



P2 - PROVA DE QUÍMICA GERAL - 09/05/08

Nome:	GABARITO	
Nº de Matrícula:		Turma:
Assinatura:		

Questão	Valor	Grau	Revisão
1 ^a	2,5		
2 ^a	2,5		
3 ^a	2,5		
4 ^a	2,5		
Total	10,0		

Constantes:

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

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

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

$$K_w = [\text{H}^+] [\text{OH}^-] = 1,00 \times 10^{-14} \text{ a } 25^\circ\text{C}$$

$$N_A = 6,02 \times 10^{23} / \text{mol}$$

1ª Questão

As leis de proteção ambiental não permitem o lançamento de rejeitos em rios se estes não estiverem dentro de determinadas especificações. Rejeitos com valores de pH inferiores a 5,0 ou superiores a 9,0 devem ser tratados antes de serem lançados aos rios. Considere que os rejeitos X, Y e Z, a 25°C, possuem as características apresentadas na tabela abaixo.

Rejeito	[H ⁺] (mol L ⁻¹)	[OH ⁻] (mol L ⁻¹)	pH	pOH
X	1,0 x 10 ⁻³			
Y	1,0 x 10 ⁻⁴			
Z		1,0 x 10 ⁻⁶		

- Complete a tabela acima com as informações que faltam para os rejeitos X, Y e Z.
- Qual destes efluentes é mais ácido? Justifique.
- Qual(is) deste(s) efluentes poderia(m) ser lançado(s) nos rios considerando a faixa de pH apropriada.
- Calcule o valor de K_a para o ácido hipocloroso, HClO, sabendo que este é o único ácido presente no efluente Y e que sua concentração inicial é de 0,3 mol L⁻¹.



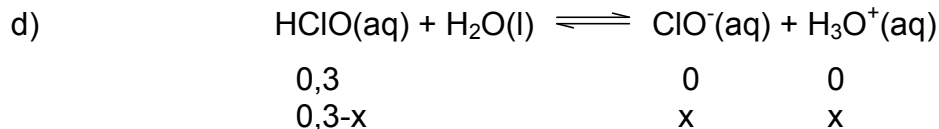
Resolução:

a)

Rejeito	[H ⁺] (mol L ⁻¹)	[OH ⁻] (mol L ⁻¹)	pH	pOH
X	1,0 x 10 ⁻³	1,0 x 10⁻¹¹	3,0	11,0
Y	1,0 x 10 ⁻⁴	1,0 x 10⁻¹⁰	4,0	10,0
Z	1,0 x 10⁻⁸	1,0 x 10 ⁻⁶	8,0	6,0

b) O mais ácido é o que tem a maior [H⁺] ou menor pH = **X**

c) Z, pois possui valor de pH dentro da faixa permitida (5,0 a 9,0)

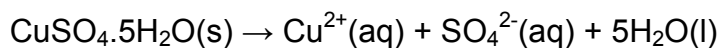


$x = [\text{H}^{\text{+}}]$ no efluente Y = $1,0 \times 10^{-4}$ pela tabela

$$K_a = \frac{x^2}{0,3 - x} = \frac{(1,0 \times 10^{-4})^2}{0,3 - (1,0 \times 10^{-4})} = \mathbf{3,3 \times 10^{-8}}$$

2ª Questão

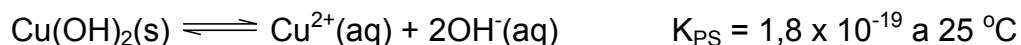
O sulfato de cobre(II) pentahidratado, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, é utilizado em piscinas como inibidor de crescimento de algas. A eficácia dessa substância como algicida é garantida pela presença da espécie Cu^{2+} na água, conforme a reação:



Sabendo que, em solução aquosa, a espécie Cu^{2+} pode precipitar na forma de hidróxido de cobre, $\text{Cu}(\text{OH})_2$, uma substância pouco solúvel em água, pede-se:

- Calcule a quantidade máxima de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, em massa, que pode ser adicionada a uma piscina de volume igual a 10.000 L, de modo que não ocorra a precipitação do $\text{Cu}(\text{OH})_2$ e sabendo que o pH ideal da água da piscina é 6.
- Haverá precipitação de $\text{Cu}(\text{OH})_2$ quando 10,0 kg de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ forem adicionados a uma piscina de 25.000 L e pH 7,0? Mostre com cálculos.

