

## Exame Unificado de Química – EUQ

Edição 2025/2

Data da prova: 16/11/2025

### Questões

*(Em vermelho, entre parênteses, no início do enunciado está indicado o peso da questão. Essa informação não deve aparecer na prova)*

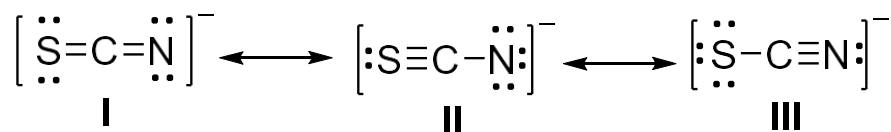
Em amarelo está indicada a resposta correta.

As questões estão numeradas apenas para nossa conferência. Por favor, podem **colocar as questões no sistema de forma randômica**. Se possível, de forma que a **ordem das questões seja diferente para cada aluno**.

- 
- 1) **(1,0)** Considere as seguintes espécies isoeletrônicas:  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{K}^+$  e  $\text{Ca}^{2+}$ . Marque a alternativa que corresponde, respectivamente, à resposta correta para os seguintes itens: (i) maior raio iônico; (ii) maior energia de ionização e (iii) menor energia de afinidade eletrônica.

- a)  $\text{Cl}^-$ ;  $\text{Ca}^{2+}$ ;  $\text{K}^+$
- b)  $\text{Cl}^-$ ;  $\text{Ca}^{2+}$ ;  $\text{Ca}^{2+}$
- c)  $\text{Cl}^-$ ;  $\text{Ca}^{2+}$ ;  $\text{Cl}^-$
- d)  $\text{Cl}^-$ ;  $\text{K}^+$ ;  $\text{Ca}^{2+}$

- 
- 2) **(1,0)** O íon tiocianato,  $[\text{SCN}]^-$ , é muito utilizado para a detecção de  $\text{Fe}^{3+}$  em solução aquosa devido à formação de complexos metálicos de coloração vermelho-sangue. Esse íon apresenta as estruturas de ressonância I, II e III representadas abaixo. Qual é a alternativa que apresenta a ordem crescente de estabilidade das estruturas de ressonância desenhadas?

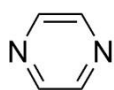


- a) II > III > I
- b) III > I > II
- c) II < III < I
- d) II < I < III

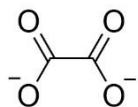
3) (1,0) Os compostos de enxofre, SF<sub>2</sub>, SF<sub>4</sub> e SF<sub>6</sub>, apresentam as seguintes geometrias moleculares, respectivamente:

- a) linear, tetraédrica, octaédrica.
- b) angular, tetraédrica, prismática.
- c) linear, gangorra, octaédrica.
- d) angular, gangorra, octaédrica.

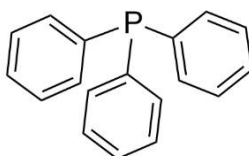
4) (1,0) Dentre os ligantes I, II, III e IV representados abaixo, qual(is) pode(m) formar quelato(s) com íons metálicos?



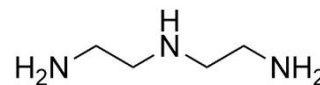
I



II



III



IV

- a) I e III
- b) II e IV
- c) I e II
- d) III e IV

5) (1,0) Considere o equilíbrio iônico em meio aquoso representado a seguir:  
$$2 \text{CrO}_4^{2-}(\text{aq}) + 2 \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq}) + 3 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$$

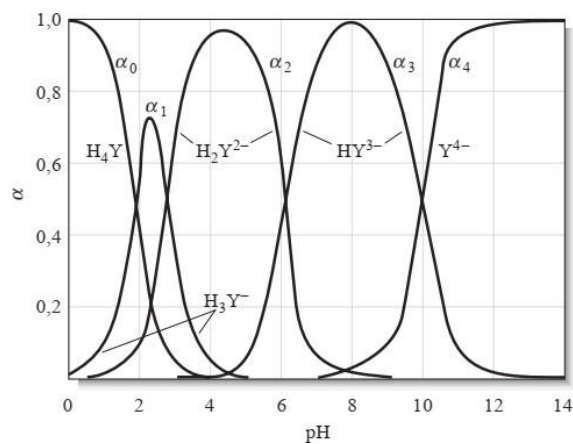
Sabendo que, em solução aquosa, a predominância do íon cromato confere à solução a cor amarela, e que a predominância do íon dicromato confere-lhe a cor alaranjada, assinale a alternativa correta.

- a) o aumento do pH da solução favorece a formação do íon cromato, e a solução apresenta cor amarela.
- b) a cor da solução não é afetada pela variação do pH do meio.
- c) a diminuição do pH da solução favorece a formação do íon cromato, e a solução apresenta cor amarela.
- d) o aumento do pH da solução favorece a formação do íon dicromato, e a solução apresenta cor alaranjada.

6) (1,0) Qual é o pH aproximado de uma solução aquosa de  $\text{HNO}_3$   $1,0 \times 10^{-10}$  mol  $\text{L}^{-1}$  a  $25^\circ\text{C}$ ? Considere a constante de ionização da água ( $K_w$ ) como  $1,0 \times 10^{-14}$  ( $25^\circ\text{C}$ ).

- a) 10,0
- b) 4,0
- c) 7,0
- d) 1,0

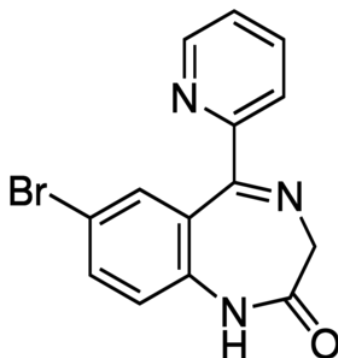
7) (1,0) O EDTA é um agente complexante amplamente empregado na química. Considerando o EDTA como um ácido fraco tetraprótico ( $\text{H}_4\text{Y}$ ), o diagrama abaixo representa a fração da distribuição de cada espécie de EDTA em função do pH.



