



## Espelho Prova seleção PPGQB 2022.2

### QUÍMICA ANALÍTICA (QA)

#### QA 01.

*O gabarito desta questão trata-se apenas de uma forma para resolução da mesma. Portanto, outras estratégias de resolução podem ser aceitas, desde que, não apresentem erros conceituais.*

(a) Uma vez que o pH da solução é 3,40; então  $[H^+] = 3,98 \times 10^{-4}$  M. Desta forma, a concentração da base conjugada ( $S^-$ ) do ácido sórbico (HS) seria igual a concentração do íon hidrônio no meio, logo:

$$[H^+] = [S^-] = 3,98 \times 10^{-4} \text{ M.}$$

Portanto, como  $C_a = [HS] + [S^-]$  definido pelo balanço de massa do sistema, tem-se que:

$$[HS] = 0,01 - 3,98 \times 10^{-4} = 9,60 \times 10^{-3} \text{ M.}$$

Assim, como  $K_a = ([H^+] \times [S^-]) / [HS]$ , então  $K_a = 1,65 \times 10^{-5}$ , e  $pK_a = 4,78$ .

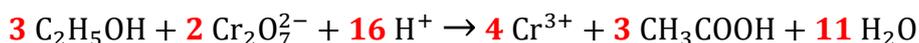
(b) A reação:  $HS_{(aq)} + NaOH_{(aq)} \rightleftharpoons NaS_{(aq)} + H_2O_{(l)}$  levaria a formação do sal derivado do ácido fraco ( $NaS_{(aq)}$  a 4 mM) e água líquida. Considerando que todo  $NaOH_{(aq)}$  foi consumido e restando o excesso do ácido sórbico (6 mM) no sistema, nestas condições, se tem uma solução tampão. Uma vez que o  $pK_a$  é conhecido (calculado na letra a) e aplicando a equação de Henderson-Hasselbalch, definida como  $pH = pK_a + \log([S^-]/[HS])$ , obtém-se:  $pH = 4,78 + \log(4 \times 10^{-3} / 6 \times 10^{-3})$ , desta forma, **pH = 4,60**.

#### QA 02.

Espera-se que o candidato:

1. calcule o número de mols total de EDTA –  $5 \times 10^{-3} \times 0.0103 = 5,15 \times 10^{-5}$  mol
2. calcule o número de mols de EDTA em excesso que reagiu com o Zn –  $1,32 \times 10^{-3} \times 0.0122 = 1,61 \times 10^{-5}$  mol
3. subtraia número de mols de EDTA em excesso pelo número de mols total –  $5,15 \times 10^{-5} - 1,61 \times 10^{-5} = 3,54 \times 10^{-5}$  mol
4. o valor encontrado é o número de mols de Cr.
5. passar o número de mols para mg =  $3,54 \times 10^{-5} \times 52 \times 1000 = 1,84$  mg
6. o valor encontrado esta em 1L é:  $(1,84 \times 1000) / 15 = 122,67$  mg/L

#### QA 03.



Quantidade total de  $K_2Cr_2O_7$ :

$$= (50,00 + 7,46) \text{ mL } K_2Cr_2O_7 \times 0,02 \frac{\text{mmol } K_2Cr_2O_7}{\text{mL } K_2Cr_2O_7} = 1,1492 \text{ mmol } K_2Cr_2O_7$$



Quantidade de  $K_2Cr_2O_7$  consumida pelo  $Fe^{2+}$ :

$$= 20,00 \text{ mL } Fe^{2+} \times 0,1253 \frac{\text{mmol } Fe^{2+}}{\text{mL } Fe^{2+}} \times \frac{1 \text{ mmol } K_2Cr_2O_7}{6 \text{ mmol } Fe^{2+}} = 0,41767 \text{ mmol } K_2Cr_2O_7$$

Quantidade de  $K_2Cr_2O_7$  consumida pelo  $C_2H_5OH$ :

$$= (1,1492 - 0,41767) \text{ mmol } K_2Cr_2O_7 = 0,73153 \text{ mmol } K_2Cr_2O_7$$

Massa de  $C_2H_5OH$ :

$$= 0,73153 \text{ mmol } K_2Cr_2O_7 \times \frac{3 \text{ mmol } C_2H_5O}{2 \text{ mmol } K_2Cr_2O_7} = 0,04607 \frac{\text{g } C_2H_5O}{\text{mmol } C_2H_5O} = 0,050552 \text{ g } C_2H_5OH$$

Porcentagem de  $C_2H_5OH$ :

$$= \frac{0,050552 \text{ g } C_2H_5O}{5,00 \text{ mL de amostra} \times 25,00 \frac{\text{mL}}{1000 \text{ mL}}} \times 100\% = 40,44 \%$$

QA 04.

O indicador vermelho de metila indica a neutralização do primeiro hidrogênio ácido do ácido fosfórico. Assim:

$$[H_3PO_4] = [NaOH] \times \frac{V_{\text{gasto de NaOH}}}{V_{\text{amostra}}} = 0,1042 \times 18,40 = 0,077 \text{ mol/L}$$

$$V_{\text{amostra}} = 25,00$$

Volume de titulante para atingir o  $pK_{a1} = 9,20 \text{ mL}$  (metade do volume do primeiro ponto de equivalência)

Volume de titulante para atingir o  $pK_{a2} = 27,40 \text{ mL}$  ( $18,40 \text{ mL} + 9,2 \text{ mL}$ )

Volume de titulante para atingir o  $pK_{a3} = 46,00 \text{ mL}$  ( $18,4 \text{ mL} + 18,4 \text{ mL} + 9,2 \text{ mL}$ )



## QA 05.

a) Apenas calcula-se a dissociação do sal através da constante do produto de solubilidade.

$$\begin{aligned} \text{Ag}_2\text{S}_{(s)} &\rightleftharpoons 2\text{Ag}^+_{(aq)} + \text{S}^{2-}_{(aq)} \\ K_s &= (2x)^2 \cdot (x) = 4x^3 \\ x &= \sqrt[3]{\frac{K_s}{4}} \\ K_s &= 10^{-49,2} = 6,3 \times 10^{-50} \\ x &= \sqrt[3]{\frac{6,3 \cdot 10^{-50}}{4}} \\ x &= 2,5 \cdot 10^{-17} \text{ mol L}^{-1} \\ [\text{S}^{2-}] &= x = 2,5 \cdot 10^{-17} \text{ mol L}^{-1} \\ [\text{Ag}^+] &= 2x = 5,0 \cdot 10^{-17} \text{ mol L}^{-1} \end{aligned}$$

b) Neste caso existe a presença do íon comum, prata,  $\text{Ag}^+$ .

$$\begin{aligned} \text{Ag}_2\text{S}_{(s)} &\rightleftharpoons 2\text{Ag}^+_{(aq)} + \text{S}^{2-}_{(aq)} \\ \text{AgNO}_3_{(s)} &\rightleftharpoons \text{Ag}^+_{(aq)} + \text{NO}_3^-_{(aq)} \\ K_s &= [\text{Ag}^+]^2 \cdot [\text{S}^{2-}] \\ [\text{Ag}^+] &= 0,005 + 2x \\ [\text{Ag}^+] &\approx 0,005 \text{ mol L}^{-1} \\ K_s &= (0,005)^2 \cdot (x) = 0,000025x \\ x &= \frac{K_s}{0,000025} \\ x &= 2,5 \cdot 10^{-45} \text{ mol L}^{-1} \\ [\text{S}^{2-}] &= x = 2,5 \cdot 10^{-45} \text{ mol L}^{-1} \end{aligned}$$

c) De acordo com o princípio de *Le Chatelier* "o equilíbrio químico sempre é deslocado no sentido que alivia ou minimiza a perturbação que é aplicada a um sistema". Neste caso com a adição de um íon comum, prata, o equilíbrio de solubilidade  $\text{Ag}_2\text{S}_{(s)} \rightleftharpoons 2\text{Ag}^+_{(aq)} + \text{S}^{2-}_{(aq)}$  será deslocado para a esquerda, sentido dos reagentes, ou seja, a espécie sólida, logo a solubilidade do sal diminui.



