

Prova de Seleção da Pós-Graduação em Química/UFPB – 2020.2 Para a Modalidade de Avaliação Remota

Instruções para a realização da prova:

1. **Início: 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]

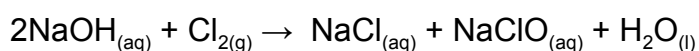
Quando 0,880 g de um hidrocarboneto são queimados em uma quantidade limitada de ar, 0,923 g de CO, 1,451 g de CO₂ e 0,798 g de H₂O são produzidos. Qual a fórmula empírica do composto?

Escolha uma:

- a. C₃H₄ (CORRETA)
- b. C₆H₈
- c. C₂H₃
- d. C₄H₆
- e. CH

02. Cálculo Estequiométrico [Questão Múltipla Escolha]

O hipoclorito de sódio é uma substância muito empregada por sua ação desinfetante e alvejante. Sua produção industrial pode ocorrer mediante o tratamento de uma solução de hidróxido de sódio com cloro gasoso segundo a reação:



Que massa de hipoclorito de sódio é formada se uma tonelada de gás cloro for borbulhada em um tanque contendo 20.000 litros de uma solução de hidróxido de sódio $1,065 \text{ mol L}^{-1}$, considerando que o hipoclorito de sódio é produzido com rendimento de 91%?

Escolha uma:

- a. **0,72 toneladas (CORRETA)**
- b. 0,36 toneladas
- c. 7,21 toneladas
- d. 3,60 toneladas
- e. 7,21 kg

PARTE 2: Equilíbrio Químico

03. Equilíbrio Químico [Questão Numérica]

Que massa de NaH_2PO_4 (em gramas) deve ser adicionada a 500 mL de uma solução $0,01 \text{ mol L}^{-1}$ de ácido fosfórico (H_3PO_4) para produzir uma solução-tampão com pH 2,5? Dados $K_{a1}(\text{H}_3\text{PO}_4) = 7,11 \times 10^{-3}$; $K_{a2}(\text{H}_3\text{PO}_4) = 6,32 \times 10^{-8}$; $K_{a3}(\text{H}_3\text{PO}_4) = 4,5 \times 10^{-13}$. Peso molecular (NaH_2PO_4) = 120 g mol^{-1} . Expresse o resultado com três algarismos significativos.

Massa = 1,344 g.

04. Equilíbrio Químico [Questão Múltipla Escolha]

Uma solução aquosa de NaOH é adicionada a uma solução também aquosa de $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ $0,125 \text{ mol L}^{-1}$ e $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ $0,014 \text{ mol L}^{-1}$. Dados $\text{pKps } \text{Co}(\text{OH})_{2(s)} = 14,9$ e $\text{pKps } \text{Ni}(\text{OH})_{2(s)} = 15,2$, responda: Qual hidróxido precipita primeiro? Qual a concentração em mol L^{-1} do cátion que forma o hidróxido mais insolúvel no instante em que o hidróxido mais solúvel começa a precipitar?

Escolha uma:

a. $\text{Co}(\text{OH})_2$ e $0,0279 \text{ mol L}^{-1}$. (CORRETA)

b. $\text{Ni}(\text{OH})_2$ e $0,0279 \text{ mol L}^{-1}$.

c. $\text{Co}(\text{OH})_2$ e $5,93 \times 10^{-9} \text{ mol L}^{-1}$.

d. $\text{Ni}(\text{OH})_2$ e $5,93 \times 10^{-9} \text{ mol L}^{-1}$.

e. Nenhuma das anteriores.

05. Equilíbrio Químico [Questão Numérica]

Considere uma semi-célula contendo um fio de Pt(s) imerso em uma solução aquosa mista de $M(\text{NO}_3)_2$ e $M(\text{NO}_3)_3$, ambos os sais em concentração $1,00 \text{ mol L}^{-1}$, e uma semi-célula padrão de $\text{Cu}_{(s)}|\text{Cu}^{2+}_{(aq)}$. Quando as duas semi-células foram conectadas ao nível do mar, a célula completa funcionou como uma célula galvânica e o potencial registrado a 25°C foi $+1,22 \text{ V}$. A reação prosseguiu durante 24h e ao fim desse período o eletrodo de $\text{Cu}(s)$ foi pesado, verificando-se que este estava mais leve que no início do experimento. Qual o potencial de redução do par redox M^{+3}/M^{+2} ? Dado: $E^\circ (\text{Cu}^{2+}_{(aq)}/\text{Cu}_{(s)}) = +0,339 \text{ V}$.

