

LISTA 3 - PARTE A

1) (a) Redução da pressão de vapor da água

Lei de Raoult

P_1^0 : pressão de vapor água pura

$$P_1 = x_1 \cdot P_1^0 \quad x_1: \text{Fração molar do solvente (água)}$$

$$P_1 = (1 - x_2) P_1^0 \quad x_1 = 1 - x_2$$

$$\text{ou } \Delta P = (P_1^0 - P_1) = x_2 P_1^0$$

ASSIM DEVEMOS CALCULAR A FRAÇÃO MOLAR DO SOLUTO (SACAROSE) EM SOLVENTE ÁGUA x_2

SACAROSE $\bar{M} = 342,3 \text{ g/mol}$

40g SACAROSE \rightarrow 100g H_2O

$$\text{N}^\circ \text{ de mols SACAROSE } n_2 = \frac{40\text{g}}{342,3 \text{ g/mol}} = 0,1168$$

$$\text{N}^\circ \text{ de mols } \text{H}_2\text{O } n_1 = \frac{100}{18} = 5,55$$

$$x_2 = \frac{n^\circ \text{ mols SACAROSE}}{n^\circ \text{ mols SACAROSE} + n^\circ \text{ mols } \text{H}_2\text{O}} = \frac{0,1168}{0,1168 + 5,55}$$

$$x_2 = 0,02$$

FRAÇÃO MOLAR DA SACAROSE.

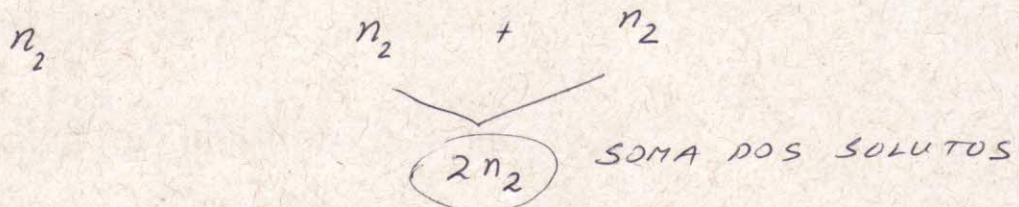
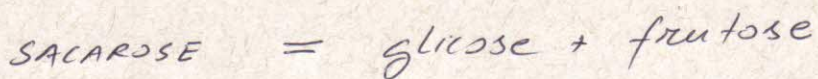
1) CONTINUAÇÃO: CÁLCULO DO ΔP

$$\Delta P = x_2 P_1^0 \quad P_1^0 \text{ é TABELADO}$$

$T^\circ C$	ΔP (mmHg)
30	0,636
40	1,106
50	1,850
60	2,980

CONCLUSÃO: A redução de pressões de vapor da água é pequena e aumenta com T

(b) Reação de hidrólise da sacarose



$$x_2' = \frac{2n_2}{2n_2 + n_1} \approx \frac{2n_2}{n_1} \approx \underline{\underline{2x_2}}$$

ASSIM O EFEITO SERÁ DPLICAR A REDUÇÃO DE PRESSÃO DE VAPOR. PROPRIEDADE COLIGATIVA, DEPENDE DO N° PARTICULAS / MOLECULAS DOS SOLUTOS.

$$\Delta P' \approx 2x_2 P_1^0 = 2 \Delta P$$

2) A presença de sacarose e aditivos em baixa concentração inicialmente não altera o equilíbrio de solubilidade do CO_2 no líquido. Assim usando a

Lei de Henry

$$P_{\text{CO}_2} = x_{\text{CO}_2} \cdot K_H$$

$$K_H = 1,63 \times 10^3 \text{ atm}$$

$$P_{\text{CO}_2} = 2 \text{ atm}$$

$$x_{\text{CO}_2} = \frac{2}{1,63} \times 10^{-3}$$

$$x_{\text{CO}_2} = 1,227 \times 10^{-3}$$

Qual é a conc. em mol/L do CO_2 na fase líquida.?