QUÍMICA INORGÂNICA (QI)

QI 01.

Essa tendência pode ser explicada através da configuração eletrônica dos átomos em questão. O átomo de N tem configuração eletrônica no estado fundamental igual a  $[\text{He}] 2s^2 2p^3$ , o O =  $[\text{He}] 2s^2 2p^4$ .

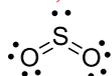
No caso do N, os três orbitais 2p estão semipreenchidos. Já no caso do O, temos um orbital 2p preenchido e dois orbitais 2p semipreenchidos. Para ambos os átomos, o elétron que é retirado, relacionado a primeira energia de ionização, é do tipo 2p, porém, a saída de um elétron de um orbital preenchido é facilitada pelo fato de haver repulsão eletrônica entre os elétrons (como no caso do oxigênio). Além disso, a retirada do elétron do O faz com que ele adote uma configuração mais estável, totalmente semipreenchida para o íon formado (energia de troca).

QI 02.

QI 02.

a) dióxido de enxofre

$\text{SO}_2$ , total de elétrons de valência para a espécie = 18e.

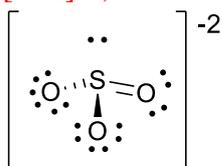


Expansão do octeto para o S.

Hibridização =  $sp^2$ . Geometria da molécula = angular (derivada de uma trigonal plana).

b) íon sulfito

$[\text{SO}_3]^{-2}$ , total de elétrons de valência para a espécie = 26e.

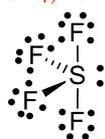


Expansão do octeto para o S.

Hibridização =  $sp^3$ . Geometria do íon = trigonal piramidal (derivada de uma tetraédrica).

c) tetrafluoreto de enxofre

$\text{SF}_4$ , total de elétrons de valência para a espécie = 34e.



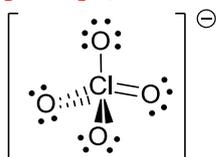
Expansão do octeto para o S.

Hibridização =  $sp^3d$ . Geometria da molécula = gangorra (derivada de uma bipirâmide trigonal).



d) íon perclorato

$[\text{ClO}_4]^-$ , total de elétrons de valência para a espécie = 32e.

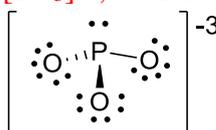


Expansão do octeto para o Cl.

Hibridização =  $sp^3$ . Geometria do íon = tetraédrica.

e) íon fosfito

$[\text{PO}_3]^{-3}$ , total de elétrons de valência para a espécie = 26e.



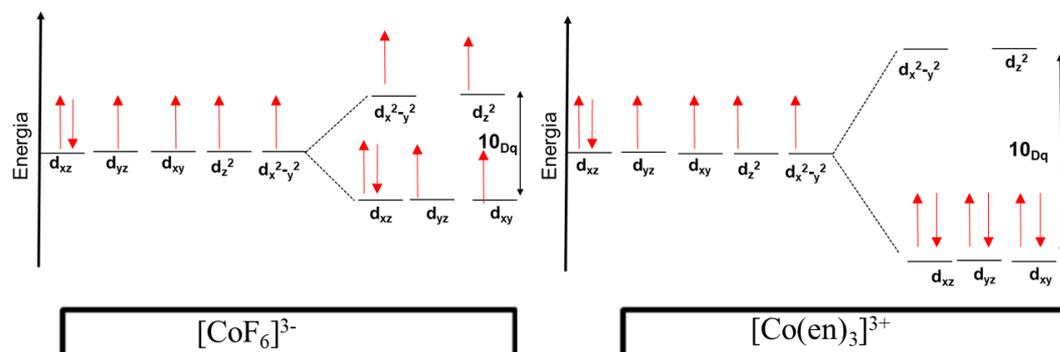
Hibridização =  $sp^3$ . Geometria do íon = trigonal piramidal (derivada de uma tetraédrica).

### QI 03.

Apesar das semelhanças, as moléculas diferem em termos de polaridade. O dipolo presente na molécula de CO torna-a mais reativa, diferentemente da molécula de  $\text{N}_2$  que é apolar e por isso pouco reativa.

### QI 04.

Resposta a):



Segundo a série espectroquímica, a qual organiza os ligantes em ordem crescente de energia de desdobramento do campo cristalino  $10Dq$ , tem-se que o flúor é um ligante de campo fraco, e forma um complexo de spin alto, uma vez que a energia de emparelhamento ( $P$ ) é maior que  $10Dq$ . Por outro lado, a etilenodiamina é um ligante de



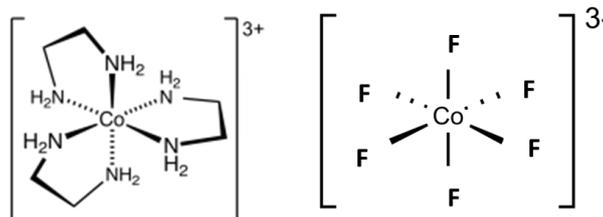
campo forte e spin baixo ( $P < 10Dq$ ), onde há o aumento da energia da transição eletrônica, e neste caso ocorre o emparelhamento preferencial dos elétrons.

Série espectroquímica:

$I^- < Br^- < Cl^- < F^- < OH^- < ox < H_2O < py < NH_3 < en < dipy < NO_2^- < CN^- < CO$

**Resposta b):**

O número de coordenação de ambos os complexos,  $[CoF_6]^{3-}$  e  $[Co(en)_3]^{3+}$ , é 6.



**QI 05.**

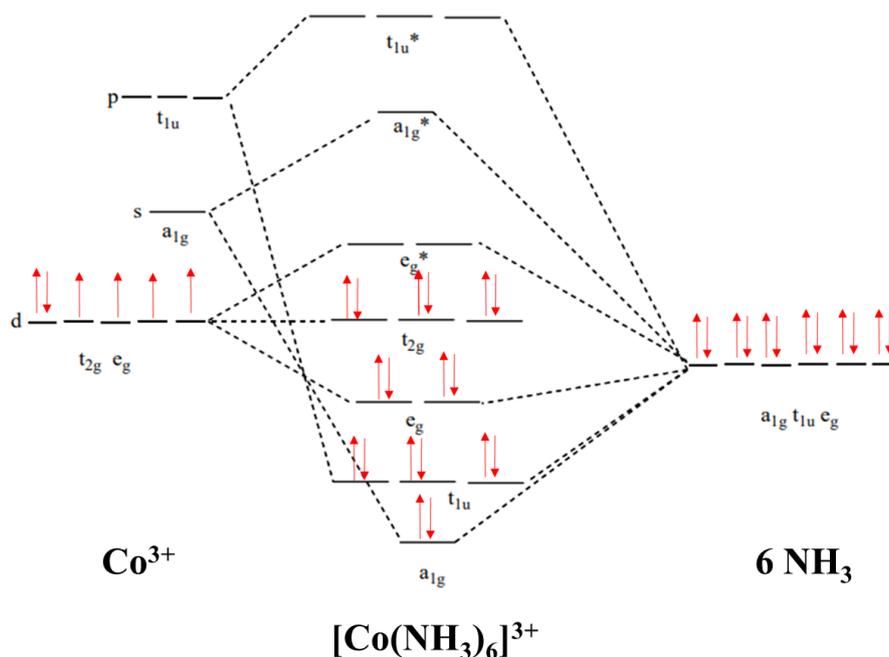
**Resposta a):**

O complexo  $[Co(NH_3)_6]^{3+}$  possui uma energia de desdobramento do campo cristalino ( $10Dq$ ) menor que a do  $[Co(en)_3]^{3+}$ , uma vez que segundo a série espectroquímica, o ligante etilenodiamina é de campo forte e spin baixo ( $P < 10Dq$ ).

