

Giochi della Chimica 1989

Problemi risolti – Fase nazionale – Classe C

1. Due liquidi puri, A ed B, a 25 °C, hanno pressione di vapore di 12,9 e 26,8 kPa rispettivamente e formano una miscela ideale. Qual è la tensione di vapore di una miscela contenente 2 moli di A ed 1 mole di B?

- A) 17,5 kPa B) 22,2 kPa C) 39,7 kPa D) 52,6 kPa

1. Soluzione

La pressione parziale di un liquido puro A in una soluzione binaria è data dalla legge di Rault: $p_A = x_A P_A$.

La frazione molare dei due composti è: $x_A = 2/3$ e: $x_B = 1/3$.

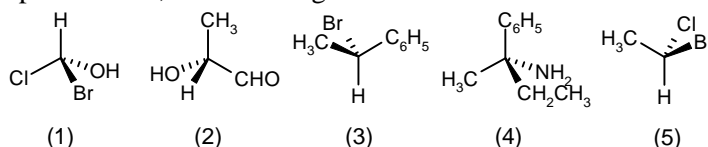
Per il liquido A si ha: $p_A = 2/3 \cdot 12,9 = 8,6$ kPa.

Per il liquido B si ha: $p_B = 1/3 \cdot 26,8 = 8,9$ kPa.

La tensione di vapore della soluzione è: $P = p_A + p_B = 8,6 + 8,9 = 17,5$ kPa.

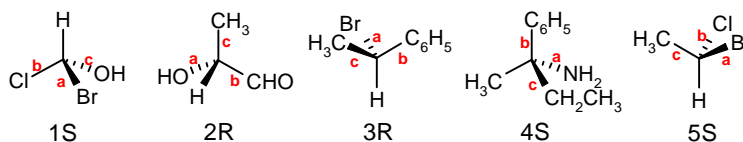
(Risposta A)

2. Quali, fra i seguenti composti chirali, hanno configurazione S ?



- A) 1, 2, 4 B) 1, 2, 3 C) 1, 2, 3, 5 D) 1, 4, 5

2. Soluzione



Le molecole con configurazione S sono le numero 1, 4, 5.

(Risposta D)

3. La solubilità di un campione di $Mg(OH)_2$ è maggiore in un litro di:

- A) $NaOH_{(aq)} 10^{-3} M$
 B) $HCl_{(aq)} 10^{-3} M$
 C) $Na_2SO_{4(aq)} 10^{-3} M$
 D) $NH_4Cl_{(aq)} 10^{-3} M$

3. Soluzione

La reazione in acqua è: $Mg(OH)_2 \rightarrow Mg^{2+} + 2 OH^-$ $K_{ps} = [Mg^{2+}][OH^-]^2 = 1,5 \cdot 10^{-11}$ $K_{ps} = s(2s)^2 = 4s^3$
 da cui: $s = (K_{ps}/4)^{1/3}$ $s = (1,5 \cdot 10^{-11}/4)^{1/3}$ $s = 1,9 \cdot 10^{-6} M$ quindi: $[OH^-] = 2s = 3,8 \cdot 10^{-6} M$

I composti basici aumentano la concentrazione di OH^- e fanno diminuire la concentrazione di Mg^{2+} , quindi diminuiscono la solubilità di $Mg(OH)_2$.

I composti acidi aumentano la concentrazione di H^+ , fanno diminuire quella di OH^- e quindi aumentano la concentrazione di Mg^{2+} e la solubilità di $Mg(OH)_2$.

In $NaOH 10^{-3} M$ la solubilità di $Mg(OH)_2$ diminuisce.

In $Na_2SO_4 10^{-3} M$ la solubilità di $Mg(OH)_2$ non varia.

In $NH_4Cl 10^{-3} M$ la solubilità di $Mg(OH)_2$ aumenta un po'.

In $HCl 10^{-3} M$ aumenta di più, perchè HCl produce un pH più acido.

(Risposta B)

4. Una miscela di ossido di diazoto e di azoto ha una massa molecolare media di 29,6 u. La percentuale di azoto nella miscela è:

- A) 10 % B) 20 % C) 75 % D) 90 %

4. Soluzione

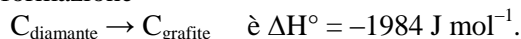
Chiamando x la frazione di N_2 (MM = 28 u) e (1-x) la frazione di N_2O (MM = 44 u), si può scrivere:

$$28x + 44(1-x) = 29,6 \quad 28x - 44x = 29,6 - 44 \quad 16x = 14,4 \quad x = 0,9 \quad (90\%). \quad (\text{Risposta D})$$

...

