

## ESERCIZI

**A.1.** Dopo aver scaldato ad una certa temperatura una miscela di  $\text{H}_2$ ,  $\text{I}_2$  e  $\text{HI}$  in un recipiente di  $50,0 \text{ dm}^3$ , quando si stabilì l'equilibrio della reazione  $\text{H}_2 + \text{I}_2 \rightleftharpoons 2\text{HI}$  furono trovati  $15,65 \text{ g}$  di  $\text{H}_2$ ,  $4,26 \text{ g}$  di  $\text{I}_2$  e  $326,0 \text{ g}$  di  $\text{HI}$ . Calcolare la costante di equilibrio della reazione (tutte le sostanze sono allo stato gassoso).

**A.2.**  $45 \text{ g}$  di iodio e  $2,0 \text{ g}$  di idrogeno sono scaldati a  $400 \text{ }^\circ\text{C}$ . Quando si stabilisce l'equilibrio della reazione sono presenti nella miscela  $1,9 \text{ g}$  di iodio. Calcolare la costante di equilibrio della reazione alla stessa temperatura.

**A.3.** Un campione di  $0,100$  moli di  $\text{NH}_3$  fu scaldato in un recipiente di  $1,00 \text{ dm}^3$  in certe condizioni di temperatura e pressione e fu trovato che l'ammoniaca si era dissociata per il  $20\%$ . Calcolare la  $K_c$  della reazione.



**A.4.**  $1,00 \text{ g}$  di  $\text{PCl}_5$  sono posti in un recipiente chiuso di  $1,0 \text{ dm}^3$  e scaldati per alcune ore a  $573 \text{ K}$ . Calcolare la massa di tutte le specie presenti nel recipiente quando si è stabilito l'equilibrio della reazione:



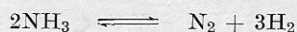
$$K_c = 4,5 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3} \text{ (a } 573 \text{ K)}.$$

✓ (A.5.)

0,50 moli di  $\text{PCl}_5$  sono scaldate a  $300\text{ }^\circ\text{C}$  in un recipiente di  $1,0\text{ dm}^3$ . Calcolare il grado di dissociazione di  $\text{PCl}_5$  in queste condizioni.  $K_c = 4,5 \times 10^{-2}\text{ mol dm}^{-3}$ .

DA CHE DEVE ✓ (A.6.)

Ad una certa temperatura e pressione  $\text{NH}_3$  gassosa fu introdotta in un recipiente del volume di  $1,5\text{ dm}^3$  che fu quindi chiuso. Quando si è stabilito l'equilibrio della reazione



( $K_c$  della reazione =  $0,50\text{ mol}^2\text{ dm}^{-6}$ ), sono presenti  $2,0$  moli di  $\text{N}_2$ . Calcolare il numero di moli di  $\text{NH}_3$  introdotti inizialmente nel recipiente.

✓ (A.7.)

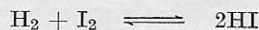
Ad alta temperatura il fosgene si dissocia secondo la reazione:



$0,750\text{ g}$  di fosgene sono introdotti in un recipiente di  $0,500\text{ dm}^3$  di volume e la temperatura portata a  $1073\text{ K}$ . Quando si è stabilito l'equilibrio della reazione, la pressione nel recipiente è  $2,17\text{ atm}$ . Calcolare la costante di equilibrio della reazione espressa mediante le concentrazioni molari.

✓ (A.8.)

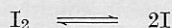
$10,0\text{ cm}^3$  di  $\text{H}_2$  e  $10,0\text{ cm}^3$  di  $\text{I}_2$  allo stato di vapore sono mescolati a  $723\text{ K}$ . Calcolare il volume di  $\text{HI}$  che si è formato quando si raggiunge l'equilibrio della reazione:



$K_c = 55$ .

✓ (A.9.)

In un recipiente di  $250\text{ cm}^3$  di volume sono posti  $0,50\text{ g}$  di iodio. La temperatura è portata a  $1673\text{ K}$ . La pressione all'equilibrio è  $1,43 \cdot 10^5\text{ Pa}$ . Calcolare il grado di dissociazione di  $\text{I}_2$  secondo la reazione:



✓ (A.10.)

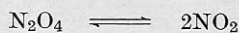
In certe condizioni di temperatura e pressione  $\text{PCl}_5$  si dissocia per il  $15\%$  secondo la reazione:



Calcolare la densità relativa all'ossigeno della miscela dei gas quando si è raggiunto l'equilibrio della reazione.

