

**PROVA ESCRITA de seleção para ingresso no Mestrado / Doutorado em Química Aplicada**  
**1º. Processo Seletivo 2020 – 10/02/2020**

---

**QUESTÕES:**

**01. (Química Analítica) (1,25 pontos)**

Ao dissolver 51,2 g de  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  em 500,0 mL de água a temperatura ambiente observou-se que a solução fica turva e foi então adicionado  $\text{HNO}_3$  6 mol  $\text{L}^{-1}$  para remover essa turbidez. Explique detalhadamente utilizando equações e cálculos matemáticos:

(a) O aparecimento da turbidez na água.

(b) Se a adição de  $\text{HNO}_3$  é eficiente para a remoção da turbidez.

*Dados:* A 25 °C o  $K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-] = 1,0 \times 10^{-14}$  e o  $K_{ps}$   $\text{Fe}(\text{OH})_3 = 4,0 \times 10^{-38}$ .  
Massa molar do  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O} = 403,8 \text{ g mol}^{-1}$ .

**02. (Química Analítica) (1,25 pontos)**

Os metais puros não possuem todas as características necessárias para aplicações comerciais. Assim, a produção de ligas metálicas tem grandes vantagens frente aos metais puros. Por exemplo, o ouro puro é macio e pode ser facilmente riscado e, portanto, não é adequado para a fabricação de joias. Para que o ouro utilizado em joias seja considerado 18 quilates a porcentagem de cada metal deve ser 75% de ouro, 13% prata e 12% de cobre. Uma amostra de ouro de 0,1 g foi analisada quanto ao teor de cobre. A prata foi obtida por precipitação obtendo-se 0,0174 g de  $\text{AgCl}$  e o cobre via método eletroquímico foi obtido no cátodo como cobre metálico que foi pesado obtendo-se 0,012g. Considerando que o teor de Au é a diferença entre o teor de cobre e prata. Demonstre numericamente se esta liga de ouro pode ser considerada de 18 quilates?

*Dados de Massa Molar:*  $\text{Cu} = 64 \text{ g mol}^{-1}$ ;  $\text{Ag} = 107 \text{ g mol}^{-1}$ ;  $\text{Cl} = 35,5 \text{ g mol}^{-1}$ ;  $\text{Au} = 197 \text{ g mol}^{-1}$ ;

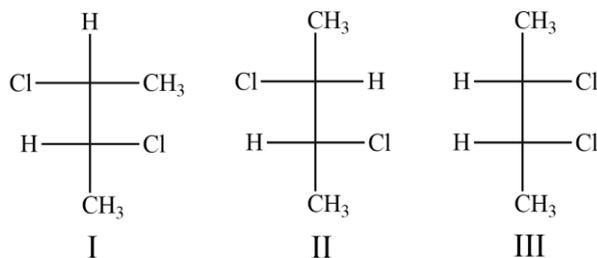
**03. (Química Analítica) (1,25 pontos)**

A utilização da água dura, água que contém alto teor de sais, pode trazer malefícios à saúde da população e também é indesejável para o uso industrial. Assim, a sua determinação é de grande importância e tem sido uma análise rotineira em diversos laboratórios de análises químicas. Um analista recebeu amostras de água para determinação de cálcio e magnésio e cada amostra foi diluída para a 1L. O procedimento foi o seguinte: a solução foi tamponada a  $\text{pH} = 10$  e uma alíquota de 10 mL foi titulada com 27,00 mL de EDTA 0,003576 mol  $\text{L}^{-1}$ . O cálcio presente foi determinado utilizando uma segunda alíquota e esse foi isolado como  $\text{CaC}_2\text{O}_4(\text{s})$ , dissolvido em ácido, e titulado com 11,63 mL de EDTA.

Qual é a concentração em mol  $\text{L}^{-1}$  de cálcio e magnésio nesta amostra?

**04. (Química Orgânica) (1,25 pontos)**

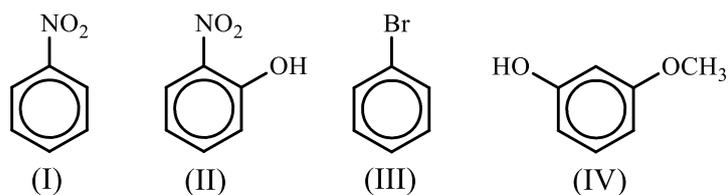
Considere os compostos de I a III mostrados a seguir:



- (a) Qual(is) composto(s) representa(m) a forma *meso*?
- (b) Qual(is) composto(s) representa(m) o (2*R*,3*R*)-2,3-diclorobutano?

**05. (Química Orgânica) (1,25 pontos)**

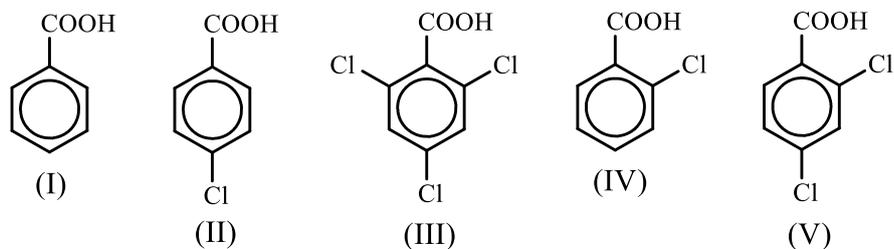
Considere as substâncias I a IV fornecidas à seguir:



- (a) Classifique-as (I a IV) em ordem CRESCENTE de reatividade para a substituição eletrofílica aromática ( $S_{EAr}$ ).
- (b) Qual delas fornecerá um único produto quando for tratada com cloro ( $Cl_2$ ) na presença de tricloreto de ferro ( $FeCl_3$ )? Forneça a estrutura do produto.

