



## P1 - PROVA DE QUÍMICA GERAL – 31/03/07

<b>Nome:</b>	<b>GABARITO</b>	
<b>Nº de Matrícula:</b>		<b>Turma:</b>
<b>Assinatura:</b>		

Questão	Valor	Grau	Revisão
1 <sup>a</sup>	2,5		
2 <sup>a</sup>	2,5		
3 <sup>a</sup>	2,5		
4 <sup>a</sup>	2,5		
<b>Total</b>	<b>10,0</b>		

Dados

$$R = 0,0821 \text{ atm L mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

$$T (\text{K}) = T (^\circ\text{C}) + 273,15$$

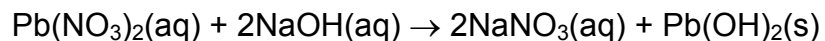
$$1 \text{ atm} = 760,0 \text{ mmHg}$$

$$PV = nRT$$

$$\left( P + \frac{n^2 a}{V^2} \right) (V - nb) = nRT$$

### 1ª Questão

Uma solução aquosa inicial (1,00 L) contém 10,0 g de NaCl,  $6,00 \times 10^{-1}$  mol de  $\text{KNO}_3$  e uma quantidade desconhecida de  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ . A essa solução são adicionados 818,2 mL de solução aquosa de NaOH ( $d = 1,087 \text{ g mL}^{-1}$  e 8,00% de NaOH em massa) para reagir com o  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  de forma completa e estequiométrica, formando  $\text{Pb}(\text{OH})_2$ , segundo a reação abaixo.



- Calcule a concentração molar ( $\text{mol L}^{-1}$ ) do  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  na solução aquosa inicial.
- Calcule a fração molar do NaCl na solução aquosa inicial.
- Calcule a massa de  $\text{Pb}(\text{OH})_2$  produzida na reação.

Obs. O NaCl e o  $\text{KNO}_3$  não reagem com NaOH.

### Resolução:

a) A quantidade presente de  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  na solução inicial pode ser conhecida através do cálculo da quantidade de  $\text{NaOH}$  gastos para a reação completa de formação de  $\text{Pb}(\text{OH})_2$ .

$$\begin{aligned}n_{\text{NaOH}} \text{ gasto na reação} &= (V_{\text{NaOH}} \times d_{\text{Sol.NaOH}} \times \%_{\text{NaOH}}) / \text{MM}_{\text{NaOH}} \\ &= (818,2 \text{ mL} \times 1,087 \text{ g mL}^{-1} \times 8/100) / 40 \text{ g mol}^{-1} = 1,78 \text{ mol}\end{aligned}$$

Como a estequiometria de reação é de 1 mol de  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  para 2 mol de  $\text{NaOH}$ , a solução inicial continha 0,89 mol de  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ , o que implica na concentração molar de 0,89 mol  $\text{L}^{-1}$  (para 1,00 L de solução).

b) Para se calcular a fração molar do  $\text{NaCl}$  deve-se considerar todos os componentes que formam a solução inicial:

$$X_{\text{NaCl}} = n_{\text{NaCl}} / (n_{\text{NaCl}} + n_{\text{KNO}_3} + n_{\text{PbNO}_3} + n_{\text{H}_2\text{O}}), \text{ onde:}$$

$$n_{\text{NaCl}} = 10,0 \text{ g} / 58 \text{ g mol}^{-1} = 0,172 \text{ mol}$$

$$n_{\text{KNO}_3} = 0,600 \text{ mol} \text{ (60,6 g de } \text{KNO}_3 \text{ em 1 L de solução)}$$

$$n_{\text{PbNO}_3} = 0,89 \text{ mol} \text{ (294,8 g de } \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \text{ em 1 L de solução)}$$

$$n_{\text{H}_2\text{O}} = [V_{\text{solução}} \times d_{\text{solução}} - (m_{\text{NaCl}} + m_{\text{KNO}_3} + m_{\text{Pb}(\text{NO}_3)_2})] / \text{MM}_{\text{H}_2\text{O}} = (1.087 - 365,4) \text{ g} / 18 \text{ g mol}^{-1} = 721,6/18 = 40,1 \text{ mol}$$

Logo:

