

## Esercizi

## Simboli chiave

- Esercizi con ragionamento molecolare
- ▲ Esercizi particolarmente impegnativi

## Concetti generali: il processo di dissoluzione

1. Supportare o smentire l'affermazione: "Soluzioni e miscele sono la stessa cosa".
2. ● Fornire un esempio di soluzione che contenga ciascuno dei seguenti componenti: (a) un solido sciolto in un liquido; (b) un gas sciolto in un gas; (c) un gas sciolto in un liquido; (d) un liquido sciolto in un liquido; (e) un solido sciolto in un solido. In ciascun caso identificare solvente e soluto.
3. ● Non ci sono soluzioni *reali* in cui il solvente sia gassoso e il soluto liquido o solido. Perché?
4. ● Spiegare perché le interazioni (a) soluto – soluto; (b) solvente – solvente; e (c) soluto – solvente sono importanti per la determinazione dell'entità della dissoluzione di un soluto in un solvente.
5. ● Definire e distinguere dissoluzione, solvatazione e idratazione.
6. ● La quantità di calore emesso o assorbito durante il processo di dissoluzione è importante per determinare se il processo di dissoluzione è spontaneo, cioè se esso può avvenire. Qual è l'altro fattore importante? Come tale fattore influenza la solubilità?
7. ● Un vecchio detto afferma che "olio e acqua non si mescolano", spiegare le basi molecolari di tale detto.
8. ● Due liquidi, A e B, non reagiscono chimicamente e sono totalmente miscibili. Che cosa si osserverebbe se uno dei due si versasse nell'altro? Che cosa si osserverebbe nel caso in cui si mescolassero due liquidi totalmente immiscibili e nel caso in cui si mescolassero due liquidi parzialmente miscibili?
9. ● Si considerino le seguenti soluzioni e si preveda, per ognuna, se la solubilità del soluto sarà alta o bassa. Giustificare la risposta. (a) LiCl in ottano,  $C_8H_{18}$ ; (b)  $CaCl_2$  in  $H_2O$ ; (c)  $C_8H_{18}$  in  $H_2O$ ; (d)  $CHCl_3$  in  $C_6H_{14}$ ; (e)  $C_8H_{18}$  in  $CCl_4$ .
10. ● Si considerino le seguenti soluzioni e si preveda per ognuna se la solubilità del soluto sarà alta o bassa. Giustificare la risposta. (a) HCl in  $H_2O$ ; (b) HF in  $H_2O$ ; (c)  $Al_2O_3$  in  $H_2O$ ; (d)  $SiO_2$  in  $H_2O$ ; (e)  $Na_2SO_4$  in esano,  $C_6H_{14}$ .
11. ● Per le soluzioni dell'Esercizio 9 che possono essere preparate in concentrazioni "ragionevoli", classificare i soluti in non elettroliti, elettroliti deboli, ed elettroliti forti.
12. ● Per le soluzioni dell'Esercizio 10 che possono essere preparate in concentrazioni "ragionevoli", classificare i soluti in non elettroliti, elettroliti deboli, ed elettroliti forti.
13. ● Sia il metanolo,  $CH_3OH$ , che l'etanolo  $CH_3CH_2OH$ , sono completamente miscibili con l'acqua a temperatura ambiente a causa delle forti attrazioni intermolecolari solvente – soluto. Prevedere la tendenza alla solubilità in acqua di 1-propanolo,  $CH_3CH_2CH_2OH$ ; 1-butano,  $CH_3CH_2CH_2CH_2OH$ ; e 1-pentano,  $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2OH$ .
14. ● (a) La solubilità di un solido in un liquido dipende dalla pressione in modo apprezzabile? (b) Vale lo stesso per la solubilità di un liquido in un liquido? Perché?
15. ● Descrivere un metodo per determinare se una soluzione contenga o no un elettrolita.
16. ● Una bottiglia di un reagente in un magazzino etichettata come contenente una soluzione saturata di cloruro di sodio. Come si può determinare se la soluzione sia o no saturata?
17. ▲ Un manuale fissa a  $3.31 \times 10^{-5} \text{ atm}^{-1}$  il valore del costante della Legge di Henry per l'etano,  $C_2H_6$ , disciolto in acqua a  $25^\circ\text{C}$ . L'assenza della concentrazione nelle unità di misura di  $k$  significa che nella costante concentrazione è espressa come frazione molare. Calcolare la frazione molare dell'etano in acqua ad una pressione parziale di etano pari a 0.15 atm.
18. ▲ La frazione molare del metano,  $CH_4$ , disciolto in acqua si può calcolare, in base alle costanti della Legge di Henry  $2.42 \times 10^{-5} \text{ atm}^{-1}$  a  $25^\circ\text{C}$  e in  $1.73 \times 10^{-5} \text{ atm}^{-1}$  a  $50^\circ\text{C}$ . Calcolare la solubilità del metano a queste due temperature e a una pressione parziale di metano sulla soluzione pari a 10.0 atm. All'aumentare della temperatura, la solubilità aumenta o diminuisce? (Si veda l'Esercizio 17 per l'interpretazione delle unità di misura).
19. ● Scegliere, per ciascuna coppia, il composto ionico cui l'energia reticolare assume il valore più negativo. Giustificare la scelta. (a) LiF o LiBr; (b) KF o CaF<sub>2</sub>; (c)  $FeF_2$  o  $FeF_3$ ; (d) NaF o KF.
20. ● Per ciascuna coppia scegliere lo ione che ha l'energia d'idratazione maggiore. Giustificare la scelta. (a)  $Na^+$  o  $Rb^+$ ; (b)  $Cl^-$  o  $Br^-$ ; (c)  $Fe^{3+}$  o  $Fe^{2+}$ ; (d)  $Na^+$  o  $Mg^{2+}$ .
21. ▲ L'energia reticolare di LiBr(s) è  $-818.6 \text{ kJ/mol}$  a  $25^\circ\text{C}$ . L'energia d'idratazione degli ioni del LiBr è  $-867.4 \text{ kJ/mol}$  a  $25^\circ\text{C}$  (a diluizione infinita). (a) Qual è il calore di dissoluzione del LiBr(s) a  $25^\circ\text{C}$  (a diluizione infinita)? (b) L'energia d'idratazione di  $Li^+$  (g) è  $-544 \text{ kJ/mol}$  a  $25^\circ\text{C}$ . Qual è l'energia d'idratazione di  $Br^-$  (g) a  $25^\circ\text{C}$ ?
22. Perché la dissoluzione di molti solidi ionici in acqua è un processo endotermico, mentre la miscelazione di due liquidi altamente miscibili è un processo esotermico?

