

SUL LIBRO DA PAG 465 A PAG 470

Verifiche di primo livello: conoscenze

NEL SITO:
20 esercizi interattivi

- Qual è la differenza tra un sistema chiuso e uno aperto?
sistema chiuso: scambia con l'ambiente solo energia
sistema aperto: scambia con l'ambiente sia energia sia materia
- Ha maggior energia interna 1 kg di acqua a 25 °C o 1 kg di acqua a 50 °C? Perché?
l'acqua a 50 °C, perché ha maggiore energia cinetica
- Enuncia il primo principio della termodinamica in termini di variazione di energia interna. Specifica la convenzione dei segni.
- L'energia interna aumenta o diminuisce se **a)** si comprime l'aria contenuta in una siringa tappata; **b)** si raffredda la stessa siringa? Perché?
a) aumenta; b) diminuisce
- A che cosa corrisponde il ΔH di reazione?
è il calore di reazione, la differenza di entalpia
- Perché i prodotti di una reazione esotermica sono più stabili dei reagenti?
perché hanno meno energia
- È maggiore l'entropia del ghiaccio o dell'acqua liquida? Perché?
dell'acqua liquida, perché le molecole sono libere di muoversi
- Quali sono i due fattori che spingono i reagenti a trasformarsi nei prodotti?
tendenza alla minima energia e al massimo disordine
- Nella reazione $\text{CaO}_{(s)} + \text{CO}_{2(g)} \longrightarrow \text{CaCO}_{3(s)}$ si ha aumento o diminuzione del disordine? Perché?
diminuzione: si forma un solo prodotto solido
- Qual è la grandezza che ci consente di stabilire se una reazione è spontanea? Come è definita la sua variazione?
l'energia libera $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$
- Perché le reazioni esotermiche che avvengono con aumento di disordine sono sicuramente spontanee?
perché i termini ΔH e $-T\Delta S$ sono negativi e quindi anche ΔG
- Come apparirebbero le due provette della figura 16.5 se si trovassero entrambe a 25 °C?
giallo pallido
- La reazione $\text{N}_2\text{O}_4 \longrightarrow 2\text{NO}_2$ (figura 16.4) è esotermica o endotermica?
endotermica
- Perché il calore è considerato un reagente in un processo endotermico e un prodotto in uno esotermico?
perché in una reazione endotermica occorre fornire calore, mentre una esotermica libera calore
- Facendo riferimento al grafico della figura 16.6, spiega che differenza c'è all'equilibrio fra le velocità della reazione diretta e quella della reazione inversa.
sono uguali
- Perché in acqua non esistono protoni liberi H^+ ?
perché si legano alla molecola d'acqua dando lo ione idronio H_3O^+
- Per ogni soluzione della tabella 16.4, qual è la somma del pH e del pOH? Quale sarebbe il pOH di una soluzione di pH = -1?
pH + pOH = 14; pOH = 15
- Degli acidi elencati in tabella 16.7, individua quelli più forti dell'acido acetico e quelli più deboli.
*acidi più forti: HCNO ; HCOOH ; HNO_2 ; HF ; $\text{HC}_7\text{H}_5\text{O}_6$;
acidi più deboli: $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$; HCN ; HClO*
- Facendo riferimento alla tabella 16.9, disponi in ordine crescente le solubilità molari di AgCl , AgBr , AgI , CH_3COOAg , PbSO_4 , BaSO_4 , BaCrO_4 e PbS .
 CH_3COOAg , PbSO_4 , BaSO_4 , AgCl , BaCrO_4 , AgBr , AgI , PbS
- Facendo riferimento alla tabella 16.9, quale composto di ciascuna delle seguenti coppie ha la maggiore solubilità molare?
a) $\text{Mn}(\text{OH})_2$ o Ag_2CrO_4 *Ag_2CrO_4*
b) BaCrO_4 o Ag_2CrO_4 *Ag_2CrO_4*
- Spiega in che modo il sistema tampone acido acetico-acetato di sodio mantiene costante il pH quando a 1 L di soluzione tampone vengono aggiunte 0,010 mol di HCl (tabella 16.11).
perché subisce una variazione di pH di solo 0,08 unità
-  Explain why a precipitate of NaCl forms when HCl gas is passed into a saturated aqueous solution of NaCl. *because of the common ion effect*
- Perché la velocità di una reazione in genere aumenta al crescere della concentrazione di uno dei reagenti?
perché è maggiore il numero delle collisioni

Le risposte agli esercizi in **rosso** sono a pag. 471.

24. In un contenitore viene immesso ioduro di idrogeno puro, HI, a 700 K: ti aspetti che si decomponga? Giustifica la tua risposta.

*si decompone in parte,
fino al raggiungimento dell'equilibrio*

25. Perché un aumento della temperatura fa aumentare la velocità di reazione?

perché aumenta la frequenza degli urti

26.  What does a catalyst do?

*A catalyst speeds up the rate of a reaction
by lowering the activation energy.*

27. Descrivi in che modo viene raggiunto l'equilibrio quando le sostanze A e B reagiscono fra loro secondo la seguente equazione.



28. Se si diluisce una soluzione acquosa di acido acetico (CH_3COOH), la sua percentuale di ionizzazione aumenta. Per esempio, una soluzione di acido acetico 1,0 M è ionizzata per lo 0,42%, mentre una soluzione 0,10 M è ionizzata per l'1,34%. Spiega questo comportamento in base all'equazione di ionizzazione dell'acido acetico e al principio di Le Châtelier.



