

Prova de Seleção da Pós-Graduação em Química/UFPB – 2021.2 Para a Modalidade de Avaliação Remota

Instruções para a realização da prova:

1. **Início: Dia 15/09/21, às 08h00.**
2. A prova escrita tem tempo total de **2 (duas) horas**, correspondendo ao tempo para resolução das questões e envio das respostas. Dentro deste tempo, caso ocorra algum problema de conexão, você pode retornar para a realização da prova, havendo um total de 3 tentativas. **Ressaltamos que a conexão de internet é de responsabilidade única e exclusiva do candidato.**
3. As questões objetivas deverão ser respondidas escolhendo uma única alternativa correta.
4. As questões numéricas deverão ser respondidas com o número de algarismos significativos ou de casas decimais indicado no enunciado.
5. Ao terminar de responder cada questão, clique no botão "Próxima página" para seguir para a questão seguinte.
6. Ao finalizar a prova, clique em "Finalizar tentativa".
7. Para concluir e enviar as respostas para a Comissão de Avaliação, clique em "Enviar tudo e terminar".

PARTE 1: Estequiometria e Reações Químicas

01. Cálculo Estequiométrico [Questão Múltipla Escolha]

Quando o sulfeto de hidrogênio é borbulhado em uma solução de hidróxido de sódio, a reação produz sulfeto de sódio e água. Quantos quilogramas de sulfeto de sódio são produzidos se 20 m³ de sulfeto de hidrogênio são borbulhados em 1000 L de uma solução 2 mol/L de hidróxido de sódio, considerando-se um rendimento da produção de sulfeto de sódio de 93 %? Considere a densidade do sulfeto de hidrogênio igual a 1,36 kg/m³.

Dados:

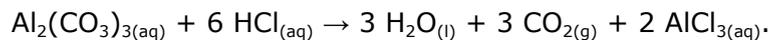
Sulfeto de hidrogênio	34,0809 g/mol
Hidróxido de sódio	39,9971 g/mol
Sulfeto de sódio	78,0445 g/mol
Água	18,0153 g/mol

Escolha uma:

- a. 58,0 kg.**
- b. 62,4 kg.
- c. 80,0 kg.
- d. 27,2 kg.
- e. 40,9 kg.

02. Cálculo Estequiométrico [Questão Múltipla Escolha]

Uma amostra impura de $\text{Al}_2(\text{CO}_3)_3$ com massa de 0,8102 g foi decomposta com HCl segundo a reação abaixo:



Considerando que 0,0515 g de CO_2 foram produzidos, qual a porcentagem de Al na amostra?

Escolha uma:

- a. 2,60 %.**
- b. 7,80 %.
- c. 1,30 %.
- d. 3,90 %.
- e. 5,20 %.

PARTE 2: Equilíbrio Químico

03. Equilíbrio Químico [Questão Numérica]

Qual o pH da água pura a 15 °C? Dado $K_w (15^\circ\text{C}) = 4,8 \times 10^{-15}$. Expresse o resultado com três algarismos significativos e utilize vírgula como separador decimal.

Resposta:

$$\therefore \text{pH} = -\log[\text{H}^+] = 7,16$$

04. Equilíbrio Químico [Questão Numérica]

O produto de solubilidade para o Hg_2I_2 é $4,6 \times 10^{-29}$. Calcule E° de: $\text{Hg}_2\text{I}_{2(s)} + 2e^- \rightarrow 2\text{Hg}_{(l)} + 2\text{I}^-$.
Dados: $\text{Hg}_2^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow \text{Hg}_{(l)}$, $E^\circ = +0,796 \text{ V}$; $RT/F = 0,0257 \text{ V}$. Expresse o resultado com três algarismos significativos e utilize vírgula como separador decimal.

Resposta:

$$E^\circ(\text{Hg}_2\text{I}_2/\text{Hg}_{(l)}) = -0,042 \text{ V.}$$

05. Equilíbrio Químico [Questão Múltipla Escolha]

Qual a solubilidade do PbCl_2 na água do mar? Considere que a concentração de Cl^- na água do mar é de 19,4 g/L. Dados: $K_{ps}(\text{PbCl}_2) = 1,7 \times 10^{-5}$; $M_{\text{Cl}} = 35,453$ g/mol.

