

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA

**PROCESSO SELETIVO PARA INGRESSO NO
2º SEMESTRE DE 2019**

Nº DE INSCRIÇÃO DO CANDIDATO:

**PROVA ESCRITA DE
"CONHECIMENTOS GERAIS EM QUÍMICA"**

CADERNO DE PROVA

INFORMAÇÕES AO CANDIDATO:

- A prova será identificada apenas pelo número de inscrição. O candidato deverá, obrigatoriamente, anotar este número em todas as páginas do Caderno de Respostas (no local indicado). O candidato que assinar a prova ou identificar-se de qualquer outro modo será DESCLASSIFICADO.
- A prova deve ser respondida com caneta azul ou preta. Se for respondida com lápis, a correção será realizada; entretanto, o Candidato perderá o direito à interposição de recurso.
- Não será permitida consulta bibliográfica. A Tabela Periódica é fornecida neste Caderno de Prova.
- Será permitido o uso de calculadora. Entretanto, não será aceito o uso de quaisquer outros aparelhos eletrônicos, mesmo que apresentem também a "função de calculadora".
- A prova consiste de 8 questões dissertativas e têm duração 04 (quatro) horas.
- Use somente o Caderno de Respostas para apresentar suas resoluções e justificativas (não apresente somente respostas finais).
- Se tiver necessidade, solicite folhas adicionais ao supervisor da prova.
- Não há intervalos ou pausas durante a prova. Você deverá ter a permissão do supervisor para se retirar do local da prova.
- Não será permitida a entrada de candidatos após 20 (vinte) minutos do início da prova, nem a saída de candidatos antes de 30 (trinta) minutos do início da prova.
- No encerramento da prova, ou do tempo para a realização da mesma, o candidato deverá entregar, ao supervisor da prova, o Caderno de Respostas e o Caderno de Prova.

$(\text{ }) = n$ de massa do
isótopo mais estável

ANALÍTICA

02 Questões (total 25 pontos)

Questão 01 [10,0 pontos]: A chuva não impactada pela poluição contém principalmente ácidos fracos. O mais importante deles é o ácido carbônico (H_2CO_3), formado pela dissolução do dióxido de carbono (CO_2) atmosférico na água. Os principais poluentes da chuva ácida são os ácidos fortes, tais como, o H_2SO_4 e o HNO_3 , que têm origem principalmente na queima de combustíveis fósseis. Considerando os aspectos discutidos acima um grupo de cientistas que investiga os efeitos da chuva ácida mediram o pH de uma amostra de água de um lago e encontraram $\text{pH} = 1,84$. Calcule as concentrações molares dos sulfatos presentes na água do lago.

Dados: $K_{a2}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1,2 \times 10^{-2}$.

Questão 02: Levando em consideração os valores de pK_a do ácido fosfórico responda:

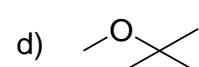
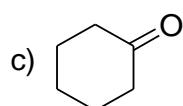
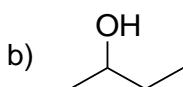
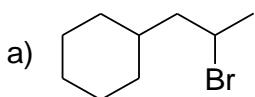
- a) [5,0 pontos] Qual é a forma da espécie dominante em um lago com $\text{pH} = 5,0$? Explique sua resposta.
- b) [5,0 pontos] Qual é a forma da espécie dominante em água do mar com $\text{pH} = 8,0$? Explique sua resposta.
- c) [5,0 pontos] Nos ácidos polipróticos os prótons são dissociados sucessivamente de forma que a constante de acidez decresce significativamente. Explique esse comportamento.

Dados: $\text{pK}_{a1} = 2,17$; $\text{pK}_{a2} = 7,31$; $\text{pK}_{a3} = 12,36$.

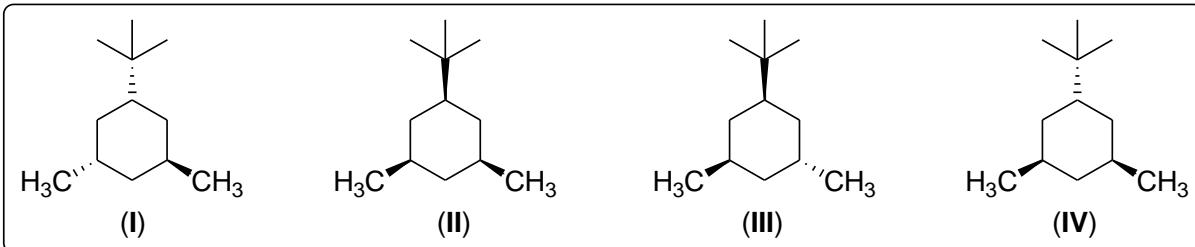
ORGÂNICA

02 Questões (total 25 pontos)

Questão 01 [12,0 pontos]: Usando um alceno como material de partida e utilizando outros reagentes necessários, esboce a síntese de cada um dos seguintes compostos. Mais de uma etapa pode ser necessária.



