



Universidade Federal do Ceará
Centro de Ciências
Programa de Pós-Graduação em Química
Caixa Postal 12.200 Tel. 85 3366 9981
CEP: 60.450-970 Fortaleza - Ceará - Brasil

**EXAME DE SELEÇÃO PARA O PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
QUÍMICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ (PPGQ-UFC)/2019.1**

MESTRADO

Data: 03/12/2018 Horário: 14 h

Instruções gerais:

- 1. A prova consta de 8 (oito) questões.**
- 2. A duração da prova é de 4 (quatro) horas.**
- 3. Cada questão deve ser respondida na própria folha (frente e verso) do enunciado. Não serão corrigidas questões fora do espaço reservado às respostas.**
- 4. Somente serão corrigidas as questões respondidas à caneta.**
- 5. A questão redigida em inglês poderá ser respondida em português.**
- 6. Para efeito de consulta, há material suplementar no final da prova.**
- 7. Será permitido o uso de calculadora.**
- 8. NÃO será permitido o uso de celular ou outros aparelhos eletrônicos durante a realização da prova. Portanto, tais aparelhos deverão permanecer desligados.**
- 9. O nome do candidato deverá ser preenchido APENAS na primeira folha do caderno de prova. Os outros espaços serão reservados à Comissão de Seleção. Qualquer tipo de identificação no caderno de prova implicará na desclassificação do candidato.**

NOME DO CANDIDATO:

RESERVADO À COMISSÃO

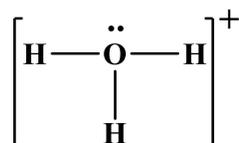
CÓDIGO:

RESERVADO À COMISSÃO

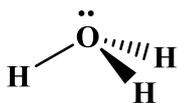
CÓDIGO:

1ª Questão: (Adaptada do concurso vestibular FUVEST - 2019) The reaction of water with chloridric acid produces chloride anion and hydronium cation. Draw the most stable Lewis structure and molecular geometry for the cation.

Resposta:



**Estrutura
de Lewis**



Pirâmide trigonal

RESERVADO À COMISSÃO

CÓDIGO:

2ª Questão: Um composto hipotético de um metal desconhecido tem fórmula $M(OH)_2$. Determine os íons presentes em solução quando 375 mg do hidróxido são dissolvidos em 25 mL de água. O ponto de ebulição da solução é $100,12\text{ }^\circ\text{C}$. Considere a massa atômica do metal M como 99,5 u.m.a. e a massa específica da solução como $1,02\text{ g cm}^{-3}$.

Resposta:

Massa molecular do hidróxido = 123,5 g/mol

número de moles = $3,04 \times 10^{-3}$

Massa do solvente = 25,5 g

Molalidade da solução = $0,119\text{ mol kg}^{-1}$ de água

$\Delta T = i \times K_{eb} \times m$

$i = 2$

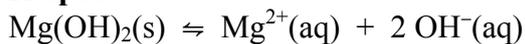
MOH^+ e OH

RESERVADO À COMISSÃO

CÓDIGO:

3ª Questão: A solubilidade do composto Mg(OH)_2 em água é de $1,40 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$ a 25°C . Sabendo-se que o seu produto de solubilidade (K_{ps}) é $5,61 \times 10^{-12}$, calcule a solubilidade molar (S) do composto em pH 12,0 a 25°C .

Resposta:



$$K_{ps} = [\text{Mg}^{2+}] [\text{OH}^{-}]^2 = 5,61 \times 10^{-12}$$

Sabendo-se que $\text{pH} + \text{pOH} = 14,0$ a 25°C

$$\text{pOH} = 14,0 - \text{pH}$$

$$\text{pOH} = 14,0 - 12,0$$

$$\text{pOH} = 2,00$$

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^{-}] = 2,00$$

$$[\text{OH}^{-}] = 1,00 \times 10^{-2}$$

Assim, considerando a expressão do K_{ps} , teremos:

$$[\text{Mg}^{2+}] [\text{OH}^{-}]^2 = 5,61 \times 10^{-12}$$

$$[\text{Mg}^{2+}] = (5,61 \times 10^{-12}) / (1,00 \times 10^{-2})^2$$

$$[\text{Mg}^{2+}] = 5,61 \times 10^{-8} \text{ mol L}^{-1}$$

Pela equação de dissolução, tem-se que 1 mol de Mg(OH)_2 se dissocia em 1 mol de Mg^{2+} . Portanto, a solubilidade molar, S , do Mg(OH)_2 em pH 12,0 é **$5,61 \times 10^{-8} \text{ mol L}^{-1}$** .

RESERVADO À COMISSÃO

CÓDIGO:

4ª Questão: Calcule a energia de ativação (E_a) para uma reação em que o valor da constante de velocidade a 25 °C é triplicado devido a um aumento em 20 °C na temperatura.