Desta forma, qual é a espécie predominante em pH 12?

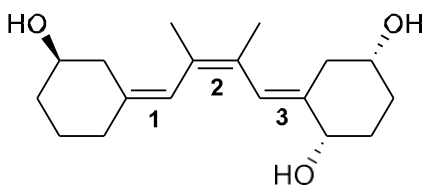
- a)  $\text{H}_3\text{Y}^-$
- b)  $\text{H}_2\text{Y}^{2-}$
- c)  $\text{HY}^{3-}$
- d)  $\text{Y}^{4-}$

- 8) (1,0) O bromazepam (estrutura química representada abaixo,  $C_{14}H_{10}BrN_3O$  –  $M = 316,15 \text{ g mol}^{-1}$ ) é um medicamento indicado para ansiedade, tensão e outras queixas somáticas ou psicológicas associadas à síndrome de ansiedade. Atualmente, o medicamento é comercializado em embalagens contendo 30 comprimidos, totalizando 180 mg de bromazepam por caixa de comprimidos.



Considerando essas informações, a massa de bromo em cada comprimido é:

- a) 1,22 mg  
b) 1,32 mg  
c) 1,52 mg  
d) 1,62 mg
- 
- 9) (1,0) Analise a estrutura da molécula apresentada abaixo, na qual as ligações duplas numeradas (1, 2 e 3) podem apresentar diferentes estereoquímicas configuracionais (*Z* ou *E*).



Considerando a estrutura mostrada, qual das alternativas a seguir apresenta corretamente a configuração *Z* ou *E* atribuída, respectivamente, às ligações duplas numeradas 1, 2 e 3?

- a) 1 (*Z*); 2 (*E*); 3 (*E*).  
b) 1 (*E*); 2 (*Z*); 3 (*E*).  
c) 1 (*Z*); 2 (*Z*); 3 (*E*).  
d) 1 (*E*); 2 (*E*); 3 (*Z*).
-

10) (1,0) Considere a reação de substituição nucleofílica que ocorre entre o composto (*R*)-2-bromobutano e o íon hidróxido, na presença de acetona como solvente. Assinale a única alternativa que contém uma afirmação correta.

a) a reação ocorre em uma única etapa e o produto formado tem a mesma configuração do reagente.

b) a reação ocorre em uma única etapa e o produto formado tem configuração inversa à do reagente.

c) a reação ocorre em mais de uma etapa e o produto formado tem a mesma configuração do reagente.

d) a reação ocorre em mais de uma etapa e o produto formado tem configuração inversa à do reagente.

---

11) (1,0) Os compostos orgânicos são organizados por funções ou grupos funcionais. Algumas dessas funções podem originar compostos com a mesma fórmula molecular, mas pertencentes a funções diferentes, os chamados isômeros funcionais. Assinale a alternativa que apresenta corretamente pares de funções que são isômeros funcionais.

a) Alcano e alqueno; álcool e éter; cicloalcano e alqueno

b) Aldeído e cetona; álcool e éter; ácido carboxílico e éster

c) Aldeído e cetona; amina e amida; éster e éter

d) Álcool e amina; amina e amida; alqueno e alquino

---

12) (1,0) Quantos compostos diferentes possuem a fórmula molecular  $C_9H_{10}O$  e contêm uma carbonila conjugada a um anel benzênico?

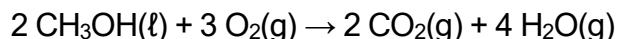
a) 8

b) 9

c) 11

d) 13

- 13) (1,0) Considere a equação que representa a reação de combustão do metanol:



Determine a variação de entalpia da reação ( $\Delta H$ , em  $\text{kJ mol}^{-1}$ ) com base nas entalpias médias de ligação fornecidas (em  $\text{kJ mol}^{-1}$ ): C-H (414); C-O (360); C=O (799); O=O (498); O-H (464).

- a) -1282
- b) -1530
- c) -1182
- d) -2002

- 
- 14) (1,0) A equação de Schrödinger tem solução analítica para átomos hidrogenoides, ou seja, para aqueles que possuem um único elétron. Ela fornece uma expressão para o cálculo das energias e funções de onda que representam os orbitais atômicos. A energia depende apenas do número quântico principal  $n$ , enquanto os orbitais atômicos dependem de  $n$ , do número quântico orbital (azimutal)  $l$  e do número quântico magnético  $m_l$ . Quantos orbitais têm a mesma energia e estão associados a  $n = 2$ ?

- a) 1
- b) 3
- c) 9
- d) 4

- 
- 15) (1,0) A energia livre de Gibbs ( $\Delta G$ ) de um processo é calculada usando-se a equação a seguir:

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

em que  $\Delta H$  é a variação de entalpia no processo,  $\Delta S$  é a variação de entropia no processo, e  $T$  é a temperatura. A variação da energia livre de Gibbs está relacionada com a espontaneidade de processos a pressão e temperatura constantes. Portanto, é correto afirmar que:

- a) quando  $\Delta G < 0$ , o processo é espontâneo, indicando aumento da entropia do Universo.
- b) se  $\Delta G > 0$ , o processo é espontâneo, pois toda reação química aumenta a entropia do Universo.
- c) a condição  $\Delta G < 0$  corresponde, necessariamente, a uma reação química exotérmica.
- d) para todas as reações químicas espontâneas,  $\Delta S > 0$ , independentemente da variação de entropia do Universo.

---

16) (1,0) A formação de uma micela de detergente em água é um processo espontâneo. Como pode o processo ser espontâneo se a micela formada é um sistema organizado? Escolha a alternativa que melhor responde a esse questionamento.

- a) a organização do surfactante aumenta a entropia.
- b) a entropia da água aumenta.
- c) a formação de interações entre moléculas do surfactante absorve calor.
- d) a entropia da água diminui.

