

Prova scritta di Chimica Generale ed Inorganica 20 giugno 2023
COMPITO 1

Esercizio 1-1

Si vogliono preparare 2,0 L di una soluzione di HCl al 14,50 % in peso ($d=1,07$ g/mL), partendo da una soluzione al 10,50% ($d=1,05$ g/mL) e da una al 38% ($d=1,18$ g/mL). Calcolare le masse ed i volumi che bisogna mescolare e la pressione osmotica della soluzione finale a 25 °C.

Svolgimento

Soluzione finale

$$M_3 = \frac{d \cdot V \cdot \%}{100 \cdot PM \cdot V} = \frac{1.07 \text{ g mL}^{-1} \cdot 1000 \text{ mL} \cdot 14.50}{100 \cdot 36.5 \text{ g mol}^{-1} \cdot 1 \text{ L}} = 4.25 \text{ mol L}^{-1}$$

Soluzioni da mescolare

$$M_1 = \frac{d \cdot V \cdot \%}{100 \cdot PM \cdot V} = \frac{1.05 \text{ g mL}^{-1} \cdot 1000 \text{ mL} \cdot 10.50}{100 \cdot 36.5 \text{ g mol}^{-1} \cdot 1 \text{ L}} = 3.02 \text{ mol L}^{-1}$$

$$M_2 = \frac{d \cdot V \cdot \%}{100 \cdot PM \cdot V} = \frac{1.18 \text{ g mL}^{-1} \cdot 1000 \text{ mL} \cdot 38}{100 \cdot 36.5 \text{ g mol}^{-1} \cdot 1 \text{ L}} = 12.3 \text{ mol L}^{-1}$$

In seguito al mescolamento delle soluzioni 1 e 2

$$M_3 V_3 = M_1 V_1 + M_2 V_2$$

$$M_3 = \frac{M_1 V_1 + M_2 V_2}{V_1 + V_2} = \frac{M_1 V_1 + M_2 (2 - V_1)}{2} = \frac{3.02 V_1 + 12.3 (2 - V_1)}{2} = 4.25$$

Da cui $V_1 = 1.73$ L; $V_2 = 0.27$ L

$$g_1 = d \cdot V = 1050 \text{ g L}^{-1} \cdot 1.73 \text{ L} = \mathbf{1816 \text{ g}}$$

$$g_2 = d \cdot V = 1180 \text{ g L}^{-1} \cdot 0.27 \text{ L} = \mathbf{318.6 \text{ g}}$$

$$\pi = v \text{ MRT} = 2 \times 4.25 \text{ mol L}^{-1} \times 0,0821 \text{ atm L K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \times 298 \text{ K} = 208 \text{ atm}$$

Esercizio 1-2

Un solido S si dissocia secondo l'equazione:



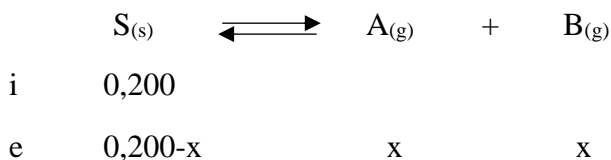
Introducendo 0,200 moli di S in un recipiente inizialmente vuoto del volume di 3 litri e riscaldato a 40°C, una volta raggiunto l'equilibrio si misura una pressione totale di 0,50 atm. Calcolare la K_p e la K_c della reazione considerando nullo il volume del solido.

Calcolare inoltre le moli di A all'equilibrio quando vengono aggiunte nel medesimo recipiente 0,050 moli di B.

Svolgimento

Si trovano le moli totali all'equilibrio della fase gas:

$$n = PV/RT = 0,50 \text{ atm} \times 3 \text{ L} / (0,0821 \times 313 \text{ K}) = 0,058 \text{ mol}$$



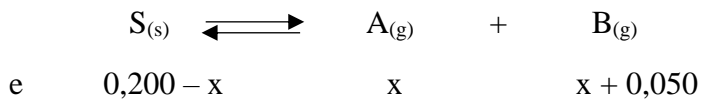
Quindi: $0,058 = 2x \Rightarrow x = 0,029 \text{ mol}$

Da cui:

$$K_c = [A][B] = (x/V)^2 = (0,029/3)^2 = 9,34 \times 10^{-5}$$

$$K_p = K_c(RT)^2 = 9,34 \times 10^{-5} \times (0,0821 \times 313 \text{ K})^2 = 0,062$$

