



**INSTRUÇÕES GERAIS**

- A prova é composta de 12 questões, **SENDO 4 OBRIGATÓRIAS E 8 ELETIVAS.**
- **O CANDIDATO DEVERÁ RESPONDER 8 QUESTÕES:**
  - as 4 obrigatórias (questões de números 1 a 4).
  - e outras 4 escolhidas dentre as eletivas (questões de números 5 a 12).
- Marque com “X” no quadro abaixo, as 4 questões eletivas que escolheu responder. **SOMENTE AS ASSINALADAS SERÃO CORRIGIDAS.**

Nº DA QUESTÃO	5	6	7	8	9	10	11	12
QUESTÕES RESPONDIDAS								

- A prova poderá ficar com o candidato quando terminá-la, sendo obrigatória a devolução das folhas-respostas.





## QUESTÕES 1 a 4 – OBRIGATÓRIAS

### 1ª Questão (10 pontos)

*obrigatória*

- a) Classifique e arranje, em ordem crescente de magnitude, as principais forças que deverão ser vencidas nas mudanças de estado físico a partir das formas mais estáveis a 25 °C e 1 atm do KCl, Cl<sub>2(g)</sub>, I<sub>2(s)</sub>, diamante e H<sub>2</sub>O. **(6 pontos)**

Substância	Força (ligação ou interação interatômica ou intermolecular) a ser vencida na mudança de estado físico
KCl	Ligações iônicas
Cl <sub>2</sub>	Forças dispersivas de London
I <sub>2</sub>	Forças dispersivas de London
Diamante	Ligações covalentes
H <sub>2</sub> O	Ligações de hidrogênio
Ordem crescente: Cl <sub>2</sub> < I <sub>2</sub> < H <sub>2</sub> O < KCl < diamante	

- b) O nitrato de sódio é utilizado como uma fonte de nitrogênio para fertilizantes nitrogenados. Esse composto é uma fonte de nitrogênio de rápida liberação, o que o torna adequado para culturas que exigem um suprimento imediato de nutrientes. Quando o NaNO<sub>3</sub> é dissolvido em água, qual o valor de pH esperado para a solução? Explique sua resposta. **(2 pontos)**

Resposta: O valor de pH dever ser igual a 7,0, pois os íons sódio e nitrato não sofrem hidrólise porque os respectivos pares conjugados são fortes.

- c) Qual das seguintes alternativas corresponde a um conjunto de números quânticos não permitido para o elétron em um átomo? Justifique a sua resposta. **(2 pontos)**

- I. n= 3, l=2, m<sub>l</sub>= -2, m<sub>s</sub>= -1/2
- II. n= 4, l=0, m<sub>l</sub>= 0, m<sub>s</sub>= -1/2
- III. n= 5, l=3, m<sub>l</sub>= -2, m<sub>s</sub>= +1/2
- IV. n= 3, l=2, m<sub>l</sub>= -3, m<sub>s</sub>= -1/2

Resposta: iv) n= 3, l=2, m<sub>l</sub>= -3, m<sub>s</sub>= -1/2. Sendo o valor de l=2, os valores possíveis de m<sub>l</sub> são: -2, -1, 0, +1, +2.



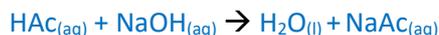
**2ª Questão (10 pontos)**

**obrigatória**

O vinagre é uma solução, contendo ácido acético (HAc), sendo recomendados teores de 4 a 8 % (m/v) para uso alimentar. Para a determinação de HAc em uma amostra de vinagre, um técnico retirou uma alíquota de 1,00 mL do vinagre e diluiu até 5,00 mL em um balão volumétrico. Uma alíquota de 2,0 mL dessa solução foi transferida para um erlenmeyer, no qual foram adicionadas 3 gotas do indicador fenolftaleína. Por fim, iniciou-se a titulação desse conteúdo com uma solução de NaOH 0,10 mol/L, sendo gasto um volume de 8,50 mL. Considerando-se essa situação apresentada, responda.