---

17) (1,0) Durante uma titulação ácido-base de uma solução contendo glicina, observaram-se dois pontos de inflexão no gráfico de pH *versus* volume de base adicionada. O primeiro ponto corresponde ao  $pK_a$  do grupo carboxila ( $\approx 2,3$ ), e o segundo ao  $pK_a$  do grupo amina ( $\approx 9,6$ ). Qual é o valor aproximado do  $pI$  (ponto isoelétrico) da glicina?

- a) 2,30
- b) 5,95
- c) 7,00
- d) 9,60

---

18) (1,0) Qual dos seguintes carboidratos é um monossacarídeo?

- a) Maltose
- b) Lactose
- c) Glicose
- d) Sacarose

---

19) (1,2) Ao analisar alguns compostos em laboratório, um estudante preencheu o quadro abaixo com algumas informações sobre as substâncias óxido de cálcio, sódio e dióxido de silício, no estado sólido:

Composto	Tipo de ligação predominante no sólido	Condutividade e elétrica	Dureza	Temperatura de fusão
CaO	I	isolante	II	alta
Na	III	IV	macio	baixa
SiO <sub>2</sub>	V	isolante	duro	VI

A alternativa que preenche **corretamente** os espaços I a VI do quadro é:

- a) I. iônica; II. macio; III. iônico; IV. isolante; V. molecular; VI. baixo.  
 b) I. covalente; II. duro; III. molecular; IV. condutor; V. iônica; VI. baixo.  
 c) I. iônica; II. duro; III. metálico; IV. condutor; V. covalente; VI. alto.  
 d) I. covalente; II. macio; III. metálico; IV. condutor; V. molecular; VI. alto.

20) (1,2) Considere os compostos de coordenação a seguir:  $[\text{CoBr}(\text{NH}_3)_5]\text{SO}_4$ ,  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{SO}_4]\text{Br}$ ,  $[\text{CoCl}(\text{NH}_3)_5]\text{Cl}_2$  e  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$ . Considerando as características estruturais destes compostos, analise as seguintes afirmações.

- I)  $[\text{CoBr}(\text{NH}_3)_5]\text{SO}_4$  e  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{SO}_4]\text{Br}$  são isômeros de ionização.  
 II) Ao reagir 1 mol de  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{SO}_4]\text{Br}$  com excesso de íons  $\text{Ba}^{2+}$  em solução aquosa, precipita-se 1 mol de  $\text{BaSO}_4$ .  
 III)  $[\text{CoCl}(\text{NH}_3)_5]\text{Cl}_2$  e  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$  são isômeros estruturais.  
 IV) Os compostos  $[\text{CoCl}(\text{NH}_3)_5]\text{Cl}_2$  e  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$  apresentam cores diferentes.

Dados:

Série espectroquímica:  $\text{I}^- < \text{Br}^- < \text{S}^{2-} < \kappa\text{S-SCN}^- < \text{Cl}^- < \kappa\text{O-NO}_2^- < \text{N}_3^- < \text{F}^- < \text{OH}^- < \text{C}_2\text{O}_4^{2-} (\text{ox}) < \text{O}^{2-} < \text{H}_2\text{O} < \kappa\text{N-NCS}^- < \text{acetoneitrila} < \text{EDTA}^{4-} < \text{NH}_3 \approx \text{piridina (py)} < \text{etano-1,2-diamina (en)} < \text{2,2'-bipiridina (bpy)} < \text{1,10-fenantrolina (phen)} < \kappa\text{N-NO}_2^- < \text{PPh}_3 < \text{CN}^- < \text{CO}$ .

São verdadeiras as afirmações:

- a) I e II.  
 b) I e IV.  
 c) I, II e III.  
 d) II, III e IV.

21) (1,2) Considere a entidade de coordenação  $[\text{CrCl}_2(\text{en})_2]^+$ . Baseado na configuração eletrônica do centro metálico e nas características dos ligantes, analise as seguintes afirmações.

- I) O número de coordenação do centro metálico é 4.
- II) A entidade de coordenação apresenta isomeria geométrica *cis-trans*.
- III) O estado de oxidação do centro metálico é +1.
- IV) O centro metálico tem configuração eletrônica  $[\text{Ar}] nd^3$ .

Dados:

Série espectroquímica:  $\text{I}^- < \text{Br}^- < \text{S}^{2-} < \kappa\text{S-SCN}^- < \text{Cl}^- < \kappa\text{O-NO}_2^- < \text{N}_3^- < \text{F}^- < \text{OH}^- < \text{C}_2\text{O}_4^{2-} (\text{ox}) < \text{O}^{2-} < \text{H}_2\text{O} < \kappa\text{N-NCS}^- < \text{acetoneitrila} < \text{EDTA}^{4-} < \text{NH}_3 \approx \text{piridina (py)} < \text{etano-1,2-diamina (en)} < \text{2,2'-bipiridina (bpy)} < \text{1,10-fenantrolina (phen)} < \kappa\text{N-NO}_2^- < \text{PPh}_3 < \text{CN}^- < \text{CO}$ .

É correto afirmar que:

- a) todas as afirmações são verdadeiras.
- b) apenas as afirmações II e IV são verdadeiras.
- c) apenas a afirmação II é verdadeira.
- d) apenas as afirmações II, III e IV são verdadeiras.

22) (1,2) Determine o pH de uma solução aquosa de acetato de sódio ( $\text{CH}_3\text{COONa}$ ) com concentração de  $0,10 \text{ mol L}^{-1}$  a  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ . Dados: constante de acidez do ácido acético ( $K_a$ ) =  $1,8 \times 10^{-5}$ .