base 1L solução

$$x_2 = \frac{n_2}{n_2 + n_1}$$

$$n_1 = \frac{1000 \text{ g}}{18 \text{ g/mol}} = 55,55 \text{ mols } \text{H}_2\text{O}$$

$$n_1 \gg n_2$$

$$x_2 \approx \frac{n_2}{n_1} \quad \text{ou}$$

$$n_2 \approx n_1 x_2 = 0,0682 \text{ mols } \text{CO}_2$$

$$[\text{CO}_2] = \frac{n_2}{1 \text{ L}} = \underline{0,0682 \text{ mol/L}} \quad \text{ou} \quad 6,82 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$$

$$\textcircled{3} \left\{ \begin{array}{l} \text{ETANOL} \quad P^\circ = 44,5 \text{ Torr} \\ \text{METANOL} \quad P^\circ = 88,7 \text{ Torr} \end{array} \right\} 293 \text{ K}$$

(a) SOLUÇÃO BINÁRIA

1,3 mol Etanol + 1,25 mol metanol

$$x_{\text{EtOH}} = \frac{1,30}{1,3 + 1,25} = 0,51 \quad x_{\text{MeOH}} = 1 - x_{\text{EtOH}} = 0,49$$

(b) Fase Vapor $P_i = x_i \cdot P_i^\circ$ (LEI DE RAULT)

$$P_{\text{EtOH}} = 0,51 \cdot 44,5 = 22,695 \text{ Torr}$$

$$P_{\text{MeOH}} = 0,49 \cdot 88,7 = \underline{43,463 \text{ Torr}}$$

$$P_T = 66,158 \text{ Torr}$$

Composições no vapor (via Lei de Dalton)

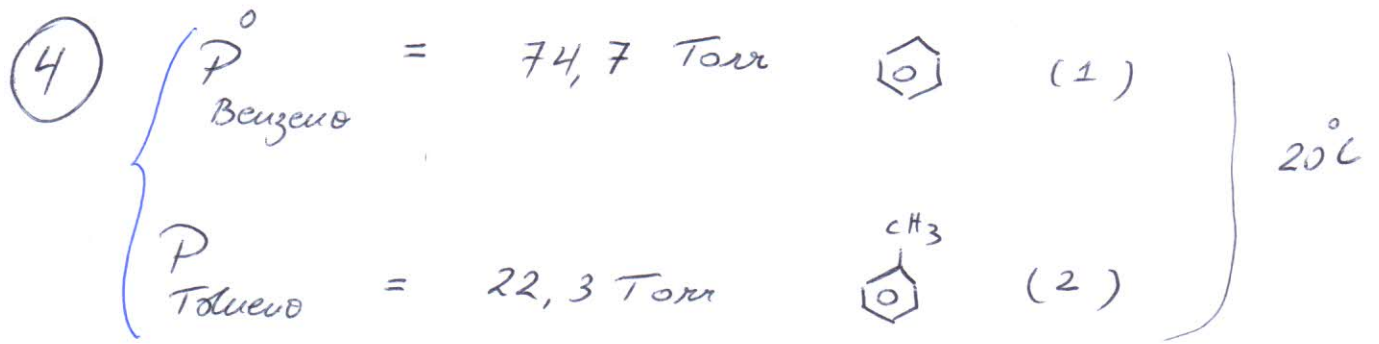
$$P_i = x_i^v \cdot P_T$$

$$x_{\text{EtOH}}^v = \frac{22,695}{66,158} = 0,343$$

$$x_{\text{MeOH}}^v = \frac{43,463}{66,158} = 0,657$$

↔ componente + volátil
tem maior conc.
no vapor.

(c) Destilação: destilado → metanol



Lei de Dalton:

$$P_T = P_1 + P_2 = 40 \text{ Torr}$$

$$40 = x_1 \cdot 74,7 + x_2 \cdot 22,3$$

$$x_1 + x_2 = 1 \quad x_2 = 1 - x_1$$

$$40 = 74,7 x_1 + 22,3 (1 - x_1)$$

$$52,4 x_1 = 40,0 - 22,3 = 17,7$$

$$\text{ou } x_1 = \frac{17,7}{52,4} = 0,338 \quad \text{benzeno} \quad \text{SOLUÇÃO}$$

$$x_2 = 1 - x_1 = 0,662 \quad \text{Tolueno}$$

Composições no vapor $x_i^v = P_i / P_T$; $P_i = x_i P_i^{\circ}$

$$x_1^v = \frac{0,338 \cdot 74,7}{40} = 0,63$$

COMPOSIÇÃO NO VAPOR

$$x_2^v = \frac{0,662 \cdot 22,3}{40} = 0,37$$

5

ETILENO GLICOL



$$\bar{M} = 62,1 \text{ g/mol}$$

Deslocamento dos pontos fixos:

$$\Delta T_{eb} = K_{eb} \cdot m$$

$m = \text{molalidade}$

$$\Delta T_f = K_f \cdot m$$

$$K_{eb} = 0,512 \text{ K} \cdot \text{kg mol}^{-1}$$

$$K_f = 1,86 \text{ K} \cdot \text{kg mol}^{-1}$$

Cálculo da molalidade

25% em massa



$$m_{C_2H_6O_2} = \frac{25}{62,1} = 0,4025 \text{ mols}$$

$$0,4025 \text{ mol } \longrightarrow \begin{matrix} 75 \text{ g } H_2O \\ 1000 \text{ g } H_2O \end{matrix}$$

$$x = 5,368 \text{ Molal}$$

$$\text{MOLALIDADE} = 5,368 \text{ mol/kg}$$

$$\Delta T_{eb} = 0,512 \times 5,368 \cong 2,7 \text{ K}$$

$$\Delta T_f = 1,86 \times 5,368 \cong 10 \text{ K}$$

$$T_{eb} = 100^\circ\text{C} + 2,7^\circ\text{C} \cong 102,7^\circ\text{C}$$

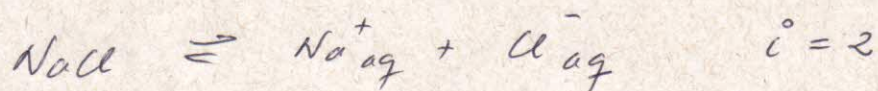
$$T_f = 0,0 - 10,0^\circ\text{C} \cong -10,0^\circ\text{C}$$

6) SOLUÇÃO ISOTÔNICA \equiv POSSUI A MESMA PRESSÃO
OSMÔTICA

$$\bar{\pi} = CRT \quad \text{ou} \quad C = \frac{\bar{\pi}}{RT} = \frac{7,7 \text{ atm}}{0,082 \cdot 298}$$

$C = 0,31 \text{ mol/L}$ (CONC. DE GLICOSE)

SOLUÇÃO SALINA ISOTÔNICA (NaCl aq)

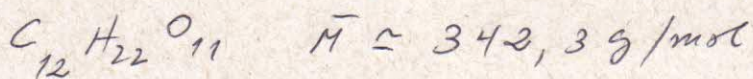


A concentração de ions deve ser igual a $0,31 \text{ mol/L}$

ou $[\text{NaCl}] = \frac{0,31}{2} = \underline{0,155 \text{ mol/L}}$

Assim uma solução salina NaCl $\sim 0,16 \text{ mol/L}$
que corresponde $\sim \underline{0,9\%}$ em massa e
isotônica.

GATORADE SACAROSE (carboidrato)



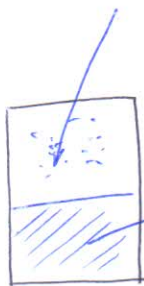
Então $0,31 \text{ mol/L} \cdot \bar{M} \approx \underline{106 \text{ g/L}}$ ou

$\sim 10 \text{ g por } 100 \text{ mL}$

RÓTULO COMPOSIÇÃO (200 mL)

$\left. \begin{array}{l} 12 \text{ g CARBOHIDRATO} \\ 92 \text{ mg Na} \\ 24 \text{ mg K} \\ 84 \text{ mg Cl}^- \end{array} \right\} < 0,31 \text{ mol/L na} \\ \text{soma espécies.}$

7) $P_{CO_2} = 1000 \text{ torr}$ $25^\circ\text{C} (298\text{K})$



base 1000 mL H_2O (1L)

LEI DE HENRY

$$P_{CO_2} = K_H \cdot x_{CO_2}$$

$$K_H = 1,24 \times 10^6 \text{ torr}$$

$$x_{CO_2} = \frac{P_{CO_2}}{K_H} = \frac{10^3}{1,24 \times 10^6} = 8,06 \times 10^{-4}$$

$$x_{CO_2} = \frac{n_{CO_2}}{n_{CO_2} + n_{H_2O}} \approx \frac{n_{CO_2}}{n_{H_2O}} = \frac{n_{CO_2}}{1000/18}$$

$$n_{CO_2} = 8,06 \times 10^{-4} \cdot \frac{1000}{18} \Rightarrow n_{CO_2} = 4,478 \times 10^{-2} \text{ mols}$$