Série espectroquímica:

$I^- < Br^- < Cl^- < F^- < OH^- < ox < H_2O < py < NH_3 < en < dipy < NO_2^- < CN^- < CO$

**Resposta b):**



Série espectroquímica:

$\text{I}^- < \text{Br}^- < \text{Cl}^- < \text{F}^- < \text{OH}^- < \text{ox} < \text{H}_2\text{O} < \text{py} < \text{NH}_3 < \text{en} < \text{dipy} < \text{NO}_2^- < \text{CN}^- < \text{CO}$

QUÍMICA ORGÂNICA (QO)

QO 01.

Na conformação em cadeira, um grupo *terc*-butila é muito desfavorável na posição axial, pois ocorre forte interação 1,3-diaxial. Isso acontece devido um dos grupos *terc*-butila ser forçado a permanecer em posição axial, enquanto o outro permanece em equatorial. Se uma conformação em barco for adotada haverá grande repulsão entre os grupos *terc*-butila, devido impedimento estérico (interação do tipo mastro). Por fim, para evitar tais problemas, o composto prefere adotar conformação de *barco torcido*, onde os dois grupos volumosos conseguem permanecer em posições equatoriais, também chamadas de *pseudoequatoriais*, diminuindo a energia deste confôrmero, assim, sendo mais estável do que a conformação em cadeira.





Universidade Federal de Alagoas  
Instituto de Química e  
Biotecnologia  
Programa de Pós-Graduação em Química e  
Biotecnologia

Av. Lourival de Melo Mota, s/n, Campus A.C. Simões, Maceió-AL, 57072-900, Brasil.



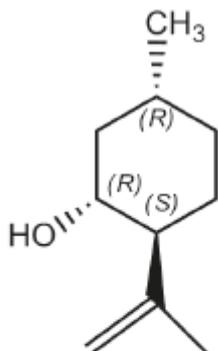
## QO 02.

A maior basicidade da piperidina e pirrolidina pode ser explicada pelo efeito doador de elétrons dos grupos alquilas, aumentando a densidade eletrônica do nitrogênio e facilitando a captura do próton  $H^+$ .

A menor basicidade da anilina se dá devido ao par de elétrons não compartilhado do nitrogênio estar deslocalizado no sistema  $\pi$  do anel aromático (em ressonância), diminuindo sua disponibilidade em capturar um próton  $H^+$ . No pirrol o par de elétrons faz parte do sistema aromático, não estando assim disponível para captura do próton  $H^+$ .

Para a piridina, o par de elétrons do nitrogênio ocupa um orbital híbrido  $sp^2$  do nitrogênio, e elétrons que ocupam orbitais com maior caráter s são mais fortemente mantidos do que aqueles com menos caráter s, diminuindo assim sua disponibilidade em capturar o próton  $H^+$ .

## QO 03.



(1*R*,2*S*,5*R*)

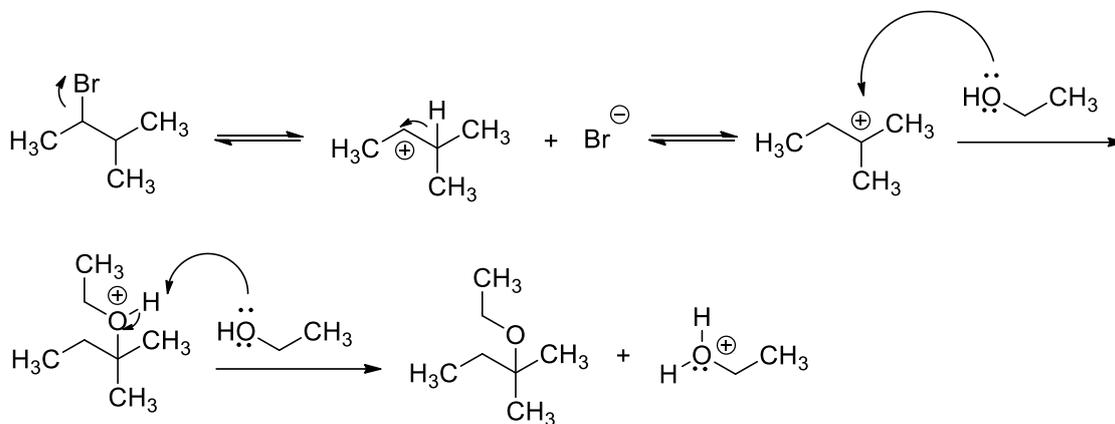
## QO 04.



Universidade Federal de Alagoas  
Instituto de Química e  
Biotecnologia  
Programa de Pós-Graduação em Química e  
Biotecnologia



Av. Lourival de Melo Mota, s/n, Campus A.C. Simões, Maceió-AL, 57072-900, Brasil.



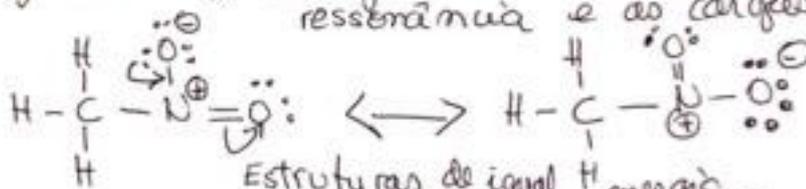
QO 05.



Questão

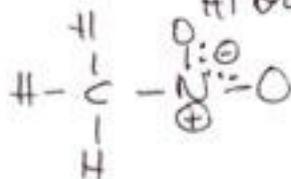
Nitrometano ( $\text{CH}_3\text{NO}_2$ )

A) Estrutura de Lewis (lembrar que não pede geometria). Obrigatório ter as estruturas de ressonância e as cargas formais.