- a) 2,87
- b) 5,13
- c) 7,00
- d) 8,87

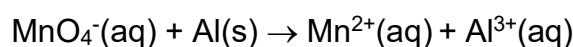
---

23) (1,2) Durante uma titulação de uma mistura de HCl e ácido acético ( $\text{pK}_a = 4,76$ ) com NaOH  $0,1000 \text{ mol L}^{-1}$ , usando fenolftaleína ( $\text{pK}_a = 9,2$ ) como indicador, observa-se apenas uma mudança de cor ao final da titulação. Por que não é possível quantificar separadamente, sem erro, as concentrações de HCl e  $\text{CH}_3\text{COOH}$  presentes na mistura?

- a) porque o NaOH neutraliza primeiro o ácido acético e, depois, o HCl, invertendo a ordem esperada.
- b) porque a fenolftaleína vira no primeiro ponto de equivalência, impedindo a visualização do segundo salto de pH.
- c) porque a viragem da fenolftaleína ocorre apenas no segundo ponto de equivalência, após a neutralização do HCl e do  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , impossibilitando a quantificação individual de cada ácido.
- d) porque o ácido acético não pode ser neutralizado em meio aquoso, já que é um ácido fraco.

---

24) (1,2) Reações de óxido-redução são associadas à transferência de elétrons. Estas reações, quando ocorrem em meio aquoso, podem sofrer influência da condição do meio (ácido ou básico). Assim, considere a reação química representada abaixo:



A alternativa que representa a equação química acima corretamente balanceada em meio aquoso ácido é:

- a)  $3\text{MnO}_4^-(\text{aq}) + 5\text{Al}(\text{s}) + 24\text{H}^+(\text{aq}) \rightarrow 3\text{Mn}^{2+}(\text{aq}) + 5\text{Al}^{3+}(\text{aq}) + 12\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
- b)  $3\text{MnO}_4^-(\text{aq}) + 5\text{Al}(\text{s}) \rightarrow 3\text{Mn}^{2+}(\text{aq}) + 5\text{Al}^{3+}(\text{aq}) + 6\text{O}_2(\text{g})$
- c)  $2\text{MnO}_4^-(\text{aq}) + \text{Al}(\text{s}) + 16\text{H}^+(\text{aq}) \rightarrow 2\text{Mn}^{2+}(\text{aq}) + \text{Al}^{3+}(\text{aq}) + 8\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
- d)  $3\text{MnO}_4^-(\text{aq}) + 2\text{Al}(\text{s}) + 12\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 3\text{Mn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{Al}^{3+}(\text{aq}) + 12\text{H}_2\text{O}(\text{l})$

25) (1,2) Haletos de alquila são espécies bastante úteis na síntese orgânica, podendo ser convertidos em uma série de substâncias de interesse tecnológico e farmacêutico. Um estudante fez as seguintes afirmações sobre os haletos de alquila.

I – Bromobenzeno é um exemplo dessa classe de substâncias.

II – Essas substâncias podem ser convertidas em alcenos via processos de eliminação E1 ou E2.

III – A alta força de ligação C-F faz com que os fluoretos de alquila sejam substâncias de alta reatividade.

IV – São substâncias que podem ser convertidas em álcoois, éteres e ésteres

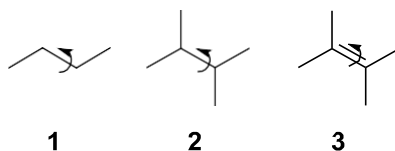
V – Os iodetos de alquila são os haletos mais reativos da classe.

Quais das afirmações são verdadeiras?

- a) I, II, III, IV e V
- b) I, II, IV e V
- c) II, III, V
- d) II, IV, V

---

26) (1,2) Coloque em ordem crescente a barreira rotacional das ligações indicadas com seta curva, mostradas a seguir.



- a)  $3 < 2 < 1$
- b)  $1 < 3 < 2$
- c)  $1 < 2 < 3$
- d)  $2 < 1 < 3$

27) (1,2) Os dioxanos são compostos orgânicos cíclicos que contêm dois átomos de oxigênio em um anel de seis membros, com fórmula molecular  $C_4H_8O_2$ . Dependendo da posição relativa dos átomos de oxigênio no anel, existem três isômeros: 1,2-dioxano, 1,3-dioxano e 1,4-dioxano. Essas diferenças estruturais influenciam suas propriedades físico-químicas e aplicações, como estabilidade, reatividade e uso como solventes ou intermediários químicos. Com base nas informações acima, qual é a relação isomérica entre os compostos 1,2-dioxano, 1,3-dioxano e 1,4-dioxano?

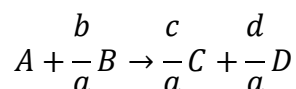
- a) Isomeria de função
- b) Isomeria geométrica
- c) Metameria
- d) Tautomeria

---

28) (1,2) Sabe-se que a reação hipotética  $aA + bB \rightarrow cC + dD$  segue a lei de velocidade a seguir:

$$v = -\frac{d[A]}{dt} = k[A]^a[B]^b$$

Se a reação fosse escrita como:



A nova lei de velocidade seria:

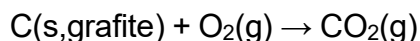
- a)  $v = k[A]^a[B]^b$ , pois a lei de velocidade não depende diretamente da forma como a estequiometria da reação é escrita.
- b)  $v = k[A][B]^{b/a}$ , pois os coeficientes da lei de velocidade devem coincidir com os coeficientes estequiométricos da reação.
- c)  $v = k[B]^b$ , pois dependeria unicamente da concentração de B, pois o coeficiente estequiométrico de A é 1.
- d)  $v = k[A]$ , pois dependeria unicamente da concentração de A, pois o coeficiente estequiométrico de A é 1.

