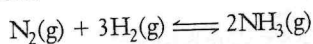


13. Ad una certa temperatura la costante di equilibrio K_c per la reazione



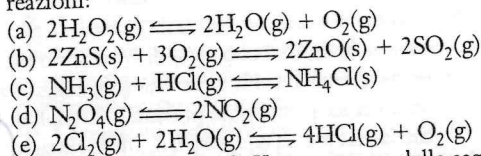
è numericamente uguale ad 1. Dire se ognuna delle seguenti affermazioni è vera o falsa, spiegandone il motivo. (a) Una miscela all'equilibrio deve avere la concentrazione di H_2 tre volte maggiore di quella di N_2 e la concentrazione di NH_3 il doppio di quella di H_2 . (b) Una miscela all'equilibrio deve avere la concentrazione di H_2 tre volte maggiore di quella di N_2 . (c) Una miscela in cui la concentrazione di H_2 è tre volte maggiore di quella di N_2 e la concentrazione di NH_3 è il doppio di quella di N_2 potrebbe essere una miscela all'equilibrio. (d) Una miscela in cui la concentrazione di ogni reagente e di ogni prodotto è 1 M è una miscela all'equilibrio. (e) Ogni miscela in cui le concentrazioni di tutti i reagenti e di tutti i prodotti sono uguali è una miscela all'equilibrio. (f) Una miscela all'equilibrio deve avere concentrazioni uguali di tutti i reagenti e di tutti i prodotti.

14. Perché le concentrazioni dei solidi puri e dei liquidi puri devono essere omesse nelle espressioni della costante di equilibrio?
15. Considerare i seguenti composti, nello stato fisico indicato, come possibili reagenti o prodotti di una reazione chimica. Quali di questi composti debbono essere omessi nell'espressione della costante di equilibrio? $\text{H}_2\text{O}(\text{s})$, $\text{H}_2\text{O}(\ell)$, $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$, $\text{HCl}(\text{g})$, $\text{HCl}(\text{aq})$, $\text{NaHCO}_3(\text{s})$, $\text{CH}_3\text{OH}(\ell)$, $\text{CH}_3\text{OH}(\text{aq})$, $\text{Cl}_2(\text{aq})$, $\text{N}_2(\text{g})$, $\text{NH}_3(\ell)$, $\text{CO}(\text{g})$, e $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s})$.
16. Considerare i seguenti composti, nello stato fisico indicato, come possibili reagenti o prodotti di una reazione chimica. Quali di questi composti debbono essere omessi nell'espressione della costante di equilibrio? Spiegarne il motivo. $\text{CaCO}_3(\text{s})$, $\text{H}_2\text{SO}_4(\ell)$, $\text{NaOH}(\text{s})$, $\text{NaOH}(\text{aq})$, $\text{O}_2(\text{g})$, $\text{CH}_3\text{COOH}(\ell)$, $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq})$, $\text{HI}(\text{g})$, $\text{I}_2(\text{s})$, $\text{C}(\text{grafite})$, e $\text{SO}_3(\text{g})$.

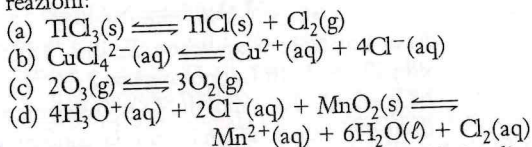
Espressione della costante di equilibrio e valore di K

17. Scrivere l'espressione di K_c per ognuna delle seguenti reazioni:
- $\text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$
 - $\text{SrCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{SrO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$
 - $2\text{CHCl}_3(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CH}_4(\text{g}) + 3\text{Cl}_2(\text{g})$
 - $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$
 - $2\text{NOCl}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$
18. Scrivere l'espressione di K_c per ognuna delle seguenti reazioni:
- $2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + 2\text{SO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + 3\text{O}_2(\text{g})$
 - $4\text{NH}_3(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 4\text{NO}(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{g})$
 - $\text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_5(\text{g})$
 - $\text{NaF}(\text{s}) + \text{H}_2\text{SO}_4(\ell) \rightleftharpoons \text{NaHSO}_4(\text{s}) + \text{HF}(\text{g})$
 - $2\text{SO}_3(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$
19. Scrivere l'espressione di K_c per ognuna delle seguenti reazioni:
- $2\text{CO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}_2(\text{g})$
 - $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$
 - $2\text{HBr}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{g}) + \text{Br}_2(\ell)$
 - $\text{P}_4(\text{g}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{P}_4\text{O}_6(\text{s})$
 - $\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}(\text{g})$