Aggiungendo H_2O l'equilibrio si sposta verso destra.

29. La percentuale di ionizzazione di una soluzione di acido acetico 1,0 M è minore di quella di una soluzione di acido acetico 0,10 M, ma la concentrazione di ioni H^+ è maggiore nella soluzione più

concentrata. Spiega questo comportamento utilizzando i dati del quesito precedente.

L'acido più concentrato produce in assoluto un numero maggiore di ioni H^+ . La percentuale di ionizzazione è un rapporto tra gli ioni H^+ e la concentrazione dell'acido ed è maggiore per quello più diluito.

30.  What would cause two separate samples of pure water to have slightly different pH values?

a different temperature

31. Perché nell'acqua pura il pH e il pOH hanno lo stesso valore?

perché $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = 10^{-7} \text{ M}$

32. Spiega perché l'acetato di argento (CH_3COOAg) è più solubile in acido nitrico che in acqua. (Suggerimento: prima scrivi l'equazione di equilibrio e poi considera l'effetto dell'acido sullo ione acetato.) Che cosa accadrebbe se invece dell'acido nitrico si usasse acido cloridrico?

Perché gli ioni H^+ si legano a CH_3COO^- sottraendolo al precipitato. Con l'uso di HCl precipiterebbe AgCl.

33. La dissoluzione dell'acetato di sodio (CH_3COONa) in acqua pura produce una soluzione basica. Perché? (Suggerimento: si forma una piccola quantità di CH_3COOH .)

*l'idrolisi del sale genera ioni OH^- :
 $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^-$*

34. Spiega perché il pH di una soluzione tampone resta praticamente costante quando si aggiunge una piccola quantità di acido o di base.

35. Descrivi quali sono le similitudini e le differenze esistenti fra K_a , K_b , K_w e K_{ps} .

Verifiche di secondo livello: abilità

1. Qual è la variazione di energia interna, ΔU , di un sistema gassoso che, dopo aver ricevuto 50 kJ di calore da un corpo più caldo, si espande ed effettua così un lavoro di 15 kJ?

35 kJ

2. Tre diverse reazioni hanno i seguenti ΔH .

- a) + 540 kJ
b) - 890 kJ
c) - 297 kJ

Qual è la più esotermica? Perché?

b), perché cede più calore

3. Qual è, con ogni probabilità, il segno del ΔS della trasformazione $2\text{H}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)} \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}_{(l)}$? Motiva la risposta.

$\Delta S < 0$

*perché da 3 mol di gas
si passa a 2 mol di liquido*

4. Tenendo presente che la reazione dell'esercizio precedente rappresenta la combustione dell'idrogeno, ritieni che sia spontanea? Perché?

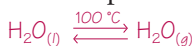
no, perché $\Delta S < 0$ e reazione endotermica

5. Stabilisci se a 25 °C (298 K) la reazione $2\text{NO}_{(g)} + \text{O}_{2(g)} \longrightarrow 2\text{NO}_{2(g)}$, che ha $\Delta H = -112 \text{ kJ}$ e $\Delta S = -147 \text{ J/K}$, procede spontaneamente.

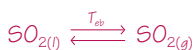
$$\text{e)}, \Delta G = -68,2 \text{ kJ}$$

6. Descrivi i seguenti sistemi reversibili per mezzo di un'equazione.

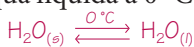
- a) acqua liquida e vapore a 100 °C in una pentola a pressione



- b) un sistema chiuso contenente diossido di zolfo (SO_2) all'ebollizione



- c) una miscela di ghiaccio e acqua liquida a 0 °C



- d) cristalli di Na_2SO_4 in una soluzione acquosa satura di Na_2SO_4



7. Considera il seguente sistema all'equilibrio.



- a) Se lo stato di equilibrio del sistema viene perturbato da un'aggiunta di N_2 , in quale direzione (destra o sinistra) deve procedere la reazione per ristabilirlo? Dopo che è stato raggiunto un nuovo equilibrio, le concentrazioni molari di NH_3 , O_2 , N_2 e H_2O saranno aumentate o diminuite rispetto a quelle presenti prima dell'aggiunta di N_2 ?

sinistra; $[\text{NH}_3]$, $[\text{O}_2]$, $[\text{N}_2]$ aumentano
 $[\text{H}_2\text{O}]$ diminuisce

- b) È una reazione esotermica o endotermica?

esotermica

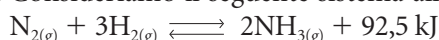
- c) Se lo stato di equilibrio del sistema viene perturbato da un'aggiunta di O_2 , in quale direzione (destra o sinistra) deve procedere la reazione per ristabilirlo? Dopo che è stato raggiunto un nuovo equilibrio, le concentrazioni molari di NH_3 , O_2 , N_2 e H_2O saranno aumentate o diminuite rispetto a quelle presenti prima dell'aggiunta di O_2 ?

destra; $[\text{O}_2]$, $[\text{N}_2]$, $[\text{H}_2\text{O}]$ aumentano
 $[\text{NH}_3]$ diminuisce

- d) Se si perturba lo stato di equilibrio del sistema fornendogli calore, in quale direzione (verso destra o verso sinistra) procederà la reazione per ristabilirlo?

sinistra

8. Consideriamo il seguente sistema all'equilibrio:



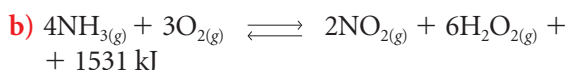
Completa la tabella, indicando le variazioni del numero di moli con A (aumento), D (diminuzione), N (nessun cambiamento) o ? (informazioni insufficienti).