**Dados:**  $K_{aHAC} = 1,82 \times 10^{-5}$ ;  $M_{HAC} = 60 \text{ g mol}^{-1}$ .

a) Escreva a equação química de titulação envolvida nessa titulação. (1 ponto)



b) Determine a concentração de ácido acético presente na bebida (em mol/L). (4 pontos)

**Resposta:** 1. [HAc] no vinagre diluído (vd) pela titulação      2. [HAc] no vinagre puro (vp) pela titulação

$$[HAc]_{vd} \times VHAC_{vd} = [NaOH] \times VNaOH$$

$$[HAc]_{vp} \times VHAC_{vp} = [HAc]_{vd} \times VHAC_{vd}$$

$$[HAc] \cdot 2,00 \text{ mL} = 0,10 \text{ mol L}^{-1} \times 8,5 \text{ mL}$$

$$[HAc] \cdot 1,00 \text{ mL} = 0,425 \text{ mol L}^{-1} \times 5,00 \text{ mL}$$

$$[HAc] = 0,425 \text{ mol L}^{-1}$$

$$[HAc] = 2,125 \text{ mol L}^{-1}$$

c) Calcule o pH e o pOH esperado no início da titulação. (2 pontos)

$$[H^+] = \sqrt{K_a \cdot [HAc]}$$

$$[H^+] = \sqrt{1,82 \times 10^{-5} \cdot 0,425}$$

$$[H^+] = \sqrt{1,82 \times 10^{-5} \cdot 0,425}$$

$$[H^+] = 2,77 \times 10^{-3}$$

$$pH = -\log [H^+]$$

$$pH = -\log 2,78 \times 10^{-3}$$

$$pH = 2,56$$

$$pOH = 14,00 - 2,56 = 11,44$$

d) Determine a concentração de ácido acético (acidez total) presente na bebida (em % m/v). (3 pontos)

% (m/v) é a massa do soluto (em gramas) a cada 100 mL de solução.

1. Número de mols (n) a cada 100 mL

2. Massa (g) a cada 100 mL

$$2,125 \text{ mol} \text{ ---- } 1 \text{ L}$$

$$1 \text{ mol HAc} \text{ ---- } 60 \text{ g}$$

Logo:

$$x \text{ ---- } 0,1 \text{ L}$$

$$0,2125 \text{ mol} \text{ ---- } y$$

$$x = 0,2125 \text{ mol}/100 \text{ mL}$$

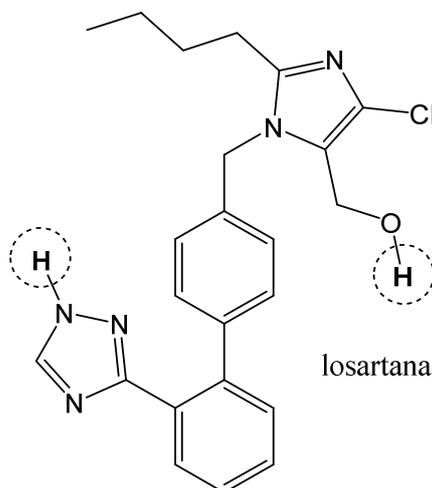
$$y = 12,75 \text{ \% (m/v)}$$



**3ª Questão (10 pontos)**

**obrigatória**

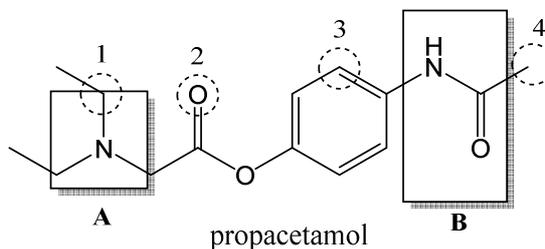
A losartana é um fármaco utilizado no tratamento da hipertensão e, comercialmente, é vendido na forma do sal “losartana potássica”.



- a) Sabendo-se que os dois hidrogênios circutados na estrutura têm  $pK_a$  4,9 e 15,9, relacione esses valores com os respectivos hidrogênios e discuta a acidez. Justifique sua escolha. (6 pontos)

Resposta: O hidrogênio ligado ao oxigênio tem  $pK_a$  15,9 (menos ácido) e o hidrogênio ligado ao nitrogênio tem  $pK_a$  4,9 (mais ácido). A maior acidez do hidrogênio ligado ao nitrogênio está relacionada à base conjugada formada que pode ser estabilizada por ressonância.

- b) O propacetamol é um profármaco do paracetamol e tem o início da analgesia mais rápido quando administrado por via oral. No organismo, o propacetamol é hidrolisado rapidamente pelas esterases plasmáticas. Quais são as funções orgânicas A e B, destacadas na figura? (2 pontos)



Resposta: A – amina e B – amida.

- c) Quais as hibridizações dos átomos circutados (1, 2, 3 e 4) no propacetamol? (2 pontos)

Resposta: 1 –  $sp^3$ , 2 –  $sp^2$ , 3 –  $sp^2$  e 4 –  $sp^3$



**4ª Questão (10 pontos)**

**obrigatória**

Considerando-se a seguinte pilha de Cromo/Ouro:  $\text{Cr}_{(s)}|\text{Cr}^{2+}_{(aq)}||\text{Au}^{3+}_{(aq)}|\text{Au}_{(s)}$ , onde  $[\text{Cr}^{2+}] = 1,00 \text{ mol L}^{-1}$  e  $[\text{Au}^{3+}] = 0,0100 \text{ mol L}^{-1}$ .