29) (1,2) Em 1923, o físico francês Louis-Victor De Broglie (1892–1987) sugeriu que a matéria em movimento exibe comportamento dual onda-partícula. De acordo com a proposta de De Broglie, é possível associar a cada partícula em movimento uma onda de comprimento  $\lambda$ , que se relaciona ao momento linear ( $p$ ) da partícula por meio da expressão:  $\lambda = h/p$ , em que  $h$  é a constante de Planck ( $h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J s}$ ). Considere que o comprimento de onda de um próton em movimento seja igual a  $1 \times 10^{-14} \text{ m}$ . Qual é a velocidade (em  $\text{m s}^{-1}$ ) aproximada desse próton, sabendo que a sua massa vale  $1,673 \times 10^{-27} \text{ kg}$ ?

- a)  $3 \times 10^{20}$
- b)  $4 \times 10^{-21}$
- c)  $4 \times 10^7$
- d)  $1 \times 10^{-46}$

---

30) (1,2) A reação de formação do gás  $\text{CO}_2$  é representada por:



O calor desta reação é de  $-395,5 \text{ kJ}$ . Considerando que o volume da grafite é desprezível, e a reação acontece a temperatura constante, é correto afirmar que:

- a) o processo é exotérmico e a energia interna varia.
- b) o processo é exotérmico e a energia interna do sistema é constante.
- c) o processo é endotérmico e a energia interna do sistema varia.
- d) o processo é endotérmico e a energia interna é constante.

---

31) (1,2) Enzimas atuam como catalisadores bioquímicos de reações no organismo vivo. Baseado nesta propriedade, identifique qual das características abaixo está correta.

- a) Os catalisadores, dentre eles as enzimas, alteram a energia livre de Gibbs ( $\Delta G$ ).
- b) As enzimas, como outros catalisadores, atuam em reações espontâneas e não espontâneas.
- c) As enzimas são consumidas ao final da reação.
- d) Como todos os catalisadores, as enzimas atuam reduzindo a barreira de energia de ativação necessária para atingir o estado de transição.

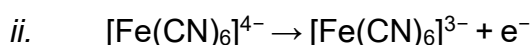
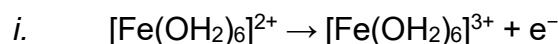
32) (1,2) Qual das interações a seguir é mais importante para a estabilização da estrutura terciária de uma proteína?

- a) Ligações peptídicas.
- b) Ligações de hidrogênio entre o grupo amino e carboxila adjacentes.
- c) Ligações hidrogênio entre cadeias laterais e interações hidrofóbicas.
- d) Ligações glicosídicas entre aminoácidos.

33) (1,5) O quadro a seguir contém valores de desdobramento do campo cristalino octaédrico,  $\Delta_{\text{oct}}$ , e de energia de emparelhamento,  $P$ , para algumas entidades de coordenação de ferro:

Entidade de coordenação	$\Delta_{\text{oct}}$ ( $\text{cm}^{-1}$ )	$P$ ( $\text{cm}^{-1}$ )
$[\text{Fe}(\text{OH}_2)_6]^{2+}$	10400	17600
$[\text{Fe}(\text{OH}_2)_6]^{3+}$	16500	30000
$[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$	33000	17600
$[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$	35000	30000

As variações de energia de estabilização do campo cristalino, em  $\text{cm}^{-1}$ , devido às oxidações representadas pelas semiequações *i* e *ii* são, respectivamente:



Dados:

Série espectroquímica:  $\text{I}^- < \text{Br}^- < \text{S}^{2-} < \kappa\text{S-SCN}^- < \text{Cl}^- < \kappa\text{O-NO}_2^- < \text{N}_3^- < \text{F}^- < \text{OH}^- < \text{C}_2\text{O}_4^{2-} (\text{ox}) < \text{O}^{2-} < \text{H}_2\text{O} < \kappa\text{N-NCS}^- < \text{acetoneitrila} < \text{EDTA}^{4-} < \text{NH}_3 \approx \text{piridina} (\text{py}) < \text{etano-1,2-diamina} (\text{en}) < 2,2'\text{-bipiridina} (\text{bpy}) < 1,10\text{-fenantrolina} (\text{phen}) < \kappa\text{N-NO}_2^- < \text{PPh}_3 < \text{CN}^- < \text{CO}.$

- a) +4160 e +34000.
- b) -4160 e -34000.
- c) +4160 e -34000.
- d) -4160 e +34000.

34) (1,5) Um estudante desenhou em seu caderno as estruturas químicas das entidades de coordenação i, ii, iii, iv, v e vi e, sobre elas, fez as afirmações I a VI. Seu colega, ao ler as afirmações, resolveu julgá-las como verdadeiras (V) ou falsas (F), marcando sua resposta entre os parênteses à frente de cada uma delas.

- i.  $[\text{Ru}(\text{bpy})_3]^{2+}$
- ii.  $[\text{Co}(\text{C}_2\text{O}_4)(\text{H}_2\text{O})_4]$
- iii.  $[\text{V}(\text{CO})_6]^-$
- iv. *cis*- $[\text{CoF}_2(\text{en})_2]$
- v.  $[\text{NiCl}_4]^{2-}$
- vi.  $[\text{PdCl}_4]^{2-}$

- I. Os complexos i e iv são paramagnéticos. ( )
- II. Os estados de oxidação dos centros metálicos das entidades de coordenação ii e iii são +2 e -1, respectivamente. ( )
- III. A geometria dos complexos v e vi é quadrática plana. ( )
- IV. Os complexos v e vi são diamagnéticos. ( )
- V. Dentre os complexos apresentados, somente i apresenta isomeria óptica. ( )
- VI. O complexo que apresenta o maior valor de energia de estabilização do campo cristalino é o ii. ( )

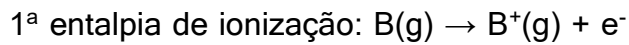
Assinale a afirmativa que contém a **sequência de preenchimento correta**:

Dados:

Série espectroquímica:  $\text{I}^- < \text{Br}^- < \text{S}^{2-} < \kappa\text{S-SCN}^- < \text{Cl}^- < \kappa\text{O-NO}_2^- < \text{N}_3^- < \text{F}^- < \text{OH}^- < \text{C}_2\text{O}_4^{2-} (\text{ox}) < \text{O}^{2-} < \text{H}_2\text{O} < \kappa\text{N-NCS}^- < \text{acetoneitrila} < \text{EDTA}^{4-} < \text{NH}_3 \approx \text{piridina (py)} < \text{etano-1,2-diamina (en)} < \text{2,2'-bipiridina (bpy)} < \text{1,10-fenantrolina (phen)} < \kappa\text{N-NO}_2^- < \text{PPh}_3 < \text{CN}^- < \text{CO}.$

- a) I. (V); II. (F); III. (V); IV. (F); V. (V); VI. (V).
- b) I. (F); II. (F); III. (V); IV. (V); V. (V); VI. (V).
- c) I. (F); II. (V); III. (F); IV. (F); V. (F); VI. (F).
- d) I. (V); II. (V); III. (F); IV. (V); V. (F); VI. (F).

35) (1,5) A configuração eletrônica do boro é  $1s^2 2s^2 2p^1$ . Analise as equações abaixo e verifique se as afirmações (1, 3, 5, 7 e 11) são verdadeiras ou falsas.

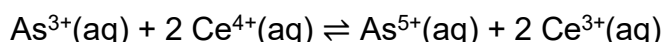


1. O raio iônico aumenta à medida que o boro perde elétrons.
3. Os elétrons do boro que estão no nível  $n = 1$  sofrem menor efeito de blindagem e, portanto, apresentam menor entalpia de ionização.
5. O maior valor de energia é esperado para a 5ª entalpia de ionização do boro.
7. A configuração eletrônica do  $B^{3+}$  é  $1s^2$ .
11. Os elétrons do boro que estão no subnível  $l = 1$  sentem menor carga nuclear e, portanto, apresentam menor entalpia de ionização.

A soma das afirmações **verdadeiras** é:

- a) 16.
- b) 19.
- c) 21.
- d) 23.

- 36) (1,5) O íon iodeto ( $I^-$ ) pode ser quantificado segundo um método baseado na sua ação catalítica na reação representada abaixo:



Em um experimento, foram preparados padrões misturando quantidades conhecidas de KI com quantidades fixas de  $As^{3+}$  e  $Ce^{4+}$ , e medindo o tempo necessário para a completa redução do  $Ce^{4+}$ . Os resultados são apresentados na tabela a seguir:

Massa de $I^-$ ( $\mu g$ )	$1/\Delta t$ ( $min^{-1}$ )
5,0	1,108
2,5	0,554
1,0	0,221

Se o valor de  $\Delta t$  para uma determinada amostra desconhecida foi de 3,2 min, qual é a massa de íons iodeto ( $I^-$ ) presente?

- a) 0,54  $\mu g$
- b) 1,09  $\mu g$
- c) 1,41  $\mu g$
- d) 2,05  $\mu g$

- 
- 37) (1,5) O ácido oxálico ( $H_2C_2O_4$ ) pode ser usado como um reagente de lixiviação/limpeza para remover o ferro de minerais, como o caulim (argila branca). Foi observado que o pH do meio tem um efeito significativo na dissolução do ferro pela ação do íon hidrogenoxalato. O efeito máximo de remoção do ferro no meio ocorre quando 90% do reagente está na forma anfiprótica ( $HC_2O_4^-$ ). Desta forma, qual o pH que asseguraria melhor condição para a dissolução do ferro?

Dados:  $K_{a1} = 5,6 \times 10^{-2}$ ;  $K_{a2} = 5,42 \times 10^{-5}$ .

- a) 1,25
  - b) 2,24
  - c) 4,27
  - d) 5,45
-

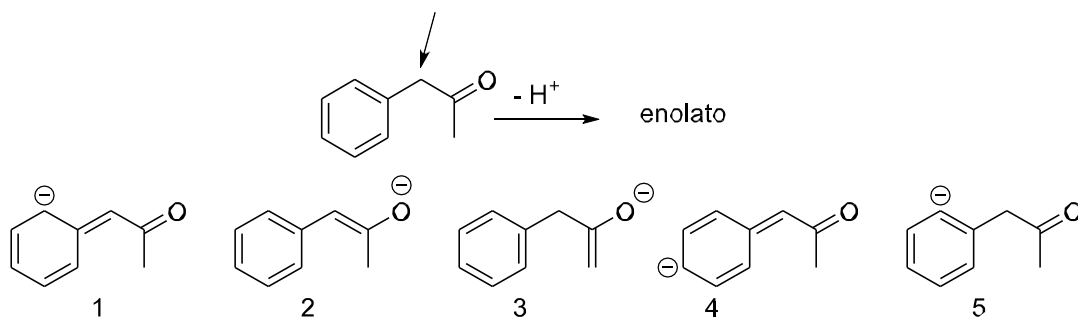
- 38) (1,5) Uma solução tampão é preparada adicionando-se 0,739 g de  $\text{CH}_3\text{COONa(s)}$  a 50,0 mL de solução de  $\text{CH}_3\text{COOH}$  cuja ionização é de 1,00% a 25 °C. O volume final é ajustado para 100,0 mL. Dados:  $K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,8 \times 10^{-5}$  ( $\text{p}K_a = 4,74$ );  $M(\text{CH}_3\text{COONa}) = 82,03 \text{ g mol}^{-1}$ . Considere a dissociação completa do sal.

Para o cálculo do pH do tampão, use:  $\text{pH} = \text{p}K_a + \log(C_s/C_a)$ .

Qual o pH dessa solução tampão? Se a força iônica for ajustada para  $0,1 \text{ mol L}^{-1}$  com  $\text{KNO}_3$ , o pH irá aumentar, diminuir ou permanecer o mesmo? Assinale a alternativa correta quanto ao pH do tampão e ao efeito da força iônica.

