 fase gassosa

Risp:

0.23 atm; 4; 6.56%; 2