Resposta

$$E^\circ_{\text{cat}} = 1,559 \text{ V.}$$

PARTE 3: Estrutura Atômica

06. Estrutura Atômica [Questão Múltipla Escolha]

Considere as afirmações a seguir acerca das teorias atômicas de Bohr e Schrödinger.

- I. A ideia de quantização da energia do elétron foi estabelecida apenas por Bohr, não tendo sido considerada por Schrödinger em sua teoria;
- II. A teoria de Bohr é determinística porque considera que o elétron possui uma órbita com raio fixo ao redor do núcleo, enquanto a teoria de Schrödinger é probabilística e considera que o elétron pode estar em diferentes regiões ao redor do núcleo, formando o orbital;
- III. A teoria de Bohr utiliza conceitos da mecânica clássica ao elaborar a sua teoria;
- IV. De acordo com a teoria de Schrödinger, a transição eletrônica envolve a mudança na energia do elétron, mas não necessariamente na sua posição.

Escolha uma:

- a. As afirmações II, III e IV são verdadeiras (CORRETA)**
- b. As afirmações I, III e IV são verdadeiras
- c. As afirmações I, II e III são verdadeiras
- d. Todas as afirmações são verdadeiras
- e. Nenhuma afirmação é verdadeira

07. Estrutura Atômica [Questão Múltipla Escolha]

A teoria atômica aceita atualmente foi elaborada pelo austríaco Erwin Schrödinger, em 1927. Sobre a teoria atômica de Schrödinger, analise as afirmações abaixo e marque a alternativa correta.

- I. A Teoria de Schrödinger pode ser aplicada a todos os átomos, sejam eles monoelétrônicos ou multieletrônicos, porém com diferentes níveis de precisão.
- II. Na Teoria de Schrödinger, considera-se que o elétron tem comportamento de onda e não de partícula, em consonância com o Princípio de Heisenberg. Desse modo, a trajetória precisa da partícula foi substituída por uma função de onda, ψ .
- III. A partir do quadrado da função de onda, ψ^2 , é possível calcular a probabilidade de encontrar a partícula em uma região. A(s) $\psi(s)$, assim como a(s) energia(s) do(s) elétron(s), é(são) obtida(s) ao resolver o Hamiltoniano.
- IV. A equação de energia encontrada por Schrödinger para o átomo de hidrogênio é bastante diferente da equação encontrada por Bohr, o que era esperado, uma vez que uma teoria considera o elétron em uma órbita e outra teoria, em um orbital.

Escolha uma:

- a. As afirmações I e III estão corretas (CORRETA)**
- b. As afirmações I e II estão corretas
- c. As afirmações III e IV estão corretas
- d. As afirmações II e IV estão corretas
- e. Todas as afirmações estão corretas

PARTE 4: Ligação Química

08. Teoria de Lewis e Geometria Molecular [Questão Múltipla Escolha]

Considere as afirmações a seguir, acerca da Teoria de Lewis e de geometria molecular:

- I. A molécula do NH_3 possui ângulo H - N - H igual a $109,5^\circ$ por apresentar arranjo eletrônico tetraédrico regular.
- II. O HCN é uma molécula ressonante, como demonstrada pela existência de duas estruturas de Lewis equivalentes: $\text{H} - \text{C} \equiv \text{N}$ e $\text{H} - \text{N} \equiv \text{C}$.
- III. Considerando as estruturas de Lewis das moléculas XeOF_2 , XeF_4 e XeOF_4 , pode-se afirmar que essas moléculas possuem 2 pares, 2 pares e 1 par isolado, respectivamente.
- IV. As moléculas BeCl_2 , SO_2 e CO_2 são todas apolares.

