

IME 2010

INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA

GABARITO DA PROVA DISCURSIVA DE QUÍMICA.

Realizada em 29 de Outubro de 2009.



ENSINO FORTE DE VERDADE

DADOS

Massas atômicas (u.m.a.)

$\ln 2 = 0,69$

Lei de decaimento radioativo: $N = N_0 e^{-kt}$

Constante criométrica da água = 2K.kg.mol^{-1}

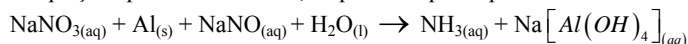
Massa específica da água = $1,0\text{g/mL}$

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

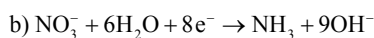
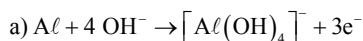
1ª Questão**Valor: 1,0**

O alumínio é o metal mais empregado pelo homem depois do ferro. É o elemento metálico mais abundante na crosta terrestre (8,29% em massa) e não existe naturalmente na forma livre, sendo o minério sílico-aluminato seu composto natural mais importante. Apresenta propriedade anfotérica, isto é, reage tanto com ácidos quanto com bases.

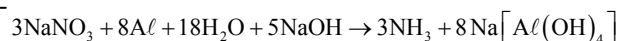
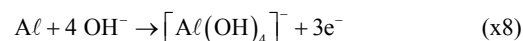
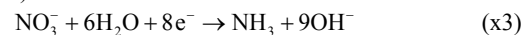
Partindo da equação apresentada abaixo, responda o que se pede:



- a equação da semi-reação de oxidação iônica balanceada (carga e massa) com os menores coeficientes inteiros possíveis.
- a equação da semi-reação de redução iônica balanceada (carga e massa) com os menores coeficientes inteiros possíveis.
- a equação total balanceada (carga e massa) com os menores coeficientes inteiros possíveis.
- o íon oxidante.
- a fórmula do redutor.
- o nome da espécie resultante da oxidação.
- a classificação, segundo o conceito de ácido e base de Lewis, da espécie resultante da redução.

Solução:

c)

d) NO_3^- – NITRATO

e) Al

f) TETRA HIDROXO ALUMINATO DE SÓDIO

g) NH_3 : Base de Lewis**2ª Questão****Valor: 1,0**

Calcule a massa de 1L de uma solução aquosa de nitrato de zinco cuja concentração é expressa por 0,643 molar e por 0,653 molal.

Solução:NITRATO DE ZINCO: $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$

$$M = \frac{n_1}{V(\text{L})} \Rightarrow 0,643 = \frac{m_1}{1} \Rightarrow m_1 = 121,78 \text{ g}$$

$$W = \frac{n_1}{m_2(\text{kg})} \Rightarrow 0,653 = \frac{0,643}{m_2(\text{kg})} \Rightarrow m_2 = 0,98469 \text{ kg} = 984,69 \text{ g}$$

$$m_{\text{total}} = m_1 + m_2 = 1106,47 \text{ g}$$

3ª Questão **Valor: 1,0**

Deseja-se preparar uma solução com pH igual a 3,0 a partir de 1,0L de solução aquosa de um ácido monoprótico não-volátil desconhecido, a qual possui pH igual a 2,0 e ponto de congelamento de $-0,2^{\circ}\text{C}$. Considere o experimento realizado ao nível do mar e os valores numéricos das molalidades iguais aos das respectivas molaridades. Desprezando as interações iônicas nas soluções, determine o volume de água que deve ser adicionado à solução inicial.