## Concentrazione delle soluzioni

23. A quali condizioni la molarità e la molalità di una soluzione sono pressoché uguali? Quale unità di misura della concentrazione è più utile quando in laboratorio si misura il volume con burette, pipette e matracci? Perché?
22. Molti manuali elencano le solubilità in unità di g soluto/100.0 g di  $H_2O$ . Come si potrebbe convertire questa unità in percentuale in massa?
25. La densità di una soluzione acquosa di acido acetico,  $CH_3COOH$ , al 15% in massa è 1.0187 g/mL. Qual è (a) la sua molarità? (b) la sua molalità? (c) la frazione molare di ciascun componente?
26. Si immagini di sciogliere 45.0 g di canfora,  $C_{10}H_{16}$ , in 425 mL di etanolo,  $C_2H_5OH$ . Calcolare la molalità, la frazione molare e la percentuale in peso di canfora in questa soluzione. La densità dell'etanolo è 0.785 g/mL.

27. ▲ L'urea,  $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ , è un prodotto del metabolismo delle proteine. Una soluzione acquosa ha una percentuale in massa di urea pari al 32.0% e una densità di 1.087 g/mL. Calcolare la molalità dell'urea in soluzione.
28. Calcolare la molalità di una soluzione che contenga 56.5 g di acido benzoico,  $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ , in 350 mL di etanolo,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ . La densità dell'etanolo è 0.789 g/mL.
29. Il fluoruro di sodio ha una solubilità di 3.84 g in 100.0 g d'acqua a 18°C. Esprimere questa concentrazione di soluto in termini di (a) percentuale di massa, (b) frazione molare e (c) molalità.
30. Quali sono le frazioni molari di etanolo,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ , e acqua in una soluzione preparata mescolando 55.0 g di etanolo con 45.0 g d'acqua?
31. Quali sono le frazioni molari di etanolo,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ , e acqua in una soluzione preparata mescolando 55.0 mL di etanolo con 45.0 mL d'acqua a 25°C? La densità dell'etanolo è 0.789 g/mL e quella dell'acqua è 1.00 g/mL.
32. La densità di una soluzione acquosa contenente 12.50 g di  $\text{K}_2\text{SO}_4$  in 100.00 g di soluzione è 1.083 g/mL. Calcolare la concentrazione di questa soluzione in termini di molarità, molalità, percentuale di  $\text{K}_2\text{SO}_4$  e frazione molare di solvente.
33. ▲ Un pezzo di gioielleria è marcato "oro a 14 carati", intendendo che il gioiello è oro puro per i 14/24 (rapporto tra le masse). Qual è la molalità di questa lega considerando l'altro metallo come solvente?
34. ▲ Una soluzione al 21.0% di fruttosio,  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ , in acqua ha una densità di 1.10 g/mL a 20°C. (a) Qual è la molalità del fruttosio in questa soluzione? (b) A una temperatura più elevata la densità è più bassa. La molalità, allora, è minore, maggiore, o uguale alla molalità a 20°C? Spiegare.
35. La densità di una soluzione di acido solforico preso dalla batteria di un'auto è 1.225 g/cm<sup>3</sup>. Ciò corrisponde a una soluzione 3.75 M. Esprimere la concentrazione di questa soluzione in termini di molalità, frazione molare di  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , e percentuale in massa di acqua.

