



## P4 - PROVA DE QUÍMICA GERAL - 28/06/08

Nome:	
Nº de Matrícula:	Turma:
Assinatura:	

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>		

### Constantes e equações:

$$R = 0,082 \text{ atm L mol}^{-1} \text{ K}^{-1} = 8,314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

$$\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T\Delta S^\circ$$

$$S = k_H \cdot P$$

$$q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

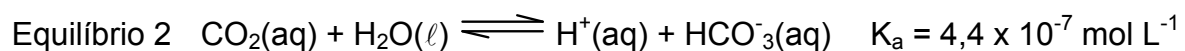
$$[A] = [A]_0 - kt$$

$$\frac{1}{[A]} = \frac{1}{[A]_0} + kt$$

$$\ln \left( \frac{[A]}{[A]_0} \right) = -kt$$

### 1ª Questão

A água da chuva, mesmo em regiões não poluídas, não apresenta pH igual a 7, a 25°C, devido ao CO<sub>2</sub> atmosférico que nela se dissolve e reage como representado nos equilíbrios abaixo:



- Calcule a pressão parcial de CO<sub>2</sub> quando a pressão do ar é 1,0 atm, sabendo que a quantidade de CO<sub>2</sub> nessa atmosfera se aproxima de 400 mL de CO<sub>2</sub> / 10<sup>6</sup> mL de ar.
- Escreva a expressão da constante para o equilíbrio 2.
- Calcule o pH da água da chuva.

### Resolução:

a) A concentração atual do  $\text{CO}_2$  é igual a 400 mL  $\text{CO}_2/10^6$  mL de ar. Tal relação corresponde à fração molar de  $\text{CO}_2$ , pois temos o volume do gás pelo volume total. Segundo a lei de Dalton temos:

$$x_{\text{CO}_2} = \frac{n_{\text{CO}_2}}{n_{\text{total}}} = \frac{V_{\text{CO}_2}}{V_{\text{total}}} = \frac{p_{\text{CO}_2}}{p_{\text{total}}}$$

Dessa forma, é possível determinar a pressão parcial de  $\text{CO}_2$ .

$$p_{\text{CO}_2} = x_{\text{CO}_2} \cdot p_{\text{total}}$$
$$p_{\text{CO}_2} = 400 \cdot 10^{-6} \cdot 1 = 4,0 \cdot 10^{-4} \text{ atm}$$

$$b) \quad K_c = \frac{[\text{produtos}]}{[\text{reagentes}]} = \frac{[\text{H}^+][\text{HCO}_3^-]}{[\text{CO}_2(\text{aq})]}$$

C) Para determinar o pH deve-se encontrar o valor de  $[\text{H}^+]$  a partir da expressão de  $K_c$ . Pela Lei de Henry, temos:  $S_{\text{CO}_2} = K_H \cdot P_{\text{CO}_2}$

$$[\text{CO}_2(\text{aq})] = k \cdot p_{\text{CO}_2} = 3,5 \cdot 10^{-2} \cdot 4,0 \cdot 10^{-4} = 1,4 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L}$$

Assim, no equilíbrio 2, a quantidade de  $\text{CO}_2(\text{aq})$  está definida e a quantidade dos íons é desconhecida, entretanto, as quantidades de ânions e cátions são iguais, devido à estequiometria, logo, utilizando a equação de  $K_c$  para a temperatura de  $25^\circ\text{C}$ , temos:

$$K_c = \frac{[\text{H}^+][\text{HCO}_3^-]}{[\text{CO}_2(\text{aq})]} = \frac{x \cdot x}{1,4 \cdot 10^{-5}}, \text{ onde } x = [\text{H}^+] = [\text{HCO}_3^-]$$

Do enunciado, temos  $K_a = 4,4 \times 10^{-7} \text{ mol L}^{-1}$ , portanto:

$$x^2 = 4,4 \cdot 10^{-7} \cdot 1,4 \cdot 10^{-5} = 6,16 \cdot 10^{-12}$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log(6,16 \cdot 10^{-12})^{1/2} =$$

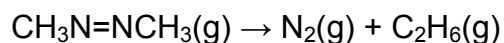
$$= -\log(6,16)^{1/2} - \log(10^{-12})^{1/2} =$$

$$= 6 - \log(6,16)^{1/2}$$

$$\text{pH} = 5,60$$

## 2ª Questão

O azometano,  $\text{CH}_3\text{N}=\text{NCH}_3$ , decompõe-se por um processo de cinética de 1ª ordem, conforme a reação abaixo:



O tempo de meia-vida ( $t_{1/2}$ ) para a decomposição do azometano, a  $300\text{ }^\circ\text{C}$  é 1,2 s.