Escolha uma:

a. $5,7 \times 10^{-5}$ mol/L.

b. $4,5 \times 10^{-8}$ mol/L.

c. $1,6 \times 10^{-2}$ mol/L.

d. $4,1 \times 10^{-3}$ mol/L.

e. $2,6 \times 10^{-2}$ mol/L.

PARTE 3: Estrutura Atômica

06. Estrutura Atômica [Questão Múltipla Escolha]

Considerando que o momento magnético efetivo dos íons metálicos pode ser estimado a partir da equação abaixo:

$$\mu_{\text{eff}} \approx \sqrt{N_u(N_u + 2)}\mu_B,$$

onde:

- $N_u \equiv$ Número de elétrons desemparelhados
- $\mu_{\text{eff}} \equiv$ Momento magnético efetivo
- $\mu_B \equiv$ Momento magnético de Bohr
(constante correspondente ao momento magnético do elétron),

escolha a opção cujos íons metálicos apresentam ordem crescente de momento magnético efetivo. (Números atômicos: Fe = 26, Co = 27, Ni = 28, Cu = 29)

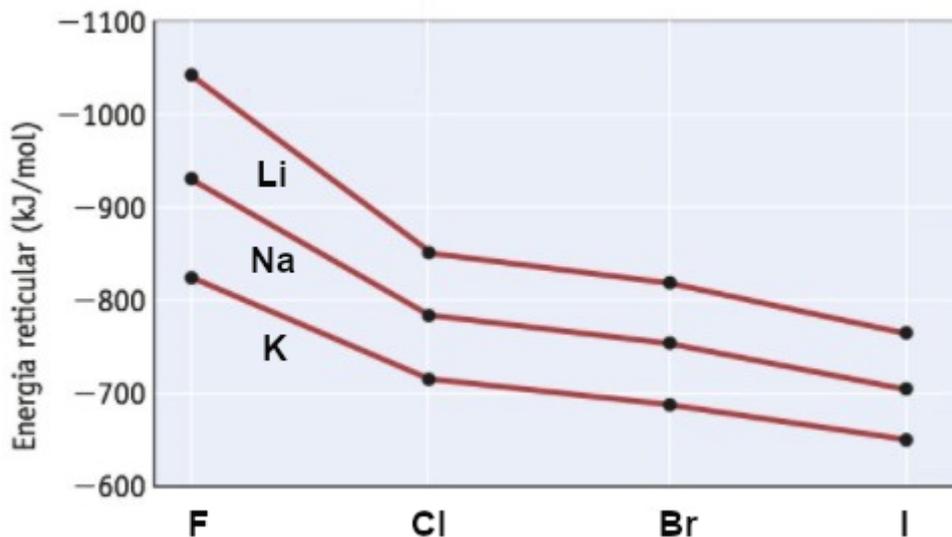
Escolha uma:

- a. **Cu(I), Ni(II), Fe(III).**
- b. Fe(II), Co(II), Ni (II).
- c. Ni(II), Cu(II), Fe(II).
- d. Co(II), Cu(I), Ni(II).
- e. Ni(II), Co(II), Cu(II).

PARTE 4: Ligação Química

07. Ligação Iônica [Questão Múltipla Escolha]

O gráfico abaixo mostra a variação da energia reticular para uma série de haletos alcalinos:



Considere as afirmações a seguir:

- I. Um retículo cristalino formado por íons menores geralmente conduz a um valor mais negativo de entalpia reticular.
- II. É possível ver a clara dependência da energia reticular com a carga dos íons.
- III. Nos iodetos, as atrações deste ânion pelos cátions são maiores do que para os demais halogêneos.

Escolha uma:

- a. Somente a afirmação I é correta.**
- b. Somente as afirmações II e III estão corretas.
- c. As afirmações I e III são falsas.
- d. Todas as afirmações estão corretas.
- e. Nenhuma das afirmações é correta.

08. Ligação Covalente e Geometria Molecular

Escolha a opção que apresenta as opções corretas para os valores aproximados dos ângulos de ligação indicados:

- I. N-N-O no N_2O
- II. F-Cl-F no ClF_5
- III. Cl-C-Cl no Cl_2CO
- IV. H-C-H na acetona (C₂H₃N).