Perturbazione apportata al sistema in equilibrio per ristabilire l'equilibrio	Direzione in cui procede la reazione (destra o sinistra)	Variazione nel numero di moli		
		N_2	H_2	NH_3
a) aggiunta di NH_3	sinistra	A	A	A
b) aggiunta di N_2	destra	A	D	A
c) eliminazione di H_2	sinistra	A	D	D
d) aumento del volume del recipiente di reazione	sinistra	A	A	D
e) aggiunta di un catalizzatore	nessuna variazione	N	N	N
f) diminuzione del volume del contenitore	destra	D	D	A
g) aumento della temperatura	sinistra	A	A	D
h) aggiunta sia di H_2 che di NH_3	?	?	A	A

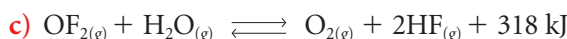
9. Per ciascuna delle seguenti equazioni, determina in quale direzione si sposterà l'equilibrio (destra o sinistra) quando vengono apportate le seguenti modifiche: aumento della temperatura, aumento della pressione diminuendo il volume del recipiente di reazione e aggiunta di un catalizzatore.



destra - sinistra - nessuna variazione



sinistra - sinistra - nessuna variazione



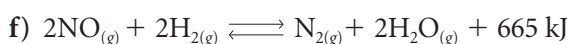
sinistra - sinistra - nessuna variazione



destra - destra - nessuna variazione

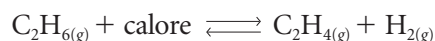


sinistra - nessuna variazione - nessuna variazione



sinistra - destra - nessuna variazione

10. In base al principio di Le Châtelier, indica come si sposta l'equilibrio (se si sposta) della reazione seguente nelle condizioni proposte



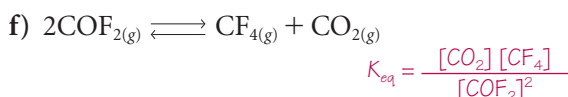
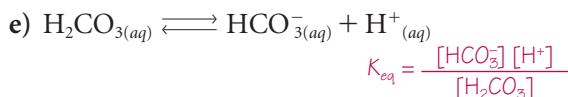
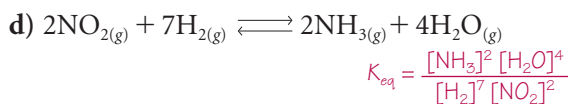
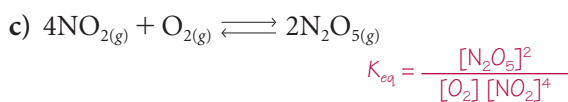
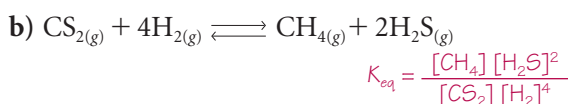
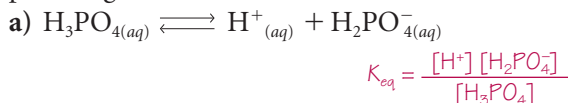
- a) se C_2H_6 viene rimosso dal sistema sinistra

- b) se viene aumentato il volume del contenitore destra

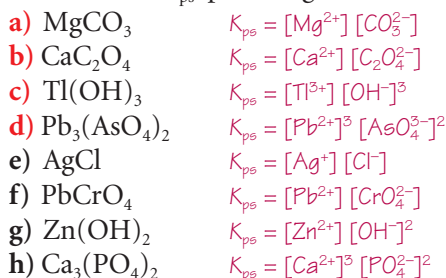
- c) se viene innalzata la temperatura destra

- d) se viene diminuita la concentrazione dell'idrogeno gassoso *destra*
 e) se viene aggiunto un catalizzatore *nessuna variazione*

11. Scrivi l'espressione della costante di equilibrio per le seguenti reazioni.

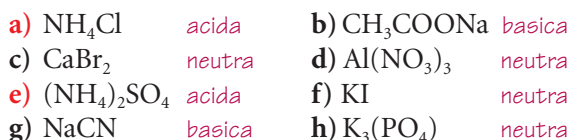


12. Scrivi l'espressione della costante del prodotto di solubilità, K_{ps} , per le seguenti sostanze.

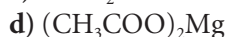
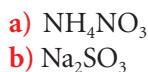


13. Che effetto produce un aumento di $[\text{H}^+]$ di una soluzione **a)** sul pH, **b)** sul pOH, **c)** su $[\text{OH}^-]$ e **d)** su K_w ?
 a) pH diminuisce; b) pOH aumenta;
 c) $[\text{OH}^-]$ diminuisce; K_w resta invariata

14. Stabilisci se, quando vengono disciolti in acqua, i seguenti sali formano una soluzione acida, basica o neutra.



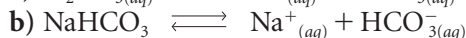
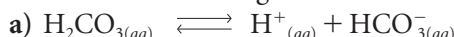
15. Scrivi l'equazione per l'idrolisi dei seguenti sali in soluzione acquosa.