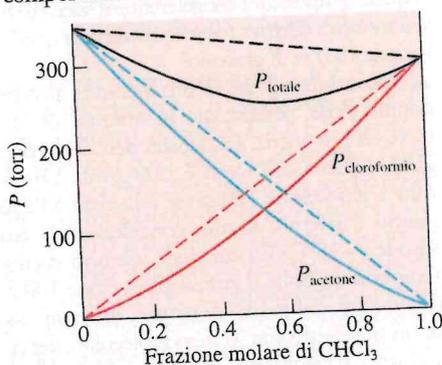


Batteria di automobile.

## Legge di Raoult e tensione di vapore

36. ● Spiegare brevemente, a parole proprie, perché la tensione di vapore di un solvente si abbassa quando in esso si scioglie un soluto non volatile.
37. (a) Calcolare l'abbassamento della tensione di vapore associato alla dissoluzione di 20.2 g di zucchero da tavola,  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ , in 400.0 g d'acqua a 25.0°C. (b) Qual è la tensione di vapore della soluzione? Assumere che la soluzione sia ideale. La tensione di vapore dell'acqua pura a 25°C è 23.76 torr. (c) Qual è la tensione di vapore della soluzione a 100.0°C?
38. Calcolare la tensione di vapore dell'acqua su ognuna di queste soluzioni di glicol etilenico ( $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$ ) a 22°C. (Tensione di vapore dell'acqua pura = 19.83 torr). Si può assumere che il glicol etilenico non sia volatile.
- (a)  $X_{\text{glicole}} = 0.288$

- (b) % glicol etilenico in massa = 39.0 %  
(c) 2.42 m di glicol etilenico
39. A  $-100.0^\circ\text{C}$  l'etano,  $\text{CH}_3\text{CH}_3$  e il propano  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$ , sono liquidi. A tale temperatura la tensione di vapore dell'etano puro è 394 torr e quella del propano puro è 22 torr. Qual è la tensione di vapore a  $-100.0^\circ\text{C}$  di una soluzione contenente quantità equimolari delle due sostanze?
40. Utilizzando la Legge di Raoult prevedere le pressioni parziali nel vapore in equilibrio con una soluzione contenente 0.550 moli di acetone ( $P^0 = 345$  torr) e 0.550 moli di cloroformio ( $P^0 = 295$  torr).
41. Qual è la composizione del vapore in equilibrio con la soluzione descritta nell'Esercizio 39?
42. Qual è la composizione del vapore in equilibrio con la soluzione descritta nell'Esercizio 40?
43. Usando il seguente diagramma della tensione di vapore si determini (a) la pressione parziale del cloroformio, (b) la pressione parziale dell'acetone e (c) la pressione totale del vapore in equilibrio con una soluzione in cui la frazione molare di  $\text{CHCl}_3$  sia 0.30, assumendo il comportamento ideale.



44. Rispondere all'Esercizio 43 considerando *reale* la soluzione di acetone e cloroformio.
45. Una soluzione viene preparata mescolando 50.0 g di diclorometano,  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ , e 30.0 g di dibromometano,  $\text{CH}_2\text{Br}_2$ , a 0°C. La tensione di vapore a 0°C di  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$  è 0.175 atm e quella di  $\text{CH}_2\text{Br}_2$  è 0.0150 atm. (a) Assumendo il comportamento ideale, calcolare la tensione di vapore totale della soluzione. (b) Calcolare la frazione molare di  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$  e di  $\text{CH}_2\text{Br}_2$  nel vapore in equilibrio con il liquido. Assumere che sia il vapore che la soluzione si comportino idealmente.

