



P4 - PROVA DE QUÍMICA GERAL 29/06/13

Nome:	
Nº de Matrícula: GABARITO	Turma:
Assinatura:	

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

Constantes e equações:

$$273,15 \text{ K} = 0 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$R = 0,0821 \text{ atm L mol}^{-1} \text{ K}^{-1} = 8,3145 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

$$\ln Q = 2,303 \log Q$$

$$PV = nRT$$

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

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

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

$$\Delta G = \Delta G^\circ + RT \ln Q$$

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

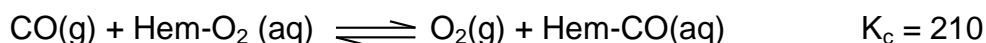
$$\ln \frac{K_2}{K_1} = \frac{\Delta H^\circ}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$$

$$\ln k = \ln A - \frac{E_a}{RT}$$

1ª Questão

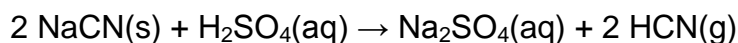
O cianeto de hidrogênio, HCN, é liberado da combustão de materiais ricos em nitrogênio, como poliuretanos, nylon, plásticos e resinas. A intoxicação por HCN se distingue da por monóxido de carbono, CO, em seus efeitos iniciais, embora os finais sejam semelhantes. A dose letal por inalação de HCN é de, aproximadamente, 300 mg de HCN por quilograma de ar. Os sintomas de envenenamento por CO surgem quando 10% da hemoglobina, Hem, do sangue está ligada ao CO e quando este teor atinge 20% pode ocorrer a morte.

a) O CO penetrado nos pulmões forma um complexo com a Hem no sangue, dificultando sua ligação com o oxigênio, O₂, como representado na equação abaixo. Calcule a concentração de CO, em mol L⁻¹, no equilíbrio, necessária para converter 10% da Hem-O₂ em Hem-CO, no sangue, sabendo que a concentração de equilíbrio do O₂ no ar é de 8,20 x 10⁻³ mol L⁻¹.



b) Um pedaço de 20,4 m² de fibra sintética contendo 10,17 g/m² de Acrilon, CH₂CHCN, queimou totalmente em um acidente de uma boate de 41,81 m³, liberando HCN. Mostre, com cálculos, se a quantidade de HCN liberada na queima alcança a concentração letal, sabendo que a proporção entre o Acrilon presente na fibra e o HCN liberado na queima é de 1:1.

c) Suponha que HCN seja produzido pela reação entre 49,00 g de cianeto de sódio, NaCN, e 100 mL de uma solução aquosa de ácido sulfúrico, H₂SO₄, 2,50 mol L⁻¹, conforme equação abaixo. Mostre se nestas condições, a concentração letal de HCN é atingida em um ambiente de 100 m³.



Dados:

$$M(\text{NaCN}) = 49,00 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M(\text{HCN}) = 27,03 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M(\text{CH}_2\text{CHCN}) = 53,06 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98,00 \text{ g mol}^{-1}$$

$$\text{Densidade do ar} = 1,18 \times 10^3 \text{ g/m}^3$$

Resolução:

$$a) K_c = 210 \frac{8,20 \times 10^{-3} \times \frac{1}{10}}{[\text{CO}] \cdot \frac{9}{10}}$$

$$[\text{CO}] = \frac{8,20 \times 10^{-3} \times \frac{1}{10}}{210 \cdot \frac{9}{10}} = \frac{8,20 \times 10^{-3} \times 0,1}{210 \cdot 0,9} = 4,34 \times 10^{-6} \text{ mol L}^{-1}$$

$$b) \text{ Massa do Acrilon} = 20,4 \text{ m}^2 \times 10,17 \frac{\text{g}}{\text{m}^2} = 207,5 \text{ g}$$

$$\frac{27,03 \text{ g de HCN}}{1 \text{ mol}} \times \frac{10^{-3} \text{ mg}}{1 \text{ g}} = 0,0135 \text{ mg de HCN}$$