16. Scrivi l'equazione per l'idrolisi dei seguenti ioni.



17. Uno dei sistemi più importanti di regolazione del pH del sangue è costituito da un tampone acido carbonico-idrogenocarbonato di sodio.



Spiega in che modo il tampone si oppone alle variazioni di pH quando nel flusso sanguigno compare un eccesso di base, OH^- .

Gli OH^- reagiscono con gli H^+ per formare H_2O .

L' H_2CO_3 si dissocia in parte per ripristinare la diminuzione degli ioni H^+ .

18. Calcola **a)** la concentrazione di ioni H^+ , **b)** il pH e **c)** la percentuale di ionizzazione di una soluzione di fenolo 0,25 M. ($K_a = 1,3 \times 10^{-10}$)

a) $5,7 \cdot 10^{-6}$ M; b) 5,24; c) $2,3 \cdot 10^{-5}\%$

19. Calcola **a)** la concentrazione di ioni H^+ , **b)** il pH e **c)** la percentuale di ionizzazione di una soluzione di acido acetico CH_3COOH 0,25 M. ($K_a = 1,8 \times 10^{-5}$)

a) $2,1 \cdot 10^{-3}$ M; b) 2,68; c) 0,84%

20. Una soluzione 0,500 M di un acido debole, HA, è ionizzata per lo 0,68%. Calcola la costante di ionizzazione dell'acido.

$K_a = 2,3 \cdot 10^{-5}$

21.  A 0,025 M solution of a weak acid, HA, is 0,45% ionized. Calculate the K_a for acid.

$K_a = 5,1 \cdot 10^{-7}$

22. Calcola la percentuale di ionizzazione e il pH delle seguenti soluzioni di HClO ($K_a = 3,5 \times 10^{-8}$):
a) 1,0 M, **b)** 0,1 M e **c)** 0,010 M.

a) 0,019% - pH = 3,73; b) 0,06% - pH = 4,2;

c) 0,19% - pH = 4,73

23. Calcola la percentuale di ionizzazione e il pH delle seguenti soluzioni di CH_3COOH ($K_a = 1,8 \times 10^{-5}$):
a) 1,0 M, **b)** 0,1 M e **c)** 0,010 M.

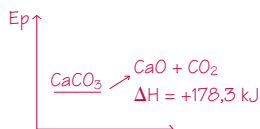
a) 0,42% - pH = 2,38; b) 1,3% - pH = 2,9;