**DADOS:** Potencial padrão de redução

Semirreação	$E^0_{(\text{red})}/\text{V}$
$\text{Au}^{3+}_{(aq)} + 3 e^- \rightarrow \text{Au}_{(s)}$	+1,401
$\text{Cr}^{2+}_{(aq)} + 2 e^- \rightarrow \text{Cr}_{(s)}$	-0,913

$[\text{Cr}^{2+}] = 1,00 \text{ mol L}^{-1}$   
 $[\text{Au}^{3+}] = 0,100 \text{ mol L}^{-1}$

**Equação de Nernst:**

$$E = E^0 - \frac{0,0592}{n} \log Q$$

n = número de elétrons

Q = quociente da equação global

- a) Escreva as **semirreações**, na ordem correta de reação, a **equação global** balanceada e o **potencial padrão total ( $E^0$ )** da célula galvânica de Cromo/Ouro. **(3,0 pontos)**

Primeiro, devemos conservar o sentido da semi-reação com maior potencial de redução e inverter a semi-reação com menor potencial de redução:

Reação:	E (V)
$\text{Au}^{3+}_{(aq)} + 3 e^- \rightarrow \text{Au}_{(s)}$	+1,401
$\text{Cr}_{(s)} \rightarrow \text{Cr}^{2+}_{(aq)} + 2 e^-$	+0,913

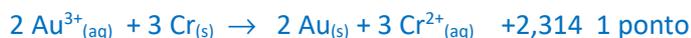
Como a quantidade de elétrons ( $e^-$ ) não é o mesmo para as semi-reações, a primeira deverá ser multiplicada por 2 e a segunda multiplicada por 3:

Reação:	E (V)
$2 \text{Au}^{3+}_{(aq)} + 6 e^- \rightarrow 2 \text{Au}_{(s)}$	+1,401
$3 \text{Cr}_{(s)} \rightarrow 3 \text{Cr}^{2+}_{(aq)} + 6 e^-$	+0,913 +



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
Instituto de Química  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA  
**Avaliação Processo Seletivo 2023/2**

PGQ\_\_\_\_\_



Potencial padrão da pilha:  $E^{\circ} = + 2,314 \text{ V}$  (Processo espontâneo)

b) **Identifique e JUSTIFIQUE** quem é o **catodo** e o **ânodo**. **(1,0 ponto)**

Catodo: O eletrodo de ouro (Au), pois o fluxo de elétrons é em seu sentido e a solução de  $\text{Au}^{3+}$  ao seu redor reduz.

Anodo: O eletrodo de cromo (Cr), pois ele oxida aumentando a concentração de íons  $\text{Cr}^{2+}$  na solução

c) Com posse da equação de Nernst, **determine o potencial real (E)** da pilha. **(3,0 pontos)**

A partir da equação global obtida na letra a), torna-se possível determinar o valor do quociente da equação global (Q):

$$Q = \frac{[\text{Cr}^{2+}]^3}{[\text{Au}^{3+}]^2} = \frac{(1,00)^3}{(0,0100)^2} = \frac{1}{10^{-4}} = 10^4$$

Agora, usando a equação de Nernst:

$$E = E^{\circ} - \frac{0,0592}{n} \log Q = 2,314 \text{ V} - \frac{0,0592}{6} \log 10^4$$

$$E = 2,314 \text{ V} - \frac{0,0592}{6} \cdot 4 = 2,314 \text{ V} - 0,0394 \text{ V}$$

Portanto:  $E = 2,275 \text{ V}$

d) Considerando-se o valor das concentrações apresentadas, a pilha está descarregada ou é nova?

Justifique sua resposta. **(1,0 ponto)**

Está descarregada. De acordo com os dados apresentados, a concentração de  $\text{Cr}^{2+}$  está bem superior que a concentração de  $\text{Au}^{3+}$ , logo supõe-se que foi formado muito íons  $\text{Cr}^{2+}$  pela oxidação do anodo e consumido muitos íons  $\text{Au}^{3+}$  ao redor do catodo. Além disso, qualquer razão entre  $\text{Cr}^{2+}$  e  $\text{Au}^{3+}$  que resulte em um quociente maior que 1, e conseqüentemente em um log maior que zero. Isto está de acordo com a equação global apresentada na questão a) e a equação de Nernst.