✓ (A.11.)

$\text{N}_2\text{O}_4$  si dissocia reversibilmente secondo la reazione:



A  $50\text{ }^\circ\text{C}$  ed alla pressione di  $1,00\text{ atm}$  la densità della miscela è  $2,80\text{ g dm}^{-3}$ . Calcolare il grado di dissociazione dell'ipozotide.

no (A.12.)

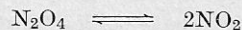
A  $75\text{ }^\circ\text{C}$  e  $5,0\text{ atm}$ ,  $\text{N}_2\text{O}_4$  è dissociato per il  $35\%$ . Calcolare  $K_c$  per la reazione di dissociazione a questa temperatura sapendo che all'equilibrio il peso totale dei prodotti è  $180\text{ mg}$ .

- V (B.1.) Uguali volumi di CO ed H<sub>2</sub>O (vapore) sono introdotti in un recipiente. Quando si è stabilito ad una certa temperatura l'equilibrio della reazione



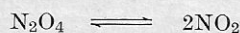
la pressione parziale di H<sub>2</sub> è 11 atm, la pressione totale della miscela è 100 atm. Calcolare la costante di equilibrio della reazione.

- V (B.2.) Quando ad una certa temperatura si raggiunge l'equilibrio della reazione



si trova che N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> è dissociato per il 15%. La pressione della miscela all'equilibrio è 1,52 atm. Calcolare  $K_p$ .

- V (B.3.) A 40 °C ed 1,0 atm una miscela di N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> ed NO<sub>2</sub> contiene il 60% in volume di NO<sub>2</sub>. Calcolare la  $K_p$  della reazione:



- no (B.4.) La costante di equilibrio della reazione di dissociazione



è 0,66 atm a 55 °C. Calcolare la pressione parziale dei due gas ed il grado di dissociazione di N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> alla stessa temperatura sapendo che la pressione totale è  $5,07 \cdot 10^4$  Pa.

- V (B.5.) COCl<sub>2</sub> è posto in un recipiente di 10 dm<sup>3</sup> di volume e la temperatura portata a 1073 K. Quando si è stabilito l'equilibrio della reazione



la pressione totale nel recipiente è 5,40 atm, e si sono formati 5,20 g di Cl<sub>2</sub>. Calcolare il grado di dissociazione di COCl<sub>2</sub> e la  $K_p$ . 31

- V (B.6.) 1,0 mole di SO<sub>2</sub> e 2,0 moli di O<sub>2</sub> sono poste in un recipiente di 2,0 dm<sup>3</sup>. Quando si è stabilito l'equilibrio della reazione



la pressione totale è 1,25 atm mentre la pressione parziale di SO<sub>3</sub> è 0,25 atm. Calcolare la  $K_p$ .

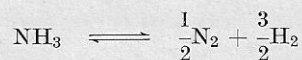
- V (B.7.) In un recipiente di 15 dm<sup>3</sup> sono contenuti all'equilibrio COCl<sub>2</sub>, CO e 0,10 moli di Cl<sub>2</sub> alla temperatura di 1073 K ed alla pressione di 5,00 atm. Calcolare le pressioni parziali di tutte le specie all'equilibrio.  $K_p = 2,17$  atm.

- no (B.8.) 1,0 dm<sup>3</sup> di HCl e 2,0 dm<sup>3</sup> di O<sub>2</sub> (misurati alle condizioni standard) sono portati a 673 K ed a  $1,01 \cdot 10^5$  Pa in un recipiente chiuso. All'equilibrio si sono formati 1,05 dm<sup>3</sup> di Cl<sub>2</sub>. Calcolare  $K_p$  della reazione:



**B.9.**

Un recipiente del volume di 1,5 dm<sup>3</sup> è riempito con 1,5 g di ammoniaca e mantenuto alla temperatura di 448 K. Calcolare  $K_p$  della reazione



sapendo che NH<sub>3</sub> si dissocia per il 15,4%.

**B.10.**

50 g di N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> sono posti in un recipiente chiuso il cui volume è 20 dm<sup>3</sup> alla temperatura di 25 °C. Calcolare il grado di dissociazione di N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>.  $K_p = 0,15$  atm.

**B.11.**

In un recipiente di 4,0 dm<sup>3</sup> sono posti uguali volumi di CH<sub>4</sub> e H<sub>2</sub>S. Quando a 973 K e a  $4,95 \cdot 10^7$  Pa si stabilisce l'equilibrio della reazione



sono presenti tre moli di H<sub>2</sub>. Calcolare la  $K_p$  della reazione.