Solução:

Solução Inicial:

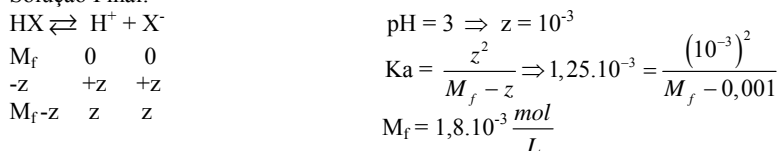
$$\begin{aligned} \Delta T &= k \cdot W \cdot i \\ 0,2 &= 2 \cdot W \cdot i \\ W \cdot i &= 0,1 \text{ mol/kg} \\ \text{Logo } M \cdot i &= 0,1 \end{aligned}$$

Solução Inicial:



$$K_a = \frac{y^2}{0,09 - y} = \frac{(10^{-2})^2}{0,09 - 0,01} = 1,25 \cdot 10^{-3}$$

Solução Final:

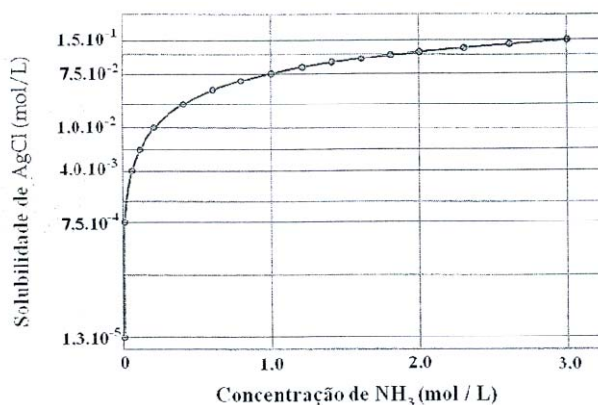


Diluição:

$$\begin{aligned} M_i V_i &= M_f V_f \\ 0,09 \cdot 1 &= 1,8 \cdot 10^{-3} \cdot V_f \Rightarrow V_f = 50\text{L} \\ \text{Logo } V_{\text{adicionado}} &= 49\text{L} \end{aligned}$$

4ª Questão **Valor: 1,0**

O gráfico abaixo representa a solubilidade do AgCl em solução de amônia. A uma solução 3M de amônia, adiciona-se cloreto de prata em excesso, formando o complexo $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$. Desprezando a formação de hidróxido de prata e considerando que todo o experimento é realizado a 25°C , mesma temperatura na qual os dados do gráfico foram obtidos, calcule a concentração de Ag^+ em solução.



Solução:

Para o AgCl

$$K_{ps} = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]$$

Quando a molaridade da amônia é zero temos que a solubilidade do AgCl é $1,3 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L}$

$\text{AgCl} \rightleftharpoons \text{Ag}^+ + \text{Cl}^-$	$K_{ps} = S \cdot S$
S S	$K_{ps} = S^2 = (1,3 \cdot 10^{-5})^2$
	$K_{ps} = 1,69 \cdot 10^{-10}$

A solubilidade do AgCl é função da concentração de amônia, porém o cloreto não reage com NH₃.

Para $[NH_3] = 3$, teremos: $[Cl^-] = 1,5 \cdot 10^{-1}$ e $K_{ps} = 1,69 \cdot 10^{-10}$

$$[Ag^+][Cl^-] = K_{ps}$$

$$[Ag^+] = \frac{K_{ps}}{[Cl^-]} = \frac{1,69 \cdot 10^{-10}}{1,5 \cdot 10^{-1}} = 1,13 \cdot 10^{-9} \text{ mol/L}$$

Sabe-se que o ponto é atingido após 1,15 horas do início do processo e que o tempo necessário para atingir a concentração máxima de B é dado por

$$t = \frac{\ln(k_1/k_2)}{k_1 - k_2}$$

Determine a velocidade de formação do produto C quando a concentração deste for $7/2$ da concentração de A. (Observação: $x=0,3$ é raiz da equação $x=0,6 e^{-1,38+2,3x}$).