- e) Sem alterar os eletrodos, o que poderia fazer para que o potencial da pilha esteja acima do potencial padrão? **(2,0 pontos)**

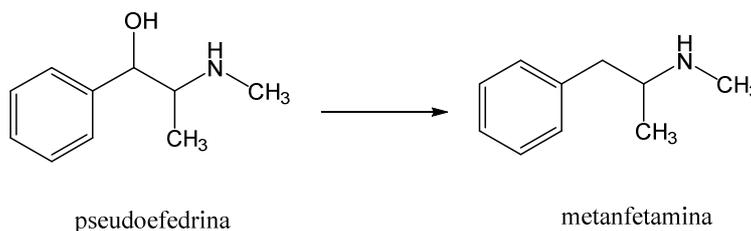
Sem alterar os eletrodos, para que o potencial da pilha aumente, basta aumentar significativamente a concentração de íon  $\text{Au}^{3+}$  e reduzir drasticamente a concentração dos íons  $\text{Cr}^{2+}$ . Dessa forma, o log Q resultará em um valor negativo, que ao ser multiplicado na equação de **Nernst** fará o potencial da pilha ser maior que o potencial padrão  $E^\circ$ .

**ESCOLHA 4 DAS 8 QUESTÕES A SEGUIR:**

5ª Questão (10 pontos)

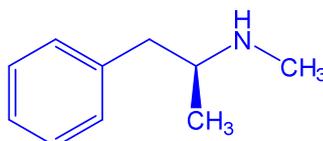
*eletiva*

A (*S*)-*N*-metanfetamina é uma droga estimulante do sistema nervoso central que produz euforia, aumento do estado de alerta, da autoestima, do apetite sexual e da percepção das sensações. Ela pode ser sintetizada a partir da (*S*)-pseudoefedrina ((1*S*,2*S*)-2-(metilamino)-1-fenilpropan-1-ol,  $[\alpha]_D^{25} +51$ ), um descongestionante nasal de acordo com a reação abaixo.



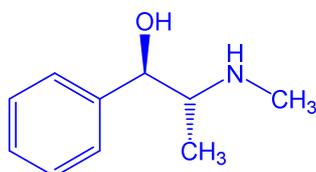
- a) Desenhe a estrutura da (*S*)-*N*-metanfetamina, descrevendo o centro estereogênico com cunha sólida ou tracejada. **3 pontos**

**Resposta:**



- b) Desenhe a estrutura do enantiômero da (*S*)-pseudoefedrina, descrevendo os centros estereogênicos com cunhas sólidas e tracejadas e determine sua rotação específica. **4 pontos**

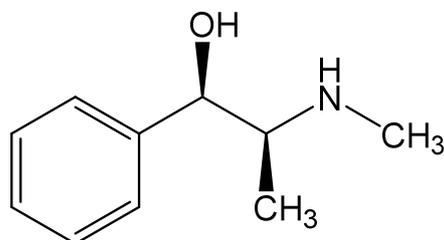
**Resposta:**



Rotação específica:  $[\alpha]_D^{25} -51$



- c) A efedrina (estrutura abaixo), também utilizada como descongestionante nasal, apresenta  $[\alpha]_D^{25}$  -35. Qual a relação estereoisomérica entre a efedrina e (S)-pseudoefedrina? **3 pontos**



efedrina

**Resposta:** (S)-pseudoefedrina é 1S, 2S, já a efedrina é 1R, 2S, portanto são diastereoisômeros.

6ª Questão (10 pontos)

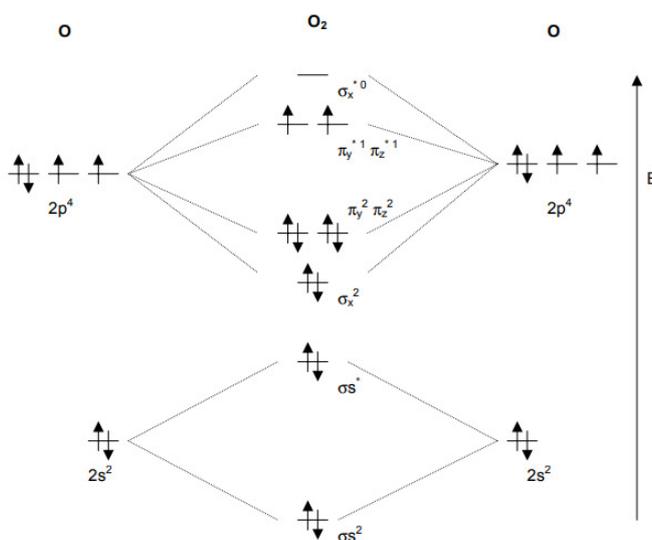
eletiva

A maioria das substâncias moleculares naturais possuem orbitais moleculares camadas fechadas, ou seja, são singletos. Por outro lado, o oxigênio que respiramos é tripleto, o qual apresenta uma configuração eletrônica molecular que permite que a molécula de O<sub>2</sub> seja paramagnética.