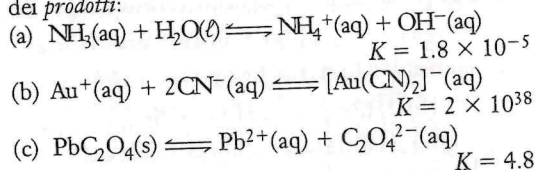
20. Scrivere l'espressione di K_c per ognuna delle seguenti reazioni:



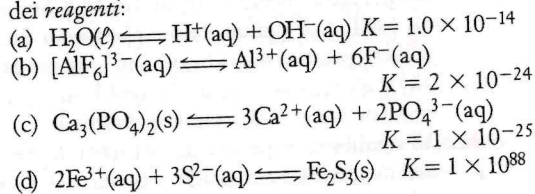
21. Scrivere l'espressione di K_c per ognuna delle seguenti reazioni:



22. Basandosi sui valori delle costanti di equilibrio, dire quali sono le reazioni in cui è favorita la formazione dei prodotti:

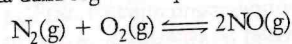


- (d) $\text{HS}^{-}(\text{aq}) + \text{H}^{+}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{S}(\text{aq})$ $K = 1.0 \times 10^7$
23. Basandosi sui valori delle costanti di equilibrio, dire quali sono le reazioni in cui è favorita la formazione dei reagenti:



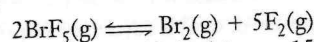
Calcolo di K

24. La reazione tra azoto ed ossigeno per formare $\text{NO}(\text{g})$ è rappresentata dalla seguente equazione chimica:



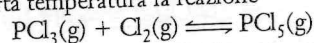
Le concentrazioni all'equilibrio dei gas a 1500 K sono: 1.7×10^{-3} mol/L per O_2 , 6.4×10^{-3} mol/L per N_2 , e 1.1×10^{-5} mol/L per NO . Calcolare, da questi dati, il valore di K_c a 1500 K.

25. A temperature elevate il BrF_5 raggiunge il seguente equilibrio:



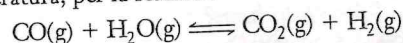
Le concentrazioni all'equilibrio dei gas a 1500 K sono: 0.0064 mol/L per BrF_5 , 0.0018 mol/L per Br_2 , e 0.0090 mol/L per F_2 . Calcolare il valore di K_c .

26. Ad una certa temperatura la reazione



si trova all'equilibrio quando le concentrazioni di PCl_3 , Cl_2 , e PCl_5 sono rispettivamente 10, 9, e 12 mol/L. Calcolare il valore di K_c per questa reazione a quella temperatura.

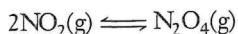
27. Il valore della costante di equilibrio, K_c , ad una data temperatura, per la reazione



è pari a 1.845. Poniamo, alla stessa temperatura, 0.500 moli di CO e 0.500 moli di H_2O in un recipiente da 1 litro e facciamo raggiungere alla reazione

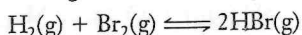
l'equilibrio. Quali saranno le concentrazioni all'equilibrio di tutte le sostanze presenti?