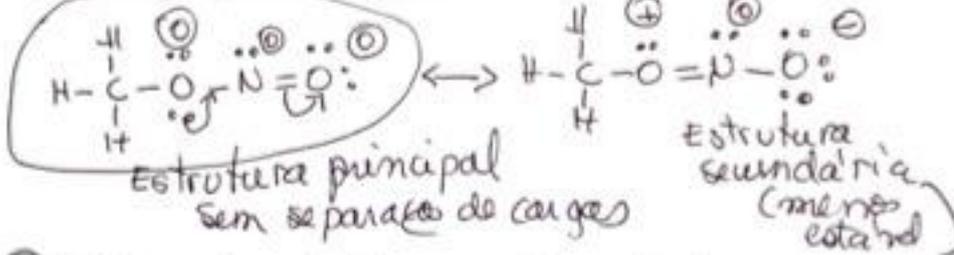


Estruturas de igual energia

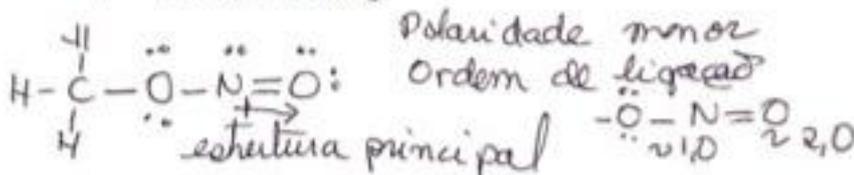
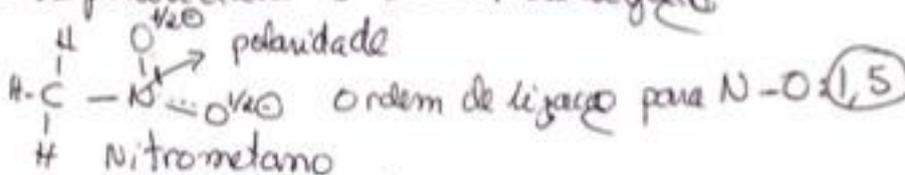
Híbrido de ressonância



Nitrito de metila ( $\text{CH}_3\text{ONO}$ )



B) Sobre polaridade e ordem de ligação





## BIOQUÍMICA (BQ)

### BQ 01

O candidato deve ser capaz de descrever as estruturas formadoras de tais lipídeos de forma genérica (não é necessário especificar ácidos graxos e álcoois). TAG: três ácidos graxos ligados por ligações ésteres a um glicerol. Glicerofosfolípideo: glicerol ligados a dois ácidos graxos por ligações ésteres e um fosfato inorgânico ( $PO_4$ ) por uma ligação fosfodiéster.

Cera: Álcool de cadeia longa ligado por uma ligação éster a um ácido graxo.

O essencial da questão estará na descrição da forma de ligação (éster e fosfodiéster) e a correlação da natureza polar, apolar e anfipática com a função de reserva (TAG), repelente (cera) e estrutural (glicerofosfolípideo).

### BQ 02

O DNA difere do RNA em alguns aspectos tais como:

Bases nitrogenadas: DNA possui citosina, guanina, adenina e timina. No RNA, a timina é substituída por uracil.

Pentose: o DNA possui a desoxirribose, enquanto que no RNA é a ribose. A presença da desoxirribose impede que o DNA sofra hidrólise em condições alcalinas, evento observado no RNA, sendo mais um fator que dá maior estabilidade ao DNA.

Estruturação: DNA possui fita dupla antiparalela e as bases nitrogenadas interagem entre si por ligação de hidrogênio de forma complementar, apresentando maior estabilidade. O RNA de eucariotos, principalmente o RNAm, encontra-se como fita simples.

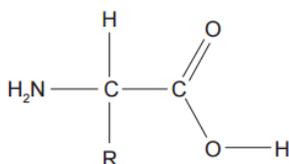
### BQ 03

- Glc e Fru apresentam isomeria óptica do tipo D, pois a hidroxila do carbono quiral mais distante do grupo funcional está para a direita. São também isômeros de função, já que possuem a mesma fórmula molecular mas a Glc é uma aldose e a frutose é uma cetose.
- Sacarose. É um dissacarídeo não-redutor, já que as hidroxilas dos dois carbonos anoméricos estão envolvidas na ligação glicosídica.
- Glc é uma aldohexose e Fru é uma ceto-hexose
- os três são solúveis em água.



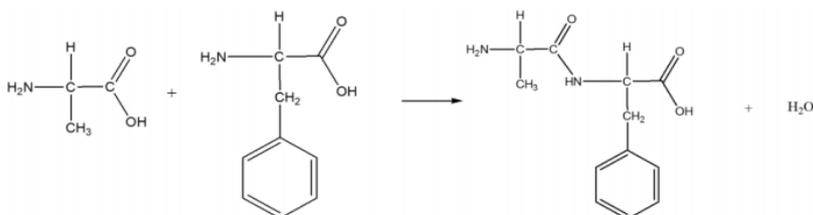
## BQ 04

a)



Estrutura básica de um aminoácido

b)



## BQ 05

a) O estudante deve analisar que, inicialmente, o aumento da temperatura gera aumento na velocidade da reação, pois aumenta a energia cinética das moléculas no sistema. A elevação da temperatura a valores consideravelmente altos resulta em desnaturação da enzima pela alteração das ligações que mantêm sua estrutura tridimensional.

b) Nesse caso, o estudante deve informar que a alteração no pH da solução resulta em mudança nas cargas que as cadeias laterais dos aminoácidos irão apresentar, podendo eliminar uma interação iônica essencial na estabilização da conformação ativa da enzima.



## FQ 01

(a) Se a cinética é de primeira ordem, tem-se que:

$$[A]_t = [A]_0 \cdot e^{-kt}$$

Se no tempo de 540 s, 32,5 % das espécies permanecem na forma de reagente, tem-se que:

$$\begin{aligned} 0,325[A]_0 &= [A]_0 \cdot e^{-k(540s)} \\ 0,325 &= e^{-k(540s)} \end{aligned}$$

Aplicando-se o logaritmo natural em ambos os lados, tem-se que:

$$\begin{aligned} k &= -\frac{\ln(0,325)}{540s} \\ k &\approx 2,1 \times 10^{-3} s^{-1} \end{aligned}$$

(b) Na situação em que 25% do reagente foi decomposto, significa dizer que 75% ainda permanece na forma de reagente. Assim, vem que:

$$\begin{aligned} 0,75[A]_0 &= [A]_0 \cdot e^{-k(t)} \\ 0,75 &= e^{-k(t)} \end{aligned}$$

Uma vez que as condições termodinâmicas reacionais não foram alteradas, é possível afirmar que nas duas situações a constante de velocidade é a mesma. Aplicando-se o logaritmo natural em ambos os lados, tem-se que:

$$0,75 = e^{-0,0021(t)}$$

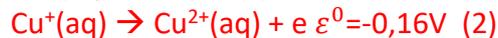
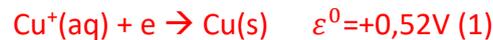
$$t = -\frac{\ln(0,75)}{0,0021s^{-1}}$$

$$t \approx 137 s$$

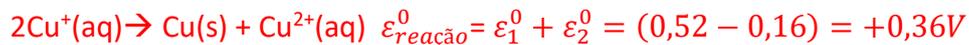


## FQ 02

(a) Do ponto de vista eletroquímico o processo global da reação de desproporção do íon  $\text{Cu}^+$  pode ser entendida a partir das seguintes semi-reações:



O processo químico global pode ser obtido somando-se as duas equações químicas acima, cujo resultado é:



Impondo a condição de equilíbrio termodinâmica à equação de Nerst, vem que:

$$\ln K = \frac{nF\varepsilon_{\text{reação}}^0}{RT}$$
$$\ln K = \frac{(1 \text{ mol de } e)(96.450 \text{ C. mol}^{-1})(0,36 \text{ J. mol}^{-1}\text{C}^{-1})}{(8,314 \text{ J. K}^{-1}.\text{mol}^{-1})(298\text{K})}$$

$$K \approx 1,2 \times 10^6$$

(b) Com base no valor calculado de  $K$  é possível afirmar que a quantidade de íons  $\text{Cu}^+$  em solução após o sistema atingir o equilíbrio eletroquímica é muito pequena.