- a) A partir dessa informação, complete o diagrama de orbitais moleculares para a molécula de oxigênio. **(3,0 pontos)**

**Resposta:**

- a)





SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
Instituto de Química  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA  
Avaliação Processo Seletivo 2023/2

PGQ\_\_\_\_\_

b) Calcule a ordem de ligação. (1,0 ponto)

Para o cálculo da ordem de ligação (OL):

$$OL = \frac{(e^- \text{ orbitais ligantes} - e^- \text{ orbitais antiligantes})}{2}$$

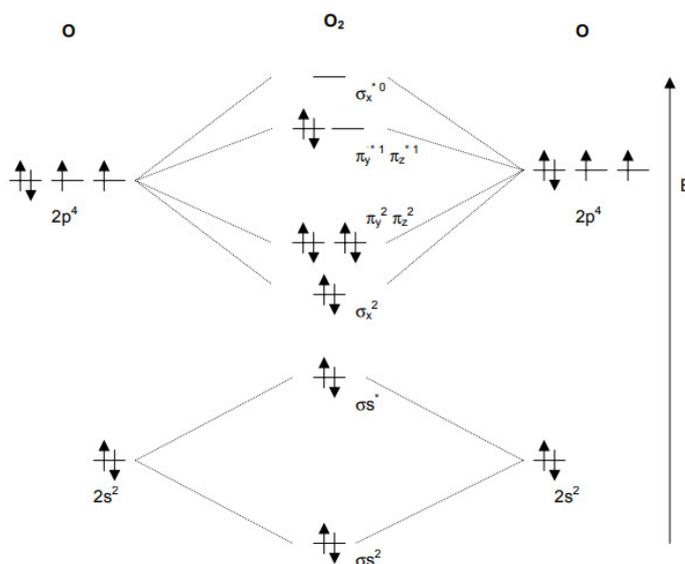
$$OL = \frac{(8 - 4)}{2} = 2$$

c) Por que a molécula de O<sub>2</sub> é triplete e paramagnética? (2,0 pontos)

A molécula de O<sub>2</sub> é triplete e paramagnética porque ela tem dois elétrons desemparelhados, que acoplados resulta em um triplete e consequente um campo magnético inteiro.

d) Faça a distribuição eletrônica no diagrama de orbital molecular para uma molécula de oxigênio singlete. Essa molécula é estável? Justifique sua resposta. (4,0 pontos)

Distribuição eletrônica:





SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
Instituto de Química  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA  
**Avaliação Processo Seletivo 2023/2**

PGQ\_\_\_\_\_

Considerando a regra de Hund, o emparelhamento de elétrons requer o gasto de energia devido à repulsão eletrônica entre os dois elétrons no mesmo orbital.

7ª Questão (10 pontos)

eletiva

A enzima anidrase carbônica catalisa a **hidratação** do monóxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) nas células vermelhas do sangue para produzir íon bicarbonato (**hidrogenocarbonato**) e ácido clorídrico (**HCl**) no estômago. Este processo requer um mol de cloreto de sódio para resultar em um mol de bicarbonato de sódio e um mol de ácido clorídrico. Para uma reação em  $\text{pH} = 7,1$ , a  $273,5 \text{ K}$  e com uma concentração de enzima de  $2,3 \text{ nmol dm}^{-3}$ , a velocidade máxima obtida foi de  $0,250 \text{ mmol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$  e a constante de Michaelis de  $10,0 \text{ mmol.L}^{-3}$ . Obtenha

Dados:  $k_{cat} = \frac{v_{max}}{[E]_0}$        $\varepsilon = \frac{k_{cat}}{K_M}$

a) a equação balanceada da reação catalisada. **(3,0 pontos)**



b) a constante catalítica ( $k_{cat}$ ). **(3,0 pontos)**

Utilizando a equação (79):  $k_{cat} = k_b = \frac{v_{max}}{[E]_0}$ ,

$$V_{m\acute{a}x} = 2,5 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$[E]_0 = 2,3 \times 10^{-9} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$k_{cat} = \frac{2,5 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}}{2,3 \times 10^{-9} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} = 1,1 \times 10^5 \text{ s}^{-1}$$

c) a eficiência catalítica ( $\varepsilon$ ) da anidrase carbônica a  $273,5 \text{ K}$ . Considerando-se a unidade obtida dessa resposta, qual o significado da eficiência catalítica ( $\varepsilon$ ) nessa reação química em particular. **(4,0 pontos)**

Utilizando a equação:  $\varepsilon = \frac{k_{cat}}{K_M}$ ,

$$k_{cat} = 1,1 \times 10^5 \text{ s}^{-1} \text{ e } K_M = 10,0 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\varepsilon = \frac{1,1 \times 10^5 \text{ s}^{-1}}{1,0 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} = 1,1 \times 10^7 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
Instituto de Química  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA  
**Avaliação Processo Seletivo 2023/2**

PGQ\_\_\_\_\_

Considerando que a eficiência catalítica ( $\epsilon$ ) descreve quando vezes a enzima catalisa a reação química por unidade de tempo. A unidade em  $\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$  mostra que a enzima anidrase carbônica catalisa a hidratação de  $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  de monóxido de carbono por segundo.