Escolha uma:

a. 180°, 90°, 120°, 109°.

b. 90°, 180°, 120°, 109°.

c. 180°, 120°, 90°, 109°.

d. 109°, 120°, 180°, 90°.

e. 109°, 90°, 120°, 180°.

09. Ligação de Valência e Orbital Molecular

O carbeto de cálcio (CaC_2) contém o íon acetileno (C_2^{2-}). Considerando apenas os elétrons de valência, desenhe o diagrama de níveis de energia dos orbitais moleculares para esse íon e escolha a opção que contém as respostas corretas às questões a seguir:

1. Quantas ligações σ e π (ligantes ou antiligantes) o íon possui?
2. Qual é a ordem da ligação carbono-carbono?
3. Como a ordem de ligação foi alterada ao se adicionar elétrons ao C_2 para formar o C_2^{2-} ?
4. O íon C_2^{2-} é paramagnético?

Escolha uma:

- a. 3 σ e 2 π , ordem de ligação 3, houve o aumento de uma unidade na ordem de ligação e o íon não é paramagnético.**
- b. 2 σ e 1 π , ordem de ligação 3, houve a diminuição de uma unidade na ordem de ligação e o íon não é paramagnético.
- c. 3 σ e 2 π , ordem de ligação 2, houve o aumento de uma unidade na ordem de ligação e o íon é paramagnético.
- d. 2 σ e 1 π , ordem de ligação 2, houve o aumento de uma unidade na ordem de ligação e o íon é paramagnético.
- e. 1 σ e 2 π , ordem de ligação 2, houve a diminuição de uma unidade na ordem de ligação e o íon não é paramagnético.

10. Forças Intermoleculares

O etilenoglicol ($\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$) é um dos principais produtos usados como agente anticongelante. Comparado ao etanol ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$) pode-se afirmar que:

- I. Pode-se substituir facilmente o etilenoglicol pelo etanol, já que ambos são álcoois.
- II. O etanol apresenta menor ponto de ebulição, exclusivamente por ter menor massa molar.
- III. A viscosidade do etilenoglicol é maior que a do etanol, em função da maior capacidade de ligações de hidrogênio.

Escolha uma:

a. Somente a afirmativa III é verdadeira.

b. As três afirmativas são falsas.

c. As três afirmativas são verdadeiras.

d. As afirmativas I e III são falsas.

e. Somente a afirmativa I é falsa.

PARTE 5: Leis da Termodinâmica

11. Termodinâmica: 1ª Lei da Termodinâmica [Questão Múltipla Escolha]

Sob condição de volume constante o calor de combustão da glicose ($C_6H_{12}O_6$, $M = 180,156 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$) é $-15,570 \text{ kJ}\cdot\text{g}^{-1}$. Uma amostra de $2,50 \text{ g}$ de glicose é queimada em uma bomba calorimétrica, elevando-se a temperatura em $2,70 \text{ }^\circ\text{C}$. Qual a massa de glicose necessária para provocar uma variação de $3,30 \text{ }^\circ\text{C}$ nesse calorímetro?

Escolha uma:

- a. 3,06 g.**
- b. 2,94 g.
- c. 4,12 g.
- d. 3,25 g.
- e. 3,42 g.

12. Termodinâmica: 2ª Lei da Termodinâmica [Questão Múltipla Escolha]

Para a reação (hipotética): $A_2(g) + 3 B_2(g) \rightarrow 2 AB_3(g)$, para a qual as seguintes quantidades termodinâmicas são conhecidas, a 25 °C:

$$\Delta H_{r,m}^0 = -64,11 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1},$$

$$\Delta S_{r,m}^0 = -13,51 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\text{mol}^{-1}.$$

A partir destes dados, considere as seguintes afirmações:

Escolha uma:

- a) **A energia livre de Gibbs da reação é negativa e, portanto, o processo é espontâneo.**
- b) A energia livre de Gibbs da reação é positiva e, portanto, o processo não é espontâneo.
- c) Como a variação de entropia desta reação é negativa, o processo não é espontâneo, de acordo com a 2ª Lei da Termodinâmica.
- d) Não é possível fazer afirmações sobre a espontaneidade desta reação pois só dispomos de informações sobre o sistema.
- e) Como a entalpia é negativa, a reação é exotérmica, de modo que o processo é espontâneo.