Escolha uma:

- a. Apenas a afirmação III é verdadeira (CORRETA)**
- b. As afirmações III e IV são verdadeiras
- c. As afirmações I e IV são verdadeiras
- d. As afirmações I e II são verdadeiras
- e. Todas as afirmações são verdadeiras

09. Ligação de Valência e Orbital Molecular [Questão Múltipla Escolha]

Considere as afirmações a seguir, acerca da Teoria da Ligação de Valência e da Teoria de Orbital Molecular.

- I. A ligação tipo σ é mais forte que a ligação tipo π porque na ligação tipo σ a sobreposição entre os orbitais ocorre no eixo internuclear, enquanto na ligação tipo π a sobreposição ocorre entre orbitais perpendiculares ao eixo nuclear.
- II. Os átomos centrais das moléculas CH_4 , NH_3 e H_2O possuem todos hibridização sp^3 porque, apesar de possuírem números diferentes de pares ligados, possuem o mesmo número de pares de valência e diferentes números de pares isolados em cada molécula - 0 (zero) pares isolados no CH_4 , 1 (um) par isolado no NH_3 , 2 (dois) pares isolados no H_2O .
- III. O fosfogênio é um gás tóxico de estequiometria COCl_2 . O carbono possui hibridização sp^3 porque realiza 4 ligações: 3 ligações tipo σ e 1 ligação tipo π .
- IV. Na teoria do orbital molecular o orbital resultante da combinação de orbitais atômicos pode ser classificado como ligante, antiligante ou não ligante. No orbital ligante ocorre uma interferência construtiva das funções de onda, levando a um aumento da densidade de probabilidade eletrônica no eixo internuclear e, conseqüentemente, uma maior atração entre núcleo e elétrons compartilhados. No orbital antiligante ocorre uma interferência destrutiva, com formação de um plano nodal entre os núcleos, que resulta no aumento da repulsão entre os núcleos e, portanto, da energia da ligação.
- V. Considerando a teoria dos orbitais moleculares, as moléculas de F_2^- e F_2^+ são ambas menos estáveis que o F_2 , porque possuem menor ordem de ligação.

Escolha uma:

a. As afirmações I, II e IV são verdadeiras (CORRETA)

b. Todas as afirmações são verdadeiras

c. As afirmações I e IV são verdadeiras

d. As afirmações III e V são verdadeiras

e. Nenhum afirmação é verdadeira

10. Ligação Iônica [Questão Múltipla Escolha]

A ligação iônica é formada entre cátions e ânions após transferência do elétron de um metal para um não metal. Considerando a teoria de ligações iônicas, escolha a alternativa correta.

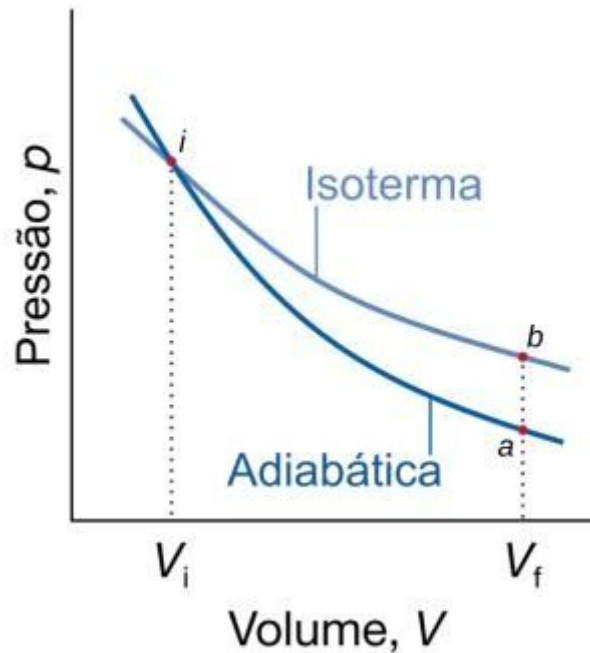
Escolha uma:

- a. **A energia da rede cristalina (ou energia reticular) é a energia de interação entre íons em um sólido, que envolve não só a atração cátion-ânion, mas também a repulsão entre íons de cargas iguais, sendo que o balanço global leva à redução de energia do cristal como um todo. (CORRETA)**
- b. O NaCl é formado por um cátion e um ânion, após a transferência do elétron do Na para o Cl, formando dois íons de cargas opostas que se atraem.
- c. A solubilidade dos compostos iônicos está relacionada a uma força intermolecular do tipo dipolo-dipolo, com a interação entre os íons do composto e as moléculas do solvente.
- d. Durante a transferência do elétron do metal para o não metal, a energia absorvida no processo de formação do cátion (energia de ionização) e a energia liberada no processo de formação do ânion (afinidade eletrônica) geralmente levam a uma redução da energia do sistema, garantindo a formação da ligação iônica.
- e. O MgO é um composto iônico de alta refratariedade (alto ponto de fusão) devido à baixa atração entre os cátions e ânions, como consequência da carga elevada e raios pequenos dos íons.

PARTE 5: Leis da Termodinâmica

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

Considere as transformações realizadas sobre um gás ideal entre os volumes inicial (i) e final (f), descritas pela figura abaixo:



A transformação $i \rightarrow a$ corresponde a um processo adiabático reversível, enquanto a transformação $i \rightarrow b$ corresponde a um processo isotérmico reversível. Para estas transformações, determine qual das seguintes afirmações é verdadeira:

Escolha uma:

- Como não há troca de calor entre sistema e vizinhanças na expansão adiabática o processo é acompanhado de redução de temperatura. Na expansão isotérmica o processo é acompanhado pela absorção de calor das vizinhanças. (CORRETA)**
- Como não há troca de calor entre sistema e vizinhanças na expansão adiabática não ocorre variação de temperatura nesta transformação. Na expansão isotérmica também não há variação de temperatura, de modo que não há calor trocado com as vizinhanças. A diferença entre as transformações está no trabalho de expansão, que é maior no caso isotérmico.
- Como não há troca de calor entre sistema e vizinhanças na expansão adiabática não ocorre variação de temperatura nesta transformação. Como na expansão isotérmica também não há variação de temperatura, o trabalho de expansão é o mesmo da transformação adiabática.
- O trabalho de expansão é o mesmo nas transformações adiabática e isotérmica, pois a variação de volume é a mesma nos dois casos.
- A variação da energia interna nas transformações adiabática e isotérmica reversíveis é a mesma, pois não há trabalho de compressão adicional para conectar os estados finais (a e b) de cada transformação (volumes V_a e V_b iguais).

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

Para a reação (hipotética): $3 A_2(g) \rightarrow 2 A_3(g)$, as seguintes quantidades termodinâmicas foram obtidas, a 25 °C:

$$\Delta H_{f,m}^0(A_2,g) = 0,0 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1},$$

$$\Delta H_{f,m}^0(A_3,g) = +150,0 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1},$$

$$S_m^0(A_2,g) = 20,0 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1},$$

$$S_m^0(A_3,g) = 40,0 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}.$$

A partir destes dados, considere as seguintes afirmações:

Escolha uma:

- a. **A energia livre da reação é positiva e, portanto, a transformação não é espontânea. (CORRETA)**
- b. A reação é endotérmica e espontânea.
- c. A entropia da reação é positiva e, portanto, a transformação é espontânea.
- d. A energia livre da reação é negativa e, portanto, a transformação é espontânea.
- e. Não é possível fazer afirmações sobre a espontaneidade desta reação pois só dispomos de informações sobre o sistema.

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

Quando uma amostra de 50,0 g de um metal foi aquecida até 100,0 °C e então colocada em 100,0 g de água a 24,0 °C, a temperatura da mistura tornou-se, no equilíbrio, 28,0 °C. Assuma que o calor específico do metal e da água sejam constantes no intervalo de temperatura do experimento e que as medidas sejam realizadas em um sistema adiabático. Determine o calor específico do metal (quando expresso em $\text{J}\cdot\text{g}^{-1}\text{C}^{-1}$) e expresse o resultado com três algarismos significativos. Dado: $c_s(\text{H}_2\text{O}) = 4,18 \text{ J}\cdot\text{g}^{-1}\text{C}^{-1}$.