c) 4,2% - pH = 3,38

24.  Una soluzione 0,23 M di un acido debole ha pH 2,89. Determina la K_a dell'acido.
 $K_a = 7,3 \cdot 10^{-6}$
25.  Una soluzione 0,37 M di un acido debole (HA) ha un pH di 3,7. Qual è la K_a di questo acido?
 $K_a = 1 \cdot 10^{-7}$
26. Il reagentario di un laboratorio contiene una soluzione di HNO_3 3,0 M. Calcola $[\text{H}^+]$, $[\text{OH}^-]$, il pH e il pOH della soluzione.
 $[\text{H}^+] = 3,0 \text{ M}$; $[\text{OH}^-] = 3,3 \cdot 10^{-16} \text{ M}$;
 pH = -0,48; pOH = 14,48
27. Per un esperimento di laboratorio, uno studente ha bisogno di una soluzione di NaOH 1,0 M. Calcola $[\text{H}^+]$, $[\text{OH}^-]$, il pH e il pOH della soluzione.
 $[\text{H}^+] = 1,0 \cdot 10^{-14} \text{ M}$; $[\text{OH}^-] = 1,0 \text{ M}$;
 pH = 14,00; pOH = 0,00
28. Calcola il pH e il pOH delle seguenti soluzioni.
 a) NaOH 0,0010 M pH = 11,00; pOH = 3,00
 b) HCl 0,125 M pH = 0,903; pOH = 13,097
 c) $\text{HC}_6\text{H}_5\text{O}$ 0,0250 M ($K_a = 1,3 \cdot 10^{-10}$)
 pH = 5,74; pOH = 8,26
 d) HBr 0,250 M pH = 0,602; pOH = 13,398
 e) KOH 0,333 M pH = 13,522; pOH = 0,478
 f) CH_3COOH 0,895 M ($K_a = 1,8 \cdot 10^{-5}$)
 pH = 2,40; pOH = 11,60
29. Calcola $[\text{OH}^-]$ nelle seguenti soluzioni.
 a) $[\text{H}^+] = 4,0 \cdot 10^{-9}$ $[\text{OH}^-] = 2,5 \cdot 10^{-6} \text{ M}$
 b) $[\text{H}^+] = 1,0 \cdot 10^{-4}$ $[\text{OH}^-] = 1,0 \cdot 10^{-10} \text{ M}$
 c) $[\text{H}^+] = 2,8 \cdot 10^{-6}$ $[\text{OH}^-] = 3,6 \cdot 10^{-9} \text{ M}$
 d) $[\text{H}^+] = 8,9 \cdot 10^{-2}$ $[\text{OH}^-] = 1,1 \cdot 10^{-13} \text{ M}$
30. Calcola $[\text{H}^+]$ nelle seguenti soluzioni.
 a) $[\text{OH}^-] = 4,5 \cdot 10^{-6}$ $[\text{H}^+] = 2,2 \cdot 10^{-9} \text{ M}$
 b) $[\text{OH}^-] = 6,0 \cdot 10^{-7}$ $[\text{H}^+] = 1,7 \cdot 10^{-8} \text{ M}$
 c) $[\text{OH}^-] = 1 \cdot 10^{-8}$ $[\text{H}^+] = 1,0 \cdot 10^{-6} \text{ M}$
 d) $[\text{OH}^-] = 7,3 \cdot 10^{-4}$ $[\text{H}^+] = 1,4 \cdot 10^{-11} \text{ M}$
31. Sulla base dei seguenti dati sulla solubilità, calcola la costante del prodotto di solubilità per ciascuna delle sostanze in questione.
 a) ZnS $3,5 \cdot 10^{-12} \text{ mol/L}$ $K_{ps} = 1,2 \cdot 10^{-23}$
 b) $\text{Pb}(\text{IO}_3)_2$ $4,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L}$ $K_{ps} = 2,6 \cdot 10^{-13}$
 c) Ag_3PO_4 $6,73 \cdot 10^{-3} \text{ g/L}$ $K_{ps} = 1,81 \cdot 10^{-18}$
 d) $\text{Zn}(\text{OH})_2$ $2,33 \cdot 10^{-4} \text{ g/L}$ $K_{ps} = 5,13 \cdot 10^{-17}$
 e) BaSO_4 $3,9 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L}$ $K_{ps} = 1,5 \cdot 10^{-9}$
 f) Ag_2CrO_4 $7,8 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L}$ $K_{ps} = 1,9 \cdot 10^{-12}$
 g) CaSO_4 0,67 g/L $K_{ps} = 2,4 \cdot 10^{-5}$
 h) AgCl 0,0019 g/L $K_{ps} = 1,7 \cdot 10^{-10}$
32. Calcola la solubilità molare delle seguenti sostanze.
 a) PbSO_4 , $K_{ps} = 1,3 \cdot 10^{-8}$ $S = 1,1 \cdot 10^{-4} \text{ M}$
 b) BaCrO_4 , $K_{ps} = 8,5 \cdot 10^{-11}$ $S = 9,2 \cdot 10^{-6} \text{ M}$
 c) CaF_2 , $K_{ps} = 3,9 \cdot 10^{-11}$ $S = 2,1 \cdot 10^{-4} \text{ M}$
 d) $\text{Fe}(\text{OH})_3$, $K_{ps} = 6,1 \cdot 10^{-38}$ $S = 2,2 \cdot 10^{-10} \text{ M}$
33. Calcola la solubilità (espressa in grammi per 100 mL di soluzione) di ciascuna sostanza dell'esercizio precedente.
 a) $S = 3,3 \cdot 10^{-4}\% \text{ m/V}$; b) $S = 2,3 \cdot 10^{-5}\% \text{ m/V}$;
 c) $S = 1,6 \cdot 10^{-3}\% \text{ m/V}$; d) $S = 2,4 \cdot 10^{-9}\% \text{ m/V}$
34.  50,0 mL di una soluzione di AgNO_3 di concentrazione $1,0 \cdot 10^{-4} \text{ M}$ sono mescolati con 100 mL di una soluzione di NaCl $1,0 \cdot 10^{-4} \text{ M}$. Determina mediante gli opportuni calcoli se si forma o meno un precipitato. Si ammette che i volumi siano additivi. (K_{ps} di AgCl = $1,7 \cdot 10^{-10}$)
 Si forma un precipitato.
35.  Solutions containing 100 mL of 0,010 M Na_2SO_4 and 100 mL of 0,001 M $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ are mixed. Show by calculation whether or not a precipitate will form. Assume that the volumes are additive. (K_{sp} for $\text{PbSO}_4 = 1,3 \cdot 10^{-8}$)
 A precipitate will form.
36.  How many moles of AgBr will dissolve in 1,0 L of 0,10 M MgBr_2 ? ($K_{sp} = 5,2 \cdot 10^{-13}$ for AgBr)
 $2,6 \cdot 10^{-12} \text{ mol AgBr}$ will dissolve
37. Quante moli di bromuro d'argento AgBr si sciolgono in 1,0 L di una soluzione di NaBr 0,10 M? (K_{ps} di AgBr = $5,2 \cdot 10^{-13}$)
 $5,2 \cdot 10^{-12} \text{ mol}$
38. Calcola $[\text{H}^+]$ e il pH di una soluzione tampone costituita da CH_3COOH 0,20 M e da una quantità sufficiente di acetato di sodio perché $[\text{CH}_3\text{COO}^-]$ sia uguale a 0,10 M. (K_a di $\text{CH}_3\text{COOH} = 1,8 \cdot 10^{-5}$)
 $[\text{H}^+] = 3,6 \cdot 10^{-5} \text{ M}$; pH = 4,44
39. Quando 1,0 mL di acido cloridrico HCl 1,0 M viene aggiunto a 50 mL di NaCl 1,0 M, la $[\text{H}^+]$ varia da $1 \cdot 10^{-7} \text{ M}$ a $2,0 \cdot 10^{-2} \text{ M}$. Calcola il pH iniziale e la variazione di pH della soluzione.
 $\text{pH}_i = 7,0$; $\Delta\text{pH} = 5,3$
40. Quando 1,0 mL di HCl 1,0 M viene aggiunto a 50 mL di una soluzione tampone che contiene CH_3COOH 1,0 M e CH_3COONa 1,0 M, la $[\text{H}^+]$ varia da $1,8 \cdot 10^{-5} \text{ M}$ a $1,9 \cdot 10^{-5} \text{ M}$. Calcola il pH iniziale e la variazione di pH della soluzione.
 $\text{pH}_i = 4,74$; $\Delta\text{pH} = 0,02$