## FQ 03

$$q = q_{\text{rev}}$$

Para Processo reversível e adiabático  $q_{\text{rev}} = 0$

$$\Delta S = \int_i^f \frac{dq_{\text{rev}}}{T}$$

$$\Delta S = 0$$

$$\Delta U = n C_{v,m} \Delta T = (2,00 \text{ mol}) \times (27,5 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1}) \times (300 - 250)\text{K}$$

$$\Delta U = 2750 \text{ J} = +2,75 \text{ kJ}$$

$$w = \Delta U - q = 2,75 \text{ kJ} - 0$$

$$w = 2,75 \text{ kJ}$$



$$\Delta H = nC_{p,m} \Delta T$$

$$C_{p,m} = C_{V,m} + R = (27,5 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1} + 8,314 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1})$$

$$C_{p,m} = 35,814 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

$$\Delta H = (2,00 \text{ mol}) \times (35,814 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1}) \times (+50\text{K})$$

$$\Delta H = 3581,4 \text{ J} = 3,58 \text{ kJ}$$

## FQ 04

$$\Delta rG^\circ = -RT \ln K$$

$$K = e^{-(\Delta rG^\circ/RT)}$$

$$K = \exp - [(0,178 \times 10^3 \text{ J mol}^{-1}) / (8,314 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1} \times 1173\text{K})]$$

$$K = 0,982 = 0,98$$

## FQ 05

$$M_B = \frac{\text{massa de B}}{n_B}$$

$$b_B = \frac{n_B}{\text{massa de naftaleno}}$$

$$n_B = \text{massa de naftaleno} \cdot b_B$$

$$b_B = \frac{\Delta T}{k_f}$$

$$M_B = \frac{[(\text{massa de B}) \times K_f]}{[(\text{massa de naftaleno}) \times \Delta T]}$$

$$M_B = (5,00 \text{ g}) \times (6,94\text{K kg mol}^{-1}) / (0,250 \text{ kg}) \times (0,780\text{K})$$

$$M_B = 178 \text{ g mol}^{-1}$$



**Número de inscrição:**

Processo seletivo para o curso de Mestrado e Doutorado em Química e Biotecnologia referente ao semestre 2022.2 (Edital n.º 02/2022 e 03/2022-PPGQB/IQB/UFAL)

**PPGQB**

Programa de Pós-Graduação em Química e Biotecnologia

## **Exame de seleção para mestrado e Doutorado 2022.2 CADERNO DE QUESTÕES**

**Local:** UFAL - Campus A.C. Simões – Sala de aula do PPGQB (sala 101 do bloco 13)

**Data:** 20 / 07 / 2022 (quarta-feira)

**Duração da prova:** 4 h

**Horário início (previsto):** 9h00

**Horário término (previsto):** 13h00

### **INSTRUÇÕES**

- (1) A prova de conhecimentos específicos será composta por cinco questões de Química Orgânica (**QO**), Físico-Química (**FQ**), Bioquímica (**BQ**), Química Inorgânica (**QI**) e Química Analítica (**QA**), totalizando 25 questões, das quais o candidato deverá escolher, **no máximo, 10 (dez) questões**.
- (2) O candidato **não pode escrever seu nome em nenhuma folha do caderno de questões e/ou nas folhas de respostas**. O candidato deverá inserir somente o número de inscrição na capa do caderno de questões e nas folhas de respostas (em local específico). Não poderá haver qualquer outra identificação do candidato, sob pena de sua desclassificação.
- (3) O candidato deverá devolver o caderno de questões e as folhas de respostas ao término da prova.
- (4) Cada questão deve ser respondida na folha de resposta indicando o código da mesma, além do número de inscrição do candidato. Apenas **uma questão deve ser respondida por folha de resposta**, podendo utilizar mais de uma folha para a mesma questão, quando couber.
- (5) Não serão corrigidas questões respondidas no caderno de questões ou mais de uma questão na mesma folha de resposta.
- (6) O candidato poderá utilizar somente caneta azul ou preta para responder as questões. Questões respondidas a lápis não serão consideradas no processo de correção.
- (7) Não é permitida a remoção de qualquer folha do caderno de questões.
- (8) Não é permitido o empréstimo de materiais (calculadora, por exemplo) a outros candidatos.
- (9) Não é permitida a comunicação entre candidatos durante a prova.
- (10) O candidato pode utilizar calculadora durante a realização da prova. Contudo, o uso de outros equipamentos eletrônicos (celular, tablete, entre outros) é proibido, sob pena de sua desclassificação.



# Tabela periódica

1 <b>H</b> hidrogênio 1,008																	18 <b>He</b> hélio 4,0026
3 <b>Li</b> lítio 6,94	4 <b>Be</b> berílio 9,0122											5 <b>B</b> boro 10,81	6 <b>C</b> carbono 12,011	7 <b>N</b> nitrogênio 14,007	8 <b>O</b> oxigênio 15,999	9 <b>F</b> flúor 18,998	10 <b>Ne</b> neônio 20,180
11 <b>Na</b> sódio 22,990	12 <b>Mg</b> magnésio 24,305											13 <b>Al</b> alumínio 26,982	14 <b>Si</b> silício 28,085	15 <b>P</b> fósforo 30,974	16 <b>S</b> enxofre 32,06	17 <b>Cl</b> cloro 35,45	18 <b>Ar</b> argônio 39,948
19 <b>K</b> potássio 39,098	20 <b>Ca</b> cálcio 40,078(4)	21 <b>Sc</b> escândio 44,956	22 <b>Ti</b> titânio 47,867	23 <b>V</b> vanádio 50,942	24 <b>Cr</b> cromio 51,996	25 <b>Mn</b> manganês 54,938	26 <b>Fe</b> ferro 55,845(2)	27 <b>Co</b> cobalto 58,933	28 <b>Ni</b> níquel 58,693	29 <b>Cu</b> cobre 63,546(3)	30 <b>Zn</b> zinco 65,38(2)	31 <b>Ga</b> gálio 69,723	32 <b>Ge</b> germânio 72,630(8)	33 <b>As</b> arsênio 74,922	34 <b>Se</b> selênio 78,971(8)	35 <b>Br</b> bromo 79,904	36 <b>Kr</b> criptônio 83,798(2)
37 <b>Rb</b> rubídio 85,468	38 <b>Sr</b> estrôncio 87,62	39 <b>Y</b> ítrio 88,906	40 <b>Zr</b> zircônio 91,224(2)	41 <b>Nb</b> nióbio 92,906	42 <b>Mo</b> molibdênio 95,95	43 <b>Tc</b> tecnécio [98]	44 <b>Ru</b> rutênio 101,07(2)	45 <b>Rh</b> ródio 102,91	46 <b>Pd</b> paládio 106,42	47 <b>Ag</b> prata 107,87	48 <b>Cd</b> cádmio 112,41	49 <b>In</b> índio 114,82	50 <b>Sn</b> estanho 118,71	51 <b>Sb</b> antimônio 121,76	52 <b>Te</b> telúrio 127,60(3)	53 <b>I</b> iodo 126,90	54 <b>Xe</b> xenônio 131,29
55 <b>Cs</b> césio 132,91	56 <b>Ba</b> bário 137,33	57 a 71	72 <b>Hf</b> háfnio 178,49(2)	73 <b>Ta</b> tântalo 180,95	74 <b>W</b> tungstênio 183,84	75 <b>Re</b> rênio 186,21	76 <b>Os</b> ósmio 190,23(3)	77 <b>Ir</b> irídio 192,22	78 <b>Pt</b> platina 195,08	79 <b>Au</b> ouro 196,97	80 <b>Hg</b> mercúrio 200,59	81 <b>Tl</b> tálio 204,38	82 <b>Pb</b> chumbo 207,2	83 <b>Bi</b> bismuto 208,98	84 <b>Po</b> polônio [209]	85 <b>At</b> astato [210]	86 <b>Rn</b> radônio [222]
87 <b>Fr</b> frâncio [223]	88 <b>Ra</b> rádio [226]	89 a 103	104 <b>Rf</b> rutherfordio [267]	105 <b>Db</b> dúbnio [268]	106 <b>Sg</b> seabórgio [269]	107 <b>Bh</b> bóhrio [270]	108 <b>Hs</b> hássio [269]	109 <b>Mt</b> meitnério [278]	110 <b>Ds</b> darmstádio [281]	111 <b>Rg</b> roentgênio [281]	112 <b>Cn</b> copernício [285]	113 <b>Nh</b> nihônio [286]	114 <b>Fl</b> fleróvio [289]	115 <b>Mc</b> moscóvio [288]	116 <b>Lv</b> livermório [293]	117 <b>Ts</b> tenessino [294]	118 <b>Og</b> oganessônio [294]
			57 <b>La</b> lantânio 138,91	58 <b>Ce</b> cério 140,12	59 <b>Pr</b> praseodímio 140,91	60 <b>Nd</b> neodímio 144,24	61 <b>Pm</b> promécio [145]	62 <b>Sm</b> samário 150,36(2)	63 <b>Eu</b> europóio 151,96	64 <b>Gd</b> gadolínio 157,25(3)	65 <b>Tb</b> térbio 158,93	66 <b>Dy</b> disprósio 162,50	67 <b>Ho</b> hólmio 164,93	68 <b>Er</b> érbio 167,26	69 <b>Tm</b> túlio 168,93	70 <b>Yb</b> itérbio 173,05	71 <b>Lu</b> lutécio 174,97
			89 <b>Ac</b> actínio [227]	90 <b>Th</b> tório 232,04	91 <b>Pa</b> protactínio 231,04	92 <b>U</b> urânio 238,03	93 <b>Np</b> netúnio [237]	94 <b>Pu</b> plutônio [244]	95 <b>Am</b> amerício [243]	96 <b>Cm</b> cúrio [247]	97 <b>Bk</b> berquélio [247]	98 <b>Cf</b> califórnio [251]	99 <b>Es</b> einstênio [252]	100 <b>Fm</b> férmio [257]	101 <b>Md</b> mendeelévio [258]	102 <b>No</b> nobélio [259]	103 <b>Lr</b> lawrência [262]