**C.1.**

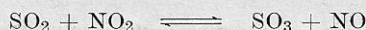
In un recipiente chiuso, ad una certa temperatura e pressione sono presenti all'equilibrio 6,50 moli di CO, 0,65 moli di H<sub>2</sub>O (vapore), 0,68 moli di CO<sub>2</sub> e 0,68 moli di H<sub>2</sub>. A questo punto sono introdotte nel recipiente 2,00 moli di H<sub>2</sub>O (vapore). Calcolare la quantità di CO e H<sub>2</sub> che sono presenti quando si stabilisce il nuovo equilibrio della reazione  $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{H}_2$ . Il volume del recipiente e la temperatura rimangono invariati.

**C.2.**

Una miscela di 2,0 moli di SO<sub>2</sub>, 3,0 moli di O<sub>2</sub> e 2,0 moli di SO<sub>3</sub> si trova all'equilibrio in un recipiente di 10 dm<sup>3</sup> alla temperatura di 523 K. Si calcoli a quale volume deve essere ridotto il recipiente di reazione (a temperatura costante) affinché all'equilibrio siano presenti 3,0 moli di SO<sub>3</sub>.

**C.3.**

Quando si stabilisce l'equilibrio della reazione



la miscela gassosa contiene 5,0 moli di SO<sub>3</sub>, 2,0 di NO, 4,0 di SO<sub>2</sub> e 4,0 di NO<sub>2</sub>. Mantenendo costante la temperatura sono aggiunte nel recipiente 1,0 moli di NO e 1,0 di SO<sub>3</sub>. Calcolare la composizione della miscela quando si stabilisce il nuovo equilibrio della reazione.

**C.4.**

In certe condizioni di temperatura e pressione N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> è dissociato per il 25% in un recipiente di 1,0 dm<sup>3</sup>. Calcolare a quale volume occorre portare il recipiente affinché N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> si dissocia per il 35% alla stessa temperatura.

**C.5.**

1,0 moli di COCl<sub>2</sub> sono poste in un recipiente chiuso. Quando si stabilisce l'equilibrio della reazione



il grado di dissociazione è 0,75. Calcolare il grado di dissociazione di COCl<sub>2</sub> quando alle stesse condizioni di temperatura 1,0 moli di COCl<sub>2</sub> sono poste nello stesso recipiente che contiene già 1,0 moli di CO e 0,5 moli di Cl<sub>2</sub>.

C.6.

A 250 °C ed 1,0 atm  $\text{PCl}_5$  si dissocia per l'80% in  $\text{PCl}_3$  e  $\text{Cl}_2$ . Calcolare la massa di  $\text{Cl}_2$  che occorre aggiungere ad 1,0 mol di  $\text{PCl}_5$  affinché il suo grado di dissociazione passi dall'80% al 50% mantenendo costanti la temperatura ed il volume.

C.7.

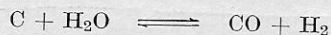
In un recipiente di 10 dm<sup>3</sup> sono introdotti azoto, idrogeno e ammoniaca. Quando si è stabilito l'equilibrio della reazione



sono presenti nel recipiente 2,0 moli di  $\text{N}_2$ , 4,0 di  $\text{H}_2$  e 4,0 di  $\text{NH}_3$ . Il volume del recipiente è quindi variato con un pistone finché, quando si raggiunge il nuovo equilibrio della reazione alla stessa temperatura, sono presenti 5,0 moli di  $\text{NH}_3$ . Trovare il nuovo volume del recipiente.

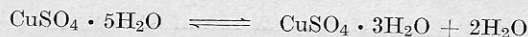
D.1.

In un recipiente chiuso alla temperatura di 900 °C sono presenti all'equilibrio 6,5 moli di C, 1,0 moli di  $\text{H}_2\text{O}$ , 1,5 moli di CO e 1,5 moli di  $\text{H}_2$ . La pressione della miscela all'equilibrio è  $1,51 \cdot 10^7$  Pa. Calcolare  $K_p$  e  $K_c$  della reazione:



D.2.

5,00 g di  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  sono posti in un recipiente inizialmente vuoto di 5,0 dm<sup>3</sup> di volume a 22 °C. Calcolare quanti grammi di  $\text{H}_2\text{O}$  (vapore) si formano nel recipiente quando si è stabilito l'equilibrio della reazione:



$$K_p = 0,95 \times 10^{-4} \text{ atm}^2.$$

D.3.