## Innalzamento del punto di ebollizione e abbassamento del punto di congelamento: soluzioni di non elettroliti

46. Calcolare il punto di ebollizione di una soluzione acquosa 2.97 m di glicol etilenico, un non elettrolita non volatile.



Soluzione di glicole etilenico

47. Una soluzione è preparata sciogliendo 8.89 g di zucchero ordinario (saccarosio,  $C_{12}H_{22}O_{11}$ , 342 g/mol) in 34.0 g d'acqua. Calcolare il punto di ebollizione della soluzione. Il saccarosio è un non elettrolita non volatile.
48. Qual è il punto di congelamento della soluzione descritta nell'Esercizio 46?
49. Qual è il punto di congelamento della soluzione descritta nell'Esercizio 47?
50. Supponiamo di avere una soluzione 0.175 *m* di un non elettrolita non volatile, in ciascuno dei solventi elencati nella Tabella 14-2. Quale di queste soluzioni avrebbe (a) l'abbassamento del punto di congelamento maggiore; (b) il punto di congelamento più basso, (c) l'innalzamento del punto di ebollizione maggiore, e (d) il punto di ebollizione più elevato?
51. Una soluzione al 5.00% di destrosio,  $C_6H_{12}O_6$ , in acqua si definisce come DW<sub>5</sub>. Questa soluzione può essere usata come nutriente per via endovenosa. Calcolare il punto di congelamento di una soluzione DW<sub>5</sub>.
52. Il succo di limone è una soluzione complessa che non congela nel congelatore domestico alla temperatura di  $-11^\circ\text{C}$ . A quale temperatura congelerebbe il succo di limone se la sua molalità effettiva fosse equivalente a quella di una soluzione 10.0 *m* di glucosio?
53. ▲ Il cosiddetto *proof* di una bevanda alcolica è pari al doppio della percentuale in volume di alcol etilico,  $C_2H_5OH$  in acqua. La densità dell'alcol etilico è 0.789 g/mL e quella dell'acqua è 1.00 g/mL. Una bottiglia di rum a gradazione 100 *proof* è lasciata all'aperto in un giorno d'inverno. Il rum congelerà se la temperatura scende a  $-18^\circ\text{C}$ ? Il rum viene usato in cucina. A quale temperatura bolle il rum a gradazione 100 *proof*?
54. Si è isolato, dal grasso di manzo, un campione di 3.0 g di un non elettrolita. Il peso molecolare del composto è 137 uma. Il campione è stato disciolto in 250.0 mL di alcol etilico. A quale temperatura dovrebbe bollire la soluzione? Per l'alcol etilico: il punto di ebollizione è  $78.41^\circ\text{C}$ ;  $K_b = 1.22^\circ\text{C}/m$ , e densità = 0.789 g/mL.
55. Il punto di ebollizione normale del benzene è  $80.1^\circ\text{C}$ . Sciogliendo un campione di 0.85 g di un composto non volatile con massa molare di 185 g/mol in 2.75 g di benzene, quale punto di ebollizione ci si attende per questa soluzione?
56. Il rame puro fonde a  $1083^\circ\text{C}$ . La sua costante molale di abbassamento del punto di congelamento è  $23^\circ\text{C}/m$ . Quale sarà il punto di fusione di un ottone formato dal 12% in massa di Zn e dall'88% di Cu?
57. Quanti grammi di saccarosio, un non elettrolita,  $C_{12}H_{22}O_{11}$ , si devono sciogliere in 725 g d'acqua per ottenere una soluzione che congela a  $-1.85^\circ\text{C}$ ?
58. Una soluzione acquosa contiene 0.180 g di un soluto incognito, non ionico, in 50.0 g d'acqua. La soluzione congela a  $-0.040^\circ\text{C}$ . Qual è la massa molare del soluto?
59. È stata preparata una soluzione sciogliendo 3.75 g di un soluto non volatile in 108.7 g di acetone. La soluzione bolle a  $56.58^\circ\text{C}$ . Per l'acetone puro il punto di ebollizione è  $55.95^\circ\text{C}$ , e  $K_b = 1.71^\circ\text{C}/m$ . Calcolare il peso molecolare del soluto.
60. Il peso molecolare di un composto organico è stato de-

terminato misurando l'abbassamento del punto di congelamento di una sua soluzione in benzene. Un campione di 0.500 g è stato sciolto in 75.0 g di benzene e l'abbassamento risultante è di  $0.53^\circ\text{C}$ . Qual è il peso molecolare approssimato? Il composto ha dato la seguente analisi elementare: C 37.5%, H 12.5%, O 50.0%. Determinare la formula e il peso molecolare esatto della sostanza.