- a)  $\text{pH} \approx 4,74$  e o aumento da força iônica eleva levemente o pH, pois a blindagem eletrostática reduz a atração entre o ânion e o cátion, aumentando a fração de íons  $\text{H}_3\text{O}^+$  livres no meio.
- b)  $\text{pH} \approx 4,88$  e o aumento da força iônica aumenta o pH, pela alteração da distribuição de cargas na atmosfera iônica.
- c)  $\text{pH} \approx 4,74$  e a força iônica não altera o pH, pois tampões são insensíveis à atividade.
- d)  $\text{pH} \approx 4,60$  e o aumento da força iônica aumenta o pH, pois reduz a atividade do ácido molecular.

- 39) (1,5) A desprotonação do átomo de carbono indicado pela seta na cetona abaixo gera um enolato, que pode ser representado por uma série de formas canônicas (1 a 5).

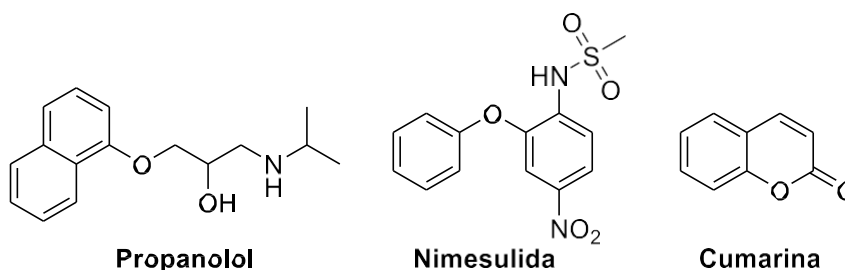


Dentre as representações 1 a 5, quais são as formas canônicas corretas desse enolato?

- a) Apenas as estruturas 2 e 3.
- b) Apenas as estruturas 2 e 5.
- c) Apenas as estruturas 1, 2, 3 e 5.
- d) Apenas as estruturas 1, 2 e 4.

40) (1,5) O conteúdo de três comprimidos triturados, contendo três diferentes princípios ativos, representados nas estruturas a seguir, foi dissolvido em éter.

Dados (25 °C): nimesulida ( $pK_a \approx 6,5$ ); propranolol ( $pK_{aH} \approx 9,5$ ).



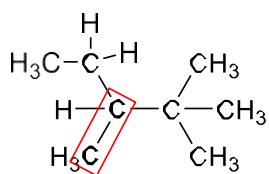
Sobre a separação dessas três substâncias, as seguintes afirmações são feitas.

- I - Ao se extrair com solução aquosa diluída de HCl, a nimesulida vai para a fase aquosa, enquanto o propranolol permanece na fase orgânica.
- II - Ao se extrair com solução aquosa diluída de HCl, o propranolol vai para a fase aquosa, enquanto a cumarina permanece na fase orgânica.
- III - Ao se extrair com solução aquosa diluída de NaOH, a nimesulida vai para a fase aquosa, enquanto a cumarina permanece na fase orgânica.
- IV - Ao se extrair com solução aquosa diluída de NaOH, o propranolol vai para a fase aquosa, enquanto a nimesulida permanece na fase orgânica.

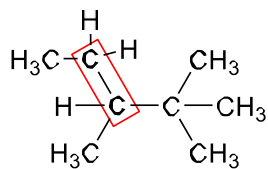
Quais das afirmações são verdadeiras?

- a) I e II
- b) I e III
- c) II e III
- d) II e IV

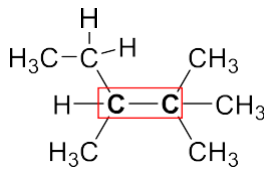
41) (1,5) Em hidrocarbonetos, a força das ligações C-H e C-C pode ser prevista a partir da análise das espécies radiculares provenientes de suas clivagens homolíticas. Considerando a molécula do 2,2,3-trimetilpentano, assinale a alternativa que destaca a ligação C-C mais fraca.



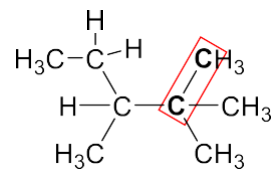
(A)



(B)



(C)



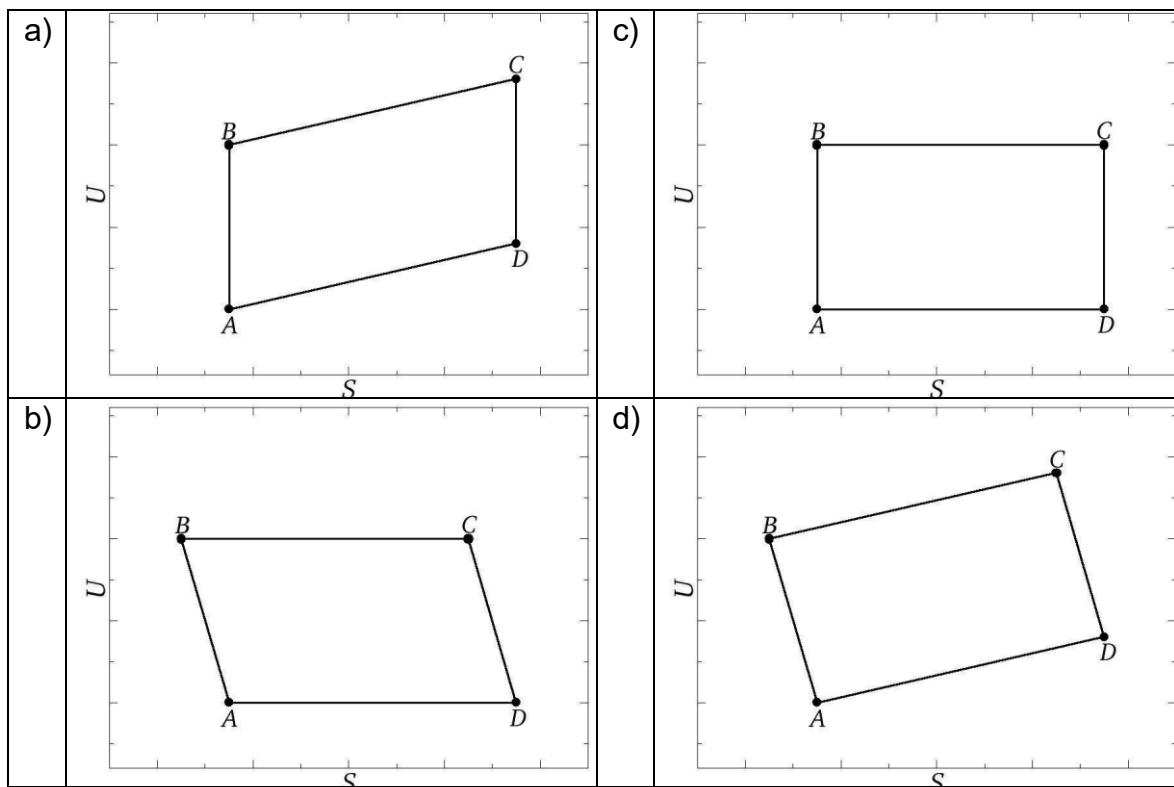
(D)

