

PROVA ESCRITA DE SELEÇÃO
2º PROCESSO SELETIVO 2021

QUESTÕES:

01. (Química Analítica)

O alúmen de potássio é um sulfato duplo de alumínio e potássio e é popularmente conhecido como “pedra hume”. Seu amplo uso na indústria farmacêutica se dá por sua ação adstringente, antibacteriana, antisséptica, cicatrizante e hemostática. Além disso, é utilizado para reduzir a transpiração e assim, é usado na formulação de desodorantes naturais. Esse mineral é encontrado naturalmente com 12 ou 24 águas de hidratação e sua extração é feita a partir da mineração de rochas.

Um químico que trabalha em um laboratório de análises químicas prestador de serviços para uma grande empresa de mineração brasileira precisa avaliar a composição desse mineral. Para isso, usou a técnica de gravimetria e pesou 1,2931 g de amostra contendo o alúmen, $KAl(SO_4)_2 \cdot 24(H_2O)$. Depois da pesagem e dissolução em solvente adequado o químico precipitou o alumínio como $Al(OH)_3$. O precipitado foi coletado por filtração à vácuo, lavado e calcinado para formar Al_2O_3 , com massa de 535,70 mg. Qual a porcentagem de Al na amostra analisada?

Dados: Massa atômica ($g\ mol^{-1}$): Al= 26,981; O= 15,999; H= 1,008; K= 39,098; S= 32,065.

02. (Química Analítica)

O ácido láctico foi descoberto em 1780, é um ácido carboxílico monoprótico, $CH_3CH(OH)COOH$, que muitos associam a fadiga muscular. A sua origem no corpo humano é devido ao metabolismo de glicídios. Sobre o equilíbrio ácido-base, pergunta-se:

- A) O pH de uma solução de ácido láctico $0,5\ mol\ L^{-1}$ em água é 2,08. Qual é o K_a e o pK_a desse ácido?
- B) Na determinação de ácido láctico em uma amostra aquosa desconhecida realizou-se uma titulação ácido-base, usando 50 mL de amostra, o volume necessário para alcançar o ponto de equivalência foi 20 mL usando uma solução padronizada de NaOH $0,1\ mol\ L^{-1}$. Qual é a concentração de ácido láctico em $mol\ L^{-1}$ e % (m/v) na amostra desconhecida?
- C) Na titulação descrita no item B e considerando o pK_a determinado no item A, calcule o pH no ponto de equivalência da titulação.

Dados $K_w = 1,0 \times 10^{-14}$

Massa atômica ($g\ mol^{-1}$): C = 12,011; H = 1,008; O = 15,999

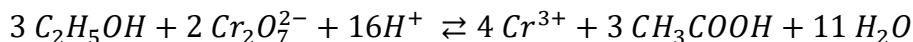
03. (Química Analítica)

Uma amostra de 10,0 mL de cachaça brasileira foi diluída para 50,0 mL. Uma alíquota de 10 mL da amostra diluída foi utilizada na destilação do etanol. O etanol destilado foi

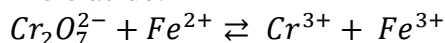
PROVA ESCRITA DE SELEÇÃO

2º PROCESSO SELETIVO 2021

recolhido em 50,0 mL de uma solução 0,01 mol L⁻¹ de dicromato de potássio sendo oxidado a ácido acético com aquecimento, conforme:



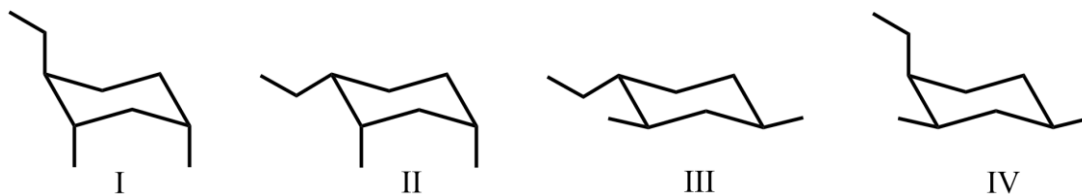
Após resfriamento, 20,0 mL de uma solução de Fe(II) 0,1040 mol L⁻¹ foi adicionada em um frasco. O excesso de Fe(II) foi titulado com 7,2 mL de dicromato de potássio padrão até a indicação do ponto final usando ácido difenilaminossulfônico. Calcule a porcentagem (m/v) de etanol na cachaça brasileira. Considerando a seguinte reação (não balanceada) que ocorre em meio ácido:



Dados: Massa atômica (g mol⁻¹): C = 12,011; H = 1,008; O = 15,999

04. (Química Orgânica)