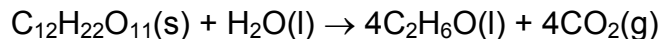
$$X_{\text{NaCl}} = 0,172 / (0,172 + 0,600 + 0,89 + 40,1) = 0,172 / 41,8 = 0,00411$$

c) A massa de  $\text{Pb}(\text{OH})_2$  pode ser calculada por meio da quantidade de  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  reagido, pois a relação estequiométrica entre estas duas espécies é de 1 mol para 1 mol. Assim, 0,89 mol de  $\text{Pb}(\text{OH})_2$  são formados, o que equivale a:

$$m_{\text{Pb}(\text{OH})_2} = n_{\text{Pb}(\text{OH})_2} \times \text{MM}_{\text{Pb}(\text{OH})_2} = 0,89 \text{ mol} \times 241,2 \text{ g mol}^{-1} = 214,7 \text{ g}.$$

## 2ª Questão

O etanol,  $C_2H_6O$ , pode ser obtido a partir da sacarose,  $C_{12}H_{22}O_{11}$ , contida em matérias primas como a cana de açúcar, segundo a reação abaixo:



A cana de açúcar contém 20% em massa de sacarose. Para a produção de etanol foi utilizado 2.190 kg de cana de açúcar e 30 L de água.

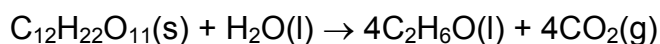
- Defina reagente limitante e indique o reagente limitante da reação nas condições acima descritas.
- Qual é a quantidade máxima de etanol (em mol) que pode ser produzida?
- Defina rendimento percentual de reação e calcule-o para a reação do problema quando são produzidos 167 kg de etanol.

Dado:

Densidade da água =  $1,0 \text{ g mL}^{-1}$ .

### Resolução:

a) Reagente limitante é aquele que está presente na menor “quantidade” (em proporção estequiométrica) na reação.



Cana contém sacarose (20%)

$$\begin{array}{l} 100 \text{ kg cana} \longrightarrow 20 \text{ kg sacarose} \\ 2190 \text{ kg} \longrightarrow 438 \text{ kg} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 1 \text{ mol sacarose} \longrightarrow 342 \text{ g} \\ 1,281 \times 10^3 \longleftarrow 438000 \text{ g} \end{array}$$

30L H<sub>2</sub>O (d = 1g/mL)

$$\begin{array}{l} 1 \text{ g água} \longrightarrow 0,001 \text{ L} \\ 30000 \text{ g} \longleftarrow 30 \text{ L} \end{array}$$

$$\text{MM}(\text{H}_2\text{O}) = 18$$

$$\text{Temos } 1,666 \times 10^3 \text{ mol H}_2\text{O}$$

A proporção estequiométrica é 1 sacarose: 1 água

Como temos  $1,28 \times 10^3$  mol de sacarose e  $1,666 \times 10^3$  de água, a **SACAROSE é o limitante**, pois, **está presente em quantidade inferior à necessária pela estequiométrica**, para reagir com toda água.

$$\begin{array}{l} \text{b) } 1,28 \times 10^3 \text{ mol de sacarose} \longrightarrow x \text{ mol} = \boxed{5124 \text{ mol}} \\ 1 \text{ mol sacarose} \longrightarrow 4 \text{ mol etanol} \end{array}$$

c) Rendimento percentual é dado pela fórmula  $\frac{\text{valor experimental}}{\text{valor teórico}} \times 100$ , sendo, portanto **a razão entre o valor obtido em um experimento dividido pelo valor que seria esperado pela estequiométrica da reação, multiplicado por cem.**

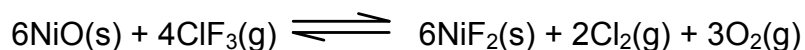
Teórico = 5124 mol de etanol

$$\text{Rendimento} = \frac{3630}{5124} \times 100 = \boxed{71\%}$$

$$\text{experimento} = \begin{cases} 46 \text{ g} & \longrightarrow 1 \text{ mol} \\ 167 \text{ kg} & \longrightarrow 3630 \text{ mol} \end{cases}$$

### 3ª Questão

O trifluoreto de cloro,  $\text{ClF}_3$ , é um gás altamente tóxico, que pode ser usado, por exemplo, para converter óxido de níquel,  $\text{NiO}$ , em fluoreto de níquel,  $\text{NiF}_2$ , segundo a reação abaixo:



- Calcule a massa de  $\text{NiO}$  necessária para reagir com o gás  $\text{ClF}_3$ , a  $25^\circ\text{C}$ , em um frasco de 1,5 L, considerando que a pressão parcial do  $\text{ClF}_3$  é de 350 mmHg e que o rendimento da reação é de 80%, quando o equilíbrio é atingido.
- Nas condições descritas no item (a), calcule as pressões parciais de todos os gases presentes na mistura em equilíbrio.
- Calcule  $K_p$  para essa reação a  $25^\circ\text{C}$ .
- Explique as principais diferenças entre gases ideais e reais.

### Resolução:

a) ClF<sub>3</sub>

$$P = 0,461 \text{ atm}$$

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

$$V = 1,50 \text{ L}$$

$$n_{\text{ClF}_3} = \frac{PV}{RT} = \frac{0,461 \times 1,50}{0,082 \times 298} = 0,0283 \text{ mol}$$

NiO

$$6 \text{ mol NiO} \text{ ——— } 4 \text{ mol ClF}_3$$

$$x \text{ ——— } 0,0283$$

$$x = 0,0424 \text{ mol}$$

$$0,0424 \text{ mol} \text{ ——— } 100\%$$

$$x \text{ ——— } 80\%$$

$$x = 0,0339 \text{ mol}$$

$$74,7 \text{ g} \text{ ——— } 1 \text{ mol}$$

$$x \text{ ——— } 0,0339 \text{ mol}$$

$$x = 2,53 \text{ g}$$

b) ClF<sub>3</sub>

$$0,0283 \text{ mol} \text{ ——— } 100\%$$

$$x \text{ ——— } 80\%$$

$$x = 0,0226 \text{ mol}$$



$$0,0283$$

—

—

$$-0,0226$$

$$+0,0113$$

$$+0,0170$$

$$0,00570$$

$$0,0113$$

$$0,0170$$

$$P_{Cl_2} = n_{Cl_2} \frac{RT}{V} = \frac{0,0113 \times 0,082 \times 298}{1,5} = 0,184 \text{ atm}$$

$$P_{O_2} = n_{O_2} \frac{RT}{V} = \frac{0,0170 \times 0,082 \times 298}{1,5} = 0,277 \text{ atm}$$

$$P_{ClF_3} = n_{ClF_3} \frac{RT}{V} = \frac{0,00570 \times 0,082 \times 298}{1,5} = 0,0929 \text{ atm}$$

c)

$$K_p = \frac{P_{Cl_2}^2 \times P_{O_2}^3}{P_{ClF_3}^4} = \frac{(0,184)^2 (0,277)^3}{(0,0929)^4} = 9,66$$

d) As moléculas de um gás ideal supostamente não ocupam espaços e não se atraem. Entretanto as moléculas reais têm volumes finitos e se atraem.



#### 4ª Questão

No processo Solvay, carbonato de sódio,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , é obtido pela decomposição do bicarbonato de sódio,  $\text{NaHCO}_3$ , segundo a reação abaixo:



- a) Qual é a expressão da constante de equilíbrio ( $K_p$  ou  $K_c$ ) para a reação do processo Solvay?
- b) Qual é a pressão total (em atm) no equilíbrio quando uma amostra de  $\text{NaHCO}_3$  for parcialmente decomposta em um recipiente fechado a  $100^\circ\text{C}$ ? Desconsidere o volume ocupado pelos componentes sólidos da reação.
- c) Esboce um gráfico que relacione as pressões parciais dos componentes da reação, em função do tempo.

#### Resolução:

a)

$$K_p = P_{\text{CO}_2} \cdot P_{\text{H}_2\text{O}}$$

$$K_c = [\text{CO}_2] [\text{H}_2\text{O}]$$

b)

$$P_{\text{CO}_2} = P_{\text{H}_2\text{O}} = x$$

$$K_p = 0,23 = x^2$$

$$\therefore x = \sqrt{0,23} = 0,48 \text{ atm}$$

$$P_T = P_{\text{CO}_2} + P_{\text{H}_2\text{O}} = 0,48 + 0,48 = 0,96 \text{ atm}$$

c)