Quantidade correspondente em mL no CNTP

$$1 \text{ mol} \quad 22,4 \text{ L} = 22400 \text{ mL}$$

$$4,478 \times 10^{-2} \quad x$$

$$x \approx 1003 \text{ mL ou } 1 \text{ L } CO_2 \text{ gás}$$

fica dissolvida em 1000 g H_2O .

8

COMPOSIÇÃO DO AR :

21% O₂ 79% N₂ em volume

$$x_i = \frac{V_i}{V_T}$$

$$x_{O_2} = 0,21$$

$$x_{N_2} = 0,79$$

COMPOSIÇÃO NO GÁS

$$25^\circ C = 298 K$$

$$5 \text{ atm} = P_T$$

Assim

CÁLCULO DAS PRESSÕES PARCIAIS

$$P_{O_2} = x_{O_2} \cdot P_T = 0,21 \times 5 = 1,05 \text{ atm}$$

$$P_{N_2} = x_{N_2} \cdot P_T = 0,79 \times 5 = 3,95 \text{ atm}$$

CONVERTENDO PARA mmHg

$$P_{O_2} = 798 \text{ mm Hg}$$

$$P_{N_2} = 3002 \text{ mm Hg}$$

LEI DE HENRY

$$P_i = K_H \cdot x_i^{LIQ}$$

FRAÇÃO MOLAR NA FASE LÍQUIDA

Assim

$$x_{O_2}^{LIQ} = 798 / 3.3 \times 10^7 = 2,418 \times 10^{-5}$$

$$x_{N_2}^{LIQ} = 3002 / 6,4 \times 10^7 = 4,691 \times 10^{-5}$$

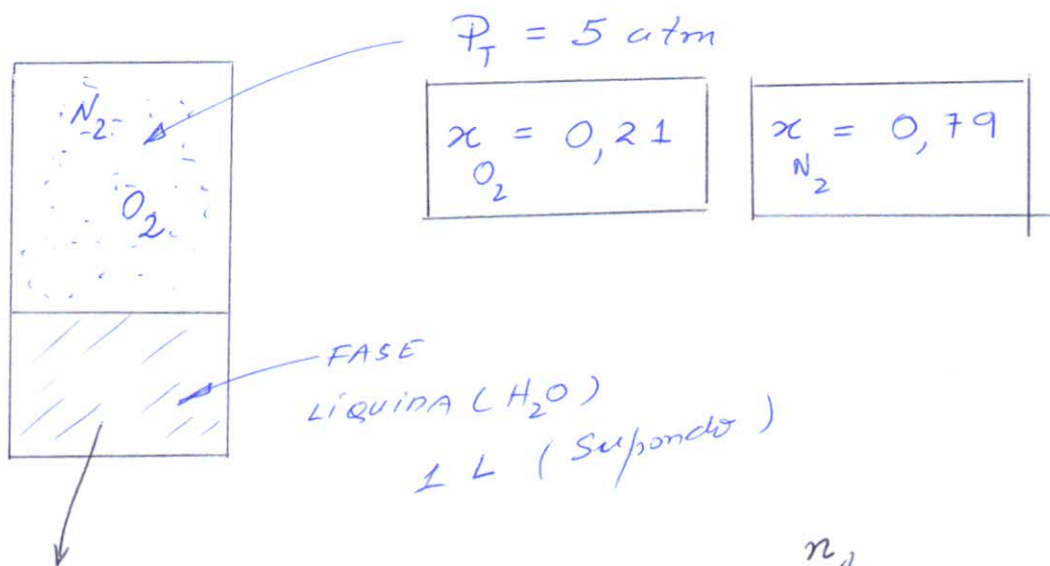
DADOS

$$K_{H O_2} = 3.3 \times 10^7 \text{ mm Hg}$$

$$K_{H N_2} = 6,4 \times 10^7 \text{ mm Hg}$$

8

COMPOSIÇÃO DO AR DISSOLVIDO



$$x_{O_2} = 2,418 \times 10^{-5}$$

$$x_{N_2} = 4,691 \times 10^{-5}$$

$$x_{O_2} = \frac{n_{O_2}}{n_{O_2} + n_{N_2} + n_{H_2O}}$$

mas $n_{H_2O} = \frac{1000}{18} = 55,5$

$$n_{H_2O} \gg n_{O_2} + n_{N_2}$$

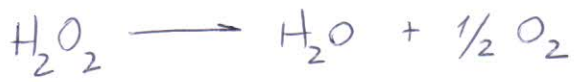
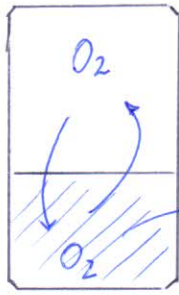
$$x_{O_2} \approx \frac{n_{O_2}}{55,5} \quad ; \quad x_{N_2} \approx \frac{n_{N_2}}{55,5}$$

Assim COMPOSIÇÃO RELATIVA AOS GASES SOMENTE

$$Y_{O_2} = \frac{x_{O_2}}{x_{O_2} + x_{N_2}} = \underline{\underline{0,34}} \quad ; \quad Y_{N_2} = \frac{x_{N_2}}{x_{N_2} + x_{O_2}} = \underline{\underline{0,66}}$$