3 — número atômico  
**Li** — símbolo químico  
 lítio — nome  
 [6,938 - 6,997] — peso atômico (ou número de massa do isótopo mais estável)



## QUÍMICA ANALÍTICA (QA)

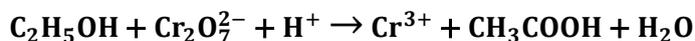
**QA 01.** O ácido sórbico, um ácido monoprotico (HS), é um dos principais conservantes utilizados no mercado atualmente, devido às suas propriedades inibitórias de atividade microbiana, que evitam a proliferação de fungos e bactérias. É usado especialmente na preservação de alimentos como queijos, iogurtes e vinhos. Assim, responda as questões abaixo:

(a) Uma solução aquosa contendo ácido sórbico a 10 mM possui pH igual a 3,40. Calcule o valor de  $pK_a$  deste ácido.

(b) Qual o pH de uma solução contendo a mistura de ácido sórbico (HS) a 10 mM e NaOH a 4 mM?

**QA 02.** Para a determinação de crômio em uma amostra, 15 mL de amostra foi analisada com 5,00 mL de 0,0103 mol L<sup>-1</sup> de EDTA. A quantidade de EDTA que não reagiu foi titulada com 1,32 mL de solução de zinco 0,0122 mol L<sup>-1</sup>. Qual o teor de Cr em mg L<sup>-1</sup> na amostra?  
MM Cr = 52,00 g mol<sup>-1</sup>

**QA 03.** Sabe-se que Alagoas possui engenhos que produzem cachaças reconhecidas nacional e internacionalmente pela sua qualidade e principalmente após ganharem medalhas de prata e ouro no Concurso Mundial de melhores destilados. Assim, um professor do IQB/UFAL resolve fazer com seus alunos de Química Analítica uma prática experimental para análise do percentual do etanol presente em uma dessas conceituadas cachaças aplicando titulação de oxidação-redução. Deste modo, os alunos pegaram uma amostra de 5,00 mL da cachaça e diluíram para 1,00 L em um balão volumétrico. O etanol contido em uma alíquota de 25,00 mL da solução diluída foi destilado e recolhido em 50,00 mL de K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 0,02 mol L<sup>-1</sup> sendo oxidado a ácido acético por aquecimento. A reação não balanceada é:



Após o resfriamento, 20,00 mL de uma solução de Fe<sup>2+</sup> 0,1253 mol L<sup>-1</sup> foi pipetada no erlenmeyer. Então o excesso de Fe<sup>2+</sup> foi titulado com 7,46 mL de K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> padrão até a indicação do ponto final pelo ácido difenilaminossulfônico. Calcule a porcentagem (m/v) de C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH (46,07 g mol<sup>-1</sup>) na cachaça.

**QA 04.** Na determinação do teor de ácido fosfórico (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) em uma amostra de refrigerante sabor cola, titulou-se 25,00 mL da amostra no qual foram gastos 18,40 mL de uma solução de NaOH 0,1042 mol/L para viragem do indicador vermelho de metila (pH < 4,5 vermelho; pH > 6,0 amarelo). Determine a concentração de H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> na amostra do refrigerante e os volumes de agente titulante correspondentes aos valores de pKa<sub>1</sub>, pka<sub>2</sub> e pka<sub>3</sub> desse ácido. Dados: ka<sub>1</sub>= 7,5x10<sup>-3</sup> Ka<sub>2</sub>= 6,2x10<sup>-8</sup> e Ka<sub>3</sub> = 4,2x10<sup>-13</sup>.

**QA 05.** Calcule a solubilidade do sal, sulfeto de prata, Ag<sub>2</sub>S (pK<sub>s</sub> = 49,2) em água (a), em uma solução de nitrato de prata 0,005 mol L<sup>-1</sup> (b) e (c) explique com base na fundamentação teórica se a solubilidade do sal aumenta ou diminui com a adição de nitrato de prata e por quê?



**QUÍMICA INORGÂNICA (QI)**

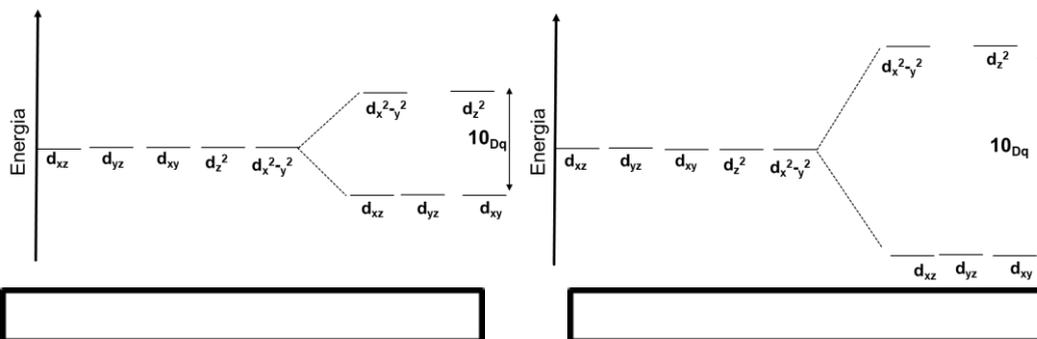
**QI 01.** De modo geral, a primeira energia de ionização dos átomos em um período aumenta da esquerda para a direita. Porém, explique por que a primeira energia de ionização do nitrogênio (1402 kJ/mol) é maior que a do oxigênio (1314 kJ/mol).