Resposta:

$$\frac{k(T_2)}{k(T_1)} = \frac{Ae^{-E_a/RT_1}}{Ae^{-E_a/RT_2}} = \exp\left(\frac{E_a}{R} \frac{\Delta T}{T_1 T_2}\right)$$

$$\ln \frac{k(T_2)}{k(T_1)} = \frac{E_a}{R} \frac{\Delta T}{T_1 T_2}$$

$$E_a = \ln \frac{k(T_2)}{k(T_1)} RT_1 T_2 \Delta T^{-1}$$

$$E_a = \ln(3) (8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1})(298 \text{ K})(318 \text{ K})(20\text{K})^{-1}$$

$$E_a \approx \mathbf{43,3 \text{ kJ mol}^{-1}}$$

RESERVADO À COMISSÃO

CÓDIGO:

5ª Questão: Para uma solução tampão preparada com ácido acético $0,10 \text{ mol L}^{-1}$ e acetato de sódio $0,10 \text{ mol L}^{-1}$, calcule:

a) o pH desta solução.

b) o pH da solução quando se adiciona $1,0 \text{ mL}$ de $\text{NaOH } 5,0 \text{ mol L}^{-1}$ a $1,0 \text{ L}$ desta solução.

(Dado: $\text{pK}_a = 4,76$)

Resposta:

a)

$$\text{pH} = \text{pK}_a + \log \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

$$\text{pH} = 4,76 + \log (0,10 / 0,10)$$

$$\text{pH} = 4,76 + \log 1,0$$

$$\text{pH} = 4,76 + 0$$

$$\text{pH} = 4,76$$

b)

Em $1,0 \text{ mL}$ de NaOH tem-se: $(5,0) \times (0,0010) = 0,005 \text{ mol}$ de NaOH

A adição de $0,005 \text{ mol}$ de NaOH (OH^-) na solução irá diminuir a concentração de CH_3COOH em $0,005 \text{ mol L}^{-1}$ e aumentar a concentração do CH_3COO^- (acetato) em $0,005 \text{ mol L}^{-1}$.

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = 0,10 - 0,005 = 0,095 \text{ mol L}^{-1}$$

$$[\text{CH}_3\text{COO}^-] = 0,10 + 0,005 = 0,105 \text{ mol L}^{-1}$$

$$\text{pH} = 4,76 + \log (0,105 / 0,095)$$

$$\text{pH} = 4,76 + \log 1,1$$

$$\text{pH} = 4,76 + 0,04$$

$$\text{pH} = 4,80$$

RESERVADO À COMISSÃO

CÓDIGO:

6ª Questão: A medida da voltagem da célula descrita por:

$\text{Zn}_{(s)} | \text{Zn}^{2+} (\text{aq}; 1,0 \text{ mol L}^{-1}) || 2\text{H}^+ (\text{aq}; ? \text{ mol L}^{-1}) | \text{H}_2 (\text{g}; 1,0 \text{ atm})$
é de 0,54 V a 25 °C. Calcule o pH da solução.

Resposta:

$$E_{\text{cel}} = E_{\text{cel}}^{\circ} - \left(\frac{0,02570 \text{ V}}{n_e} \right) \ln \frac{[\text{Zn}^{2+}]P_{\text{H}_2}}{[\text{H}^+]^2}$$

$$0,54 \text{ V} = 0,76 \text{ V} - \left(\frac{0,02570 \text{ V}}{2} \right) \ln \frac{(1,0)(1,0)}{[\text{H}^+]^2}$$

$$\ln \frac{(1,0)}{[\text{H}^+]^2} = 17,12$$

$$\frac{(1,0)}{[\text{H}^+]^2} = \exp(17,12)$$

$$\frac{(1,0)}{[\text{H}^+]^2} = \exp(17,12)$$

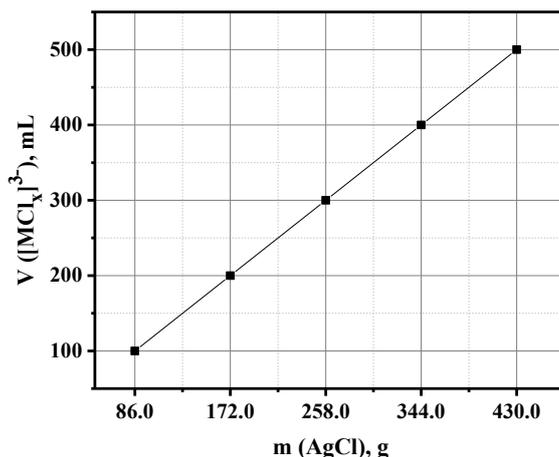
$$[\text{H}^+] = 1,92 \times 10^{-4}$$

$$\mathbf{pH \approx 3,7}$$

RESERVADO À COMISSÃO

CÓDIGO:

7ª Questão: O gráfico abaixo apresenta os resultados obtidos a partir da titulação de uma solução 1 mol L⁻¹ de um composto de coordenação do tipo [MCl_x]³⁻ com uma solução de AgCN, onde M é um metal de transição. Sabendo que a reação de substituição forma, apenas, [M(CN)_x]³⁻ e AgCl, indique o número de coordenação do metal. *Admita rendimento de 100% e justifique numericamente.*



