

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

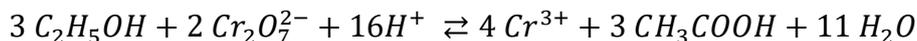
**03. (Química Analítica)**

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

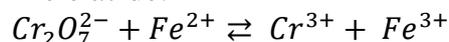
**PROVA ESCRITA DE SELEÇÃO**

**2º PROCESSO SELETIVO 2021**

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



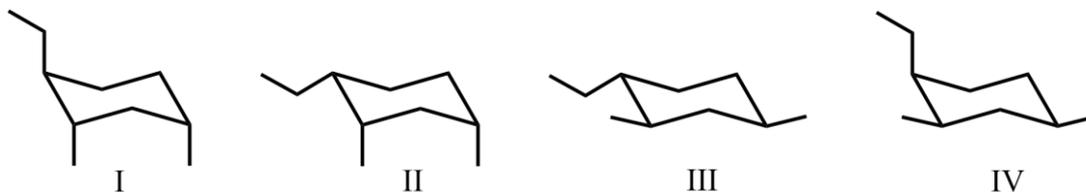
Após resfriamento, 20,0 mL de uma solução de Fe(II) 0,1040 mol L<sup>-1</sup> foi adicionada em um frasco. O excesso de Fe(II) foi titulado com 7,2 mL de dicromato de potássio padrão até a indicação do ponto final usando ácido difenilaminossulfônico. Calcule a porcentagem (m/v) de etanol na cachaça brasileira.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



*Dados:* Massa atômica (g mol<sup>-1</sup>): C = 12,011; H = 1,008; O = 15,999

**04. (Química Orgânica)**

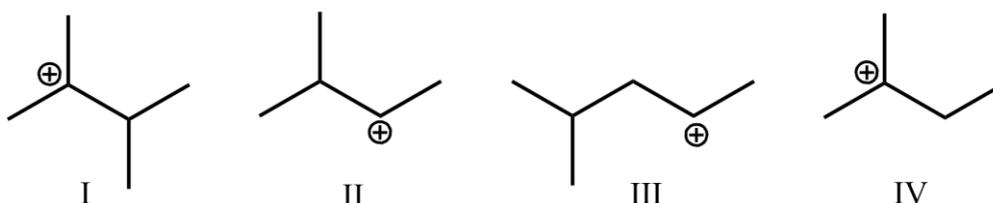
Considere os confôrmeros **I** a **IV** do 1-etil-2,4-dimetilcicloexano mostrados a seguir:



- 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:



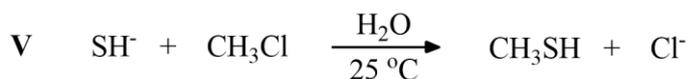
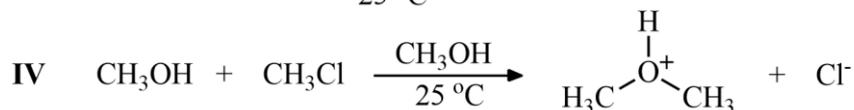
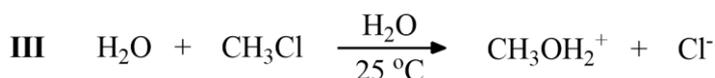
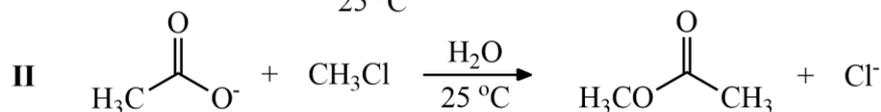
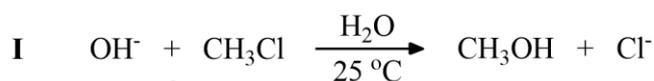
**PROVA ESCRITA DE SELEÇÃO**

**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<sub>N</sub>2 mais rápida? Justifique brevemente a sua resposta.
- B) Qual é a reação de S<sub>N</sub>2 mais lenta? Forneça o mecanismo da reação.

**07. (Físico-Química)**

H<sub>3</sub>C-Br em reação com OH<sup>-</sup> em água tem energia de ativação igual a 90 kJ mol<sup>-1</sup>. A velocidade da reação foi medida a 25 °C como 3,6 × 10<sup>-5</sup> mol L<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup>. 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:*

$$dU = dq + dw$$

$$dw = -pdV$$

$$dG = Vdp - SdT$$

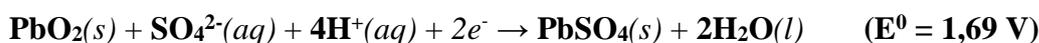
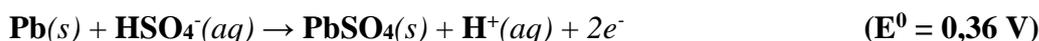
$$dG = dH - TdS - SdT$$

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

**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  $4 \text{ mol L}^{-1}$ , 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

$\nu$  = 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  $\text{kJ mol}^{-1}$ , para remover o elétron desse cátion monoelétrônico no estado fundamental?

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

Velocidade da luz =  $3 \times 10^8$   $\text{ms}^{-1}$ .

**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 <sub>2</sub>	CH <sub>3</sub> OH
Energia da ligação/ $\text{Kj mol}^{-1}$	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  $\text{CO}_3^{2-}$  e da molécula de  $\text{CO}_2$  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  $\text{Li}_2$ . Explique, usando seus conceitos sobre ligação química, se é possível a existência da molécula de  $\text{Li}_2$  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.

---