Per calcolare le moli di A dopo l'aggiunta di 0,050 moli di B:



$$K_c = [A][B] = (x/V)((x + 0,050)/V) = 9,34 \times 10^{-5}$$

$$x^2 + 0,050x = 9,34 \times 10^{-5} \times 9 \text{ L}^2 \Rightarrow x^2 + 0,050x - 8,41 \times 10^{-4} = 0$$

$$x = 0,013 \text{ mol} = \text{mol A}$$

Esercizio 1-3

Calcolare il pH di una soluzione ottenuta mescolando 275 ml di NaHCO_3 0,050 M con 191 ml di NaOH 0,072 M sapendo che 1L di soluzione contenente 0,109 moli di NaHCO_3 e 0,0135 moli di Na_2CO_3 ha un pH pari a 9,34.

Svolgimento

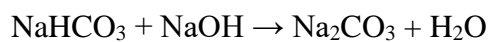
$\text{NaHCO}_3 / \text{Na}_2\text{CO}_3$ (0,109/0,0135) soluzione tampone

$$[\text{H}^+] = K_{a2} \cdot c_a/c_s$$

$$K_{a2} = [\text{H}^+] \cdot c_s/c_a = 10^{-9,34} \cdot 0,0135/0,109 = 5,66 \cdot 10^{-11}$$

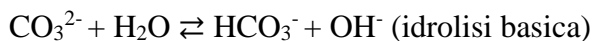
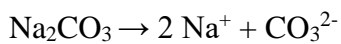
$$n_{\text{NaHCO}_3} = M \times V = 0,275 \cdot 0,050 = 0,0138$$

$$n_{\text{NaOH}} = M \times V = 0,191 \cdot 0,072 = 0,0138$$



i. 0,0138 0,0138 _ _

f. _ _ 0,0138 0,0138



$$[\text{OH}^-] = \sqrt{(K_i \cdot c_s)} = \sqrt{[(K_w/K_{a2}) \cdot c_s]} = \sqrt{[(10^{-14}/5,66 \cdot 10^{-11}) \cdot 0,0138/0,466]} = 2,29 \cdot 10^{-3}$$

$$\text{pOH} = -\log(2,29 \cdot 10^{-3}) = 2,64$$

$$\text{pH} = 14 - 2,64 = 11,36$$

Prova scritta di Chimica Generale ed Inorganica 20 giugno 2023
COMPITO 2

Esercizio 2-1

Si vogliono preparare 1,8 L di una soluzione di NaOH a molalità 3,50 mol Kg⁻¹ (d=1,15 g/mL), partendo da una soluzione al 9,50% (d=1,08 g/mL) e da una al 25% (d=1,18 g/mL). Calcolare le masse ed i volumi che bisogna mescolare e la temperatura di gelo della soluzione finale (k_{cr} H₂O = 1,86° C Kg/mol).

Svolgimento

In un'aliquota di soluzione finale contenente 1 Kg di solvente, sono sciolte 3.50 moli di NaOH pari a:

$$g = n \cdot PM = 3.50 \text{ mol} \cdot 40 \text{ g mol}^{-1} = 140 \text{ g}$$

Il volume del campione selezionato è quindi:

$$V = g/d = 140 \text{ g} / 1.15 \text{ g/mL} = 991.3 \text{ mL} = 0.9913 \text{ L}$$

$$M_3 = \frac{n}{V} = \frac{3.50 \text{ mol}}{0.9913 \text{ L}} = 3.53 \text{ mol L}^{-1}$$

$$M_1 = \frac{d \cdot V \cdot \%}{100 \cdot PM \cdot V} = \frac{1.08 \text{ g mL}^{-1} \cdot 1000 \text{ mL} \cdot 9.50}{100 \cdot 40 \text{ g mol}^{-1} \cdot 1 \text{ L}} = 2.56 \text{ mol L}^{-1}$$

$$M_2 = \frac{d \cdot V \cdot \%}{100 \cdot PM \cdot V} = \frac{1.18 \text{ g mL}^{-1} \cdot 1000 \text{ mL} \cdot 25}{100 \cdot 40 \text{ g mol}^{-1} \cdot 1 \text{ L}} = 7.37 \text{ mol L}^{-1}$$

In seguito al mescolamento delle soluzioni 1 e 2

$$M_3 V_3 = M_1 V_1 + M_2 V_2$$

$$M_3 = \frac{M_1 V_1 + M_2 V_2}{V_1 + V_2} = \frac{M_1 V_1 + M_2 (1.8 - V_1)}{1.8} = \frac{2.56 V_1 + 7.37 (1.8 - V_1)}{1.8} = 3.53$$