- Calcule a massa, em g, de azometano após 3 s de reação, sabendo que inicialmente 0,045 g de azometano foi colocado em um recipiente de reação de 300 mL e aquecido a  $300\text{ }^\circ\text{C}$ .
- Calcule a pressão total no recipiente de reação após 3 s.
- Sabendo que o processo de decomposição do azometano é endotérmico, comente o efeito da temperatura sobre a concentração de  $\text{N}_2(\text{g})$ .

### Resolução:

a)

$$MM(\text{CH}_3\text{N}=\text{NCH}_3) = 58 \text{ g mol}^{-1}$$

$$(t_{1/2}) = \frac{0,693}{k}$$

$$1,2 = \frac{0,693}{k}$$

$$K = 0,578 \text{ s}^{-1}$$

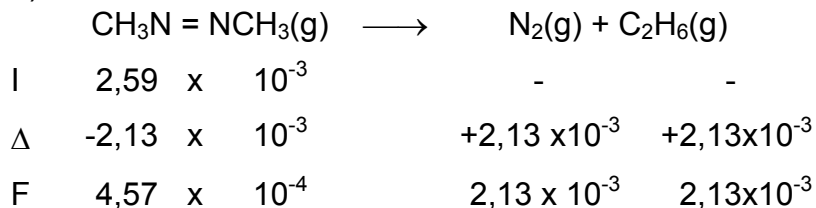
$$[A]_0 = \frac{0,045\text{g}}{58 \text{ g mol}^{-1} \cdot 0,300} = 2,59 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$$

$$\frac{[A]_t}{[A]_0} = e^{-kt}$$

$$[A]_t = e^{-0,578 \times 3} \cdot 2,59 \times 10^{-3} = 4,57 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$$

$$m(\text{CH}_3\text{N}=\text{NCH}_3) = 4,57 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1} \cdot 58 \text{ g mol}^{-1} = 0,0265 \text{ g}$$

b)



$$PV = nRT$$

$$P = \frac{(n)RT}{V}$$

$$P(\text{CH}_3\text{N}=\text{NCH}_3) = 4,57 \times 10^{-4} \times 0,082 \times 573 = 0,0215 \text{ atm}$$

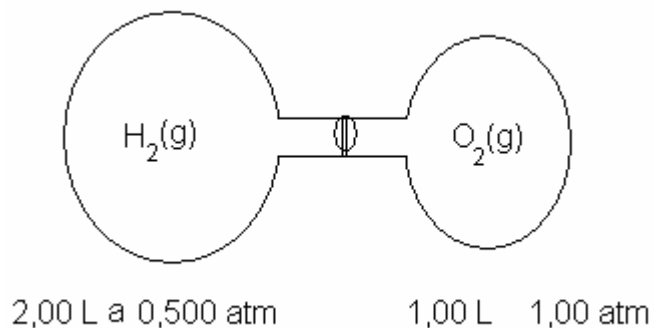
$$P_{(\text{N}_2)} = P_{(\text{C}_2\text{H}_6)} = 2,13 \times 10^{-3} \cdot 0,082 \times 573 = 0,100 \text{ atm}$$

$$P_{\text{total}} = 0,100 + 0,100 + 0,0215 = 0,222$$

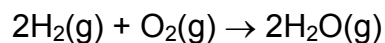
c) Com o aumento da temperatura o equilíbrio irá deslocar para os reagentes, aumentando a concentração de  $\text{N}_2$ .

### 3ª Questão

Considere um sistema com dois balões conectados, conforme a figura abaixo:



Quando a válvula é aberta, a 533 K, hidrogênio,  $\text{H}_2$ , reage com oxigênio,  $\text{O}_2$ , conforme a equação:



Considerando que o rendimento da reação é de 100%, responda:

- Quais substâncias permanecem após o término da reação?
- Calcule a pressão parcial da(s) substância(s) que permanece(m) no balão.

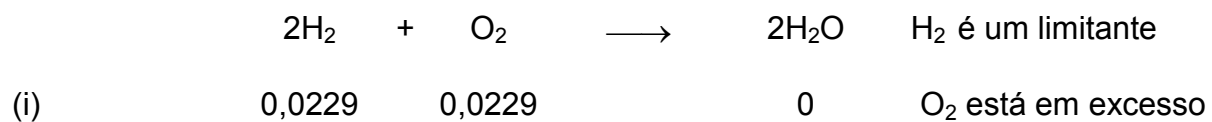
### Resolução:

No início (i):

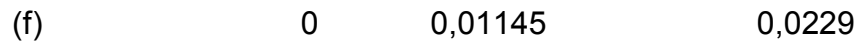
$$n_{\text{H}_2} = \frac{PV}{RT} = \frac{0,500 \cdot 2,00}{0,082 \cdot 533} = 0,0229$$

$$n_{\text{O}_2} = \frac{PV}{RT} = \frac{1,00 \cdot 1,00}{0,082 \cdot 533} = 0,0229$$

$$n_{\text{H}_2\text{O}} = 0$$



No final (f):



a) As substâncias que permanecem são  $\text{O}_2(\text{g})$  e  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$

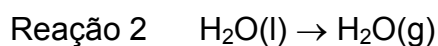
b)

$$P_{\text{O}_2} = \frac{nRT}{V} = \frac{0,01145 \times 0,082 \times 533}{3} = 0,167 \text{ atm}$$

$$P_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{nRT}{V} = \frac{0,0229 \times 0,082 \times 533}{3} = 0,334 \text{ atm}$$

#### 4ª Questão

As reações 1 e 2 abaixo representam, respectivamente, a combustão do propano,  $C_3H_8$ , formando  $CO_2(g)$  e  $H_2O(l)$  e a vaporização da água.