**8ª Questão (10 pontos)**

eletiva

Um analista deseja preparar 250,00 mL de uma solução aquosa de permanganato de potássio ( $\text{KMnO}_4$ )  $0,05 \text{ mol L}^{-1}$ . Para essa finalidade, duas substâncias estão disponíveis no laboratório.

Substância 1. Reagente  $\text{KMnO}_4$  sólido, com uma pureza de 95%

Substância 2. Solução padronizada de  $\text{KMnO}_4$   $0,874 \text{ mol L}^{-1}$

**DADO:**  $M_{\text{KMnO}_4} = 158 \text{ g mol}^{-1}$ .

Considerando-se essas informações,

- a) calcule a massa de permanganato de potássio necessária para o preparo da solução de permanganato de potássio ( $\text{KMnO}_4$ )  $0,05 \text{ mol L}^{-1}$  a partir da substância 1. **(5 pontos)**.

**Resposta:** Como a solução de interesse será preparada a partir do  $\text{KMnO}_4$  (s), a massa calculada abaixo deverá ser dissolvida em água:

$$m_{\text{KMnO}_4} = \frac{M_{\text{KMnO}_4} \times [\text{K}_{\text{KMnO}_4}] \times V_{\text{solução}}}{\text{Pureza}}$$

$$m_{\text{KMnO}_4} = \frac{158 \text{ g/mol} \times 0,05 \text{ mol/L} \times 0,250 \text{ L}}{0,95} = 2,079 \text{ g}$$

- b) calcule o volume necessário da substância 2 para preparar a solução de  $\text{KMnO}_4$   $0,05 \text{ mol L}^{-1}$ . **(5 pontos)**

$$[\text{KMnO}_4] \text{ (e)} \times V_{\text{KMnO}_4 \text{ (e)}} = [\text{NaOH}] \text{ (i)} \times V_{\text{NaOH}} \text{ (i)}$$

$$0,874 \text{ mol L}^{-1} \times V_{\text{KMnO}_4 \text{ (e)}} = 0,05 \text{ mol L}^{-1} \times 250,00 \text{ mL}$$

$$V_{\text{NaOH}} = 14,30 \text{ mL}$$

**9ª Questão (10 pontos)**

eletiva

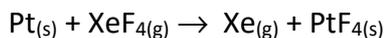
Devido a sua baixa reatividade, acreditava-se que os gases nobres eram quimicamente inertes, concepção que deu o nome a esses elementos e que perdurou até o ano de 1962 quando o químico inglês N. Barlett



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
Instituto de Química  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA  
**Avaliação Processo Seletivo 2023/2**

PGQ\_\_\_\_\_

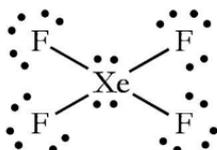
sintetizou o primeiro composto de gás nobre, o hexafluoroplatinato ( $\text{XePtF}_6$ ). Outros compostos como, por exemplo, fluoretos de xenônio, são usados como agentes oxidantes poderosos, conforme reação representada pela equação abaixo.



Com relação à molécula de  $\text{XeF}_4$ ,

- a) desenhe a estrutura de Lewis do fluoreto de xenônio. **(2 pontos)** Qual a geometria eletrônica em torno do átomo de xenônio? **(2 pontos)**

(a)



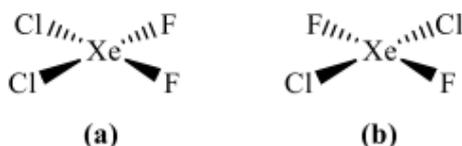
Resposta: Geometria octaédrica

- b) qual a geometria da molécula? **(2 pontos)** Qual a hibridização do átomo de xenônio? **(2 pontos)**

Resposta: Geometria quadrado planar e hibridização  $sp^3d^2$ .