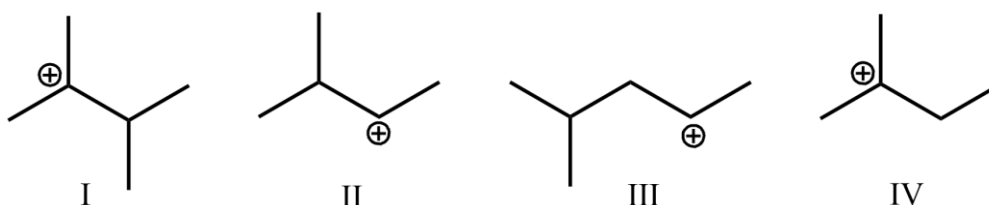
Considere os confôrmeros **I** a **IV** do 1-etil-2,4-dimetilcicloexano mostrados a seguir:



- A) Qual é o confôrmero mais estável?
- B) Qual é o confôrmero menos estável?
- C) Classifique-os (I a IV) em ordem DECRESCENTE de estabilidade.

05. (Química Orgânica)

Considere os intermediários **I** a **IV** fornecidos a seguir:



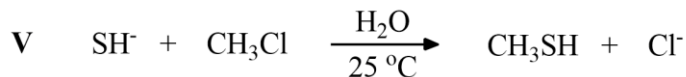
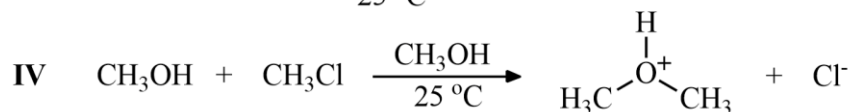
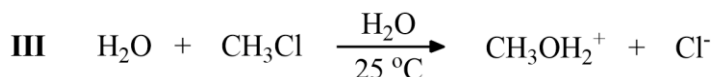
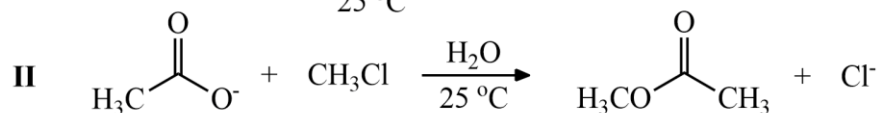
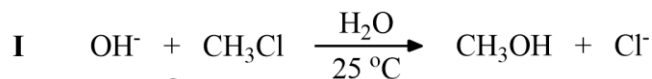
PROVA ESCRITA DE SELEÇÃO

2º PROCESSO SELETIVO 2021

- A) Qual(is) carbocátion(s) sofre(em) rearranjo? Forneça o(s) mecanismo(s) do(s) rearranjo(s).
- B) Qual(is) carbocátion(s) NÃO sofre(m) rearranjo? Justifique brevemente a sua resposta.

06. (Química Orgânica)

Considere as reações I a V mostradas à seguir:



- A) Qual é a reação de S_N2 mais rápida? Justifique brevemente a sua resposta.
- B) Qual é a reação de S_N2 mais lenta? Forneça o mecanismo da reação.

07. (Físico-Química)

H₃C-Br em reação com OH⁻ em água tem energia de ativação igual a 90 kJ mol⁻¹. A velocidade da reação foi medida a 25 °C como 3,6 × 10⁻⁵ mol L⁻¹ s⁻¹. Calcule a velocidade da reação a 15 °C e a 30 °C.

Dados:

$$k = A e^{-E_a/RT}$$

$$T / \text{K} = 273 + \theta / ^\circ\text{C}$$

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

PROVA ESCRITA DE SELEÇÃO
 2º PROCESSO SELETIVO 2021

08. (Físico-Química)

Indique e explique o sinal de calor, trabalho, variação de energia interna, variação de entalpia, variação de entropia (total, sistema e vizinhança) e variação da energia de Gibbs dos seguintes processos:

- A) Fusão de cobre sólido a 1 bar e 0°C e ponto normal de fusão;
- B) Expansão isotérmica reversível de um gás ideal;

Os processos descritos nos itens a e b ocorrem espontaneamente?

Deixe claro o raciocínio e os cálculos utilizados para todas as suas respostas.

Dados:

$$dU = dq + dw$$

$$dw = -pdV$$

$$dG = Vdp - SdT$$

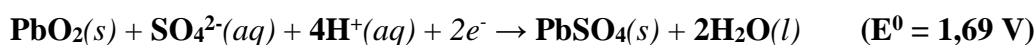
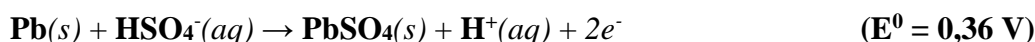
$$dG = dH - TdS - SdT$$

$$dS = \frac{dq_{rev}}{T}$$

09. (Físico-Química)

A célula de *Daniell* é um tipo de bateria zinco-cobre amplamente utilizada no início da indústria telegráfica europeia. Uma célula de *Daniell* típica contém uma ponte salina conectando ânodo formado por uma placa de zinco imersa em uma solução de sulfato de zinco e um cátodo formado por uma placa de cobre imersa em uma solução de sulfato de cobre. Assim, quando carregada a bateria é descarregada por meio da oxidação do zinco metálico e a redução do íon Cu^{2+} .