**QI 02.** Desenhe as estruturas de Lewis e indique a hibridização do átomo central e a geometria que você esperaria para as seguintes espécies?

- a) SO<sub>2</sub>      b) [SO<sub>3</sub>]<sup>2-</sup>      c) SF<sub>4</sub>      d) [ClO<sub>4</sub>]<sup>-</sup>      e) [PO<sub>3</sub>]<sup>3-</sup>

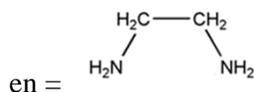
**QI 03.** As moléculas de monóxido de carbono (CO) e de nitrogênio (N<sub>2</sub>) são isoeletrônicas, ou seja, contam com o mesmo número de elétrons, de átomos e de ordem de ligação. Porém a molécula de CO é mais reativa, é um excelente ligante para a obtenção de complexos metálicos e é tóxica se inalada. Ao contrário, a molécula de N<sub>2</sub> é pouco reativa, não é um bom ligante e não é tóxica. Dê uma explicação para essa elevada diferença de reatividade.

**QI 04.** Os diagramas genéricos mostrados a seguir representam a magnitude das energias dos orbitais d do íon metálico na forma isolada e de desdobramento do campo cristalino (10Dq) em campo octaédrico. A luz dos seus conhecimentos em teoria do campo cristalino (TCC), responda:



a) Qual diagrama corresponde aos íons complexos [CoF<sub>6</sub>]<sup>3-</sup> e [Co(en)<sub>3</sub>]<sup>3+</sup>? Justifique. Além disso, faça o preenchimento dos elétrons nos orbitais **d** antes e após a complexação.

b) Dê o número de coordenação do íon metálico e desenhe as fórmulas estruturais dos íons complexos [CoF<sub>6</sub>]<sup>3-</sup> e [Co(en)<sub>3</sub>]<sup>3+</sup>.



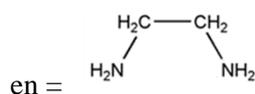
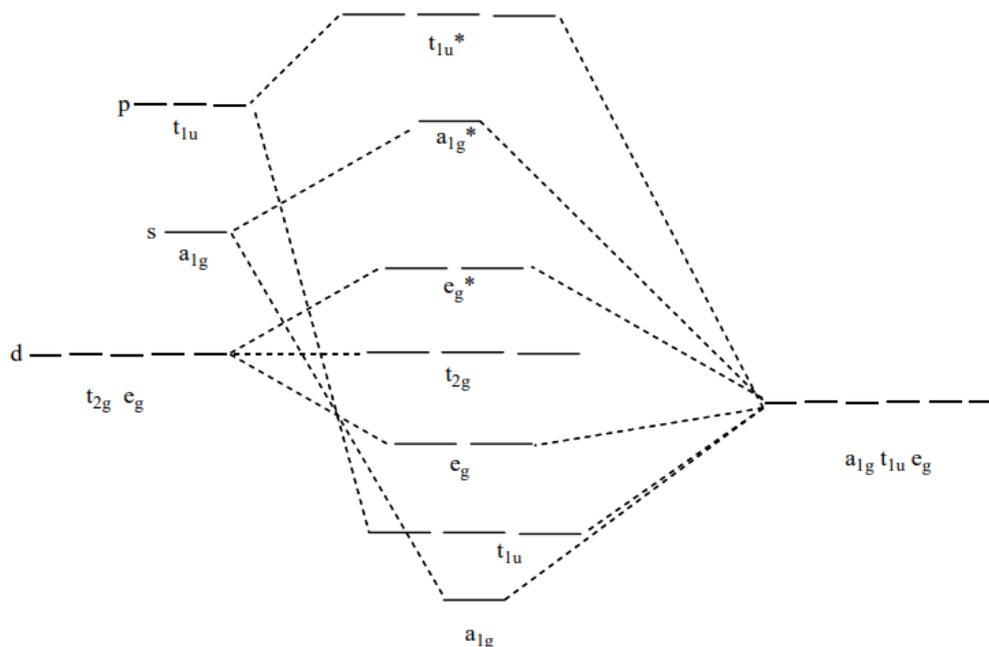
*Série espectroquímica:*

I<sup>-</sup> < Br<sup>-</sup> < Cl<sup>-</sup> < F<sup>-</sup> < OH<sup>-</sup> < ox < H<sub>2</sub>O < py < NH<sub>3</sub> < en < dipy < NO<sub>2</sub><sup>-</sup> < CN<sup>-</sup> < CO



**QI 05.** Com base em seus conhecimentos sobre os compostos de coordenação e teoria do orbital molecular (TOM) aplicada a complexos de metais de transição, responda:

- a) Em comparação ao complexo  $[\text{Co}(\text{en})_3]^{3+}$ , o complexo  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$  possui maior ou menor valor de energia de desdobramento do campo cristalino  $10Dq$ ? Justifique sua resposta.
- b) Faça o preenchimento eletrônico dos orbitais atômicos e moleculares do diagrama de níveis de energia do  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$



Série espectroquímica:

$\text{I}^- < \text{Br}^- < \text{Cl}^- < \text{F}^- < \text{OH}^- < \text{ox} < \text{H}_2\text{O} < \text{py} < \text{NH}_3 < \text{en} < \text{dipy} < \text{NO}_2^- < \text{CN}^- < \text{CO}$

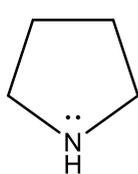


## QUÍMICA ORGÂNICA (QO)

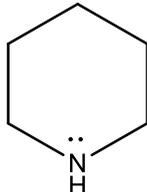
**QO 01.** Considerando o estudo da análise conformacional de cicloexanos substituídos, sabe-se que grupos volumosos preferem permanecer em posições equatoriais para reduzir a energia do conformero. Diante dessa afirmação, desenhe a conformação mais estável para o *cis*-1,4-di-*tert*-butilcicloexano. Explique sua resposta.



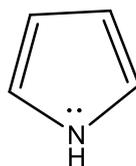
**QO 02.** Abaixo encontram-se as estruturas químicas e valores de pKa de algumas aminas. A piperidina e pirrolidina possuem basicidades semelhantes. Assim, explique o(s) motivos da maior basicidade dos ciclos não aromáticos em relação a amônia (pKa = 9,25), bem como as basicidades reduzidas da piridina, anilina e do pirrol, onde este último pode ser considerado não básico. Considere a teoria de Bronsted e Lowry para a sua resposta.



