



## P2 - PROVA DE QUÍMICA GERAL - 18/05/13

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

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

$$R = 8,314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1} = 0,0821 \text{ atm L mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14 \text{ à } 25 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$PV = nRT$$

$$K_p = K_c (RT)^{\Delta n}$$

$$V_m = 22,414 \text{ L mol}^{-1}, \text{ à } 0 \text{ }^\circ\text{C e } 1 \text{ atm}$$

$$\Delta U = q + w$$

$$1 \text{ cal} = 4,184 \text{ J}$$

### 1ª Questão

A formação do trióxido de enxofre,  $\text{SO}_3$ , a partir do dióxido de enxofre,  $\text{SO}_2$ , é uma etapa do processo de fabricação do ácido sulfúrico e pode ser representada por:



Considere que a reação ocorre em sistema fechado e faça o que se pede.

- Calcule a constante  $K_P$ .
- Explique o que ocorre com o equilíbrio da reação se o sistema for comprimido.
- Em outro reator de 1,00 L, foram inicialmente misturados 1,00 mol de cada uma das espécies. Calcule a pressão total do sistema, após o equilíbrio da reação ser atingido, sabendo que a concentração de  $\text{SO}_3$  no equilíbrio é  $0,378 \text{ mol L}^{-1}$ .

**Considere o comportamento ideal dos gases e que todas as reações ocorrem a 1000 K.**

### Resolução:

$$a) K_p = K_c (RT)^{\Delta n} \quad \Delta n = 2-3 = -1$$

$$K_p = 0,0413 (0,0821 \times 1000)^{-1} = \mathbf{5,03 \times 10^{-4}}$$

b) O equilíbrio se desloca para o lado de menor pressão para aliviar o aumento de P ocasionado pela compressão. Como o lado dos produtos contém menor quantidade de matéria (n), a formação de produtos é favorecida (menor P).

$$c) P(1000K) \quad K_p \frac{SO_3^2}{PSO_3^2 \cdot PO_2} =$$

	$2SO_2$	$O_2$	$2SO_3$
mol L <sup>-1</sup>	1,00 mol L	1,00	1,00

$$Q_c = \frac{(1,00)^2 \cdot 1}{(1,00)^2 \cdot 1,00} = 1,00$$

$Q_c > K_c \rightarrow$  eq vai para a esquerda

$1,00 + 2x$	$1,00 + x$	$1,00 - 2x$
		0,378
		$1,00 - 2x = 0,378$
		$2x = 1,00 - 0,378$
		$x = \frac{0,622}{2} = 0,311$
1,62(2)	1,31(1)	0,378

$$RT = 0,0821 \times 1000 = 82,1(0)$$

$$P_{SO_2} = 1,622 \times 82,10 = 1,33(3)$$

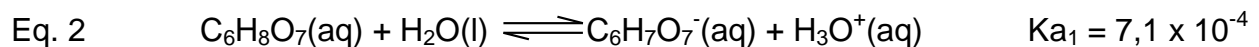
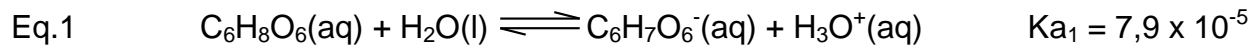
$$P_{O_2} = 1,311 \times 82,10 = 107,(7)$$

$$P_{SO_3} = 0,378 \times 82,10 = 30,9(0)$$

$$P = 271,(9) = \mathbf{27(2) \text{ atm}}$$

## 2ª Questão

O ácido ascórbico,  $C_6H_8O_6$ , também conhecido como vitamina C, e o ácido cítrico  $C_6H_8O_7$ , são comumente utilizados na indústria como conservantes e acidulantes. Nesta questão considere apenas a primeira dissociação de cada um deles, conforme representado abaixo:



- a) Diga quais são os dois pares conjugados da equação 1, segundo Bronsted-Lowry, indicando os ácidos e as bases.
- b) Uma bebida de soja contém 30 mg de  $C_6H_8O_6$ , com grau de dissociação de 26%, e 0,24 g de  $C_6H_8O_7$  em 200 mL. Calcule o pH da bebida, desconsiderando o efeito do íon comum e outras reações.
- c) Foi encontrado um lote da bebida de soja com pH igual a 12, em decorrência de contaminação com hidróxido de sódio, NaOH, uma base forte. Explique o que ocorreu com o grau de dissociação dos ácidos nesta situação.