Verifiche di terzo livello: problemi

1. Costruisci uno schema energetico simile a quello della figura 16.3 relativo alla trasformazione $\text{CaCO}_{3(s)} + 178,3 \text{ kJ} \rightleftharpoons \text{CaO}_{(s)} + \text{CO}_{2(g)}$.



2. La sintesi industriale dell'ammoniaca si effettua a partire dagli elementi secondo l'equazione seguente: $\text{N}_{2(g)} + 3\text{H}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{NH}_{3(g)}$. Sapendo che ha $\Delta H = -91,8 \text{ kJ}$ e $\Delta G = -32,8 \text{ kJ}$, determina la variazione di entropia a 25 °C.

$$\Delta S = -0,198 \text{ kJ/K}$$

3. Considera i dati del quesito precedente. La sintesi dell'ammoniaca è una reazione spontanea? Perché, allora, deve essere catalizzata?

È spontanea. Un catalizzatore ne aumenta la velocità.

4. Perché nell'espressione della K_{ps} non compare la specie reagente?

perché è un solido

5. Il diagramma energetico della figura 16.3 si riferisce a una reazione esotermica. Da che cosa si capisce?

$$\Delta H < 0$$

6. Disegna il diagramma energetico di una reazione endotermica per mezzo di una linea continua, poi rappresenta con una linea tratteggiata cosa accadrebbe per aggiunta di un catalizzatore.



7. Qual è il massimo numero di moli di HI che si possono ottenere dalla reazione fra 2,30 mol di I_2 e 2,10 mol di H_2 ?

$$4,20 \text{ mol di HI}$$

8. a) Quante moli di ioduro di idrogeno (HI) si ottengono dalla reazione a 700 K fra 2,00 mol di H_2 e 2,00 mol di I_2 ? (La reazione è completa al 79%.)

$$3,16 \text{ mol di HI}$$

- b) L'aggiunta di 0,27 mol di I_2 aumenta la resa di HI all'85%. Quante moli di H_2 , I_2 e HI sono presenti nella nuova situazione di equilibrio?

$$[\text{I}_2] = 0,57 \text{ mol}; [\text{H}_2] = 0,30 \text{ mol}; [\text{HI}] = 3,40 \text{ mol}$$

- c) In base ai dati del punto a), calcola K_{eq} per la reazione a 700 K.

$$K_{eq} = 0,566$$

9. Dopo che la reazione fra 6,00 g di idrogeno (H_2) e 200 g di iodio (I_2) a 500 K ha raggiunto l'equilibrio, l'analisi dimostra che il mi-

scoglio contiene 64,0 g di HI. Quante moli di H_2 , I_2 e HI sono presenti all'equilibrio?

$$2,73 \text{ mol H}_2; 0,538 \text{ mol I}_2; 0,500 \text{ mol HI}$$

10. Qual è la costante di equilibrio della reazione $\text{PCl}_{3(g)} + \text{Cl}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{PCl}_{5(g)}$ se un recipiente da 20 L contiene 0,10 mol di PCl_3 , 1,50 mol di Cl_2 e 0,22 mol di PCl_5 ?

$$K_{eq} = 29$$

11. Se la velocità di una reazione raddoppia per ogni aumento di 10 °C della temperatura, qual è il rapporto fra la velocità di reazione a 100 °C e quella a 30 °C?

A 100 °C la reazione procede 128 volte più rapidamente.

12. È possibile che una soluzione di NH_4Cl sia acida? Calcola il pH di una soluzione di NH_4Cl 0,30 M. ($\text{NH}_4^+ \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}^+$, $K_{eq} = 5,6 \times 10^{-10}$)

$$\text{si}; \text{pH} = 4,89$$

13. Calcola il pH di una soluzione tampone costituita da CH_3COOH (0,30 M) e CH_3COO^- (0,20 M).

$$\text{pH} = 4,56$$

14. Mescolando 50,0 mL di BaCl_2 0,10 M e 50,0 mL di Na_2CrO_4 0,15 M si forma un precipitato di BaCrO_4 . Calcola la concentrazione di Ba^{2+} che resta in soluzione.

$$[\text{Ba}^{2+}] = 3,4 \cdot 10^{-9} \text{ M}$$

15. Calcola la costante di ionizzazione di ciascuno dei seguenti acidi. La reazione di ionizzazione acida è $\text{HA} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{A}^-$.

