

In un recipiente vengono mescolati 30 mL di etanolo (E) avente densità $d_E = 0.785 \text{ g mL}^{-1}$ con 70 mL di acqua (A) con densità $d_A = 1.0 \text{ g mL}^{-1}$. I volumi molari parziali di etanolo e acqua sono rispettivamente 52.6 mL mol^{-1} e 17.9 mL mol^{-1} . Calcolare il volume finale della soluzione. Qual è il ΔG_{mix} ?

Risoluzione

Per prima cosa si calcolano le moli di etanolo e di acqua che saranno mescolate, dalla definizione della densità di una sostanza i

$$d_i = \frac{m_i}{V_i} = \frac{n_i M_i}{V_i} \quad \text{si ottiene} \quad n_i = \frac{d_i V_i}{M_i}$$

Le masse molari di etanolo e acqua sono rispettivamente, 46.07 g mol^{-1} e $18.015 \text{ g mol}^{-1}$, per cui le moli di etanolo e acqua sono:

$$n_E = \frac{0.785 \text{ (g mL}^{-1}) \times 30 \text{ (mL)}}{46.07 \text{ (g mol}^{-1})} = 0.5112 \text{ mol}$$

$$n_A = \frac{1.0 \text{ (g mL}^{-1}) \times 70 \text{ (mL)}}{18.015 \text{ (g mol}^{-1})} = 3.8857 \text{ mol}$$

Il volume totale della miscela risulta essere:

$$V = n_E \bar{V}_E + n_A \bar{V}_A$$

$$V = 0.5112 \text{ (mol)} \times 52.6 \text{ (mL mol}^{-1}) + 3.8857 \text{ (mol)} \times 17.9 \text{ (mL mol}^{-1})$$

$$V = \mathbf{96.44 \text{ mL}}$$

Poiché le moli totali sono

$$n_t = n_E + n_A = 0.5112 \text{ (mol)} + 3.8857 \text{ (mol)} = 4.3969 \text{ mol}$$

le frazioni molari di etanolo e acqua saranno:

$$x_E = \frac{n_E}{n_t} = \frac{0.5112 \text{ (mol)}}{4.3969 \text{ (mol)}} = 0.1163 \quad \text{e} \quad x_A = \frac{n_A}{n_t} = \frac{3.8857 \text{ (mol)}}{4.3969 \text{ (mol)}} = 0.8837$$

Da cui si può calcolare il ΔG_{mix} :

$$\Delta_{mix} G^\ominus = n_t R T (x_E \ln x_E + x_A \ln x_A)$$

$$\begin{aligned} \Delta_{mix} G^\ominus &= 4.3969 \text{ (mol)} \times 8.31447 \text{ (J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}) \times 298.15 \text{ (K)} \\ &\times [0.1163 \times \ln(0.1163) + 0.8837 \times \ln(0.8837)] = \mathbf{-3918.32 \text{ J}} \end{aligned}$$