9. A 25 °C e alla pressione esterna di 101325 Pa, l'entropia della grafite è uguale a 5,68 J K⁻¹ mol⁻¹ e quella del diamante è uguale a 2,42 J K⁻¹ mol⁻¹.

La variazione di entalpia per la trasformazione



Ciò indica che, a 25 °C e 1 atm:

- A) la forma cristallina più stabile è il diamante
- B) la forma cristallina più stabile è la grafite
- C) ambedue le forme sono ugualmente stabili
- D) ambedue le forme sono ugualmente instabili

9. Soluzione

Per questa reazione: $\Delta S = 5,68 - 2,42 = 3,26 \text{ J/K}$ ora possiamo calcolare il ΔG a 25°C e 1 atm:

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S \quad \Delta G = -1984 - 298 \cdot 3,26 = -2955 \text{ J/mol}$$

Dato che $\Delta G < 0$, la reazione è spontanea e quindi la grafite è la forma più stabile.

(Risposta B)

10. Quale fra le seguenti reazioni presenta $\Delta G < 0$ in condizioni standard ?

- A) $Zn_{(s)} + CuSO_{4(aq)} \rightarrow Cu_{(s)} + ZnSO_{4(aq)}$
- B) $I_{2(s)} + 2 KCl_{(aq)} \rightarrow Cl_{2(aq)} + 2 KI_{(aq)}$
- C) $Cu_{(s)} + 2 HCl_{(aq)} \rightarrow CuCl_{2(aq)} + H_{2(g)}$
- D) $Ca_{(s)} + 2 H_2O_{(aq)} \rightarrow Ca(OH)_{2(aq)} + H_{2(g)}$

10. Soluzione

Lo zinco Zn ($E^\circ = -0,76 \text{ V}$) riduce gli ioni rame Cu^{2+} ($E^\circ = 0,34 \text{ V}$) (A ok).

Lo iodio I_2 ($E^\circ = -0,53 \text{ V}$) non può ossidare gli ioni cloruro Cl^- ($E^\circ = 1,36 \text{ V}$) (B errata).

Il rame Cu ($E^\circ = 0,34 \text{ V}$) non può ridurre gli ioni H^+ ($E^\circ = 0 \text{ V}$) (C errata).

Il calcio Ca ($E^\circ = -2,86 \text{ V}$) riduce gli ioni H^+ a pH 7 ($E^\circ = -0,41 \text{ V}$) (D ok).

(Risposte A D?)

11. Quale volume di soluzione di $Ba(NO_3)_2$ 0,0500 mol dm⁻³ contiene 0,0250 mol di ioni nitrato?

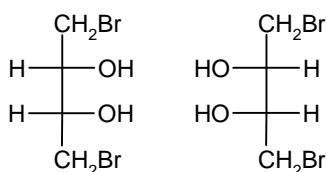
- A) 250 cm³
- B) 500 cm³
- C) 1000 cm³
- D) 2000 cm³

11. Soluzione

Le moli di nitrato sono: $n = 2MV$ Quindi: $V = n/2M \quad V = 0,025/(2 \cdot 0,05) = 0,25 \text{ L}$.

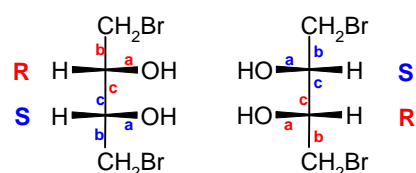
(Risposta A)

12. I composti seguenti sono:



- A) diastereoisomeri
- B) enantiomeri
- C) conformeri
- D) identici

12. Soluzione

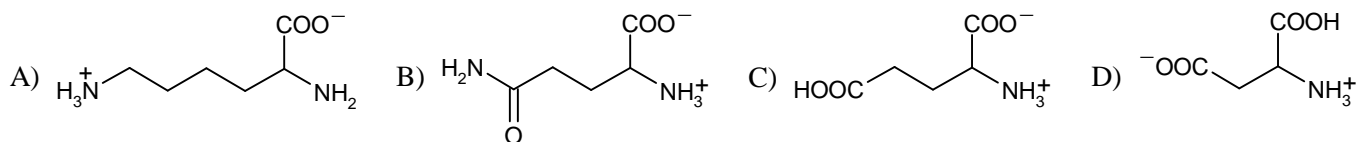


Questi due composti sono identici, infatti, ruotando il primo di 180°, si ottiene il secondo. Entrambi hanno configurazione (2R,3S) numerando dall'alto il primo e dal basso il secondo.

