



Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro



### Gabarito – Físico-Química I – Exercícios Complementares 6

1. Antes da descoberta de o Freon-12 ( $\text{CF}_2\text{Cl}_2$ ) ser prejudicial à camada de ozônio da atmosfera terrestre, o composto era usado como agente dispersor na latas de creme de barbear, desodorantes, etc. A entalpia de vaporização do líquido, no ponto de ebulição normal de  $-29,2^\circ\text{C}$ , é de  $20,25 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ . Estimar a pressão que uma lata com Freon-12 teria que suportar, a  $40^\circ\text{C}$ , quando exposta à luz solar. Admitir que  $\Delta H_{\text{vap}}$  seja constante no intervalo de temperatura mencionado e igual ao seu valor a  $-29,2^\circ\text{C}$ .

2. A pressão de vapor do 2-propanol é  $50,00 \text{ kPa}$ , a  $338,8^\circ\text{C}$ , mas cai a  $49,62 \text{ kPa}$  quando se dissolvem, em  $250 \text{ g}$  do líquido,  $8,69 \text{ g}$  de um composto orgânico não volátil. Calcular a massa molar do composto.

3. Uma solução diluída de bromo em tetracloreto de carbono comporta-se como solução diluída ideal. A pressão de vapor do  $\text{CCl}_4$  puro é  $33,85 \text{ torr}$ , a  $298 \text{ K}$ . A constante da lei de Henry quando a concentração do  $\text{Br}_2$  é expressa em fração molar é  $122,36 \text{ torr}$ . Calcular a pressão vapor de cada componente, a pressão total e a composição da fase vapor quando a fração molar do  $\text{Br}_2$  for  $0,050$ , admitindo que, nesta concentração, a solução tenha comportamento ideal.

4. Sabendo que o volume molar da água pura é igual a  $18 \text{ cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$  e que para soluções aquosas de etanol:

$x_{\text{etanol}}$	$V_{\text{água}} (\text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1})$	$V_{\text{etanol}} (\text{cm}^3\cdot\text{mol}^{-1})$
0,91	14,6	58,0
0,33	16,4	56,6

Calcule:

(a) Quantos litros de água devem ser adicionados a  $1000,0 \text{ L}$  de uma solução  $91\%$  (em moles) de álcool, para se ter uma solução  $33\%$  (em moles)?

(b) Qual é o volume da solução resultante?

5. A  $25^\circ\text{C}$  e  $1,0 \text{ atm}$ , uma solução de  $72,062 \text{ g}$  de água ( $M = 18 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ) e  $192,252 \text{ g}$  de metanol ( $M = 32 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ) tem um volume de  $307,09 \text{ cm}^3$ . (a) Sabendo que para esta solução o volume parcial molar da água é de  $16,488 \text{ cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$ , calcule o volume parcial molar do metanol. (b) Sabendo que as densidades da água e do metanol são, respectivamente,  $0,997 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$  e  $0,791 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ , calcule os volumes de água e de metanol que devem ser misturados para se obter  $460,639 \text{ cm}^3$  de uma solução com a mesma composição que tem a solução do item (a).

1ª QUESTÃO:

$$P = P^* e^{-x} \quad x = \frac{\Delta H_{\text{vap}}}{R} \left( \frac{1}{T} - \frac{1}{T^*} \right)$$

$$T_{\text{eb}}^{(*)} = -29,2^\circ\text{C} = 243,8\text{ K} \equiv P_{\text{vap}}^{(*)} = 1\text{ atm} ; \Delta H_{\text{vap}} = 20,25\text{ kJ/mol}$$

$$T = 40^\circ\text{C} = 313\text{ K} \equiv P = ?$$

$$x = \frac{20,25 \times 10^3\text{ J/mol}}{8,314\text{ J/mol}\cdot\text{K}} \left( \frac{1}{313} - \frac{1}{243,8} \right) = -2,21$$

↳ -0,00099

$$P = 1\text{ atm} \cdot e^{-(-2,21)}$$

$$P = 9,1\text{ atm} //$$

2ª QUESTÃO:

$$2\text{-propanol} - P.M. = 60 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$T = 338,8^\circ \text{C} \rightarrow P_{pr}^* = 50,00 \text{ kPa}$$

$$250 \text{ g } 2\text{-propanol} + 8,69 \text{ g Comp. org} \rightarrow P_{pr} = 49,62 \text{ kPa}$$