Acido	Concentrazione dell'acido	$[\text{H}^+]$
ipocloroso, HClO	0,10 M	$5,9 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ $K_A = 3,5 \cdot 10^{-8}$
propanoico, $\text{HC}_3\text{H}_5\text{O}_2$	0,15 M	$1,4 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ $K_A = 1,3 \cdot 10^{-5}$
cianidrico, HCN	0,20 M	$8,9 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$ $K_A = 4,0 \cdot 10^{-10}$

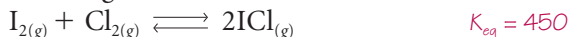
16. La K_{ps} di CaF_2 è $3,9 \times 10^{-11}$. Calcola a) la concentrazione molare di Ca^{2+} e di F^- in una soluzione satura e b) i grammi di CaF_2 che si sciolgono in 500 mL di acqua.

$$\text{a) } [\text{Ca}^{2+}] = 2,1 \cdot 10^{-4} \text{ M}; [\text{F}^-] = 4,2 \cdot 10^{-4} \text{ M}$$

$$\text{b) } 8,2 \cdot 10^{-3} \text{ g}$$

17. Calcola se si formerà o meno un precipitato quando si mescolano le seguenti soluzioni.
 $(K_{ps} \text{ PbSO}_4 = 1,3 \times 10^{-8}; K_{ps} \text{ AgCl} = 1,7 \times 10^{-10}; K_{ps} \text{ Ca(OH)}_2 = 1,3 \times 10^{-6})$
 a) 100 mL di Na_2SO_4 0,010 M e 100 mL di $\text{Pb(NO}_3)_2$ 0,001 M sì
 b) 50 mL di AgNO_3 $1,0 \times 10^{-4}$ M e 100 mL di NaCl $1,0 \times 10^{-4}$ M sì
 c) 1,0 g di $\text{Ca(NO}_3)_2$ in 150 mL di H_2O e 250 mL di NaOH 0,01 M no
18. A una soluzione satura di BaSO_4 viene aggiunto BaCl_2 finché $[\text{Ba}^{2+}]$ diventa uguale a 0,050 M.
 a) All'equilibrio, qual è la concentrazione di SO_4^{2-} in soluzione? $3,0 \cdot 10^{-8}$ M
 b) Quanti grammi di BaSO_4 restano disciolti in 100 mL di soluzione? ($K_{ps} \text{ BaSO}_4 = 1,5 \times 10^{-9}$) $7,0 \cdot 10^{-7}$ g
19. La K_{ps} di PbCl_2 è $2,0 \times 10^{-5}$. Se 0,050 mol di $\text{Pb(NO}_3)_2$ e 0,010 mol di NaCl vengono disciolti in 1,0 L di soluzione si formerà un precipitato o no? Giustifica la tua risposta.
 no, perché $[\text{Pb}^{2+}] \cdot [\text{Cl}^-] < K_{ps}$
20. In una soluzione di Ba^{2+} 0,10 M e Sr^{2+} 0,10 M, quale solfato precipiterà per primo fra BaSO_4 e SrSO_4 se viene aggiunta goccia a goccia una soluzione diluita di H_2SO_4 ? Giustifica la tua risposta.
 $(K_{ps} \text{ BaSO}_4 = 1,5 \times 10^{-9}; K_{ps} \text{ SrSO}_4 = 3,5 \times 10^{-7})$
BaSO₄, che ha il valore più basso di K_{ps}
21. Calcola la K_{eq} della reazione seguente.
 $2\text{SO}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{SO}_{3(g)}$
 Le concentrazioni all'equilibrio dei gas a 530 °C sono rispettivamente $[\text{SO}_2] = 4,20$ M;
 $[\text{O}_2] = 0,60 \times 10^{-3}$ M; $[\text{SO}_3] = 11,0$ M.
 $K_{eq} = 1,1 \cdot 10^4$
22. Calcola la K_{ps} di BaF_2 sapendo che per saturare 15,0 mL di acqua sono necessari 0,048 g di BaF_2 .
 $K_{ps} = 2,3 \cdot 10^{-5}$
23. La K_{eq} per la reazione di sintesi di $\text{NH}_3(g)$ a partire dai suoi elementi è uguale a 4,0. Se le concentrazioni all'equilibrio di $\text{N}_{2(g)}$ e di $\text{H}_{2(g)}$ sono entrambe 2,0 M, qual è la concentrazione all'equilibrio di $\text{NH}_3(g)$?
 $[\text{NH}_3] = 8,0$ M (reazione: $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$)
24. La K_{ps} di SrSO_4 è $7,6 \times 10^{-7}$. Se 25,0 mL di una soluzione di SrCl_2 $1,0 \times 10^{-3}$ M sono mescolati con 15,0 mL di una soluzione di Na_2SO_4 $1,0 \times 10^{-3}$ M, si forma un precipitato? Giustifica la tua risposta.
 no, perché $[\text{Sr}^{2+}] [\text{SO}_4^{2-}] < K_{ps}$
25.  La solubilità di Hg_2I_2 in acqua è pari a $3,04 \times 10^{-7}$ g/L. Calcola la K_{ps} per l'equilibrio $\text{Hg}_2\text{I}_2 \rightleftharpoons \text{Hg}_2^{2+} + 2\text{I}^-$.
 $K_{ps} = 4,00 \cdot 10^{-28}$
26. In condizioni opportune, il riscaldamento dell'ossigeno può portare alla sua trasformazione in ozono secondo la reazione seguente.
 $3\text{O}_{2(g)} + \text{calore} \rightleftharpoons 2\text{O}_{3(g)}$
 Cita tre modi per aumentare la resa di questa reazione.
 fornire calore; aumentare la concentrazione di O_2 ; aumentare la pressione
27.   One day in a laboratory, some water spilled on a table. In just a few minutes the water had evaporated. Some days later, a similar amount of water spilled again. This time, the water remained on the table after 7 or 8 hours. Name three conditions that could have changed in the lab to cause this difference.
 a) the temperature could have been cooler
 b) the umidity in the air could have been higher
 c) the air pressure could have been greater
28. Per la reazione $\text{CO}_{(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(g)} \rightleftharpoons \text{CO}_{2(g)} + \text{H}_{2(g)}$ a una certa temperatura, K_{eq} è uguale a 1. Che cosa ti aspetti di trovare all'equilibrio?
 a) solo CO_2 e H_2 no
 b) prevalentemente CO_2 e H_2 no
 c) all'incirca le stesse concentrazioni di CO e H_2O rispetto a CO_2 e H_2 sì
 d) prevalentemente CO e H_2O no
 e) solo CO e H_2O no
 Giustifica brevemente le tue risposte.
29. Scrivi le espressioni della costante di equilibrio per le seguenti reazioni.
 a) $3\text{O}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{O}_{3(g)}$ $K_{eq} = [\text{O}_3]^2 / [\text{O}_2]^3$
 b) $\text{H}_2\text{O}_{(g)} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}_{(l)}$ $K_{eq} = [\text{H}_2\text{O}_{(l)}] / [\text{H}_2\text{O}_{(g)}]$
 c) $\text{MgCO}_{3(s)} \rightleftharpoons \text{MgO}_{(s)} + \text{CO}_{2(g)}$ $K_{eq} = [\text{CO}_2]$
 d) $2\text{Bi}^{3+}_{(aq)} + 3\text{H}_2\text{S}_{(aq)} \rightleftharpoons \text{Bi}_2\text{S}_{3(s)} + 6\text{H}^+_{(aq)}$ $K_{eq} = [\text{H}^+]^6 / ([\text{Bi}^{3+}]^2 \cdot [\text{H}_2\text{S}]^3)$
30. Quando A e B, ciascuno a una concentrazione di 1,0 M, vengono mescolati, reagiscono per produrre C secondo la reazione seguente.
 $2\text{A} + \text{B} \rightleftharpoons \text{C}$
 All'equilibrio, si trova che la concentrazione di C è 0,30 M. Calcola il valore di K_{eq} .
 $K_{eq} = 2,7$