(Risposta D)

...

17. Quale delle seguenti strutture dipolari di aminoacidi NON è corretta ?



17. Soluzione

In un aminoacido il pK_a del carbossile in alfa è circa 2, mentre il pK_a del secondo carbossile è circa 4.

Il pK_a del gruppo amminico in alfa è circa 9, mentre il pK_a del gruppo ϵ -amminico della lisina è circa 12.

Il pH a cui questi gruppi perdono H^+ è: α -COOH (pH 2); R-COOH (pH 4); α -NH $_3^+$ (pH 9); ϵ -NH $_3^+$ (pH 12).

Nella lisina (A) l'ultimo gruppo amminico a perdere H^+ è quello in epsilon (A ok)

Nella glutamina (B) il carbossile ha perso l' H^+ mentre il gruppo α -amminico lo conserva (B ok)

Nell'acido glutammico (C) il primo carbossile che ha perso H^+ è quello in alfa (più acido) (C ok)

Nell'acido aspartico (D) il primo carbossile che ha perso H^+ è quello in catena laterale (D errata). (Risposta D)

18. Se la K_{ps} di CaC_2O_4 è $2,6 \cdot 10^{-9}$, la concentrazione di ione ossalato necessaria per formare un precipitato in una soluzione contenente 0,02 moli per litro di ione calcio è:

- A) $1,0 \cdot 10^{-9}$ M B) $1,3 \cdot 10^{-7}$ M C) $5,2 \cdot 10^{-11}$ M D) $2,2 \cdot 10^{-7}$ M

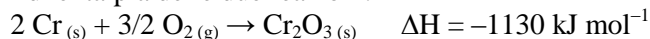
18. Soluzione

La reazione di dissociazione è: $CaC_2O_4 \rightarrow Ca^{2+} + C_2O_4^{2-}$ $K_{ps} = [Ca^{2+}][C_2O_4^{2-}]$

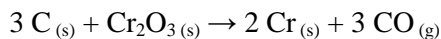
$[C_2O_4^{2-}] = K_{ps}/[Ca^{2+}]$ $[C_2O_4^{2-}] = 2,6 \cdot 10^{-9}/0,02 = 1,3 \cdot 10^{-7}$ M.

(Risposta B)

19. Considerando le variazioni di entalpia delle due reazioni:



indicare il valore del ΔH nella reazione:



- A) $-1460 \text{ kJ mol}^{-1}$ B) -800 kJ mol^{-1} C) $+1460 \text{ kJ mol}^{-1}$ D) $+800 \text{ kJ mol}^{-1}$

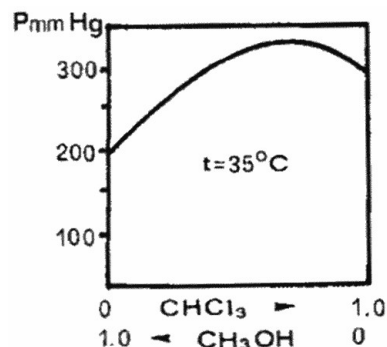
19. Soluzione

La reazione cercata si ottiene sommando l'inverso della prima reazione al triplo della seconda:



23. Questo è il diagramma della tensione di vapore delle miscele $CH_3OH/CHCl_3$ in funzione della frazione molare di $CHCl_3$. Dall'esame del diagramma si può ricavare che:

- A) il mescolamento di CH_3OH e $CHCl_3$ è un processo esotermico
 B) il ΔH di evaporazione di ciascun componente della soluzione è minore del ΔH di evaporazione dello stesso componente puro
 C) esiste una miscela azeotropica altobollente
 D) il mescolamento di CH_3OH e $CHCl_3$ è accompagnato da una diminuzione del volume della soluzione



23. Soluzione

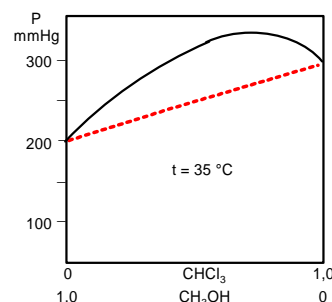
La tensione di vapore della soluzione è maggiore della somma delle tensioni di vapore dei due liquidi puri (linea rossa), quindi i legami intermolecolari tra le due sostanze sono minori di quelli tra molecole dello stesso tipo.