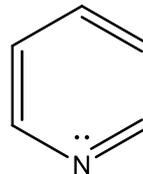
11,27



11,22

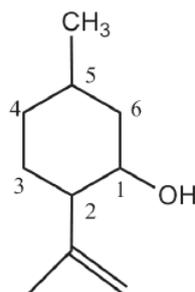


-0,27



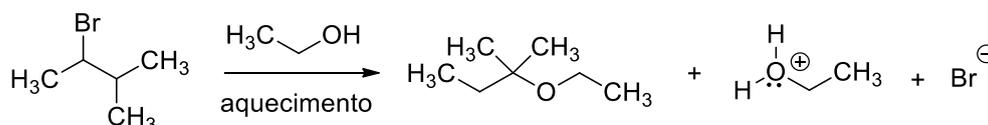
5,21

**QO 03.** O Mentol é uma substância que apresenta três centros estereogênicos e oito estereoisômeros diferentes. O estereoisômero oficial de odor e sabor menta é o levogiro (1*R*,2*S*,5*R*). Desenhe a estrutura tridimensional do mesmo.



Mentol

**QO 04.** Mostre mediante mecanismo de reação a formação do 2-etoxi-2-metilbutano.



**QO 05.** Compare as estruturas de Lewis do nitro-metano, CH<sub>3</sub>NO<sub>2</sub>, e do nitrito de metila, CH<sub>3</sub>ONO. Escreva pelo menos duas formas de ressonância para cada molécula. O que você pode dizer, com base nestas formas de ressonância, sobre a polaridade e a ordem de ligação das duas ligações NO em cada substância?



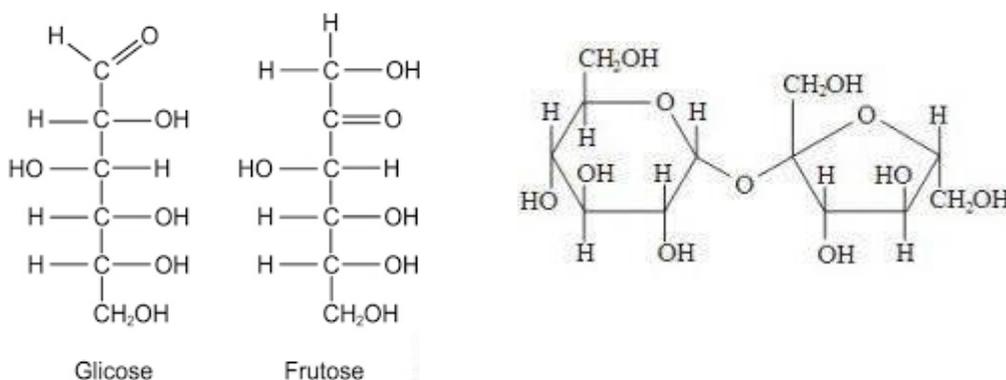
## BIOQUÍMICA (BQ)

**BQ 01.** Descreva estruturalmente um triacilglicerol, um glicerofosfolípídeo e uma cera. Relacione quais as funções de cada um desses lipídeos e a relação estrutura/função.

**BQ 02.** Comente sobre as diferenças moleculares entre DNA e RNA, relacionando-as com a estabilidade dessas biomoléculas.

**BQ 03.** Considere as estruturas abaixo correspondentes às moléculas de glicose (Glc), frutose (Fru) e do dissacarídeo formado pela união entre os dois. Comente sobre:

Fórmulas estruturais



- A isomeria da Glc e Fru. Explique.
- Qual dissacarídeo será formado? Ele é redutor ou não-redutor? Explique
- Glc e Fru recebem qual classificação quanto ao grupo funcional e ao número de carbonos?
- A Glc, Fru e o dissacarídeo são solúveis em água?

**BQ 04.** Proteínas e peptídeos são biomoléculas que exibem diversas funções biológicas sendo constituídas por subunidades menores denominadas aminoácidos. Sobre isso, responda ao que é solicitado.

- Desenhe a estrutura básica de um aminoácido
- Represente a reação entre a Alanina (R=metila) e a fenilalanina (R=benzila) para a formação de um peptídeo.

**BQ 05.** Enzimas são macromoléculas caracterizadas pela capacidade de catalisar reações biológicas, aumentando a velocidade de uma reação de um fator de até 10<sup>12</sup> vezes quando comparadas com a mesma reação não catalisada.

- Explique os efeitos observados com a elevação da temperatura na atividade catalítica enzimática, desde valores brandos até temperaturas consideravelmente elevadas.
- Explique os efeitos observados com a alteração no pH da solução na atividade catalítica enzimática.



### FÍSICO-QUÍMICA (FQ)

**FQ 01.** Uma certa reação química segue cinética de primeira ordem. Após 540 s de tempo de reação, 32,5 % das espécies no meio reacional permanecem na forma de reagente.

- Calcule a constante de velocidade.
- Quanto tempo será necessário para que 25 % do reagente seja decomposto?

**FQ 02.** Uma reação de desproporção química é aquela em que uma espécie é simultaneamente oxidada e reduzida. Considere a reação de desproporção  $2\text{Cu}^+(\text{aq}) \rightarrow \text{Cu}(\text{s}) + \text{Cu}^{2+}(\text{aq})$  realizada a 298 K e 1 bar de pressão. Com base nos dados fornecidos na tabela 1, responda:

- Qual a constante de equilíbrio da reação nessas condições termodinâmicas?
- Com base no resultado obtido em (a), o que pode ser tido sobre a quantidade de íons  $\text{Cu}^+$  em solução após o sistema ter atingido o equilíbrio eletroquímico?

**FQ 03.** Uma amostra de 2,0 mol de gás perfeito diatômico, a 250 K, é comprimida reversivelmente e adiabaticamente até a sua temperatura atingir 300 K. Dados  $C_{v,m} = 27,5 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ , calcular  $q$ ,  $w$ ,  $\Delta U$ ,  $\Delta H$  e  $\Delta S$ .

**FQ 04.** A energia de Gibbs padrão da reação de decomposição de  $\text{CaCO}_3$  a  $\text{CaO}$  e  $\text{CO}_2$  é  $+0,178 \text{ kJ mol}^{-1}$ , a 1173K. Calcular a constante de equilíbrio da decomposição.

**FQ 05.** A adição de 5,0 g de um composto a 250g de naftaleno provocou um abaixamento crioscópico de 0,780K. Calcular a massa molecular do composto. Dado:  $K_f = 6,94 \text{ (K/(mol kg}^{-1}\text{))}$  para o naftaleno.



**INFORMAÇÕES ADICIONAIS PARA PROVA DE FÍSICO-QUÍMICA**

Tabela 1: Potenciais padrão de redução.

Reação	$\varepsilon^0$ (V/mol)
$\text{Ag}^{2+} + e \rightarrow \text{Ag}^+$	+1,98
$\text{Au}^{3+} + 3e \rightarrow \text{Au}$	+1,40
$\text{Cu}^{2+} + 2e \rightarrow \text{Cu}$	+0,34
$2\text{H}^+ + 2e \rightarrow \text{H}_2$	0,00
$\text{Fe}^{3+} + 3e \rightarrow \text{Fe}$	-0,04
$\text{Cu}^{2+} + e \rightarrow \text{Cu}^+$	+0,16
$\text{Cu}^+ + e \rightarrow \text{Cu}$	+0,52

**Equações**

$$\Delta G_{\text{reac}}^0 = -RT \ln K$$

$$\Delta G_{\text{reac}}^0 = -nF\varepsilon^0$$

$$\varepsilon = \varepsilon^0 - \frac{nF}{RT} \ln Q$$

$$\varepsilon = 0 \text{ (Equilíbrio Eletroquímico)}$$

$$[A]_t = [A]_0 e^{-kt}$$

$$\frac{1}{[A]_t} = \frac{1}{[A]_0} + kt$$

Constante universal dos gases ideais:

**R**= 8,314 J/mol.K.

Constante de Faraday:

**F**= 96.485 C/mol