31. A una certa temperatura, la K_{eq} della reazione
- $$2\text{ICl}_{(g)} \rightleftharpoons \text{I}_{2(g)} + \text{Cl}_{2(g)}$$
- vale $2,2 \times 10^{-3}$. Calcola il valore di K_{eq} della reazione seguente.



32. A una soluzione di HNO_2 1 M viene aggiunta una goccia di una soluzione di OH^- 1 M.
- $$\text{HNO}_{2(aq)} \rightleftharpoons \text{H}^+_{(aq)} + \text{NO}_2^-_{(aq)}$$
- Quale sarà l'effetto sulla concentrazione di equilibrio delle seguenti specie?

- a) $[\text{OH}^-]$ b) $[\text{H}^+]$ c) $[\text{NO}_2^-]$ d) $[\text{HNO}_2]$
- a) e b): OH^- viene neutralizzato da H^+ .
 H^+ viene sottratto all'equilibrio, che quindi si sposta nuovamente verso destra;
 c) aumenta; d) diminuisce

33.  How many grams of CaSO_4 will dissolve in 600 mL of water? ($K_{ps} = 2,0 \times 10^{-4}$ for CaSO_4)

1,1 g

34. Uno studente ha scoperto che in 400 mL di una soluzione satura di PbF_2 si sono disciolti 0,098 g di PbF_2 . Qual è la K_{ps} del difluoruro di piombo?

$$K_{ps} = 4,0 \cdot 10^{-9}$$

35.  A uno sciatore bloccato nella neve restano da mangiare solo 12 noci. Da ogni noce che riesce ad aprire a fatica con le mani guantate, ottiene un gheriglio e due mezzi gusci. Quando si stanca di lottare con i gusci e decide di mangiare le noci che aveva aperto fino a quel momento, scopre di avere a disposizione un totale di 18 pezzi (fra noci intere, mezzi gusci e gherigli). Stabilisci il numero di noci rimaste intere, di gherigli e di mezzi gusci. Supponendo che il processo di trasformazione delle noci in gherigli e mezzi gusci sia un equilibrio chimico e che i rispettivi numeri rappresentino le concentrazioni molari all'equilibrio, quale sarebbe la K_{eq} della reazione?

9 noci intere; 3 gherigli; 6 mezzi gusci; $K_{eq} = 12$

36.   At 500 °C, the reaction
- $$\text{SO}_{2(g)} + \text{NO}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{NO}_{(g)} + \text{SO}_{3(g)}$$
- has $K_{eq} = 81$. What will be the equilibrium concentrations of the four gases if the two reactants begin with equal concentrations of 0,50 M?

$[\text{NO}] = [\text{SO}_3] = 0,45 \text{ M}$; $[\text{SO}_2] = [\text{NO}_2] = 0,05 \text{ M}$