**06. (Química Orgânica) (1,25 pontos)**

Considere os ácidos carboxílicos I a V fornecidos à seguir:



- (a) Qual é o ácido mais forte?
- (b) Qual é o ácido mais fraco?

(c) Classifique-os (I a IV) em ordem DECRESCENTE de acidez.

---

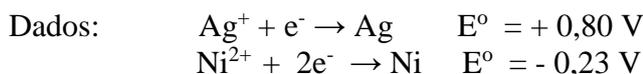
**07. (Físico-Química) (1,25 pontos)**

(a) Represente através de desenho o sistema montado para a seguinte célula galvânica. Indique o cátodo e o ânodo:



(b) Após o funcionamento por longo período de tempo como devem variar as massas destes eletrodos? Explique sua resposta.

(c) Qual o potencial padrão da célula?



---

**08. (Físico-Química) (1,25 pontos)**

Calcule a energia de Gibbs padrão de formação de HI(g) a 298 K. A reação é espontânea? Explique.

Sabe-se que:

$$\Delta_f H^\circ (\text{HI, g}) = 26,48 \text{ kJ mol}^{-1}$$

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

Tabela 1 – Entropias padrão a 298 K.

| Substância           | $S_m^\circ (\text{J K}^{-1} \text{ mol}^{-1})$ |
|----------------------|--|
| HI (g)               | 206,6  |
| H <sub>2</sub> O (l) | 69,9   |
| I <sub>2</sub> (s)   | 116,1  |
| H <sub>2</sub> (g)   | 130,7  |

---

**09. (Físico-Química) (1,25 pontos)**

U-238 tem uma meia-vida de  $4,46 \times 10^9$  anos. Quanto de U-238 deve remanescer em uma amostra com a idade de  $2,5 \times 10^9$  anos se 3,00 gramas desse isótopo estavam presentes no início?

Dado: Para o decaimento radioativo de primeira ordem:

$$\ln \frac{[R]}{[R]_0} = -k t$$

---

**10. (Química Inorgânica) (1,25 pontos)**

O nitrogênio ou azoto, N<sub>2</sub>, em condições normais de temperatura e pressão forma um gás diatômico, incolor, inodoro, insípido e principalmente inerte, que constitui 78,08% do volume do ar atmosférico.

Abaixo responda as seguintes questões acerca das suas propriedades, ligação e de compostos com estruturas eletrônicas similares.

- (a) Explique a partir dos tipos de forças intermoleculares existentes entre as moléculas de  $N_2$ , por que este se apresenta em condições normais no estado gasoso.
- (b) Desenhe o diagrama de níveis de energia dos orbitais moleculares do  $N_2$  e nomeie os níveis de energia conforme o tipo de orbital dos qual eles provêm, isto é, se eles são orbitais  $\sigma$  ou  $\pi$  e se são ligantes ou antiligantes.
- (c) A estrutura dos orbitais do íon diatômico heteronuclear  $NO^+$  é semelhante à do  $N_2$ . Como a eletronegatividade diferente de N e de O afeta o diagrama de níveis de energia do  $NO^+$  em relação ao do  $N_2$ ? Use esta informação para desenhar o diagrama de níveis de energia do  $NO^+$ .
- (d) No diagrama dos orbitais moleculares do  $NO^+$ , os elétrons têm maior probabilidade de estar em N ou em O? Por quê?

Dados: N  $Z=7$ , O  $Z=8$ .

---

**11. (Química Inorgânica) (1,25 pontos)**

Com relação aos compostos iônicos, explique em cada caso as propriedades apresentadas pelos mesmos:

- (a) São maus condutores no estado sólido, mas bons condutores quando dissolvidos
- (b) Os compostos iônicos não se dissolvem em solventes que tem momento dipolar elétrico igual à zero.
- (c) A solubilidade dos compostos iônicos diminui à medida que a energia de rede torna-se mais exotérmica.
- (d) Os compostos iônicos geralmente apresentam um alto ponto de fusão.

---

**12. (Química Inorgânica) (1,25 pontos)**

Prever a estrutura de cada uma das espécies seguintes, sem considerar as diferenças entre as forças de repulsão entre os diversos tipos de elétrons.

- (a)  $BeCl_2$
- (b)  $BCl_3$
- (c)  $SiCl_4$
- (d)  $PCl_5$
- (e)  $PF_3$
- (f)  $OF_2$

- (g) SF<sub>4</sub>
- (h) IF<sub>5</sub>
- (i) SO<sub>2</sub>
- (j) SF<sub>6</sub>

*Dados:* Be grupo 2; B grupo 13; Si grupo 14; P grupo 15; O e S grupo 16; F, Cl e I grupo 17.

---