Solução:

$$A \xrightarrow{k_1} B \quad V_1 = K_1[A]^1$$

$$B \xrightarrow{k_2} C \quad V_2 = K_2[B]^1 \quad \alpha = c_1 \beta = B_1 \gamma = A$$

No ponto P: $X_2 = 0,5$; $X_B = 0,41$; $X_C = 0,09$

$$N_A = N_0, A \cdot e^{-k_1 t}$$

$$0,5 \cdot 2 = 2 \cdot e^{-k_1 \cdot 1,15} \rightarrow k_1 \cdot 1,15 = \ln 2$$

$$k_1 = \frac{0,69}{1,15} \rightarrow k_1 = 0,6 \text{ h}^{-1}$$

Para $\cos g$ Max de B: $X_a = 0,25$; $K_b = 0,51$; $X_c = 0,24$

$$N_a = N_0, a \cdot e^{-k_1 t}$$

$$0,225 \cdot 2 = 2 \cdot e^{-0,6t}$$

$$0,6t = \ln 4$$

$$t = \frac{2 \cdot 0,69}{0,6} = \frac{1,38}{0,6} \rightarrow t = \frac{1,38}{0,6} \text{ h}$$

$$\frac{1,38}{0,6} = \frac{\ln \frac{k_1}{k_2}}{k_1 - k_2} \Rightarrow \ln \frac{k_1}{k_2} = (k_1 - k_2) \frac{1,38}{0,6}$$

$$\frac{k_1}{k_2} = e^{(k_1 - k_2) \frac{1,38}{0,6}}$$

$$\frac{k_2}{k_1} = e^{(k_2 - k_1) \frac{1,38}{0,6}}$$

$$k_2 = 0,6 \cdot e^{2,3k_2 - 1,38}$$

$$k_2 = 0,3 \text{ h}^{-1}$$

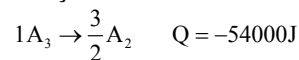
$$\text{Pelo gráfico: } [C] = \frac{7}{2}[A] \Rightarrow \begin{cases} x_A = 0,12 \\ x_B = 0,46 \\ x_C = 0,42 \end{cases}$$

$$v_2 = k_2 [B]$$

$$v_2 = 0,3 \cdot 0,46 \cdot 2 \Rightarrow v_2 = 0,276 \frac{\text{mol}}{\text{L.h}}$$

7ª Questão**Valor: 1,0**

A transformação isovolumétrica de um gás triatômico hipotético A_3 em outro diatômico A_2 envolve a liberação de 54kJ/mol de A_3 . A capacidade calorífica molar a volume constante do gás A_2 é de 30J/mol.K . Após a transformação isocórica de todo A_3 em A_2 , determine o aumento percentual de pressão em um recipiente isolado contendo o gás A_3 a 27°C . Considere que a capacidade calorífica molar a volume constante do gás A_2 não varia com a temperatura e que os gases se comportam idealmente.

Solução:

Considerando que todo o calor liberado pela reação de "n" mols de A_3 será usado para aquecer

$$A_2 \text{ teremos: } 54000.n = \frac{3n}{2}.30.\Delta T \rightarrow \Delta T = 1200\text{K}$$

$$T_f = 1200 + 300 = 1500\text{K}$$

$$P_i = \frac{nRT}{v} = \frac{nR.300}{v} = \frac{300nR}{v} \quad (\text{só havia } A_3)$$

$$P_f = \frac{nRT}{v} = \frac{\frac{3n}{2}.R.1500}{v} = \frac{2250nR}{v} \quad (\text{o } A_3 \text{ acabou de reagir})$$

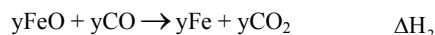
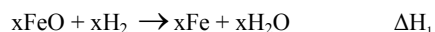
$$P_f = \frac{\frac{2250nR}{v}}{\frac{300nR}{v}} = 7,5$$

Portanto um aumento de 650%.