Dados:

$$M(C_6H_8O_6) = 176,122 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M(C_6H_8O_7) = 192,122 \text{ g mol}^{-1}$$

**Considere todas as reações à temperatura igual a 25 °C.**

### Resolução:

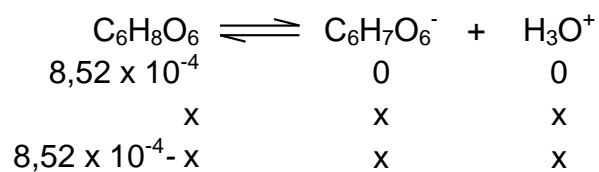
a) 2 pares conjugados da equação 1

1. Ácido:  $C_6H_8O_6$  e Base Conjugada:  $C_6H_7O_6^-$

2. Base:  $H_2O$  e Ácido Conjugada:  $H_3O^+$

b)  $[C_6H_8O_6] = 8,52 \times 10^{-4}$

$[C_6H_8O_7] = 6,25 \times 10^{-3}$

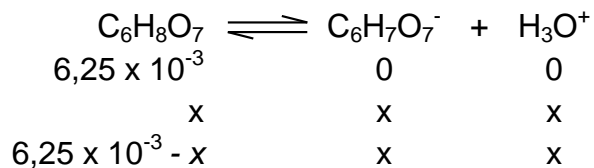


$8,52 \times 10^{-4}$  ——— 100%

x ——— 26%

$x = 2,21 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$

$[H_3O^+] = 2,21 \times 10^{-4}$



$K_{a1} = x^2 / (6,25 \times 10^{-3} - x)$

$K_{a1} = 7,1 \times 10^{-4}$

Após resolver a equação de 2º grau:

$X = 1,79 \times 10^{-3}$

$[H_3O^+] = 1,79 \times 10^{-3}$

$[H_3O^+]_{\text{total}} = 2,21 \times 10^{-4} + 1,79 \times 10^{-3}$

$[H_3O^+]_{\text{total}} = 2,01 \times 10^{-3}$

$pH = -\log (2,01 \times 10^{-3})$

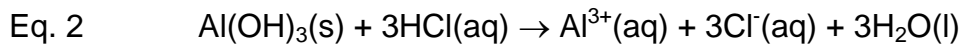
$pH = 2,70$

c) Aumentando-se a concentração de íons hidroxila,  $\text{OH}^-$  disponível irá ocorrer um aumento na reação com os íons  $\text{H}_3\text{O}^+$ , deslocando assim o equilíbrio no sentido direto, aumentando o grau de dissociação.

Também será aceita a resposta numérica: 100%

### 3ª Questão

Um comprimido de antiácido contém 300 mg de hidróxido de alumínio,  $\text{Al(OH)}_3$ . A dissolução do  $\text{Al(OH)}_3$  em água é representada na equação 1 e em ácido clorídrico,  $\text{HCl}$ , um ácido forte, na equação 2.



a) Calcule a massa de  $\text{Al(OH)}_3$  presente no comprimido que se dissolve em um copo de 250 mL de água. Desconsidere a ionização da água.

b) O volume do estômago humano pode variar de 250 mL até alguns litros e o pH de 1 a 2. Mostre com cálculos se 1 comprimido de  $\text{Al(OH)}_3$  é suficiente para diminuir a acidez de 500 mL do conteúdo estomacal, aumentando o pH de 1,50 para 2,00, considerando que a acidez é só devida ao  $\text{HCl}$ .

c) Em 1,00 L de água pura, foi adicionado nitrato de alumínio,  $\text{Al(NO}_3)_3$ , um sal muito solúvel em água. Calcule a massa mínima de  $\text{Al(NO}_3)_3$  necessária para iniciar a precipitação do  $\text{Al(OH)}_3$ , considerando a dissociação da água, mostrada na equação 3.