Resposta: $0,464 \text{ J}\cdot\text{g}^{-1}\text{C}^{-1}$ ($\pm 0,001$).

PARTE 6: Cinética Química

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

Determine quais das afirmações a seguir estão corretas:

- 1) Toda reação tem uma ordem global bem definida.
- 2) Toda espécie que aparece em uma lei de velocidade é um reagente ou um produto da reação.
- 3) **As dimensões das velocidades das reações homogêneas são descritas como "unidades de concentração por unidade de tempo".**
- 4) Todas as constantes de velocidade possuem as mesmas unidades.
- 5) **Constantes de velocidade dependem da temperatura.**
- 6) **Constantes de velocidade nunca são negativas.**

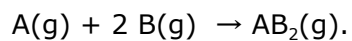
São verdadeiras as afirmações:

Escolha uma:

- a. **3, 5 e 6. (CORRETA)**
- b. 1, 3 e 4.
- c. 2, 3 e 5.
- d. 4, 5 e 6.
- e. 1, 2 e 4.

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

Os dados a abaixo foram obtidos para a seguinte reação (hipotética):



Exp.	$[A]_0/\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$[B]_0/\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	$v_0/\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{s}^{-1}$
1	0,100	0,100	0,340
2	0,150	0,100	0,510
3	0,150	0,150	1,148

Determine a constante de velocidade desta reação (assuma que a constante é expressa nas mesmas unidades utilizadas dos dados fornecidos).

Escolha uma:

a. **340 L²mol⁻²s⁻¹. (CORRETA)**

b. 340 Lmol⁻¹s⁻¹.

c. 170 L²mol⁻²s⁻¹.

d. 170 molL⁻¹s⁻¹.

e. 3,40 molL⁻¹s⁻¹.

PARTE 7: Química Orgânica

16. Química Orgânica [Questão Múltipla Escolha]

Nas reações envolvendo adição eletrofílica de bromo aos estereoisômeros *trans*-2-buteno e *cis*-2-buteno:

- I. Os produtos obtidos em ambas reações são idênticos.
- II. O produto obtido na reação de *cis*-2-buteno é um composto meso.
- III. Na reação de bromo com *trans*-2-buteno há formação de dois produtos em quantidades idênticas que são diastereoisoméricas entre si.
- IV. Na reação de bromo com *cis*-2-buteno há formação de dois produtos em quantidades idênticas e que são enantiômeros um do outro.
- V. (2*R*, 3*S*)-2,3-dibromobutano é na verdade um composto meso, opticamente inativo, obtido da bromação do *trans*-2-buteno.

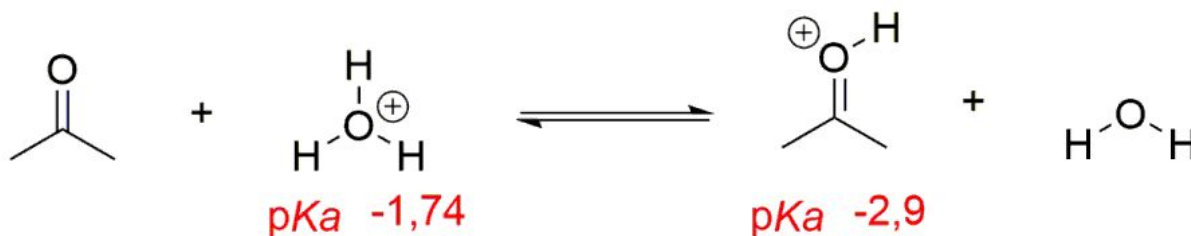
Assinale a única alternativa correta:

Escolha uma:

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

17. Química Orgânica [Questão Múltipla Escolha]

Valores de pK_a de substâncias orgânicas podem ser usados para uma previsão da posição de equilíbrio em reações envolvendo transferência de próton. Considere a reação entre a acetona e o íon hidrônio, sabendo que: pK_a do H_3O^+ é -1,74; e pK_a da acetona protonada é -2,9. Analise as seguintes afirmações abaixo e julgue-as como verdadeiras ou falsas.