28. Si abbia la reazione: $A(g) + B(g) \rightleftharpoons C(g) + 2D(g)$
Una mole di A ed una mole di B vengono introdotte in un recipiente di 0.400 litri. Una volta raggiunto l'equilibrio, nel recipiente sono presenti 0.20 moli di C. Calcolare la costante di equilibrio, K_c , della reazione data.
29. La reazione



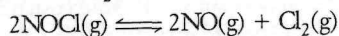
ha una costante di equilibrio, K_c , di 170 a 25°C. Se in un pallone da 10 L sono presenti 2.0×10^{-3} mol di NO_2 e 1.5×10^{-3} mol di N_2O_4 , il sistema è all'equilibrio? Se non è all'equilibrio, la concentrazione di NO_2 aumenterà o diminuirà man mano che la reazione procede verso l'equilibrio?

30. A 500 K, per la seguente reazione, $K_c = 7.9 \times 10^{11}$.



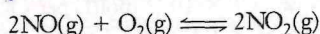
- (a) $\frac{1}{2} H_2(g) + \frac{1}{2} Br_2(g) \rightleftharpoons HBr(g)$ $K_c = ?$
(b) $2HBr(g) \rightleftharpoons H_2(g) + Br_2(g)$ $K_c = ?$
(c) $4HBr(g) \rightleftharpoons 2H_2(g) + 2Br_2(g)$ $K_c = ?$

31. Il cloruro di nitrosile, NOCl, ad alte temperature si decompone a NO e Cl_2



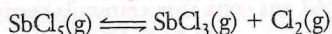
Supponete di mettere 2.00 mol di NOCl in un pallone da 1.0 L e di portare la temperatura a 462°C. Una volta raggiunto l'equilibrio, sono presenti 0.66 mol di NO. Calcolare la costante di equilibrio, K_c , per la reazione di decomposizione da questi dati.

32. All'equilibrio, un pallone da 50 L a 800 K contiene 3.00 mol di CO, 2.00 mol di Cl_2 e 9.00 mol di $COCl_2$. Calcolare la costante di equilibrio, K_c , per la reazione $CO(g) + Cl_2(g) \rightleftharpoons COCl_2(g)$ a questa temperatura.
33. NO e O_2 sono miscelati in un contenitore di un certo volume, mantenuto a 1000 K. Le loro concentrazioni iniziali sono, rispettivamente, 0.0200 mol/L e 0.0300 mol/L. Quando la reazione

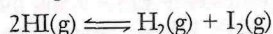


ha raggiunto l'equilibrio la concentrazione di NO_2 è 2.2×10^{-3} mol/L. Calcolare (a) la concentrazione di NO all'equilibrio, (b) la concentrazione di O_2 all'equilibrio, e (c) la costante di equilibrio, K_c , per la reazione considerata.

34. Ad alta temperatura il pentacloruro di antimonio si decompone mediante la seguente reazione in fase gassosa:

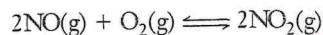


- (a) Ad una certa temperatura una miscela all'equilibrio contiene, in un recipiente di 5 L, 6.91 g di $SbCl_5$, 16.45 g di $SbCl_3$, e 5.11 g di Cl_2 . Calcolare K_c . (b) Se nel recipiente di 5 litri sono posti 25.0 grammi di $SbCl_5$ e si fa raggiungere l'equilibrio alla stessa temperatura del caso (a), quali saranno le concentrazioni all'equilibrio di tutte le specie?
35. A temperatura e pressione standard, la reazione rappresentata dalla seguente equazione



ha una costante di equilibrio, K_c , uguale a 0.021. Calcolare la costante di equilibrio, K_c , per la reazione inversa.

36. La seguente reazione



ha una costante di equilibrio, K_c , uguale a 1538 a 1800°C. Calcolare la costante di equilibrio, K_c , per la reazione inversa.

Il quoziente di reazione, Q

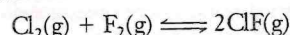
37. Definire il quoziente di reazione, Q . Fare la distinzione tra Q e K .

38. Perché è utile confrontare Q con K ? Quale è la situazione quando (a) $Q = K$? (b) $Q < K$? (c) $Q > K$?

39. Come possiamo confrontare il quoziente di reazione con la costante di equilibrio? Quale è la differenza tra queste due espressioni?

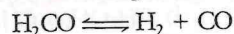
40. Cosa accade se, per una reazione, il quoziente di reazione è più grande della costante di equilibrio? E se $Q < K$?