$$41,81 \text{ m}^3 \times 1,18 \times 10^3 \frac{\text{g}}{\text{m}^3} = 49335,8 \text{ g} = 49,3 \text{ kg de ar}$$

$$207,5 \text{ g de Acrilon} \times \frac{1 \text{ mol de Acrilon}}{53,06 \text{ g de Acrilon}} \times \frac{1 \text{ mol de HCN}}{1 \text{ mol de Acrilon}} \times \frac{27,03 \text{ g de HCN}}{1 \text{ mol de HCN}} = 105,7 \text{ g de HCN} > 14,79 \text{ g (dose letal)}$$

$$c) 49 \text{ g de NaCN} \times \frac{1 \text{ mol de NaCN}}{49,00 \text{ g de NaCN}} \times \frac{2 \text{ mol de HCN}}{1 \text{ mol de NaCN}} = 2 \text{ mol de HCN}$$

$$2,50 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times 0,100 \text{ L} = 0,25 \text{ mol de H}_2\text{SO}_4 \times \frac{2 \text{ mol de HCN}}{1 \text{ mol de H}_2\text{SO}_4} = 0,50 \text{ mol de HCN, logo o H}_2\text{SO}_4 \text{ é o limitante.}$$

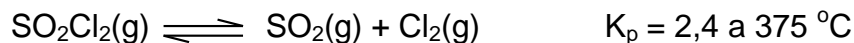
$$100 \text{ m}^3 \times 1,18 \times 10^3 \frac{\text{g}}{\text{m}^3} = 118000 \text{ g} = 118,0 \text{ kg de ar}$$

$$0,50 \text{ mol de HCN} \times \frac{27,03 \text{ g de HCN}}{1 \text{ mol}} \times \frac{10^{-3} \text{ mg}}{1 \text{ g}} = 0,0135 \text{ mg de HCN}$$

$$\frac{0,0135 \text{ mg de HCN}}{118,0 \text{ kg de ar}} = 1,15 \times 10^{-4} \frac{\text{mg}}{\text{kg ar}} \text{ é insuficiente atingir a concentração letal de HCN}$$

2ª Questão

O cloreto de sulfurila, SO_2Cl_2 , é uma substância com vapor irritante, que é usada como reagente em sínteses orgânicas para obtenção de diversos produtos. Esta substância, quando aquecida a altas temperaturas, se decompõe em dióxido de enxofre, SO_2 , e cloro gasoso, Cl_2 , conforme equação abaixo.



- a) Calcule a pressão de cada um dos componentes e a pressão total no sistema, no equilíbrio, quando 6,70 g de SO_2Cl_2 são adicionados a um recipiente de 1,00 L a $375 \text{ }^\circ\text{C}$.
- b) Mostre com cálculos e explique utilizando o princípio de Le Chatelier, o que acontecerá com o sentido da reação nas condições da letra “a”, se inicialmente, além dos 6,70 g de SO_2Cl_2 , for também adicionado 1,00 atm de Cl_2 .
- c) Uma determinada quantidade de SO_2Cl_2 é colocada em um recipiente a $250 \text{ }^\circ\text{C}$. No equilíbrio a pressão do reagente é 70,0% da pressão total que é de 0,250 atm. Calcule o valor de K_p para esta condição.
- d) Demonstre se a reação é endotérmica ou exotérmica.