- a) A
- b) B
- c) C
- d) D

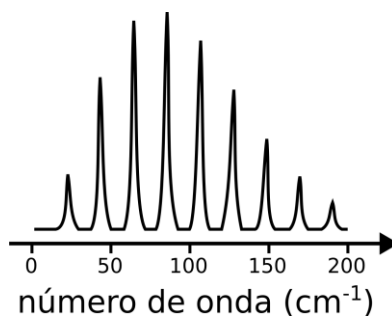
42) (1,5) O ciclo de Otto é um ciclo termodinâmico ideal reversível, que representa o funcionamento de motores a combustão interna por faísca. Ele consiste em quatro processos:

1. Compressão adiabática:  $A \rightarrow B$ ,
2. Aquecimento isócoro (a volume constante):  $B \rightarrow C$ ,
3. Expansão adiabática:  $C \rightarrow D$ ,
4. Resfriamento isócoro:  $D \rightarrow A$ .

Escolha a alternativa abaixo que representa o diagrama esquemático da energia interna  $U$  em função da entropia  $S$  para o ciclo de Otto.

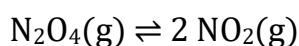


- 43) (1,5) O rotor rígido quântico é um modelo utilizado para descrever o movimento rotacional de moléculas no espaço. Transições só podem ocorrer entre níveis de energia rotacionais consecutivos. Abaixo, encontra-se um espectro de absorção de radiação infravermelha do HCl(g), no qual as linhas estão associadas às transições entre níveis de energia rotacionais.



Observando o espectro acima, é correto afirmar que:

- a) os níveis de energia rotacionais têm todos a mesma energia.
  - b) a diferença de energia entre os níveis rotacionais aumenta à medida que a energia rotacional aumenta.
  - c) a diferença de energia entre os níveis de energia rotacionais é constante.
  - d) a diferença de energia entre os níveis rotacionais diminui à medida que a energia rotacional aumenta.
- 
- 44) (1,5) Considere a seguinte reação química representada a seguir:



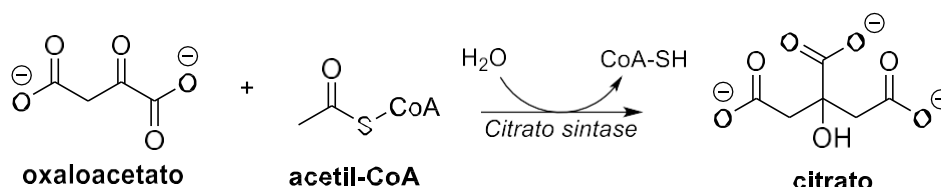
A 298 K, os valores padrão para dissociação de 1 mol de  $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$  são:

$$\Delta H^\circ = 58,0 \text{ kJ mol}^{-1} \text{ e } \Delta S^\circ = 175 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

Com base nesses dados e sabendo que  $R = 8,3145 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ , assinale a alternativa que fornece a energia livre padrão (em  $\text{kJ mol}^{-1}$ ) e a constante de equilíbrio da reação, a 298 K:

- a)  $\Delta G^\circ = +5,85$ ;  $K_p = 0,094$ .
- b)  $\Delta G^\circ = -5,85$ ;  $K_p = 11$ .
- c)  $\Delta G^\circ = -52$ ;  $K_p = 8 \times 10^{-10}$ .
- d)  $\Delta G^\circ = +52$ ;  $K_p = 1,3 \times 10^9$ .

45) (1,5) A enzima citrato sintase catalisa a 1ª etapa do Ciclo do Ácido Cítrico, também conhecido como Ciclo de Krebs, em que ocorre a reação entre o oxaloacetato e a acetil-coenzima A, formando como produtos o citrato e a coenzima A, como mostrado na figura a seguir. Para promover a reação, a enzima utiliza catálise ácido-básica geral, em que em seu sítio ativo dois resíduos de histidina atuam como ácido de Brønsted e um resíduo de aspartato atua como base de Brønsted.



Sobre o mecanismo da reação é correto afirmar que:

- o oxaloacetato atua como espécie nucleofílica, em que o oxigênio de um dos seus grupos carboxilatos promove uma substituição nucleofílica acílica na carbonila da acetil-coenzima A.
- ocorre a formação de um intermediário na forma enólica da coenzima A, que promove um ataque nucleofílico na carbonila do oxaloacetato.
- ocorre a formação de um intermediário na forma enólica do oxaloacetato, que promove um ataque nucleofílico na carbonila da acetil-coenzima A.
- o oxaloacetato atua como espécie nucleofílica, em que o oxigênio de um dos seus grupos carboxilatos promove uma adição nucleofílica na carbonila da acetil-coenzima A.