Dado:



Resolução:

a)

Cálculo da concentração de íons hidroxila, OH^- , em mol L^{-1} :

$$\text{pH} = 6$$

$$\text{pOH} = 8$$

$$[\text{OH}^-] = 1,0 \times 10^{-8} \text{ mol L}^{-1}$$

Cálculo da concentração de Cu^{2+} , em mol L^{-1} :

$$K_{\text{ps}} = [\text{Cu}^{2+}][\text{OH}^-]^2$$

$$[\text{Cu}^{2+}] = \frac{K_{\text{ps}}}{[\text{OH}^-]^2} = 1,8 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$$

Cálculo da massa de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, em Kg:

$$1,8 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1} \times 249,5 \text{ g mol}^{-1} = 0,449 \text{ g L}^{-1}$$

$$\text{Em } 10.000 \text{ L} \rightarrow 4,49 \text{ kg}$$

b)

Cálculo da concentração de Cu^{2+} , em mol L^{-1} :

$$[\text{Cu}^{2+}] = \frac{10.000\text{g}}{25.000 \text{ L} \cdot 249,5 \text{ g mol}^{-1}} = 1,60 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$$

Cálculo da concentração de OH^- , em mol L^{-1} :

$$\text{pH} = \text{pOH} = 7$$

$$[\text{OH}^-] = 1,0 \times 10^{-7} \text{ mol L}^{-1}$$

Cálculo do valor de Q_{ps} :

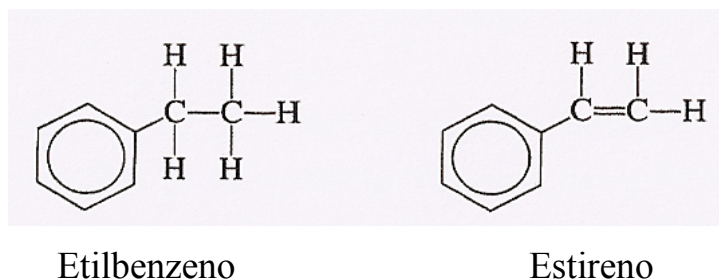
$$Q_{\text{ps}} = [\text{Cu}^{2+}][\text{OH}^-]^2$$

$$Q_{\text{ps}} = (1,6 \times 10^{-3})(1,0 \times 10^{-7})^2 = 1,60 \times 10^{-17}$$

Como, $Q_{\text{ps}} > K_{\text{ps}}$ haverá precipitação de $\text{Cu}(\text{OH})_2$.

3ª Questão

O estireno, C_8H_8 , é usado na fabricação de plásticos de poliestireno e pode ser obtido a partir do etilbenzeno, C_8H_{10} .



Uma determinada mistura líquida contém 38,0 g de estireno e 62,0 g de etilbenzeno, a 90°C . O estireno e o etilbenzeno são líquidos voláteis e não reagem entre si.

- Calcule as frações molares de estireno e de etilbenzeno na mistura líquida, a 90°C .
- Calcule as frações molares de estireno e etilbenzeno no vapor em equilíbrio com a mistura líquida a, 90°C .
- Uma amostra do vapor em equilíbrio com o líquido é coletada e condensada (tornada líquida). O líquido resultante da condensação entra novamente em equilíbrio com o vapor, a 90°C . Calcule a pressão de vapor dessa nova mistura.
- Calcule a percentagem em massa de estireno no vapor nas condições do item "c".

Dados: Pressão de vapor do estireno puro a 90°C = 134 mmHg;

Pressão de vapor do etilbenzeno puro a 90°C = 182 mmHg.

Resolução:

a) Inicialmente calcular o número de mol do estireno e etilbenzeno, usando as suas massas molares: MM estireno = 104; MM etilbenzeno = 106.

$$n_{\text{est}} = \frac{\text{massa}}{\text{massa molar}} = \frac{38 \text{ g}}{104 \text{ g/mol}} = 0,365 \text{ mol}$$

$$n_{\text{etil}} = \frac{\text{massa}}{\text{massa molar}} = \frac{62 \text{ g}}{106 \text{ g/mol}} = 0,585 \text{ mol}$$

$$\chi_{\text{est}} = \frac{0,365}{0,365 + 0,585} = 0,38 \qquad \chi_{\text{etil}} = \frac{0,585}{0,365 + 0,585} = 0,62$$

b) Utilize as frações molares calculadas no item (a), assim como as pressões de vapor dos líquidos voláteis puros, na equação da “lei de Raoult”.

$$P_{\text{est}} = \chi_{\text{est}} \cdot P_{\text{est}}^{\circ} = 0,38 \times 134 = 50,9 \text{ mmHg}$$

$$P_{\text{etil}} = \chi_{\text{etil}} \cdot P_{\text{etil}}^{\circ} = 0,62 \times 182 = 112,8 \text{ mmHg}$$

A pressão total é a soma das pressões parciais (Dalton)

$$P_{\text{total}} = P_{\text{est}} + P_{\text{etil}} = 50,9 + 112,8 = 163,7 \text{ mmHg}$$

As frações molares do est e etil no vapor podem ser calculadas da seguinte maneira:

$$Y_{\text{est}} = \frac{P_{\text{est}}}{P_{\text{total}}} = \frac{50,9}{163,7} = 0,31 \quad ; \quad Y_{\text{etil}} = \frac{P_{\text{etil}}}{P_{\text{total}}} = \frac{112,8}{163,7} = 0,69$$

c) Devemos agora usar as frações molares no vapor do item (b) como as novas frações molares dos líquidos e calcular a pressão de vapor de cada componente.