41. Per la seguente reazione



$K_c = 19.9$. Cosa accadrà in una miscela di reazione contenente inizialmente $[Cl_2] = 0.5$ mol/L, $[F_2] = 0.2$ mol/L, e $[ClF] = 7.3$ mol/L?

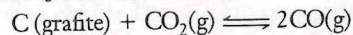
42. La costante di equilibrio in funzione delle concentrazioni per la reazione in fase gassosa



ha, ad una data temperatura, il valore numerico di 0.50. Una miscela di H_2CO , H_2 , e CO viene introdotta in un pallone, a questa temperatura. Dopo un breve periodo un campione della miscela di reazione ha dato all'analisi le seguenti concentrazioni: $[H_2CO] = 0.50$ M, $[H_2] = 0.80$ M, e $[CO] = 0.25$ M. Classificare, come vera o falsa, ognuna delle seguenti affermazioni sulla miscela di reazione.

- (a) La miscela di reazione è all'equilibrio.
(b) La miscela di reazione non è all'equilibrio, ma la reazione non avanzerà ulteriormente.
(c) La miscela di reazione non è all'equilibrio, ma si sposterà verso l'equilibrio facendo reagire altro H_2CO .
(d) La velocità della reazione diretta è uguale alla velocità della reazione inversa.

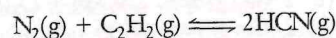
43. Il valore di K_c a 25°C per la reazione



è 3.7×10^{-23} . Descrivere cosa succederà miscelando 3.5 moli di CO e 3.5 moli di CO_2 , in un recipiente da 1.5 litri, con un catalizzatore adatto a far avvenire la reazione alla temperatura data.

Applicazioni della costante di equilibrio, K_c

44. Il valore di K_c a 300°C per la reazione descritta dall'equazione



è 2.3×10^{-4} . Quale sarà la concentrazione all'equilibrio del cianuro d'idrogeno se le concentrazioni

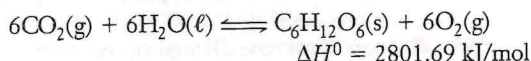
Il colore blu indica un'atmosfera "umida" o "secca"?
Motivare la risposta.



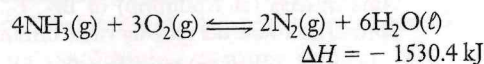
© Cengage Learning/
Charles D. Winters

Cloruro di cobalto (II) esaidrato

60. ● Predire se l'equilibrio per la reazione di fotosintesi descritta dall'equazione



- (i) si sposta a destra, (ii) si sposta a sinistra, o (iii) rimane inalterato se (a) $[\text{CO}_2]$ viene diminuita; (b) P_{O_2} viene aumentata; (c) metà di $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ viene allontanata; (d) la pressione totale viene diminuita; (e) la temperatura viene aumentata; (f) viene aggiunto un catalizzatore.
61. ● Qual è l'effetto della diminuzione della temperatura su ognuno dei seguenti sistemi all'equilibrio?
- (a) $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g}); \Delta H^\circ = -9.45 \text{ kJ/mol}$
- (b) $\text{PCl}_5(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}); \Delta H^\circ = 92.5 \text{ kJ/mol}$
- (c) $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g}); \Delta H^\circ = -198 \text{ kJ/mol}$
- (d) $2\text{NOCl}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}); \Delta H^\circ = 75 \text{ kJ/mol}$
- (e) $\text{C}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}); \Delta H^\circ = 131 \text{ kJ/mol}$
62. Qual è l'effetto della diminuzione di pressione, ottenuta mediante un aumento di volume, su ognuno dei seguenti sistemi all'equilibrio?
- (a) $2\text{CO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}_2(\text{g})$
- (b) $2\text{NO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$
- (c) $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$
- (d) $\text{Ni}(\text{s}) + 4\text{CO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{Ni}(\text{CO})_4(\text{g})$
- (e) $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$
63. Si consideri il sistema