Devido à ocorrência de autodescarga e a incapacidade de ser recarregada, a célula de *Daniell* foi substituída por tecnologias de baterias recarregáveis. Estas soluções incluem a bateria de chumbo-ácido, desenvolvida em 1859 e a bateria de níquel-cádmio desenvolvida em 1909. As semirreações de uma bateria chumbo-ácido, em regime de descarga, são expressas pelas equações abaixo:



Baseando-se nas informações descritas acima, responda:

PROVA ESCRITA DE SELEÇÃO

2º PROCESSO SELETIVO 2021

- A) Qual é a equação global que descreve a reação química ocorrendo nessa bateria em regime de descarga?
- B) Se as condições de funcionamento forem as condições de equilíbrio, qual seria o potencial da bateria?
- C) Considerando a Equação de **Nerst** (*ver a equação abaixo*), qual será o coeficiente reacional (**Q**) desta bateria?
- D) Considerando ser possível considerar que a_i (atividade da espécie i) é igual a $[i]$ (concentração molar da espécie i), calcule o potencial da bateria quando a $[H_2SO_4]$ for igual a 4 mol L^{-1} , e todas as outras concentrações estiverem nas condições padrão.

Dados:

$$E = E^0 + \frac{RT}{nF} \ln Q$$

E = potencial da célula

E^0 = potencial da célula nas condições padrão

R = constante dos gases = $8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

n = número de elétrons envolvidos

F = Constante de Faraday = $96.485 \text{ C mol}^{-1}$

Q = Coeficiente reacional $Q = \frac{\prod a_{\text{produtos}}^{\nu}}{\prod a_{\text{reagentes}}^{\nu}}$

\prod = símbolo de produto

a = atividade

ν = coeficiente estequiométrico

10. (Química Inorgânica)

As energias dos quatro primeiros níveis de um cátion monoelétrônico hipotético são dadas na tabela abaixo:

Nível eletrônico	Energia (J)
1	$- 1,962 \times 10^{-17}$
2	$- 4,905 \times 10^{-18}$
3	$- 2,180 \times 10^{-18}$
4	$- 1,226 \times 10^{-18}$

PROVA ESCRITA DE SELEÇÃO
2º PROCESSO SELETIVO 2021

- A) Qual o comprimento de onda, em nanômetros, da radiação envolvida na transição do único elétron desse cátion monoelétrônico do nível 2 para o nível 3?
- B) Ao ocorrer a transição do elétron do nível 2 para o nível 3, ocorre absorção ou emissão de energia nessa transição?
- C) Qual a energia mínima necessária, em kJ mol^{-1} , para remover o elétron desse cátion monoelétrônico no estado fundamental?

Dados: Constante de Planck = $6,6262 \times 10^{-34}$ J.s

Velocidade da luz = 3×10^8 ms^{-1} .

11. (Química Inorgânica)

A respeito da ligação carbono-oxigênio para diferentes compostos, responda as seguintes questões:

- A) A Tabela abaixo relaciona comprimentos e entalpias de ligação carbono-oxigênio nas moléculas de dióxido de carbono e metanol. Discuta as tendências observadas

Propriedade	CO ₂	CH ₃ OH
Energia da ligação/ Kj mol^{-1}	805	336
Comprimento da ligação/pm	116	143

- B) O comprimento médio da ligação simples carbono-oxigênio é de 143 pm. No íon carbonato, o comprimento desta ligação é de 129 pm e no dióxido de carbono, 116 pm. Desenhe as possíveis estruturas de Lewis do íon CO_3^{2-} e da molécula de CO_2 e discuta a partir destas se os valores de comprimento de ligação apresentados são compatíveis com as respectivas ordens de ligação?

12. (Química Inorgânica)

A Teoria dos orbitais moleculares (TOM) assume que os orbitais atômicos puros dos átomos na molécula se combinam produzindo novos orbitais os que estão deslocalizados sobre toda a molécula. Estes orbitais são chamados de orbitais moleculares. De acordo com esta teoria da ligação responda as seguintes questões:

- A) Faça o diagrama de orbitais moleculares para a molécula de Li_2 . Explique, usando seus conceitos sobre ligação química, se é possível a existência da molécula de Li_2 uma vez que o lítio assim como o hidrogênio apresenta apenas um elétron na camada de valência.



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA

Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação

Programa de Pós-Graduação em Química

Mestrado e Doutorado



PROVA ESCRITA DE SELEÇÃO

2º PROCESSO SELETIVO 2021

B) Construa o diagrama dos níveis de energia dos orbitais moleculares para a molécula de HCl, distribua os elétrons e aponte os orbitais sigma, pi e/ou não ligantes.

Dados: Números Atômicos: H=1; Li=3; Cl=17.