- c) Você e seu colega de laboratório sintetizaram um composto de formulação  $\text{XeCl}_2\text{F}_2$ . O seu composto é líquido e do seu colega é um gás (nas mesmas condições de temperatura e de pressão). Explique, utilizando os conceitos de isomeria e forças intermoleculares, como esses dois compostos com a mesma fórmula química podem existir em diferentes fases nas mesmas condições. **(2 pontos)**

Resposta: Dois isômeros geométricos, cis (a) e trans (b), são possíveis para a formulação  $\text{XeCl}_2\text{F}_2$ . O estudante que sintetizou a molécula (a) obteve o composto líquido, ao passo que a molécula (b) corresponde ao gás. As diferentes fases devem-se às diferentes forças intermoleculares: forças de dipolo permanente (forte interação intermolecular), estrutura (a), e forças de dispersão (fraca interação intermolecular), estrutura (b).





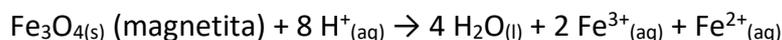
**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**  
**Instituto de Química**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA**  
**Avaliação Processo Seletivo 2023/2**

**PGQ** \_\_\_\_\_

**10ª Questão (10 pontos)**

**eletiva**

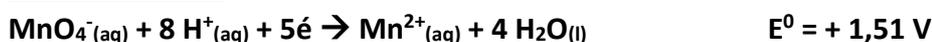
Uma amostra de 0,6000 g de um meteorito é dissolvida em ácido, resultando na seguinte reação:



Para análise do teor de magnetita no meteorito (% m/m), realizou-se a titulação redox dos íons  $\text{Fe}^{2+}$  na solução resultante e esses íons foram analisados por meio do método de permanganometria. Considerando-se que a titulação da solução consome 4,20 mL de permanganato de potássio ( $\text{KMnO}_4$ ) 0,10 mol/L, responda.

**DADOS:**

**SEMIRREAÇÕES:**

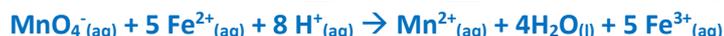


- a) Escreva a equação de titulação, considerando-se as semirreações das espécies envolvidas. **(2,5 pontos)**

**Resposta:**



*(Invertida e multiplicada por 5)*



- b) Calcule a porcentagem em massa (% m/m) de magnetita ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) na amostra. **(7,5 pontos)**

**Resposta:**

1. Cálculo do  $n_{\text{MnO}_4^-}$

$$0,10 \text{ mol} \text{ ---- } 1000 \text{ mL}$$

$$x \text{ ---- } 4,2 \text{ mL}$$

$$x = 4,2 \times 10^{-4} \text{ mol MnO}_4^-$$

2. Cálculo do  $n_{\text{Fe}^{2+}}$

$$1 \text{ mol MnO}_4^- \text{ ---- } 5 \text{ mol Fe}^{2+}$$

$$4,2 \times 10^{-4} \text{ mol MnO}_4^- \text{ ---- } y$$

$$Y = 2,1 \times 10^{-3} \text{ mol Fe}^{2+}$$

3. Cálculo do  $n_{\text{Fe}_3\text{O}_4}$

$$1 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3 \text{ ---- } 1 \text{ mol Fe}^{2+}$$

$$z \text{ ---- } 2,1 \times 10^{-3} \text{ mol Fe}^{2+}$$

$$z = 2,1 \times 10^{-3} \text{ mol Fe}_3\text{O}_4$$

4. Cálculo da  $m_{\text{Fe}_3\text{O}_4}$

$$1 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3 \text{ ---- } 231,54 \text{ g}$$

$$2,1 \times 10^{-3} \text{ mol Fe}^{2+} \text{ ---- } w$$

$$w = 0,4862 \text{ g Fe}_3\text{O}_4$$

5. Cálculo da % (m/m) de  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  no meteorito

$$0,4862 \text{ g Fe}_3\text{O}_4 \text{ ---- } 0,6000 \text{ g meteorito}$$

$$q \text{ ---- } 100 \text{ g meteorito}$$

$$q = 81,04 \% (m/m)$$



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
Instituto de Química  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA  
Avaliação Processo Seletivo 2023/2

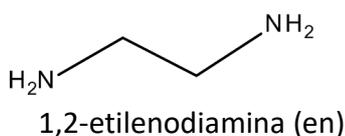
PGQ\_\_\_\_\_

11ª Questão (10 pontos)

eletiva

Considere as reações (I) e (II), abaixo, e seus respectivos valores de constante de equilíbrio a 25 °C.