Come varierà il contenuto di ammoniaca all'equilibrio se

- (a) si rimuove $\text{O}_2(\text{g})$?
- (b) si aggiunge $\text{N}_2(\text{g})$?
- (c) si aggiunge acqua?
- (d) si espande il contenitore a pressione costante?
- (e) si aumenta la temperatura?
64. Data la reazione: $\text{A}(\text{g}) + \text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}(\text{g}) + \text{D}(\text{g})$
- (a) All'equilibrio, in un contenitore da 1 litro, sono presenti 1.60 moli di C, 1.60 moli di D, 0.40 moli di A, e 0.40 moli di B. Calcolare la costante di equilibrio per questa reazione.

- (b) Se a questo sistema vengono aggiunte 0.20 moli di B e 0.20 moli di C, quale sarà la nuova concentrazione di A all'equilibrio?

65. Data la reazione: $\text{A}(\text{g}) + \text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}(\text{g}) + \text{D}(\text{g})$
Quando una mole di A ed una mole di B sono mescolate e si lascia raggiungere l'equilibrio a temperatura ambiente, la miscela contiene $\frac{2}{3}$ di mole di C.
- (a) Calcolare la costante di equilibrio.
- (b) Se due moli di A vengono mescolate con due moli di B e si lascia raggiungere l'equilibrio, quante moli di C saranno presenti all'equilibrio?
66. Data la reazione: $\text{A}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{B}(\text{g}) + \text{C}(\text{g})$
- (a) Quando il sistema è all'equilibrio, a 200°C , le concentrazioni trovate sono: $[\text{A}] = 0.30 \text{ M}$, $[\text{B}] = [\text{C}] = 0.25 \text{ M}$. Calcolare K_c .
- (b) Se il volume del contenitore in cui il sistema si trova all'equilibrio, a 200°C , viene repentinamente raddoppiato, quali saranno le nuove concentrazioni all'equilibrio?
- (c) Con riferimento al quesito (a): se il volume del contenitore viene repentinamente dimezzato, a 200°C , quali saranno le nuove concentrazioni all'equilibrio?
67. ▲ La costante di equilibrio K_c , a 252°C , per la dissociazione del pentacloruro di fosforo è 9.3×10^{-2} . Quante moli e quanti grammi di PCl_5 è necessario introdurre in un pallone di 2.5 litri per ottenere una concentrazione di Cl_2 0.17 M?
- $$\text{PCl}_5(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$$
68. A 25°C , K_c per la dissociazione del tetrossido di diazoto a diossido di diazoto vale 5.84×10^{-3}
- $$\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$$
- (a) Calcolare le concentrazioni all'equilibrio di entrambi i gas se 4.00 grammi di N_2O_4 vengono posti in un pallone da 2 litri a 25°C .
- (b) Quali saranno le nuove concentrazioni all'equilibrio se il volume del sistema è repentinamente aumentato a 3 litri, a 25°C ?
- (c) Quali saranno le nuove concentrazioni all'equilibrio se il volume del sistema viene diminuito ad 1 litro, a 25°C ?

***K* in termini di pressioni parziali**

69. Scrivere l'espressione di K_p per ognuna delle reazioni dell'Esercizio 17.
70. Quali sono le condizioni affinché K_c e K_p di una reazione siano numericamente uguali? K_c e K_p sono numericamente uguali per ognuna delle reazioni degli Esercizi 17 e 18? Per quali lo sono?
71. In un contenitore da 2 litri, chiuso e riscaldato a 603 K vengono poste 0.0100 moli di NH_4Cl e 0.0100 moli di NH_3 . A questa temperatura NH_4Cl passa completamente allo stato di vapore. Quando la reazione
- $$\text{NH}_4\text{Cl}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{NH}_3(\text{g}) + \text{HCl}(\text{g})$$
- ha raggiunto l'equilibrio, sono presenti 5.8×10^{-2} moli di HCl . Calcolare (a) K_c e (b) K_p per questa reazione a 603 K .
72. Della CO_2 viene fatta passare su grafite a 500 K . Il flusso di gas che fuoriesce contiene CO al 4.0×10^{-2}