Dados:

$$M(\text{Al(OH)}_3) = 78,00 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M(\text{Al(NO}_3)_3) = 213,00 \text{ g mol}^{-1}$$

**Considere que todas as reações ocorrem a 25 °C.**

### Resolução:

a) A solubilidade do  $\text{Al}(\text{OH})_3$ , em  $\text{mol L}^{-1}$ , é calculada:

$$K_{\text{PS}} = [\text{Al}^{3+}] [\text{OH}^-]^3$$

$$3,00 \cdot 10^{-34} = x \cdot (3x)^3$$

$$3,00 \cdot 10^{-34} = 27x^4$$

$$x = 1826 \cdot 10^{-9} \text{ mol L}^{-1}$$

Então, dissolve-se:

$$1,826 \cdot 10^{-9} \text{ mol em } 1000 \text{ mL}$$

$$x \quad \text{em } 250 \text{ mL}$$

$$x = 4,564 \cdot 10^{-10} \text{ mol} \cdot 78,00 \text{ g mol}^{-1} = 3,56 \cdot 10^{-8} \text{ g}$$

**R: Dissolvem-se  $3,56 \cdot 10^{-8} \text{ g}$  de  $\text{Al}(\text{OH})_3$  em 250 mL de água.**

b) Calcula-se a  $[\text{H}^+]$  correspondente a cada pH e a diferença entre elas:

$$[\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}}$$

$$\text{pH} = 1,5: [\text{H}^+] = 0,03162 \text{ mol L}^{-1}$$

$$\text{pH} = 2,0: [\text{H}^+] = 0,0100 \text{ mol L}^{-1}$$

$$\Delta [\text{H}^+] = 0,02162 \text{ mol L}^{-1}$$

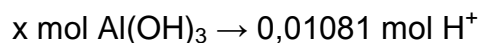
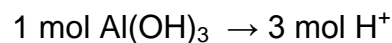
Então temos:

$$0,02162 \text{ mol em } 1000 \text{ mL}$$

$$x \text{ mol em } 500 \text{ mL}$$

$$x = 0,01081 \text{ mol H}^+$$

Cada mol de  $\text{Al}(\text{OH})_3$  neutraliza 3 mol de  $\text{H}^+$ , então:



$$x = 0,003603 \text{ mol} \cdot 78,00 \text{ g mol}^{-1} = 0,281 \text{ g}$$

**R: São necessários  $0,281 \text{ g}$  de  $\text{Al}(\text{OH})_3$  e no comprimido têm  $0,300 \text{ g}$ , então 1 comprimido é suficiente.**

c) Calcula-se a  $[\text{Al}^{3+}]$  para precipitar  $\text{Al}(\text{OH})_3$  em água ( $[\text{OH}^-] = 1,00 \cdot 10^{-7}$ ):

$$K_{\text{PS}} = [\text{Al}^{3+}] [\text{OH}^-]^3$$



$$3,00 \cdot 10^{-34} = [\text{Al}^{3+}] \cdot (1,00 \cdot 10^{-7})^3$$

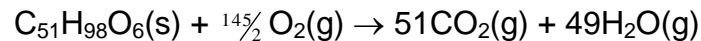
$$[\text{Al}^{3+}] = 3,00 \cdot 10^{-13}$$

Como o  $\text{Al}^{3+}$  vem da dissolução do  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ , multiplica-se pela massa molar para saber a massa:  $3,00 \cdot 10^{-13} \cdot 213,00 = 6,39 \cdot 10^{-11} \text{ g L}^{-1}$

**R: A massa mínima de  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$  para precipitar o  $\text{Al}(\text{OH})_3$  em água é  $6,39 \cdot 10^{-11} \text{ g L}^{-1}$**

#### 4ª Questão

A tripalmitina,  $C_{51}H_{98}O_6$ , é um glicerídeo do ácido palmítico encontrado no óleo de palma e em outros óleos e gorduras, podendo ser usado em produtos dietéticos. Sua reação de combustão está representada a seguir:



- Calcule o calor de combustão molar da tripalmitina, a 1 atm e 25 °C.
- Em 100 g de um doce dietético, existe 0,100 g de tripalmitina que será metabolizada no organismo, segundo a equação acima. Calcule, em quilocalorias, a energia que será produzida pelo consumo de 100 g desse doce. Desconsidere quaisquer outras reações.
- Em um reator, foram queimados 50,0 g de tripalmitina com 10,0 L de  $O_2$  a uma pressão de 7,00 atm e temperatura de 25 °C. Identifique o reagente limitante e calcule a variação da energia interna do sistema,  $\Delta U$ , em quilojoules. Considere o rendimento da reação igual a 100%.