61. Quando si riducono in polvere 0.154 g di zolfo e si sciolgono in 4.38 g di canfora, il punto di congelamento della canfora si abbassa di  $5.47^\circ\text{C}$ . Qual è il peso molecolare dello zolfo? Qual è la formula molecolare?
62. ▲ (a) Sciogliendo un campione di 6.00 g di una miscela di naftalina,  $C_{10}H_8$ , e antracene,  $C_{14}H_{10}$ , in 360.0 g di benzene, si osserva che la soluzione congela a  $4.85^\circ\text{C}$ . Determinare la composizione percentuale in massa del campione. (b) A quale temperatura dovrebbe bollire la soluzione? Assumere che la naftalina e l'antracene siano non elettroliti non volatili.

#### Innalzamento del punto di ebollizione e abbassamento del punto di congelamento: soluzioni di elettroliti

63. ● Che cosa si intende per associazione ionica in soluzione? Potreste suggerire perché a volte si usa l'espressione "coppia ionica" per descrivere questo fenomeno?
64. ● Si sono preparate le soluzioni acquose 0.10 *M* dei seguenti sali:  $LiNO_3$ ,  $Ca(NO_3)_2$ , e  $Al(NO_3)_3$ . In quale ci si aspetta di trovare la concentrazione di particelle più alta? Quale soluzione ci si aspetta conduca meglio l'elettricità? Motivare il ragionamento.
65. ● Qual è il significato del fattore di van't Hoff, *i*?
66. ● Qual è il valore del fattore di van't Hoff, *i*, per i seguenti elettroliti forti a diluizione infinita: (a)  $Na_2SO_4$ ; (b)  $NaOH$ ; (c)  $Al_2(SO_4)_3$ ; (d)  $CaSO_4$ ?
67. ● Confrontare il numero di particelle di soluto presenti in volumi uguali di soluzioni di uguale concentrazione di elettroliti forti, elettroliti deboli e non elettroliti.
68. ● Quattro *beaker* contengono soluzioni acquose 0.010 *m* rispettivamente di  $CH_3OH$ ,  $KClO_3$ ,  $CaCl_2$ ,  $CH_3COOH$ . Senza calcolare il punto di congelamento effettivo di ciascuna di queste soluzioni, ordinarle in ordine crescente di punto di congelamento dal più basso al più alto.
69. ▲ Una soluzione acquosa 0.050 *m* di  $K_3[Fe(CN)_6]$  ha un punto di congelamento pari a  $-0.2800^\circ\text{C}$ . Calcolare la concentrazione totale di particelle di soluto in questa soluzione e interpretare il risultato.
70. ▲ Si prepara una soluzione sciogliendo 1.25 g di ciascuno dei seguenti sali:  $NaCl$ ,  $NaBr$  e  $NaI$  in 150.0 g d'acqua. Qual è la tensione di vapore di questa soluzione a  $100^\circ\text{C}$ ? Assumere la completa dissociazione dei tre sali.
71. I pesci artici vivono sotto la calotta polare dove la temperatura dell'acqua è  $-4^\circ\text{C}$ . Tali pesci non congelano a questa temperatura grazie ai soluti presenti nel loro sangue. La concentrazione di soluto nel sangue dei pesci può essere messa in relazione con quella di una soluzione di cloruro di sodio avente lo stesso punto di congelamento. Qual è la concentrazione minima della soluzione di cloruro di sodio che non congelerebbe a  $-4^\circ\text{C}$ ?
72. ● Quale soluzione congela a temperatura più bassa?

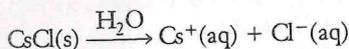
una soluzione 0.100 *m* di solfato di sodio o una soluzione 0.100 *m* di solfato di calcio? Spiegare.