Resposta:

O enunciado indica que a reação de substituição entre [MCl_x]³⁻ e AgCN produz apenas [M(CN)_x]³⁻ e AgCl. Portanto, a equação química representativa da reação é:
 $[MCl_x]^{3-} + xAgCN \rightarrow [M(CN)_x]^{3-} + xAgCl$

Sabendo que a concentração do composto de coordenação é de 1 mol L⁻¹ e que a massa molar do AgCl é igual a 143,32, as relações abaixo podem ser utilizadas para se determinar a relação molar entre os compostos [MCl_x]³⁻ e AgCl a partir dos dados do gráfico e, assim, determinar “x” que representa o número de coordenação do metal M.

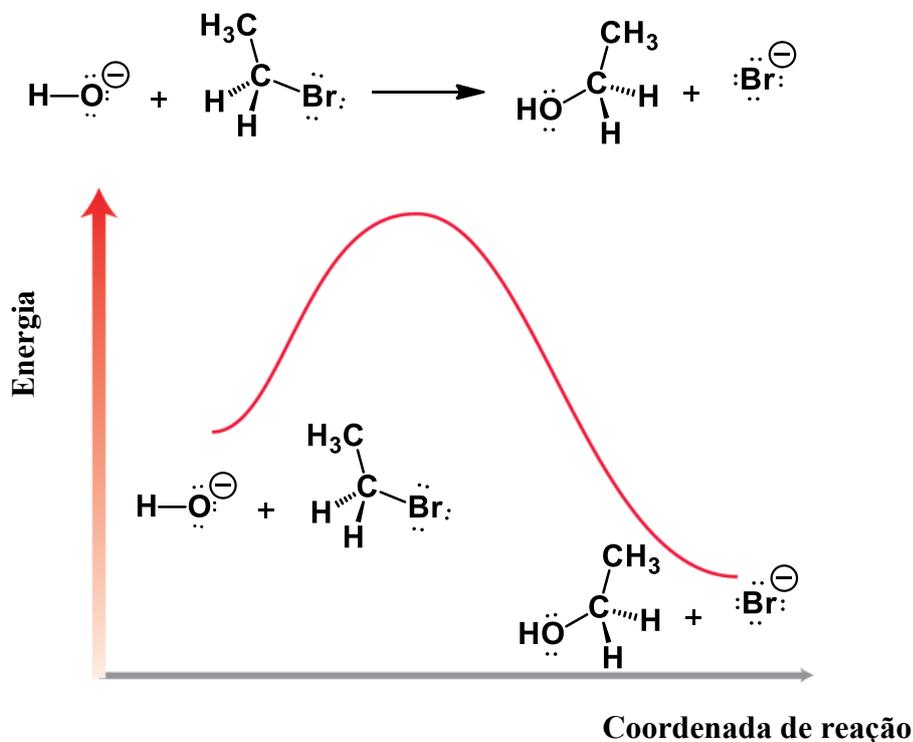
[MCl _x] ³⁻			AgCl		
1000 mL	\times	1 mol	143,32 g	\times	1 mol
V(mL)		Nº de mols	m(g)		Nº de mols
Volume do composto [MCl _x] ³⁻ (mL)	Número de moles do composto [MCl _x] ³⁻	Massa do composto AgCl (g)	Número de moles do composto AgCl	Razão entre os números de moles dos compostos AgCl e [MCl _x] ³⁻	
100	0,1	86,0	0,6	6	
200	0,2	172,0	1,2	6	
300	0,3	258,0	1,8	6	
400	0,4	344,0	2,4	6	
500	0,5	430,0	3,0	6	

⇒ x = 6, logo o número de coordenação (número de espécies ligadas ao átomo central) é igual a 6.

RESERVADO À COMISSÃO

CÓDIGO:

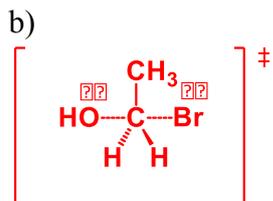
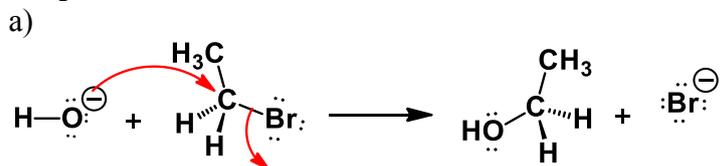
8ª Questão: Considere a seguinte reação elementar e seu diagrama de energia:



Responda:

- Desenhe, **no esquema reacional**, as setas curvas mostrando o mecanismo para essa reação;
- Desenhe o estado de transição para esta reação (**atente-se para a estereoquímica**);
- Esse processo é endotérmico ou exotérmico?
- Represente a equação que corresponde à velocidade (taxa) para essa reação.

Resposta:



- O processo é exotérmico.
- $v = k[\text{HO}^-][\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br}]$