Reação	K (25 °C)
$[\text{Cd}(\text{OH}_2)_6]^{2+} + 4 \text{CH}_3\text{NH}_2 \rightarrow [\text{Cd}(\text{CH}_3\text{NH}_2)_4(\text{OH}_2)_2]^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$ (I)	$3,3 \times 10^6$
$[\text{Cd}(\text{OH}_2)_6]^{2+} + 2 \text{en} \rightarrow [\text{Cd}(\text{en})_2(\text{OH}_2)_2]^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$ (II)	$4,0 \times 10^{10}$



Admitindo-se grupo  $O_h$  para os compostos de coordenação produzidos, pede-se

- a) a justificativa para a observação de diferentes valores de constantes de equilíbrio nas reações (I) e (II). **(5 pontos)**

**Resposta:** A reação (II) é favorecida, comparativamente à reação (I), devido, basicamente, ao efeito quelato, visto que o ligante em (etilenodiamina) age como um ligante bidentado. Além disso, o efeito quelato implica em um aumento de entropia do sistema, favorecendo a ocorrência da reação.

- b) o valor de energia de estabilização de campo ligante (EECL) para o íon metálico central nos complexos formados em ambas as reações. **(5 pontos)**

**Resposta:** Nos complexos formados nas reações (I) e (II) o íon metálico central,  $\text{Cd}^{2+}$ , tem configuração eletrônica  $[\text{Kr}]4d^{10}$ , que em simetria  $O_h$ , corresponde a  $t_{2g}^6e_g^4$ . Esta configuração eletrônica resulta em  $\text{EECL} = 0$  (ou 5P).

12ª Questão (10 pontos)

eletiva

O par ácido/base conjugado ácido acético/acetato ( $\text{CH}_3\text{COOH}$  ou  $\text{HAc}$  /  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  ou  $\text{Ac}^-$ ) tem um  $K_a = 1,82 \times 10^{-5}$  a 25 °C. Suponha-se que você tenha disponível no laboratório um padrão de acetato de sódio ( $\text{CH}_3\text{COONa}$  ou  $\text{NaAc}$ ) e uma solução de ácido acético glacial.

**DADOS:**

**Ácido acético glacial:**  $[\text{CH}_3\text{COOH}] = 96 \text{ \% m/m}$ ;  $d = 1,048 \text{ g mL}^{-1}$ ;  $M_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 60 \text{ g/mol}$ .

**Acetato de sódio:**  $M_{\text{CH}_3\text{COONa}} = 82 \text{ g/mol}$ ; **Pureza** $_{\text{CH}_3\text{COONa}} = 98 \text{ \% (m/m)}$ .

Considerando-se essas informações,

- a) escreva a expressão de equilíbrio (química e matemática) envolvida. **(2 pontos)**



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
Instituto de Química  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA  
Avaliação Processo Seletivo 2023/2

PGQ\_\_\_\_\_

Equação química deste equilíbrio:



Equação matemática deste equilíbrio:

$$\frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{Ac}^-]}{[\text{HAc}]} = K_{a_{\text{HAc}}}$$

b) descreva (com cálculo de massa e/ou volume) como você prepararia 500 mL de uma solução tampão  $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^- = 0,1 \text{ mol/L}$  e  $\text{pH} = 4,74$ . **(6 pontos)**

Resposta: A solução tampão neste caso tem um valor de pH igual ao valor de pKa do par conjugado (ácido acético/acetato), portanto a concentração de ambas as espécies em solução é a mesma:

$$0,1 \text{ mol/L} = [\text{HAc}] + [\text{Ac}^-] = 0,05 \text{ mol/L} + 0,05 \text{ mol/L}$$

Logo, em 0,5 L (500 mL) de solução, terão 0,025 mols de HAc (1) e 0,025 mols de  $\text{Ac}^-$  (2).

$$\text{Massa de HAc} = 0,025 \text{ mols} \cdot 60 \text{ g mol}^{-1} = 1,5 \text{ g}$$

(1) Partindo-se do ácido acético glacial (HAc):

96 g de HAc ---- 100 g de solução	1,048 g ----- 1 mL
1,5 g de HAc ---- x	1,5625 g --- y
	Y = 1,49 mL HAc glacial
x = 1,5625 g de solução	

(2) Partindo-se do acetato de sódio (NaAc):

1 mol NaAc – 82 g	98 g NaAc --- 100 g sal
0,025 mol – x	2,05 g ----- y
X = 2,05 g NaAc	Y = 2,0918 g de acetato de sódio

Deve-se adicionar 2,0918 g de acetato de sódio em um balão volumétrico de 500 mL e adicionar um certo volume de água para dissolver o sal. Posteriormente, adiciona-se 1,49 mL de solução de ácido acético glacial e completa-se o volume até a marca do balão com água destilada.

c) Em que intervalo de pH a mistura  $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$  é útil como solução tampão? **(2 pontos)**

Intervalo de pH :  $\text{pKa} \pm 1 = 4,74 \pm 1 = 3,74$  até  $5,74$ .