Il mescolamento di CH_3OH e $CHCl_3$ è endotermico (A errata)

Il mescolamento fa aumentare il volume della soluzione (D errata).

Dato che nella soluzione i legami intermolecolari sono più deboli, il ΔH di evaporazione di ciascun componente della soluzione è minore del ΔH di evaporazione dello stesso componente puro.

(Risposta B)



24. Quanti dm^3 di diossido di carbonio, misurati a TPS, si sviluppano trattando 18 g di KHCO_3 con 65 g di acido solforico al 10%?

- A) 3 dm^3 B) 4 dm^3 C) $0,07 \text{ dm}^3$ D) $0,18 \text{ dm}^3$

24. Soluzione

La reazione è: $2 \text{KHCO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2 \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + \text{K}_2\text{SO}_4$

Moli (mol) 0,18 0,066 0,13

MM (g/mol) 100 98

Massa (g) 18 6,5

Le moli di KHCO_3 (MM = 100 u) sono: $18/100 = 0,18 \text{ mol}$

Le moli di H_2SO_4 (MM = 98 u) sono: $6,5/98 = 0,066 \text{ mol}$

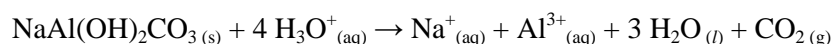
Le moli di H_2SO_4 sono in difetto e reagiscono solo con $0,066 \cdot 2 = 0,13 \text{ mol}$ di KHCO_3 .

Si formano altrettante moli di CO_2 : $0,13 \text{ mol}$.

Il loro volume è: $V = (nRT)/P = (0,13 \cdot 0,0821 \cdot 273)/1$ quindi: $V = 3 \text{ L}$.

(Risposta A)

25. Il composto $\text{NaAl(OH)}_2\text{CO}_3$ è il principio attivo di un preparato usato contro l'iperacidità gastrica, secondo la reazione:



Il suo peso equivalente è:

- A) 36 g eq^{-1} B) 72 g eq^{-1} C) 144 g eq^{-1} D) 48 g eq^{-1}

25. Soluzione

Dato che $\text{NaAl(OH)}_2\text{CO}_3$ reagisce con 4 H^+ , il suo peso equivalente è $1/4$ del suo peso molecolare.

La sua massa molare è: $23 + 27 + 2 \cdot 17 + 12 + 48 = 144 \text{ g/mol}$. Il PE è $144/4 = 36 \text{ g/eq}$.

(Risposta A)

...

29. Quale concentrazione di ioni idronio si ottiene dopo il mescolamento di 325 cm^3 di soluzione $0,234 \text{ M}$ di HCl con 145 cm^3 di soluzione $0,186 \text{ M}$ di NaOH ?

- A) $0,076 \text{ M}$ B) $0,104 \text{ M}$ C) $0,151 \text{ M}$ D) $0,162 \text{ M}$

29. Soluzione

Le moli di HCl sono: $n = MV = 0,234 \cdot 325 = 76 \text{ mmol}$

Le moli di NaOH sono: $n = MV = 0,186 \cdot 145 = 27 \text{ mmol}$.

Le moli residue di HCl sono: $76 - 27 = 49 \text{ mmol}$

Il volume finale è: $325 + 145 = 470 \text{ mL}$. La concentrazione finale di H^+ è: $49/470 = 0,104 \text{ M}$.

(Risposta B)

30. Quale delle seguenti affermazioni NON è vera, sulla dissoluzione di un solido molecolare?

- A) nella dissoluzione generalmente l'entropia aumenta
 B) la dissoluzione del solido può essere un processo endotermico
 C) la quantità di solido che si scioglie dipende dalla variazione di entropia e di entalpia del processo
 D) a parità di entropia il solido con ΔH di soluzione di $+20 \text{ kJ/mol}$ risulta più solubile di un altro con ΔH di soluzione di $+5 \text{ kJ/mol}$

30. Soluzione

Nella dissoluzione l'entropia aumenta perchè aumenta il disordine molecolare (A ok)

La dissoluzione può essere un processo endotermico se i nuovi legami intermolecolari sono più deboli (B ok)

La dissoluzione procede fino a quando il ΔG è favorevole, quindi dipende da ΔH e ΔS (C ok)

A parità di ΔS , è più favorevole il processo con ΔH più negativo (più basso) quindi la dissoluzione con $\Delta H = +20$ è sfavorita rispetto a quella con $\Delta H = +5 \text{ kJ/mol}$. (D errata).

(Risposta D)

Soluzioni proposte da Mauro Tonellato