$$\chi_{\text{est}} = 0,31 \quad ; \quad \chi_{\text{etil}} = 0,69$$

$$P_{\text{est}} = \chi_{\text{est}} \cdot P_{\text{est}}^{\circ} = 0,31 \times 134 = 41,5 \text{ mmHg}$$

$$P_{\text{etil}} = \chi_{\text{etil}} \cdot P_{\text{etil}}^{\circ} = 0,69 \times 182 = 125,6 \text{ mmHg}$$

$$P_{\text{total}} = P_{\text{est}} + P_{\text{etil}} = 41,5 + 125,6 = 167,1 \text{ mmHg}$$

d) Inicialmente devemos calcular as frações molares do est e etil no vapor, usando os dados obtidos no item (c)

$$Y'_{\text{est}} = \frac{P_{\text{est}}}{P_{\text{total}}} = \frac{41,5}{167,1} = 0,25 \quad ; \quad Y'_{\text{etil}} = \frac{P_{\text{etil}}}{P_{\text{total}}} = \frac{125,6}{167,1} = 0,75$$

Assim o vapor contem 0,25 mol de est para cada 0,75 mol de etil; ou

$$m_{\text{est}} = 0,25 \text{ mol est} \times \frac{104 \text{ g est}}{1 \text{ mol est}} = 26 \text{ g de est}$$

$$m_{\text{etil}} = 0,75 \text{ mol etil} \times \frac{106 \text{ g etil}}{1 \text{ mol etil}} = 80 \text{ g de etil}$$

Com estes valores podemos calcular a percentagem em massa de estireno no vapor.

$$\% \text{ massa est} = \frac{26 \text{ g est}}{(26 + 80) \text{ g de massa total}} \times 100\% = 25\% \text{ est}$$

4ª Questão

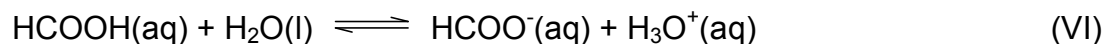
O ácido fórmico, HCOOH, é um ácido carboxílico líquido, a temperatura ambiente, e cuja densidade é 1,22 g mL⁻¹.

a) Calcule a variação de entalpia envolvida na decomposição de 1,0 mol de ácido fórmico (Reação I) a partir dos valores de entalpias de formação e de mudança de estado físico (Reações II a V).



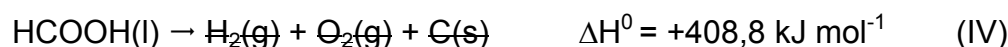
b) Calcule a quantidade de calor envolvida na decomposição de 1,0 L de ácido fórmico em carbono, gás oxigênio e gás hidrogênio.

c) A variação de entalpia envolvida na dissociação de **uma molécula** de ácido fórmico é $6,1 \times 10^{-23}$ J. A variação de entalpia decorrente da dissociação de 0,2 mol de ácido fórmico em 1,0 L de água (Reação VI) é 0,22 J. Calcule o pH dessa solução aquosa de ácido fórmico.



Resolução:

a) Para se encontrar o valor de ΔH^0 para a combustão de 1 mol de HCOOH, deve-se usar o somatório dos valores de ΔH^0 das reações II a V, após o ajuste do sentido e dos coeficientes estequiométricos das mesmas seguindo o procedimento indicado pela Lei de Hess. Assim:



b) 1,0 L de ácido fórmico tem a massa igual a 1220,0 g ($m = d \times V = 1000,0 \text{ mL} \times 1,22 \text{ g mL}^{-1}$).

Em quantidade de matéria isso equivale a 26,5 ($n = m/MM = 1220,0 \text{ g} / 46 \text{ g mol}^{-1}$).

O calor envolvido na decomposição de 26,5 mol de HCOOH seria **10.833,2 kJ** ($q_p = n \times \Delta H^0 = 26,5 \text{ mol} \times 408,8 \text{ kJ mol}^{-1}$).

c) A energia na forma de calor de 0,22 J equivale a $3,6 \times 10^{21}$ moléculas de HCOOH que se dissociaram [número de moléculas = $(0,22 \text{ J} \times 1 \text{ molécula}) / 6,1 \times 10^{-23} \text{ J}$].

Em termos de quantidade de matéria, isso equivale a 0,006 mol ($n = 3,6 \times 10^{21} \text{ moléculas} / 6,02 \times 10^{23} \text{ moléculas mol}^{-1}$), que em concentração molar seria 0,006 mol L⁻¹ de íons H⁺, pois cada molécula dissociada de HCOOH produz um H⁺.

Assim, o pH da solução seria **2,22** ($\text{pH} = -\log 0,006$).