- a) Calcule o valor de  $\Delta G^\circ$  para a combustão do propano quando  $CO_2(g)$  e  $H_2O(g)$  são formados, sabendo que o valor de  $\Delta G^\circ$  para a reação 2 é  $+8,6 \text{ kJ mol}^{-1}$ .
- b) Calcule a energia na forma de calor, envolvida na combustão de 1,10 g de propano de acordo com a reação 1.
- c) A quantidade de calor calculada no item (b) é completamente transferida para um sistema constituído de 550 mL de água e uma peça de 1,00 kg de ferro. A temperatura inicial do sistema ferro-água é  $20^\circ\text{C}$ . Calcule a temperatura final do sistema.

Dados:

Calor específico do ferro =  $0,473 \text{ J g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$

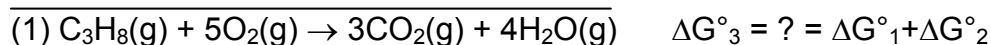
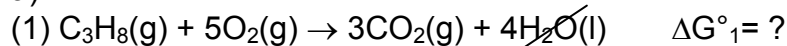
Calor específico da água =  $4,184 \text{ J g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$

Substância	$\Delta H_f^\circ, \text{ kJ mol}^{-1}$	$\Delta G_f^\circ, \text{ kJ mol}^{-1}$
$C_3H_8(g)$	-103,8	-23,56
$CO_2(g)$	-393,5	-394,4
$H_2O(l)$	-285,8	-237,2



### Resolução:

a)



$$\Delta G^\circ_1 = \sum n \Delta G^\circ_f \text{Produtos} - \sum n \Delta G^\circ_f \text{Reagentes}$$

$$\Delta G^\circ_1 = \{[4 \times (-237,2)] + [3 \times (-394,4)]\} - \{[5 \times (0)] + [1 \times (-23,56)]\}$$

$$\Delta G^\circ_1 = \{-948,8\} + \{-1183,2\} - \{[0] + [-23,56]\}$$

$$\Delta G^\circ_1 = \{-2132\} - \{-23,56\} = -2108,44 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta G^\circ_3 = \Delta G^\circ_1 + \Delta G^\circ_2 = -2108,4 + 34,4 = 2074,0 \text{ kJ/mol}$$

b)

$$\Delta H^\circ_1 = \sum n \Delta H^\circ_f \text{Produtos} - \sum n \Delta H^\circ_f \text{Reagentes}$$

$$\Delta H^\circ_1 = \{[4 \times (-285,8)] + [3 \times (-393,5)]\} - \{[5 \times (0)] + [1 \times (-103,8)]\}$$

$$\Delta H^\circ_1 = \{-1143,2\} + \{-1180,5\} - \{[0] + [-103,8]\}$$

$$\Delta H^\circ_1 = \{-2323,7\} - \{-103,8\} = -2219,9 \text{ kJ/mol}$$

$$1,10 \text{ g de } \text{C}_3\text{H}_8 \times \frac{1 \text{ mol de } \text{C}_3\text{H}_8}{44,10 \text{ g de } \text{C}_3\text{H}_8} \times \frac{(-)2219,9 \text{ kJ de } \text{C}_3\text{H}_8}{1 \text{ mol de } \text{C}_3\text{H}_8} = 55,37 \text{ kJ de } \text{C}_3\text{H}_8$$

$$\text{c) } q (\text{Fe} + \text{água}) = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$55,37 \times 10^3 \text{ J} = [m_1 c_1 + m_2 c_2] \cdot \Delta T$$

$$55,37 \times 10^3 \text{ J} = \left[ \left( 1000 \text{ g} \times \frac{0,473 \text{ J}}{\text{g}^\circ\text{C}} \right) + \left( 550 \text{ g} \times \frac{4,184 \text{ J}}{\text{g}^\circ\text{C}} \right) \right] \cdot \Delta T$$

$$55,37 \times 10^3 \text{ J} = [473 \text{ J} + 2301,2 \text{ J}] \cdot \Delta T$$

$$\Delta T = 20$$

$$\Delta T = T_f - T_i$$

$$T_f = \Delta T + T_i = 20 + 20 = 40^\circ\text{C}$$