CONCLUSÃO Na fase líquida (água) ocorre um aumento relativo da conc de O_2 o componente com menor constante de Henry.

9 *



1 L H_2O_2 0,1 mol/L

Estequiometria.



Nº mols total de O_2 $n_{\text{O}_2} = 0,05$ (se CONSERVA)

Na fase gás temos: $P \cdot V_{\text{gás}} = n_{\text{O}_2} \cdot RT$

$$V_{\text{gás}} = 1 \text{ L}$$

$$T = 298 \text{ K}$$

$$P_{\text{O}_2} = n_{\text{O}_2}(\text{g}) \cdot \frac{RT}{V} = n_{\text{O}_2}(\text{g}) \cdot \frac{0,082 \times 298}{1}$$

$$P_{\text{O}_2} = n_{\text{O}_2}(\text{g}) \times 24,4 \quad (1) \quad \underline{\text{PRESSÃO EM atm}}$$

Na fase líquida vale a lei de Henry:

$$P_{\text{O}_2} = K_H \cdot x_{\text{O}_2}(\text{e}) \quad (2) \quad x_{\text{O}_2}(\text{e}) = \frac{n_{\text{O}_2}(\text{e})}{n_{\text{O}_2}(\text{e}) + n_{\text{H}_2\text{O}}} \approx \frac{n_{\text{O}_2}(\text{e})}{55,5}$$

$$n_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{1000}{18} = 55,5$$

Assim (1) e (2) TEMOS $n_{\text{O}_2}(\text{g}) \times 24,4 = K_H \cdot \frac{n_{\text{O}_2}(\text{e})}{55,5}$

$$K_H(\text{O}_2) = \frac{3,1 \times 10^7 \text{ torr}}{760} = \frac{3,1 \times 10^7}{760} \text{ atm}$$

9

CONTINUAÇÃO

$$n_{O_2(g)} \times 24,4 = \frac{3,1 \times 10^7}{760} \cdot \frac{n_{O_2(l)}}{55,5}$$

CONSERVAÇÃO $n_{O_2} = n_{O_2(g)} + n_{O_2(l)} = 0,05$

$$n_{O_2(g)} = \frac{3,1 \times 10^7}{1,03 \times 10^6} n_{O_2(l)}$$

$$n_{O_2(g)} = 3 \times n_{O_2(l)}$$

Assim: Usando a eq. CONSERVAÇÃO:

$$n_{O_2(l)} = \frac{0,05 - n_{O_2(l)}}{3}$$

$$4 n_{O_2(l)} = 0,05 \quad \text{ou} \quad n_{O_2(l)} = \frac{0,05}{4} \text{ mols}$$

MASSA O_2 NA FASE LÍQUIDA:
↑
DISSOLVIDO

$$m_{O_2(\text{dissolvido})} = n_{O_2(l)} \times 32$$

$$m_{O_2(\text{dissolvido})} = 0,4 \text{ g}$$