Dados:

$$M(\text{SO}_2\text{Cl}_2) = 135,0 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M(\text{SO}_2) = 64,0 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M(\text{Cl}_2) = 71,0 \text{ g mol}^{-1}$$

Resolução:

a) 1 mol de SO_2Cl_2 — 135,0 g
x — 6,70 g

$$x = 0,0496 \text{ mol}$$

$$PV = nRT$$

$$P \times 1,00 \text{ L} = 0,0496 \text{ mol} \times 0,0821 \text{ atm L mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \times 648 \text{ K}$$

$$P = 2,64 \text{ atm}$$

	SO_2Cl_2	SO_2	Cl_2
Início	2,64	0	0
Varição	-x	+x	+x
Equilíbrio	2,64 - x	x	x

$$K_p = \frac{P_{\text{SO}_2} P_{\text{Cl}_2}}{P_{\text{SO}_2\text{Cl}_2}}$$

$$2,4 = \frac{(x)(x)}{2,64 - x}$$

$$x^2 + 2,4x - 6,4 = 0$$

$$x = 1,6$$

$$P_{\text{SO}_2\text{Cl}_2} = 2,64 - 1,6 = 1,0 \text{ atm}$$

$$P_{\text{Cl}_2} = P_{\text{SO}_2} = 1,6 \text{ atm}$$

$$P_{\text{total}} = 1,6 + 1,6 + 1,0 = 4,3 \text{ atm}$$

b)

	SO_2Cl_2	SO_2	Cl_2
Início	2,64	0	1,00
Varição	-x	+x	1,00+x
Equilíbrio	2,64 - x	x	1,00+ x

$$K_p = \frac{x(1,00 + x)}{2,64 - x} = 2,4$$

$$x^2 + 3,4x - 6,4 = 0$$

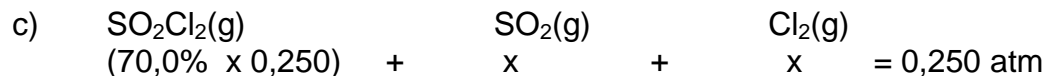
$$x = 1,3$$

$$P_{\text{SO}_2\text{Cl}_2} = 2,64 - 1,3 = 1,3 \text{ atm}$$

$$P_{\text{SO}_2} = 1,3 \text{ atm}$$

$$P_{\text{Cl}_2} = 1,00 + 1,3 = 2,3 \text{ atm}$$

Como 1,00 atm de Cl_2 foi adicionado inicialmente, e não no equilíbrio, o sentido não será alterado, mas haverá uma maior concentração de Cl_2 e SO_2Cl_2 no equilíbrio do que na letra "a" e uma menor concentração de SO_2 .



$$0,175 + 2x = 0,250$$

$$2x = 0,250 - 0,175$$

$$2x = 0,075$$

$$x = 0,038 \text{ atm} = \text{SO}_2 = \text{Cl}_2$$

$$K_p = \frac{P_{\text{SO}_2} P_{\text{Cl}_2}}{P_{\text{SO}_2\text{Cl}_2}} = \frac{(0,038)(0,038)}{0,175} = 8,2 \times 10^{-3}$$

d) Como diz o enunciado, o aumento de calor favorece a decomposição. Comparando o K_p a 350 °C e o calculado na letra "c" a 275 °C pode-se observar que um aumento de temperatura aumenta o valor de K_p , portando a reação é endotérmica.

Pode-se comprovar através do cálculo do ΔH :

$$\ln \frac{K_2}{K_1} = \frac{\Delta H^\circ}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$$

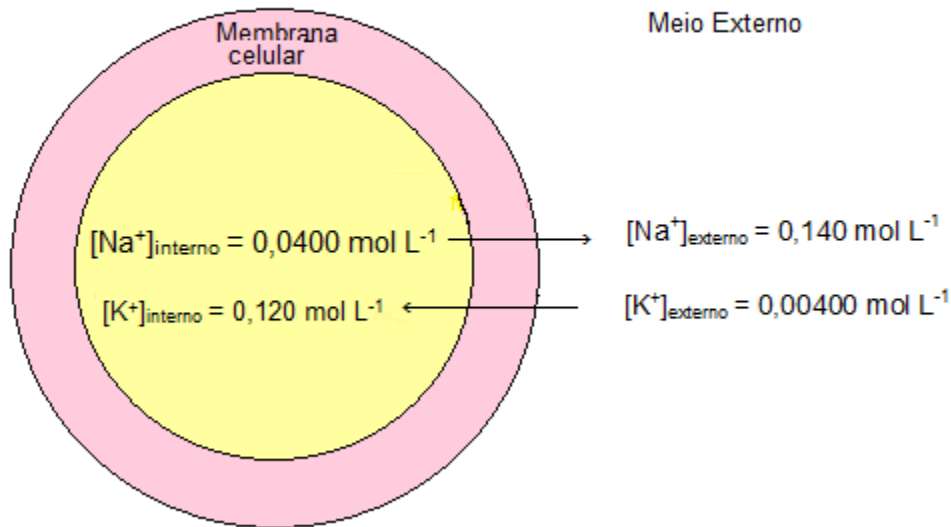
$$\ln \frac{8,2 \times 10^{-3}}{2,4} = \frac{\Delta H^\circ}{8,314} \left(\frac{1}{648} - \frac{1}{523} \right)$$