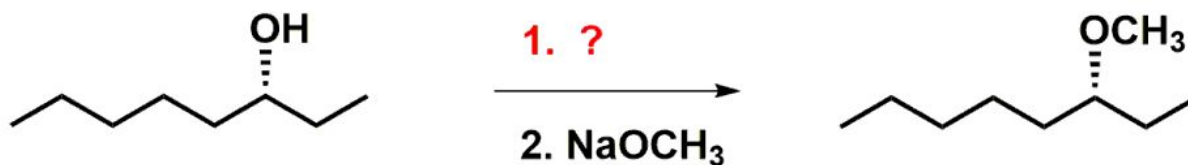
- I. O equilíbrio natural irá se deslocar na direção da espécie com valor de pK_a menor, neste caso, terá maior concentração de acetona protonada e água.
- II. O equilíbrio natural irá se deslocar na direção da espécie com valor de pK_a maior, neste caso, terá maior concentração de íon hidrônio e acetona.
- III. Como a diferença entre os valores de pK_a é da ordem de magnitude de aproximadamente 1, cerca de 1 em cada 10 moléculas de acetona estará protonada em um dado momento.
- IV. Como a diferença entre os valores de pK_a é da ordem de magnitude de aproximadamente 1, cerca de 1 em cada 10 moléculas de água estará protonada em um dado momento.
- V. Podemos dizer que uma reação de adição à carbonila catalisada por ácido pode ser conduzida em água, pois a reação necessita apenas de quantidade catalítica de carbonila protonada a um dado momento.

Escolha uma:

- a. Apenas as afirmações (II), (III) e (V) são verdadeiras. **(CORRETA)**
- b. Apenas as afirmações (II) e (III) são verdadeiras.
- c. Apenas as afirmações (I) e (IV) são verdadeiras.
- d. Apenas as afirmações (I), (IV) e (V) são verdadeiras.
- e. Apenas as afirmações (II), (IV) e (V) são verdadeiras.

18. Química Orgânica [Questão Múltipla Escolha]

Qual reagente é necessário para completar a reação abaixo?

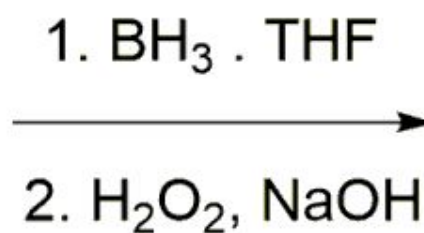
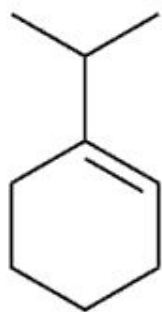


Escolha uma:

- a. PBr₃ (**CORRETA**)
- b. Cloreto de *p*-toluenosulfonila (TsCl)
- c. Clorocromato de piridínio (PCC)
- d. NaH
- e. LiAlH₄

19. Química Orgânica [Questão Múltipla Escolha]

Qual o produto da hidroboração/oxidação do 1-*isopropil*ciclohexeno?



?

1-*isopropil*ciclohexeno

Escolha uma:

- a. racemato de *trans*-2-*isopropil*ciclohexan-1-ol (**CORRETA**)
- b. 2-ciclohexilpropan-2-ol
- c. *isopropil*ciclohexano
- d. 1-*isopropil*ciclohexan-1-ol
- e. racemato de *cis*-2-*isopropil*ciclohexan-1-ol

20. Química Orgânica [Questão Múltipla Escolha]

Identifique o produto principal esperado na reação de desidratação em meio ácido do 2-metil-2-pentanol.

Escolha uma:

- a. 2-metil-2-penteno (**CORRETA**)
- b. (*E*)-3-metil-2-penteno
- c. 2-cloro-2-metilpentano
- d. 2-metil-1-penteno
- e. 3-metil-1-penteno