In un recipiente di 5,0 dm<sup>3</sup> sono contenute all'equilibrio 0,85 moli di CO, 1,45 moli di  $\text{H}_2\text{O}$ , 0,22 moli di  $\text{H}_2$  e 0,35 moli di C alla temperatura di 523 K. In questo recipiente sono aggiunte 0,5 moli di  $\text{H}_2$ . Calcolare le concentrazioni delle specie presenti quando si stabilisce il nuovo equilibrio della reazione:

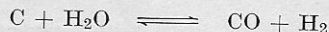


D.4.

In un recipiente della capacità di 1,5 dm<sup>3</sup> vengono introdotte un ugual numero di moli di C e  $\text{H}_2\text{O}$ . Quando si stabilisce l'equilibrio della reazione a 1273 K, il recipiente contiene 2,4 moli di gas in totale mentre la pressione parziale dell'acqua è 25 atm. Calcolare  $K_p$  della reazione e il numero di moli di ciascuna specie all'equilibrio.

D.5.

5,0 g di C e 5,0 g di  $\text{H}_2\text{O}$  furono posti in un recipiente della capacità di 2,0 dm<sup>3</sup> che fu quindi chiuso e portato a 1123 K. Quando si è stabilito l'equilibrio della reazione:



CO costituisce il 30% in volume della miscela. Calcolare  $K_c$  della reazione.

## SOLUZIONI

### ✕ CAPITOLO VIII

**A.1** 50,0 — **A.2** 18,5 — **A.3**  $4,22 \cdot 10^{-5}$  — **A.4**  $\text{PCl}_5$ , 0,076 g;  $\text{PCl}_3$ , 0,599 g;  $\text{Cl}_2$ , 0,308 g — **A.5** 0,259 — **A.6** 23,6 mol — **A.7**  $1,52 \cdot 10^{-2}$  — **A.8** 15,7  $\text{cm}^3$  — **A.9** 0,31 — **A.10** 5,66 — **A.11** 0,24 — **A.12**  $9,78 \cdot 10^{-2}$ .

**B.1**  $7,96 \cdot 10^{-2}$  — **B.2** 0,141 atm — **B.3** 0,90 atm — **B.4**  $\text{NO}_2$ ,  $3,3 \cdot 10^4$  Pa;  $\text{N}_2\text{O}_4$ ,  $1,7 \cdot 10^4$  Pa; 0,497 — **B.5** 0,136; 0,101 atm — **B.6** Indicando con  $x$  il numero di moli di  $\text{O}_2$  che hanno reagito, all'equilibrio sono rimasti  $(1 - 2x)$  moli di  $\text{SO}_2$ ,  $(2 - x)$  moli di  $\text{O}_2$  mentre si sono formati  $2x$  moli di  $\text{SO}_3$ ; 1,83 atm — **B.7**  $P_{\text{COCl}_2}$  0,94 atm;  $P_{\text{CO}}$  3,47 atm;  $P_{\text{Cl}_2}$  0,588 atm — **B.8** 107  $\text{atm}^{-1}$  — **B.9** 0,0784 atm — **B.10** 0,211 — **B.11** 22,3  $\text{atm}^2$ .

**C.1**  $\text{CO}$ , 5,99 mol;  $\text{H}_2$ , 1,19 moli — **C.2** 0,92  $\text{dm}^3$  — **C.3**  $\text{SO}_2$ ;  $\text{NO}_2$ , 4,55 mol;  $\text{SO}_3$ , 5,45 mol;  $\text{NO}$ , 2,45 mol — **C.4** 2,26  $\text{dm}^3$  — **C.5** 0,42 — **C.6** 1,91 g — **C.7** 3,42  $\text{dm}^3$ .  
**D.1** 84,5 atm; 0,878  $\text{mol dm}^{-3}$  — **D.2**  $3,62 \cdot 10^{-2}$  g — **D.3**  $\text{CO}$ , 0,11;  $\text{H}_2\text{O}$ , 0,35;  $\text{H}_2$ , 0,083  $\text{mol dm}^{-3}$  — **D.4** 201 atm;  $\text{H}_2\text{O}$ , 0,36 mol;  $\text{H}_2$ ,  $\text{CO}$ , 1,02 mol — **D.5** 0,442  $\text{mol dm}^{-3}$ .