$$\Delta H^\circ = 1,3 \times 10^5 \text{ J mol}^{-1}$$

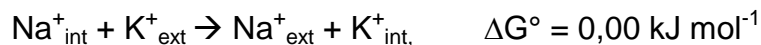
$$\Delta H^\circ = \oplus \rightarrow \text{Endotérmica}$$

3ª Questão

Podemos entender melhor os processos celulares e a química da vida utilizando os conceitos termodinâmicos. Sabemos que em uma célula viva, o transporte dos íons sódio, Na^+ , e potássio, K^+ , ocorre a 37°C , conforme a figura abaixo.

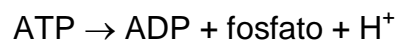


a) Determine a energia livre total, ΔG , em kJ mol^{-1} , relativa ao transporte dos íons Na^+ e K^+ , através da membrana, representado simplificado abaixo.

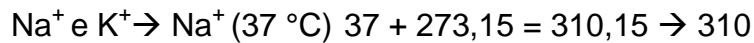


b) Explique se o sistema descrito acima é, ou não, espontâneo.

c) O transporte dos íons pode ser realizado utilizando a energia livre proveniente da quebra da adenosinatrifosfato, ATP, em adenosinadifosfato, ADP, conforme representado abaixo. Calcule o pH necessário para que esta reação produza energia livre suficiente para que ocorra esse transporte. Considere que as concentrações de ATP, ADP e fosfato é de $1,00 \text{ mol L}^{-1}$ e que o ΔG° desta reação é de $+ 8,98 \text{ kJ mol}^{-1}$.



Resolução:

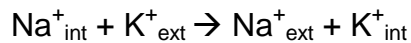


$$[\text{Na}^+]_{\text{int}} = 0,0400 / \text{ext } 0,140 \text{ mol L}^{-1}$$

$$[\text{K}^+]_{\text{int}} = 0,120 / \text{ext } 0,00400 \text{ mol L}^{-1}$$

$$\text{a) } \Delta G = (\text{kJ mol}^{-1})$$

$$\Delta G^\circ = 0,00 \text{ kJ mol}^{-1}$$



$$Q = \frac{[\text{Na}^+]_{\text{ext}} [\text{K}^+]_{\text{int}}}{[\text{Na}^+]_{\text{int}} [\text{K}^+]_{\text{ext}}} = \frac{0,140 \times 0,120}{0,0400 \times 0,00400} = 105(0)$$

$$\Delta G = \Delta G^\circ + RT \ln Q$$

$$\Delta G = 0,00 \text{ kJ mol}^{-1} + 8,3145 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \cdot 10^{-3} \cdot 310 \text{ K} \ln 105$$

$$\Delta G = 2,57 (7) \cdot 4,65(4) = 11,99 = 12,0 \text{ kJ mol}^{-1}$$

b) Não é espontâneo, pois $\Delta G > 0$

No Processo espontâneo $\Delta G < 0$

$$\text{c) } Q = \frac{[\text{H}^+] [\text{fosfato}][\text{ADP}]}{[\text{ATP}]} = \frac{[\text{H}^+] \cdot 1 \cdot 1}{1} = [\text{H}^+]$$