13. Termodinâmica: Combinação da 1ª e 2ª Lei [Questão Numérica]

O ácido acético pode ser fabricado ao se combinar metanol com monóxido de carbono em uma reação de carboxilação: $\text{CH}_3\text{OH}(\ell) + \text{CO}(\text{g}) \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH}(\ell)$. Determine o expoente da ordem de grandeza (um número inteiro) da constante de equilíbrio para a reação a 25 °C.

Dados: $R = 8,314 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\text{mol}^{-1}$.

	$\Delta H_f^0 / \text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$	$S_m^0 / \text{J}\cdot\text{K}^{-1}\text{mol}^{-1}$
CH_3OH	-238,6	126,8
CO	-110,5	197,9
CH_3COOH	-487,0	159,8

Resposta: 15.

PARTE 6: Cinética Química

14. Cinética Química: Leis de Velocidade [Questão Múltipla Escolha]

Determine qual das afirmações a seguir está totalmente correta:

Escolha uma:

- a. **Um catalisador diminui a energia de ativação de uma reação, sem alterar a condição de equilíbrio da reação.**
- b. A constante de equilíbrio, uma grandeza termodinâmica, está relacionada às constantes de velocidade das reações direta e inversa. Por esta razão uma reação espontânea tende a ocorrer rapidamente.
- c. Se em uma certa temperatura T duas reações de primeira ordem possuem constantes de velocidade que satisfazem a relação $k_1 > k_2$, pode-se afirmar que a constante de velocidade da reação 1 será sempre maior que a velocidade da reação 2, em qualquer temperatura.
- d. Todas as reações químicas possuem ordens de reação (parciais e total) bem definidas.
- e. **O tempo de meia-vida de um reagente corresponde ao tempo necessário para que a sua concentração diminua à metade do seu valor inicial. No caso de reações de primeira ordem este tempo é uma constante característica da reação, independente da concentração inicial.**

15. Cinética Química : Determinação da Lei de Velocidade [Questão Múltipla Escolha]

Determinou-se que a oxidação do Fe^{2+} a Fe^{3+} pelo O_2 dissolvido na solução segue a lei de velocidade:

$$v = k[\text{Fe}^{2+}]^2P(\text{O}_2), k = 3,7 \times 10^{-3} \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \text{ atm}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ (35 } ^\circ\text{C, em HClO}_4 \text{ 0,5 M)}.$$

Determine o tempo de meia-vida (em dias) de uma solução 0,1 M de Fe^{2+} exposta ao ar, sob pressão parcial de O_2 constante e igual a 0,2 atm.

Escolha uma:

a. 560 dias.

b. 230 dias.

c. 325 dias.

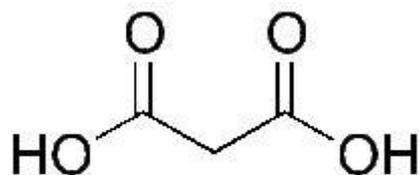
d. 480 dias.

e. 630 dias.

PARTE 7: Química Orgânica

16. Química Orgânica [Questão Múltipla Escolha]

O ácido malônico tem dois prótons ácidos. O pK_a do primeiro próton (pK_1) é medido experimentalmente como 2,8, enquanto o pK_a do segundo próton (pK_2) é medido experimentalmente como 5,7.



Ácido Malônico

- I. O pH específico em que a concentração do monoânion se iguala a do diânion é 5,7.
- II. No pH fisiológico de 7,3 a forma predominante deste composto será a de seu diânion.
- III. Em uma solução aquosa de pH 2,0 a forma predominante deste composto terá uma carga residual positiva.
- IV. Em uma solução aquosa de pH 4,0 a forma predominante deste composto será a de seu monoânion.
- V. O pH específico em que a concentração do monoânion se iguala a do diânion é 2,8.

Escolha uma:

- a. **As afirmações I, II e IV são verdadeiras.**
- b. As afirmações I, III e IV são verdadeiras.
- c. Apenas a afirmação II é verdadeira.
- d. As afirmações II e V são verdadeiras.
- e. As afirmações II, III e V são verdadeiras.