8ª Questão**Valor: 1,0**

Uma dada massa de óxido ferroso é aquecida a 1273K e, em seguida exposta a uma mistura gasosa de monóxido de carbono e hidrogênio. Desta forma, o óxido é reduzido a metal sem qualquer fornecimento adicional de energia. Admita que ocorra uma perda de calor para as circunvizinhanças de $4,2\text{kJ/mol}$ de óxido reduzido. Calcule a razão mínima entre as pressões parciais de monóxido de carbono e de hidrogênio ($p_{\text{CO}}/p_{\text{H}_2}$) na mistura gasosa inicial, de modo que o processo seja auto-sustentável. Despreze a decomposição da água.

Calores de reação a 1273 K (kJ/mol):	
redução do óxido ferroso	265
oxidação do hidrogênio	-250
oxidação do monóxido de carbono	-282

Solução:

$$\Delta H_1 = (265 - 250).x = 15.x \text{ KJ}$$

$$\Delta H_2 = (265 - 282).y = -17.y \text{ KJ}$$

$$\Delta H_{\text{viz}} = -4,2.(x+y) = -4,2(x+y) \text{ KJ}$$

Para que seja auto-sustentável o calor total trocado é igual a zero.

$$15x - 17y + 4,2.(x+y) = 0$$

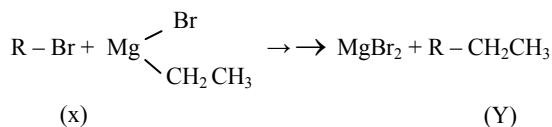
$$15x + 4,2x = 17y - 4,2y$$

$$\frac{y}{x} = \frac{19,2}{12,8} = 1,5$$

$$\frac{P_{CO}}{P_{H_2}} = \frac{\left(\frac{nRT}{V}\right)_{CO}}{\left(\frac{nRT}{V}\right)_{H_2}} \text{ para } V \text{ e } T \text{ constantes} \quad \frac{P_{CO}}{P_{H_2}} = \frac{n_{CO}}{n_{H_2}} = \frac{y}{x} \quad \boxed{\frac{P_{CO}}{P_{H_2}} = 1,5}$$

9ª Questão**Valor: 1,0**

O brometo de alquila X, opticamente ativo, é tratado com brometo de etil-magnésio, gerando-se o composto Y. A 100 °C, 8,4g de Y no estado gasoso são misturados com 6,4g de N₂ em um recipiente com volume de 2,0 litros. A pressão medida no interior do recipiente é de 5,0atm. Considerando que os gases se comportam idealmente, determine as fórmulas estruturais planas e a nomenclatura IUPAC dos compostos X e Y. Justifique a sua solução.

Solução:

$$P.V = n.R.T$$

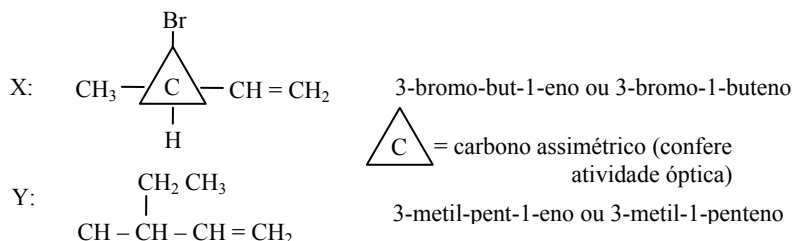
$$5.2 = \left(\frac{8,4}{MM_y} + \frac{6,4}{28} \right) \cdot 0,082.373$$

$$\frac{8,4}{MM_y} = \frac{10}{0,082.373} - \frac{6,4}{28} \Rightarrow \boxed{MM_y = 84\text{g/mol}}$$

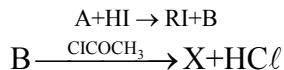
$$MM_y = 84 = MM_R + 29 \Rightarrow \boxed{MM_{Rad} = 55\text{g/mol}}$$

$$MM_{Rad} = 55 = 12.n^\circ \text{ de carbonos} + 1.n^\circ \text{ de hidrogênios}$$

Sendo n° de carbonos e hidrogênios inteiros e n° de hidrogênios máximo igual ao dobro de carbonos +1, temos: Radical: C₄H₇

**10ª Questão****Valor: 1,0**

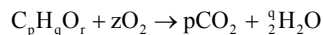
A substância X, que pode ser obtida através da sequência de reação dada abaixo (onde R indica genericamente um grupo alquila), é constituída pelos elementos C, H e O.