Questão 02: Na figura a seguir estão representados quatro isômeros da série dos oito estereoisômeros do 1-*tert*-butil-3,5-dimetil-cicloexano.



a) [8,0 pontos] Represente os quatro isômeros na conformação em cadeira.

b) [2,0 pontos] Selecione o confôrmero que julgar como sendo o de menor energia.

c) [3,0 pontos] Justifique sua resposta para a escolha do confôrmero de menor energia.

INORGÂNICA

02 Questões (total 25 pontos)

Questão 01: Os metais alcalinos $\text{Li}_{(s)}$, $\text{Na}_{(s)}$ e $\text{K}_{(s)}$ quando expostos ao ar, reagem com o oxigênio para formar respectivamente óxido, peróxido e superóxido.

- a) [2,0 pontos] Escreva as equações químicas balanceadas de formação dos compostos citados acima.
- b) [5,0 pontos] A entalpia de formação do óxido de lítio pode ser calculada através do ciclo de Born-Haber. Escreva a equação para o cálculo da entalpia de formação especificando todas as energias/entalpias envolvidas no ciclo.
- c) [6,0 pontos] Desenhe os diagramas qualitativos de energia dos orbitais moleculares **apenas para os ânions** presentes no peróxido de sódio e superóxido de potássio (considerando somente os orbitais da camada de valência dos átomos envolvidos), indicando o número de elétrons ligantes, antiligantes e não ligantes nestes íons. Discorra sobre a estabilidade destes ânions com base na ordem de ligação.

Dados: ${}_{\text{3}}\text{Li}$, ${}_{\text{11}}\text{Na}$, ${}_{\text{19}}\text{K}$, ${}_{\text{8}}\text{O}$

Questão 02: Para as seguintes moléculas abaixo: (i) Descreva a hibridação do átomo central (represente a formação dos orbitais atômicos híbridos através de um diagrama de quadrículas, mostrando os estados fundamental, excitado (quando houver) e hibridizado); (ii) Desenhe e nomeie o arranjo dos orbitais atômicos híbridos e a geometria da molécula; (iii) De modo qualitativo, coloque em ordem crescente o ângulo da ligação F-(átomo central) das três moléculas. Justifique sua resposta.

Dados: ${}_{\text{13}}\text{Al}$, ${}_{\text{15}}\text{P}$, ${}_{\text{17}}\text{Cl}$, ${}_{\text{9}}\text{F}$

a) [4,0 pontos] AlF_3 .

b) [4,0 pontos] PF_3 .

c) [4,0 pontos] ClF_3 .

FÍSICO-QUÍMICA

02 Questões (total 25 pontos)

Questão 01: Considere uma reação hipotética $R_{(g)} \rightarrow P_{(g)}$. O processo inicia-se com 1,0 mol de R e 0,0 mol de P, sendo a temperatura constante igual a 100 °C e a pressão p. As variações padrões da energia livre de Gibbs e entropia são -5,0 kJ mol⁻¹ e -5,0 J K⁻¹ mol⁻¹.

- a) [10,0 pontos] Determine a extensão da reação no equilíbrio (ξ_e).
- b) [5,0 pontos] Faça um esboço e discuta o gráfico da variação da energia livre de Gibbs com a extensão da reação.

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

Questão 02: A calorimetria é a técnica físico-química utilizada para medidas de variação de entalpia (quando realizada a pressão constante) ou energia de reações químicas (quando realizada a volume constante). De forma geral, a técnica envolve medidas de variação de temperatura do sistema causada pela reação em um recipiente adiabático (calorímetro). A análise dos dados calorimétricos envolve o conceito básico de entalpia (ou energia) e o fato dessas grandezas termodinâmicas serem funções de estado.

- a) [5,0 pontos] A variação de entalpia padrão para combustão completa do etano, medida num calorímetro, é -1560 kJ mol⁻¹ a 298,15 K. Sabendo que $\Delta H_f^\circ(CO_2, g) = -393,5 \text{ kJ mol}^{-1}$ e $\Delta H_f^\circ(H_2O, l) = -285,8 \text{ kJ mol}^{-1}$ (ΔH_f° é a entalpia de formação padrão do composto a 298,15 K), determine a entalpia padrão de formação do etano gasoso. Detalhe o procedimento, incluindo fórmulas moleculares e equações químicas balanceadas.
- b) [5,0 pontos] Considerando que os gases envolvidos se comportam como gases ideais nas condições do experimento, estime $\Delta U_f^\circ(C_2H_6, g)$.