Considerando que o 2-propanol segue a Lei de Raoult:

$$P_{pr} = \chi_{pr} \cdot P_{pr}^* \quad \therefore \quad \chi_{pr} = \frac{P_{pr}}{P_{pr}^*} = \frac{49,62}{50,00} = 0,9924$$

$$\chi_{pr} = \frac{n_{pr}}{n_{pr} + n_{comp.}} \quad ; \quad n = \frac{m}{P.M.}$$

$$\chi_{pr} = \frac{250/60}{\frac{250}{60} + \frac{8,69}{M}} \quad \therefore \quad 0,9924 = \frac{4,167}{4,167 + \frac{8,69}{M}}$$

$$\frac{8,69}{M} = 0,03191$$

$$M = 272,3 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

3ª QUESTÃO:

Soluções diluídas ideais  $\left\{ \begin{array}{l} \text{solvente segue a Lei de Raoult: } P_A = x_A P_A^* \\ \text{soluto segue a Lei de Henry: } P_B = x_B K_B \end{array} \right.$

$$P_{\text{CCl}_4}^* = 33,85 \text{ torr (298K)} \quad ; \quad K_{\text{Br}_2} = 122,36 \text{ torr}$$

$$x_{\text{Br}_2} = 0,050$$

$$x_{\text{CCl}_4} = 1 - x_{\text{Br}_2} = 1 - 0,050 = 0,950$$

$$P_{\text{CCl}_4} = x_{\text{CCl}_4} \cdot P_{\text{CCl}_4}^* = 0,950 \cdot 33,85 \quad \therefore \quad P_{\text{CCl}_4} = 32,2 \text{ torr} //$$

$$P_{\text{Br}_2} = x_{\text{Br}_2} \cdot K_{\text{Br}_2} = 0,050 \cdot 122,36 \quad \therefore \quad P_{\text{Br}_2} = 6,12 \text{ torr} //$$

$$P_{\text{TOTAL}} = P_{\text{CCl}_4} + P_{\text{Br}_2} = 32,2 + 6,12 \quad \therefore \quad P_{\text{TOTAL}} = 38,3 \text{ torr} //$$

$$y_{\text{CCl}_4} = \frac{P_{\text{CCl}_4}}{P_{\text{TOTAL}}} = \frac{32,2}{38,3} \quad \therefore \quad y_{\text{CCl}_4} = 0,841 //$$

$$y_{\text{Br}_2} = 1 - y_{\text{CCl}_4} = 1 - 0,841 = 0,159 //$$

4ª QUESTÃO:

Mistura água (A) + etanol (Et)

$$V_{TOTAL} = n_A V_A + n_{Et} V_{Et}$$

1000,0 L solução 91% (molar) etanol  $\rightarrow x_{Et} = 0,91 \therefore x_A = 0,09$

$$1000,0 \text{ L} = n_{Et} V_{Et} + n_A V_A = x_{Et} n_{TOTAL} V_{Et} + x_A n_{TOTAL} V_A$$

$$1000,0 \text{ L} \times 10^3 \frac{\text{cm}^3}{\text{L}} = 0,91 n_{TOTAL} \cdot 58,0 \frac{\text{cm}^3}{\text{mol}} + 0,09 \cdot n_{TOTAL} \cdot 14,6 \frac{\text{cm}^3}{\text{mol}}$$

$$1,0 \times 10^6 = 52,78 n_{TOTAL} + 1,314 n_{TOTAL} = 54,1 n_{TOTAL}$$

$$n_{TOTAL} = 18484,3 \begin{cases} \rightarrow n_{Et} = 16820,7 \text{ mol} \\ \rightarrow n_A = 1663,6 \text{ mol} \end{cases}$$

(a) Diluindo a solução para  $x_{Et} = 0,33$ :

$$x_{Et} = \frac{n_{Et}}{n_{Et} + n_A} \quad ; \quad n_{Et} \text{ é o mesmo da solução original}$$

$$0,33 = \frac{16820,7}{16820,7 + n_A} \quad \therefore 16820,7 + n_A = \frac{16820,7}{0,33} = 50971,8$$

$$n_A = 34151,1 \text{ mol} \rightarrow \text{Adicionados: } 34151,1 - 1663,6 = 32487,5 \text{ mol}$$

$$V_{\text{água}} = 32487,5 \text{ mol} \cdot 18 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 1,0 \times 10^{-3} \frac{\text{L}}{\text{g}} \quad \therefore V_{\text{água}} = 584,8 \text{ L} //$$