Dados, a 25 °C:

$$M(C_{51}H_{98}O_6) = 807,34 \text{ g mol}^{-1}$$

$$\Delta H^\circ_f CO_2(g) = -393,50 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta H^\circ_f H_2O(g) = -241,82 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta H^\circ_f C_{51}H_{98}O_6(s) = -8955,68 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$1 \text{ cal} = 4,184 \text{ J}$$

**Considere temperatura e pressão constantes e comportamento ideal dos gases.**

**Resolução:**

$$a) \Delta H_c = [ 51 \times ( -393,50) + 49 \times ( -241,82) - ( -8955,68)$$

$$\Delta H_c = [-20068,5 - 11849,2 + 8955,68]$$

$$\Delta H_c = - 31917,7 + 8955,68$$

$$\Delta H_c = - 22962,0 \text{ kJ}$$

Resposta:  $\Delta H_c = - 22962 \text{ kJ}$

b) Para a Tripalmitina

$$1 \text{ mol} \text{ ——— } 807,34 \text{ g}$$

$$x \text{ ——— } 0,100 \text{ g}$$

$$x = 1,239 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

$$1 \text{ mol} \text{ ——— } -22962 \text{ kJ}$$

$$1,239 \times 10^{-4} \text{ ——— } x$$

$$X = 2,845 \text{ kJ}$$

$$1 \text{ cal} \text{ ——— } 4,184 \text{ J}$$

$$x \text{ ——— } 2,845 \times 10^3 \text{ J}$$

$$x = - 679,9 \text{ cal} \rightarrow - 0,6799 \text{ kcal}$$

Resposta:  $- 0,680 \text{ kcal}$

$$c) 1 \text{ mol tripalmitina} \text{ ——— } 807,34 \text{ g}$$

$$x \text{ ——— } 50,0 \text{ g}$$

$$x = 0,06193 \text{ mol tripalmitina}$$

Verificando o Limitante

1 mol de Tripalmitina ——— 72,5 mol de O<sub>2</sub>

0,06193 mol ——— x

$$x = 4,490 \text{ mol de O}_2$$

$$P \cdot V = n_{O_2} \cdot R \cdot T$$

$$7,00 \times 10,0 = n_{O_2} \times 0,0821 \times 298$$

$$n_{O_2} = 2,861 \text{ mol} \leftarrow \text{logo ele é o reagente limitante}$$

Calculando o  $\Delta H$  da reação em função do limitante

1 mol tripalmitina ——— - 22962,0 kJ ——— 72,5 mol de O<sub>2</sub>

x ——— 2,861 mol de O<sub>2</sub>

$$x = - 906,1 \text{ kJ}$$

Calculando n de CO<sub>2</sub>

72,5 mol de O<sub>2</sub> ——— 51 mol de CO<sub>2</sub>

2,861 mol de O<sub>2</sub> ——— x

$$x = 2,013 \text{ mol de CO}_2$$

Calculando n de H<sub>2</sub>O

72,5 mol de O<sub>2</sub> ——— 49 mol de H<sub>2</sub>O

2,861 mol de O<sub>2</sub> ——— x

$$x = 1,934 \text{ mol de CO}_2$$

$$\Delta n = (2,013 + 1,934) - 2,861 = 1,086 = 1,086$$

Calculando  $\Delta U$

$$\Delta U = \Delta H - (\Delta n \times R \times T)$$

$$\Delta U = - 906,1 - (1,086 \times 8,314 \cdot 10^{-3} \times 298)$$

$$\Delta U = - 906,1 - 2,691$$

$$\Delta U = - 908,8$$

Resposta: - 909 kJ