73. ● Si preparano due soluzioni sciogliendo in 0.500 kg d'acqua 10.0 g di nitrato di sodio e 10.0 g di nitrato di calcio. Quale delle due soluzioni congela a temperatura più bassa? Spiegare.
74. ● Si preparano una serie di soluzioni acquose 1.1 *m*. Prevedere per ciascuna coppia quale delle due soluzioni bollirà a temperatura più alta: (a) NaCl o LiCl; (b) NaCl o Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; (c) Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> o HCl; (d) HCl o C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>; (e) C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub> o CH<sub>3</sub>OH; (f) CH<sub>3</sub>OH o CH<sub>3</sub>COOH; (g) CH<sub>3</sub>COOH o KCl.
75. ● Tra le seguenti coppie di soluzioni acquose, ciascuna preparata sciogliendo 65.0 g di soluto in 150.0 mL d'acqua, identificare quale delle due avrebbe il punto di ebollizione più elevato e spiegare la propria scelta: (a) NaCl o LiCl; (b) LiCl o Li<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; (c) Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> o HCl; (d) HCl o C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>; (e) C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub> o CH<sub>3</sub>OH; (f) CH<sub>3</sub>OH o CH<sub>3</sub>COOH; (g) CH<sub>3</sub>COOH o KCl.
76. Qual è il punto di ebollizione di una soluzione composta da 15.0 g di urea, (NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>CO, in 0.500 kg d'acqua?
77. Stimare il punto di congelamento di una soluzione acquosa che contiene 2.0 moli di CaCl<sub>2</sub> in 1000 g d'acqua.
78. Una soluzione 0.100 *m* di acido acetico in acqua congela a -0.188°C. Calcolare la percentuale di ionizzazione di CH<sub>3</sub>COOH in questa soluzione.
79. ▲ Si osserva che una soluzione al 15.0% di NaCl in acqua congela a -10.89°C. Si possono ottenere gelati fatti in casa mescolando ghiaccio e sale in queste proporzioni e preparandone un bagno nel quale introdurre il contenitore per il gelato. Qual è il fattore di van't Hoff, *i*, per questa soluzione?



Gelato

80. CsCl si scioglie in acqua secondo l'equazione



Una soluzione 0.121 *m* di CsCl congela a -0.403°C. Calcolare *i* e la percentuale di dissociazione apparente di CsCl in questa soluzione.

#### Pressione osmotica

81. ● Che cosa sono l'osmosi e la pressione osmotica?
82. ▲ Mostrare numericamente che la molalità e la molarità di una soluzione acquosa 1.00 × 10<sup>-4</sup> *M* di cloruro di sodio sono pressoché uguali. Perché ciò è vero? Sarebbe ugualmente vero se un altro solvente, po-

niamo l'acetonitrile, CH<sub>3</sub>CN, sostituisse l'acqua? Giustificare la risposta. La densità di CH<sub>3</sub>CN a 20.0°C è 0.786 g/mL.

83. Spiegare in che modo l'espressione  $\pi = MRT$ , dove  $\pi$  rappresenta la pressione osmotica, è simile alla legge dei gas ideali. Spiegare qualitativamente perché deve essere così.
84. Qual è la pressione osmotica di una soluzione acquosa 0.0200 *M* di un soluto non volatile non elettrolita a 75°C?
85. La pressione osmotica di una soluzione acquosa di un soluto non elettrolita non volatile è 1.21 atm a 0.0°C. Qual è la molarità della soluzione?
86. Calcolare l'abbassamento del punto di congelamento e l'innalzamento del punto di ebollizione della soluzione dell'Esercizio 85.
87. Calcolare la pressione osmotica di una soluzione ottenuta sciogliendo 12.5 g di un enzima di peso molecolare 4.21 × 10<sup>6</sup> in 1500. mL di una soluzione di acetato di etile a 38.0°C.
88. Calcolare la pressione osmotica di una soluzione acquosa di K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> 1.20 *m* a 2.5°C tenendo conto dell'associazione ionica. (Fare riferimento alla Tabella 14-3). La densità di una soluzione 1.20 *m* di K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> è 1.25 g/mL.
89. Calcolare la pressione osmotica di K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> 1.20 *m* a 25°C assumendo che non ci sia associazione ionica. La densità di una soluzione 1.20 *m* di K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> è 1.25 g/mL.
90. ▲ Molti composti biologici si riescono a isolare e purificare in quantità assai piccole. Si sciolgano 11.00 mg di una macromolecola di peso molecolare pari a 2.00 × 10<sup>4</sup> in 10.0 g d'acqua. Calcolare il punto di congelamento della soluzione. Calcolare la pressione osmotica della soluzione a 25°C. Supponiamo che si stia cercando di usare la misura del punto di congelamento per determinare il peso molecolare di questa sostanza e che si faccia un errore di soli 0.001°C nella misura della temperatura. Quale errore percentuale si farebbe nel calcolo del peso molecolare? Supposto che si possa misurare la pressione osmotica con un errore di 0.1 torr (esperimento non molto difficile), quale errore percentuale si farebbe nella determinazione del peso molecolare?