Uma amostra de 50,00g de X sofre combustão completa, produzindo 123,94g de CO₂ e 44,37g de H₂O. Com base nas informações acima determine:

- a fórmula mínima da substância X.
- a fórmula molecular da substância X, sabendo-se que a sua massa molar é de 142,00g/mol.
- a fórmula estrutural plana da substância X, sabendo-se que, ao sofrer hidrólise ácida, esta molécula produz ácido acético e um álcool saturado que não possui átomos de carbono terciários ou quaternários.
- a fórmula estrutural plana do composto B.
- a qual função orgânica pertence o reagente A.

Solução:



$$1 \text{ mol} \quad \quad \quad p \text{ mols} \quad \quad q/2 \text{ mols}$$

$$142 \text{ g} \quad \quad \quad p \cdot 44 \text{ g} \quad \quad q \cdot 18 \text{ g}$$

$$50 \text{ g} \quad \quad \quad 123,94 \text{ g} \quad \quad 44,37 \text{ g}$$

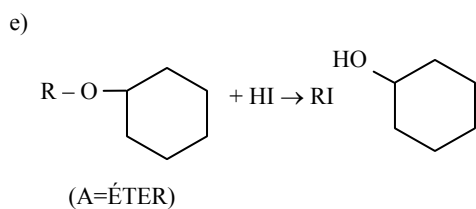
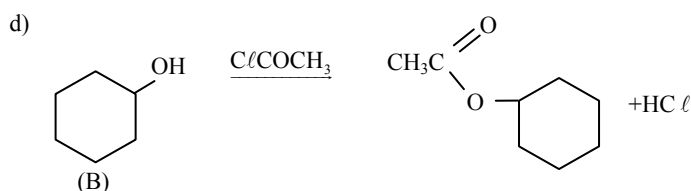
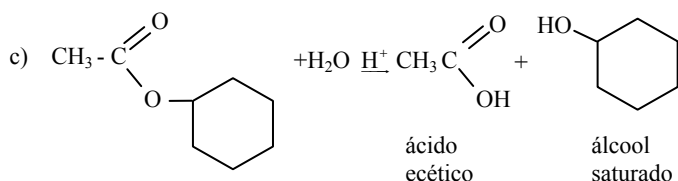
$$p = \frac{142 \cdot 123,94}{50 \cdot 44} \Rightarrow p = 8$$

$$q = \frac{142 \cdot 44,37}{50 \cdot 18} \Rightarrow q = 14$$

$$C_8 H_{14} O_r \Rightarrow MM = 142 \text{ g/mol} \Rightarrow 8 \cdot 12 + 14 \cdot 1 + r \cdot 16 = 142 \Rightarrow \boxed{r = 2}$$

a) F. mínima: $C_4 H_7 O_1$

b) F. molecular: $C_8 H_{14} O_2$



Comentários

Aprova desse ano, assim como havia acontecido nos dois últimos anos, foi muito bem elaborada e apresentou elevado grau de dificuldade. As questões 2, 9 e 10 exigiram atenção redobrada nas inúmeras contas.

Em especial a 9ª questão, que se forem feitos arredondamentos no início da questão (trabalhando-se com apenas dois algarismos significativos, assim como os dados do enunciado) teremos a solução apresentada aqui (alceno). Enquanto que se utilizássemos calculadora teríamos chegado à outra resposta (alcano).

Vale ressaltar ainda a presença do assunto “íons complexos” em duas questões (1 e 4) que há muito tempo não se fazia presente e a ausência de eletroquímica.

Equipe de Química
Marcio Santos
Sand Jorge