Para que o transporte ocorra, $\Delta G = -12,0 \text{ kJ mol}^{-1}$ pelo menos.

$$\frac{\Delta G - \Delta G^\circ}{RT \ln Q} = \ln Q = \ln [\text{H}^+]$$

$$-\frac{12,0 - 8,98}{8,3145 \times 10^{-3} \cdot 310} \times \ln Q = -8,14(0) \quad Q = e^{-8,14(0)}$$

$$Q = 2,9(2) \times 10^{-4} = [\text{H}^+]$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = 3,5$$

4ª Questão

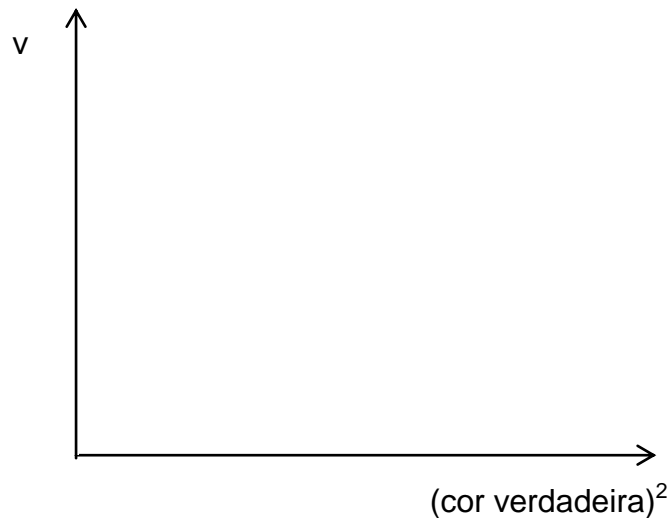
O cloreto férrico, em sua forma hexahidratada, $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, é usado como coagulante no tratamento de água de esgotos sanitários e industriais. O parâmetro “cor verdadeira” da solução está sendo utilizado em estudos cinéticos, indicando que o processo de coagulação é de 2ª ordem. Considere uma amostra de esgoto com valor inicial de 225 uH (unidades Hazen de cor), a 25 °C.

a) Calcule o valor da constante de velocidade, k , com sua respectiva unidade, sabendo que o tempo de meia vida, $t_{1/2}$, é de 1,9 min.

b) Determine o tempo necessário para o valor da cor verdadeira cair em 10%.

c) Calcule o valor da energia de ativação, E_a , sabendo que o valor de k cai à metade, quando a temperatura diminui para 20 °C.

d) Esboce, no gráfico abaixo, o comportamento da velocidade, v , a 20 °C e a 25 °C, indicando cada situação.



Resolução:

a)

1ª opção:

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

$$\frac{1}{112,5} = \frac{1}{225} + k \times 1,9$$

$$k = 2,3 \times 10^{-3} \text{ min}^{-1} \text{ uH}^{-1}$$

2ª opção:

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

$$\frac{1}{112,5} = \frac{1}{225} + k \times 1,14 \times 10^2$$

$$k = 3,9 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1} \text{ uH}^{-1}$$

b)

1ª opção:

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

$$\frac{1}{202,5} = \frac{1}{225} + 2,3 \times 10^{-3} \times t$$

$$t = 0,21 \text{ min}$$

2ª opção:

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

$$\frac{1}{202,5} = \frac{1}{225} + 3,9 \times 10^{-5}$$

$$t = 13 \text{ s}$$

c)

$$\ln \frac{k_2}{k_1} = \frac{E_a}{R} \times \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$$

$$\ln \frac{1}{2} = \frac{E_a}{8,314} \times \left(\frac{1}{298} - \frac{1}{293} \right)$$

$$E_a = 1,01 \times 10^2 \text{ J} \quad \text{ou} \quad E_a = 101 \text{ kJ}$$

d)