17. Química Orgânica [Questão Múltipla Escolha]

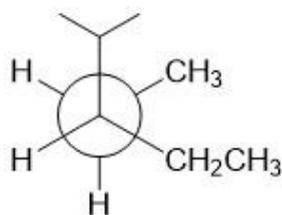
(2S,3S)-2-Bromo-3-fenilbutano sobre uma eliminação E2 quando tratado com uma base forte produzindo:

Escolha uma:

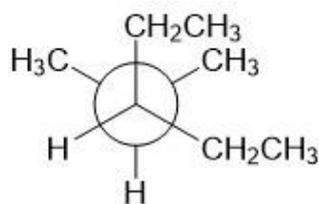
- a. **(E)-2-fenil-2-buteno**
- b. (Z)-2-fenil-2-buteno
- c. 2-metil-2-fenilbuteno
- d. 2-fenilbutano
- e. 2-fenilbutanol

18. Química Orgânica [Questão Múltipla Escolha]

Observe as estruturas dos compostos representados abaixo e depois assinale a alternativa verdadeira.



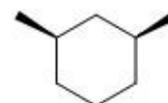
1



2



3



4

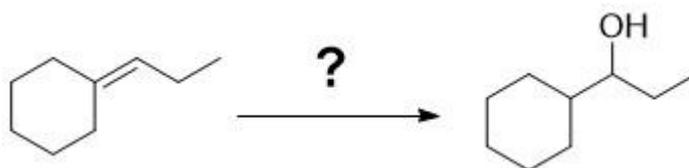
- I. As estruturas 1 e 2 são de compostos idênticos.
- II. Os compostos 1 e 2 são estereoisômeros.
- III. As estruturas de 3 e 4 são conformações diferentes do mesmo composto.
- IV. Os compostos 3 e 4 são isômeros constitucionais.
- V. Para o composto 4 podemos desenhar uma forma cadeira com uma metila em posição equatorial e a outra em posição axial.

Escolha uma:

- a. **As afirmações I e IV estão corretas**
- b. As afirmações I e V estão corretas
- c. As afirmações II e IV estão corretas
- d. As afirmações II e III estão corretas
- e. As afirmações II, IV e V estão corretas

19. Química Orgânica [Questão Múltipla Escolha]

Qual reagente necessário para completar a reação mostrada abaixo:

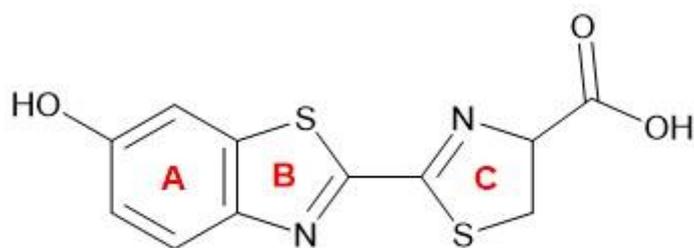


Escolha uma:

- a. **BH₃ seguido do tratamento com H₂O₂ e NaOH**
- b. MCPBA seguido do tratamento com ácido
- c. Hg(OAc)₂, H₂O seguido do tratamento com NaBH₄
- d. H₂SO₄ aquoso gerando H₃O⁺ *in situ*
- e. Nenhuma das formas anteriores é capaz de produzir este álcool

20. Química Orgânica [Questão Múltipla Escolha]

A luciferina é o composto que permite que os vaga-lumes brilhem. A estrutura da luciferina é mostrada abaixo com destaque para os anéis identificados pelas letras A, B e C. Observe esta estrutura e assinale a única alternativa correta.



luciferina do vagalume

Escolha uma:

- Os anéis A e B são aromáticos. No anel B um dos dois pares de elétrons não ligantes do enxofre participa da conjugação do sistema π .**
- Os anéis A e B são aromáticos. No anel B o único par de elétrons não ligantes do nitrogênio participa da conjugação π .
- Os anéis A, B e C são aromáticos. No anel C o enxofre usa seus elétrons não ligantes extras para suprir os 6 elétrons π necessários para obedecer a regra de Huckel.
- A luciferina é um policíclico aromático planar com 14 elétrons π .
- A luciferina é um composto não aromático, pois embora obedeça a regra de Huckel, ela não é totalmente planar.