#### Colloidi

91. ● In che cosa una dispersione colloidale è diversa da una soluzione vera e propria?
92. Distinguere tra: (a) sol; (b) gel; (c) emulsione; (d) schiuma; (e) sol solido; (f) emulsione solida; (g) schiuma solida; (h) aerosol solido; (i) aerosol liquido. Si tenti di fornire per ciascun caso un esempio non elencato in Tabella 14-4.
93. ● Che cos'è l'effetto Tyndall e che cosa lo provoca?
94. ● Distinguere tra colloidi idrofilici e colloidi idrofobici.
95. ● Che cos'è un emulsionante?
96. ● Distinguere tra sapone e detergente. Come interagiscono con le acque dure? Scrivere un'equazione per mostrare l'interazione tra un sapone e un'acqua dura che contenga ioni Ca<sup>2+</sup>.
97. Quali sono gli svantaggi nell'utilizzo dei detergenti alchilbenzensolfanati (ABS) ramificati rispetto a quello dei detergenti alchilbenzensolfanati (LAS) lineari?

## ESERCIZI VARI

98. ▲ Una soluzione acquosa preparata sciogliendo 1.56 g di  $\text{AlCl}_3$  anidro in 50 g d'acqua ha un punto di congelamento di  $-1.61^\circ\text{C}$ . Calcolare il punto di ebollizione e la pressione osmotica di questa soluzione a  $25^\circ\text{C}$ . La densità della soluzione a  $25^\circ\text{C}$  è  $1.002\text{ g/mL}$ .  $K_f$  e  $K_b$  per l'acqua sono pari rispettivamente a  $1.86^\circ\text{C}/m$  e  $0.512^\circ\text{C}/m$ .
99. L'aria secca contiene 20.94% in volume di  $\text{O}_2$ . La solubilità di  $\text{O}_2$  in acqua a  $25^\circ\text{C}$  è  $0.041\text{ g}$  di  $\text{O}_2$  per litro d'acqua. Quanti litri d'acqua scioglierebbero l' $\text{O}_2$  presente in un litro di aria secca a  $25^\circ\text{C}$  e a 1 atm?
100. (a) Il punto di congelamento di una soluzione acquosa di acido acetico,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , all'1.00% è  $-0.310^\circ\text{C}$ . Qual è il peso formula approssimativo dell'acido acetico in acqua? (b) Una soluzione all'1.00% di acido acetico in benzene ha un abbassamento del punto di congelamento di  $0.441^\circ\text{C}$ . Qual è il peso formula dell'acido acetico in questo solvente? Spiegare la differenza.
101. Una soluzione acquosa di cloruro di ammonio contiene il 5.75% in massa di  $\text{NH}_4\text{Cl}$ . La densità della soluzione è  $1.0195\text{ g/mL}$ . Esprimere la concentrazione di questa soluzione in molarità, molalità e frazione molare di soluto.
102. ● L'amido contiene legami C — C, C — H, C — O e O — H. Gli idrocarburi contengono solamente legami C — C, C — H. Sia l'amido che il petrolio possono formare dispersioni colloidali in acqua. (a) Quale dispersione si classifica come idrofobica? (b) Quale è idrofilica? (c) Quale dispersione è più facile da ottenere e da mantenere?
103. ▲ Supponiamo di porre alcuni microrganismi unicellulari in diverse soluzioni acquose di  $\text{NaCl}$ . Osserviamo che le cellule nella soluzione allo 0.7% di  $\text{NaCl}$ , non subiscono modifiche mentre si rattrappiscono in soluzioni più concentrate e si gonfiano in soluzioni più diluite. Assumere che la soluzione 0.7%  $\text{NaCl}$  si comporti come un elettrolita ideale 1:1. Calcolare la pressione osmotica a  $25^\circ\text{C}$  del fluido acquoso all'interno delle cellule.
104. ▲ Un campione contenente un medicinale ( $\text{C}_{21}\text{H}_{23}\text{O}_5\text{N}$ , peso molecolare =  $369\text{ g/mol}$ ) mescolato con il lattosio (uno zucchero,  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ , peso molecolare =  $342\text{ g/mol}$ ) viene analizzato in base alla pressione osmotica per determinare la quantità di zucchero presente. Se 100 mL di soluzione contenente 1.00 g della miscela medicina-zucchero hanno una pressione osmotica di 519 torr a  $25^\circ\text{C}$ , qual è la percentuale di zucchero presente?
105. Una soluzione in benzene di un polimero non elettrolita contenente 4.52 g di polimero per litro di soluzione ha una pressione osmotica di 0.786 torr a  $20^\circ\text{C}$ . (a) Calcolare il peso molecolare del polimero. (b) Assumere che la densità della soluzione diluita sia la stessa del benzene,  $0.879\text{ g/mL}$ . Qual è l'abbassamento del punto di congelamento di questa soluzione? (c) Perché l'innalzamento del punto di ebollizione e l'abbassamento del punto di congelamento sono difficili da utilizzare per determinare il peso molecolare dei polimeri?
106. ● Su quali basi scegliereste i componenti per preparare una soluzione ideale di un soluto molecolare?