Da cui $V_1 = 1.44 \text{ L}$; $V_2 = 0.36 \text{ L}$

$$g_1 = d \cdot V = 1080 \text{ g L}^{-1} \cdot 1.44 \text{ L} = \mathbf{1555 \text{ g}}$$

$$g_2 = d \cdot V = 1180 \text{ g L}^{-1} \cdot 0.36 \text{ L} = \mathbf{424.8 \text{ g}}$$

$$\Delta T = v \cdot m \cdot k = 2 \times 3.50 \text{ mol Kg}^{-1} \times 1.86 \text{ C Kg/mol} = 13.02 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{gelo}} = \mathbf{-13.02 \text{ }^\circ\text{C}}$$

Esercizio 2-2

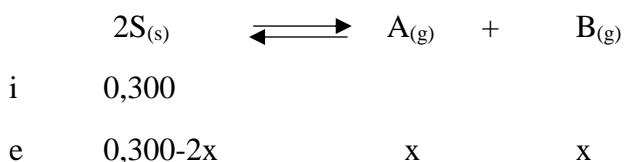
Un solido S si dissocia secondo l'equazione:



Introducendo 0,300 moli di S in un recipiente inizialmente vuoto del volume di 2 litri e riscaldato a 40°C, una volta raggiunto l'equilibrio la quantità di S nel recipiente risulta essere di 0,080 mol. Calcolare la K_p e la K_c della reazione considerando nullo il volume del solido.

Calcolare inoltre la pressione parziale di B all'equilibrio quando vengono aggiunte nel medesimo recipiente 0,100 moli di A.

Svolgimento



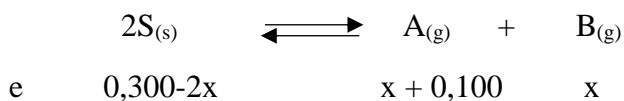
Si può quindi ricavare il valore di x:

$$0,300 - 2x = 0,080 \quad \Rightarrow \quad 2x = 0,220 \quad \Rightarrow \quad x = 0,110 \text{ mol}$$

$$K_c = [A][B] = (x/V)^2 = (0,110/2)^2 = 3,02 \times 10^{-3}$$

$$K_p = K_c(RT)^2 = 3,02 \times 10^{-3} \times (0,0821 \times 313 \text{ K})^2 = 2,00$$

Per calcolare le moli di B dopo l'aggiunta di 0,100 moli di A:



$$K_c = [A][B] = (x + 0,100 / V)(x / V) = 3,02 \times 10^{-3}$$

$$x^2 + 0,100 x = 3,02 \times 10^{-3} \times 4 \text{ L}^2 \quad \Rightarrow \quad x^2 + 0,100 x - 1,21 \times 10^{-2} = 0$$

$$x = 0,071 \text{ mol} = \text{mol B}$$

$$p_B = 0,042 \text{ mol} \times 0,0821 \times 313 \text{ K} / 2 \text{ L} = 0,912 \text{ atm}$$

Esercizio 2-3

Calcolare il pH di una soluzione ottenuta mescolando 634 ml di NaHCO_3 0,082 M con 265 ml di HCl 0,102 M sapendo che una soluzione 0,10 M di H_2CO_3 ha un pH pari a 3,68.

Svolgimento



$$c_a > 10^{-3} \text{ M}$$

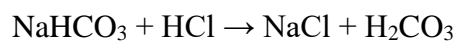
$$K_{a1} ?$$

$$[\text{H}^+]^2 + K_{a1}[\text{H}^+] + K_{a1}c_a = (10^{-3,68})^2 + K_{a1}(10^{-3,68}) + K_{a1}0,10 = 0$$

$$K_{a1} = 4,36 \cdot 10^{-7}$$

$$n_{\text{NaHCO}_3} = M \times V = 0,634 \cdot 0,082 = 0,052$$

$$n_{\text{HCl}} = M \times V = 0,265 \cdot 0,102 = 0,027$$



$$\text{i. } 0,052 \quad 0,027 \quad _ \quad _$$

$$\text{f. } 0,025 \quad _ \quad 0,027 \quad 0,027 \quad (\text{soluzione tampone})$$

$$\text{pH} = \text{p}K_{a1} + \log c_s/c_a = -\log 4,36 \cdot 10^{-7} + \log 0,025/0,027 = 6,33$$