(b)  $V_{TOTAL} = n_A V_A + n_{Et} V_{Et} = 34151,1 \cdot 16,4 + 16820,7 \cdot 56,6 \text{ [cm}^3\text{]}$

$$V_{TOTAL} = [560078,04 \text{ cm}^3 + 952051,62 \text{ cm}^3] \times 10^{-3} \text{ L/cm}^3$$

$$V_{TOTAL} = 1512,1 \text{ L} //$$

5ª QUESTÃO:

$$\left. \begin{array}{l} 72,062 \text{ g H}_2\text{O} \text{ (} n = 18 \text{ g/mol) ; } V_{\text{H}_2\text{O}} = 16,488 \text{ cm}^3/\text{mol} \\ 192,252 \text{ g Metanol (} M = 32 \text{ g/mol)} \end{array} \right\}$$

(a)

$$V_{\text{TOTAL}} = 307,09 \text{ cm}^3$$

$$n_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{72,062 \text{ g}}{18 \text{ g/mol}} = 4,00$$

$$V_{\text{TOTAL}} = n_{\text{H}_2\text{O}} V_{\text{H}_2\text{O}} + n_{\text{met}} V_{\text{met}}$$

$$n_{\text{met}} = \frac{192,252 \text{ g}}{32 \text{ g/mol}} = 6,00$$

$$307,09 \text{ cm}^3 = 4 \text{ mol} \cdot \frac{16,488 \text{ cm}^3}{\text{mol}} + 6 \cdot V_{\text{met}}$$

$$V_{\text{met}} = 40,190 \frac{\text{cm}^3}{\text{mol}} //$$

(b)  $\rho_{\text{H}_2\text{O}} = 0,997 \text{ g/cm}^3$  e  $\rho_{\text{met}} = 0,791 \text{ g/cm}^3$

$V_{\text{TOTAL}} = 460,639 \text{ cm}^3 \rightarrow$  mesma composição de (a)  $\Rightarrow V_{\text{H}_2\text{O}}$  e  $V_{\text{met}}$  são os mesmos que em (a)

$$460,639 = (n_{\text{H}_2\text{O}} \cdot 16,488 + n_{\text{met}} \cdot 40,190) \cdot \frac{n_{\text{TOTAL}}}{n_{\text{TOTAL}}}$$

$$x_{\text{H}_2\text{O}} = 0,40$$

$$460,639 = (x_{\text{H}_2\text{O}} \cdot 16,488 + x_{\text{met}} \cdot 40,190) n_{\text{TOTAL}}$$

$$x_{\text{met}} = 0,60$$

$$460,639 = (0,40 \cdot 16,488 + 0,60 \cdot 40,190) n_{\text{TOTAL}}$$

$$n_{\text{TOTAL}} = 15,0 \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} n_{\text{H}_2\text{O}} = 0,40 \cdot 15,0 = 6,0 \text{ mol} \\ n_{\text{met}} = 0,60 \cdot 15,0 = 9,0 \text{ mol} \end{array} \right.$$

$$\rho = \frac{m}{V} \therefore V = \frac{m}{\rho}$$

$$V = \frac{n \cdot M}{\rho}$$

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{n_{\text{H}_2\text{O}} \cdot M_{\text{H}_2\text{O}}}{\rho_{\text{H}_2\text{O}}} = \frac{6,0 \text{ mol} \cdot 18 \text{ g/mol}}{0,997 \text{ g/cm}^3}$$

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = 108,325 \text{ cm}^3 //$$

$$V_{\text{met}} = \frac{n_{\text{met}} \cdot M_{\text{met}}}{\rho_{\text{met}}} = \frac{9,0 \cdot 32}{0,791}$$

$$V_{\text{met}} = 364,096 \text{ cm}^3 //$$

6. A figura abaixo mostra o equilíbrio líquido-vapor de misturas de A e B, a 1 atm. Qual dos componentes é o mais volátil (justifique)? Se uma mistura contendo 40% (molar) de A é aquecida a 140°C, qual será a composição das fases líquida e vapor em equilíbrio? Qual a fração do líquido original que evaporou?

Alavancas:

$$n_L (0,40 - 0,30) = n_V (0,61 - 0,40)$$

$$0,10 \cdot n_L = 0,21 \cdot n_V$$

$$n_L = 2,1 n_V$$

$$\frac{n_V}{n_L + n_V} = \frac{n_V}{2,1 n_V + n_V} = \frac{1}{3,1}$$

$$= 0,32 //$$