Quale delle seguenti combinazioni ci si aspetta sia più vicina al comportamento ideale di una soluzione?  
(a)  $\text{CH}_4$  (l) e  $\text{CH}_3\text{OH}$  (l), (b)  $\text{CH}_3\text{OH}$  (l) e  $\text{NaCl}$  (s),  
(c)  $\text{CH}_4$  (l) e  $\text{CH}_3\text{CH}_3$  (l).

107. La soluzione fisiologica salina (salina normale) è una soluzione allo 0.90% di  $\text{NaCl}$ . Questa soluzione è isotonica con il sangue umano. Calcolare il punto di congelamento e quello di ebollizione della soluzione fisiologica salina.
108. Una miscela usata in parassitologia per "liberarsi di grandi nematodi" consiste di 500 mL di glicerolo, 300 mL di etanolo al 95% (in volume) e 200 mL d'acqua. Calcolare il volume di etanolo puro, il volume totale d'acqua, la massa, il numero di moli e la frazione molare di ogni componente. (densità: glicerolo =  $1.26\text{ g/mL}$ , etanolo =  $0.789\text{ g/mL}$ , acqua =  $0.998\text{ g/mL}$ ). Se dovete indicare uno dei componenti come solvente, lo fareste in base al volume, alla massa o al numero di moli?

## ESERCIZI CONCETTUALI

109. Le energie di idratazione degli ioni in genere aumentano (diventano meno negative) all'aumentare del loro rapporto carica/raggio. Quale effetto vi aspettate che abbia ognuno di questi cambiamenti sull'energia di idratazione, se tutti gli altri fattori restano invariati: (a) diminuzione della carica ionica (come ad esempio da  $\text{Cu}^{2+}$  a  $\text{Cu}^+$ ), (b) aumento del raggio ionico (come ad esempio da  $1.66\text{ \AA}$  per  $\text{Rb}^+$  a  $1.81\text{ \AA}$  per  $\text{Cs}^+$ )?
110. Molti gas sono minimamente solubili in acqua perché non sono in grado di stabilire legami a idrogeno con l'acqua, non si ionizzano, o non reagiscono con l'acqua. Spiegare le solubilità relativamente alte di ognuno dei seguenti gas in acqua:  $\text{H}_2\text{S}$  ( $3.5\text{ g/L}$ ),  $\text{SO}_2$  ( $106.4\text{ g/L}$ ) e  $\text{NH}_3$  ( $520\text{ g/L}$ ).
111. A differenza della molarità, la molalità di una soluzione è indipendente dalla temperatura della soluzione. Esaminare le formule che definiscono molarità e molalità. Perché la molarità di una soluzione cambia con delle variazioni di temperatura mentre la molalità no?
112. Che effetto ha l'aggiunta di soluto ad un solvente con conseguente produzione di una soluzione, sulle seguenti proprietà della soluzione, rispetto a quella del solvente puro? (a) \_\_\_\_\_ la tensione di vapore, (b) \_\_\_\_\_ il punto di ebollizione (c) \_\_\_\_\_ il punto di congelamento (d) \_\_\_\_\_ la pressione osmotica.
113. Idealmente, quante particelle (molecole o ioni) vengono prodotte per unità di formula quando ognuna di queste sostanze viene disciolta in acqua: glicol etilenico [ $\text{C}_2\text{H}_4(\text{OH})_2$ , un non elettrolita], idrossido di bario [ $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ], fosfato di potassio [ $\text{K}_3\text{PO}_4$ ] e nitrato d'ammonio [ $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ]?
114. Nei primi cinque Paragrafi di questo capitolo si è usato il termine "dissoluzione" per descrivere il processo attraverso cui un soluto si disperde in un solvente per formare una soluzione. Un dizionario definisce la dissoluzione come "scomposizione in frammenti o parti". Utilizzando una o l'altra definizione paragonare i due usi del termine: "Era stato stabilito che ci dovesse essere la dissoluzione del patrimonio" "La facilità di dissoluzione di un soluto dipende da due fattori..."