



Universidade Federal do Ceará
Centro de Ciências
Programa de Pós-Graduação em Química
Caixa Postal 12.200 Tel. 85 3366 9981
CEP: 60.450-970 Fortaleza - Ceará - Brasil

**EXAME DE SELEÇÃO PARA O PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
QUÍMICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**

DOUTORADO

Data: 13/01/2026 Horário: 13h

Instruções gerais:

1. A prova consta de oito (08) questões de Conhecimentos Específicos em Química. Dentre as questões de Conhecimentos Específicos, APENAS as quatro questões assinaladas pelo(a) candidato(a) serão consideradas para correção.
2. As questões de Conhecimentos Específicos escolhidas pelo(a)s candidato(a)s deverão estar CLARAMENTE assinaladas na tabela da página 2.
3. Para efeito de correção, APENAS quatro questões serão corrigidas.
4. A duração da prova será de 3 (três) horas.
5. Cada questão deve ser respondida na própria folha (frente e verso) do enunciado. Não serão corrigidas questões fora do espaço reservado às respostas.
6. Somente serão corrigidas as questões respondidas à caneta.
7. Para efeito de consulta, há material suplementar no final da prova.
8. Será permitido o uso de calculadora.
9. NÃO será permitido o uso de celular ou outros aparelhos eletrônicos durante a realização da prova. Portanto, tais aparelhos deverão permanecer desligados.
10. O nome do(a) candidato(a) deverá ser preenchido APENAS na primeira folha do caderno de prova. Os outros espaços serão reservados à Comissão de Seleção. Qualquer tipo de identificação no caderno de prova implicará na desclassificação do candidato.

NOME DO CANDIDATO

RESERVADO À COMISSÃO

CÓDIGO:

RESERVADO À COMISSÃO

CÓDIGO:

**QUESTÕES DE
CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS**

Questões	A CORRIGIR
1^a	
2^a	
3^a	
4^a	
5^a	
6^a	
7^a	
8^a	

RESERVADO À COMISSÃO

CÓDIGO:

QUESTÃO ESPECÍFICA DE QUÍMICA ANALÍTICA

1ª Questão:

O teor de manganês (Mn) em uma amostra de minério foi determinado dissolvendo-se 5 g da amostra em solvente para posterior oxidação do manganês a permanganato (MnO_4^-), e completando-se o volume para 100,0 mL (solução A). Uma alíquota dessa solução A foi pipetada e diluída para 100,0 mL (solução B), e a absorvância foi lida em um espectrofotômetro. Sabendo que a análise resultou em um teor de 5,0% de Mn na amostra de minério, determine:

- a) O volume da alíquota da solução A que foi pipetada e diluída no balão volumétrico de 100,0 mL para que a concentração final da solução B fosse de $3,0 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$, permitindo a leitura dentro da curva de calibração. Expresse o volume da alíquota com apenas uma casa decimal.
- b) A absorvância resultante da solução B, utilizando os dados da curva de calibração fornecidos abaixo.

Pontos	Concentração MnO_4^- (mol/L)	Absorvância
Branco	0	0,00
Padrão 1	0,001	0,22
Padrão 2	0,002	0,44
Padrão 3	0,005	1,10
Padrão 4	0,010	2,20

Resolução:

a) Cálculo do volume da alíquota transferida da solução A

Concentração de manganês na primeira solução de 100 mL (solução A):

Massa de Mn na amostra: 5% de 5 g = 0,25 g de Mn ou 0,00454 mol de Mn

$$C_A = 0,00454 \text{ mol}/0,1 \text{ L} = 0,0454 \text{ mol/L}$$

Segundo o enunciado a amostra deve ser lida na região central da curva, ou seja, a uma concentração de $3 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$. Pela lei de diluição encontramos o volume necessário da alíquota (V_A) para preparar 100 mL de uma segunda solução em um balão de 100 mL (V_B):

$$\begin{aligned} C_A V_A &= C_B V_B \\ 0,0454 \times V_A &= 3 \times 10^{-3} \times 100 \end{aligned}$$

$V_A = 6,67 \text{ mL}$, portanto, arredondando para uma casa decimal tem-se $6,7 \text{ mL}$

b) Para calcular a absorvância medida na solução B, inicialmente encontra-se a equação de reta da curva de calibração:

A relação linear e parte da origem (0,0), ou seja, $a=0$.

Identificação de um ponto qualquer no gráfico: ex: $x = 10 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ e $y = 2,2$.

De forma simples, o cálculo do coeficiente angular (b):

$$b = \text{Absorvância/Concentração} = 2,2 / 10 \times 10^{-3} = 220$$

Equação da reta: $y = 220x$

Assim, **absorvância = $y = 220 \times 3 \times 10^{-3} = 0,66$**

RESERVADO À COMISSÃO

CÓDIGO:

QUESTÃO ESPECÍFICA DE QUÍMICA ANALÍTICA

2ª Questão:

Um método argentimétrico para a determinação de íons cloreto baseia-se em uma titulação por precipitação fracionada, utilizando cromato de potássio como indicador. Considere a titulação de 50,0 mL de uma solução aquosa de NaCl $0,080 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ com uma solução de AgNO_3 $0,10 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$. À solução titulada foram adicionados 1,0 mL de uma solução de K_2CrO_4 $0,085 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, utilizada como indicador.

- a) Qual o método volumétrico em questão?
- b) Determine o valor de pAg no ponto de equivalência (PE) da titulação.
- c) Determine o valor de pAg no ponto final (PF) teórico.

Dados: $K_{ps}(\text{AgCl}) = 1,8 \times 10^{-10}$ e $K_{ps}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4) = 1,2 \times 10^{-12}$

Resolução:

- a) Método de Mohr
b) No ponto de equivalência (PE), a quantidade total de Ag^+ adicionada é igual à quantidade inicial de Cl^- , resultando na presença de AgCl(s) em equilíbrio com a solução. Por se trata de um equilíbrio heterogêneo, a composição da solução é governada unicamente pelo produto de solubilidade do AgCl .

$$K_{ps}(\text{AgCl}) = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-],$$

Como, no PE, $[\text{Ag}^+] = [\text{Cl}^-]$, tem-se:

$$[\text{Ag}^+] = \sqrt{K_{ps}(\text{AgCl})} = \sqrt{1,8 \times 10^{-10}} = 1,34 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$$

$$\text{Logo, } p\text{Ag}_{\text{PE}} = 4,87$$

- c) O ponto final (PF) da titulação corresponde ao início da precipitação do $\text{Ag}_2\text{CrO}_4(\text{s})$. Nessa condição, o produto iônico do sistema atinge o valor do K_{ps} do Ag_2CrO_4 .

$$K_{ps}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4) = [\text{Ag}^+]^2[\text{CrO}_4^{2-}]$$

Inicialmente, calcula-se a concentração de cromato na solução. O número de mols de CrO_4^{2-} adicionados com o indicador é:

$$n(\text{CrO}_4^{2-}) = 0,085 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0,001 \text{ L} = 8,5 \times 10^{-5} \text{ mol}$$

Para determinar o volume total da solução, calcula-se o volume no ponto de equivalência. Pela estequiometria da reação:

$$V_{\text{PE}} = (C_{\text{Cl}^-} V_{\text{Cl}^-}) / C_{\text{Ag}^+} = (0,08 \times 50) / 0,1 = 40 \text{ mL}.$$

Assim, o volume total da solução no PE é aproximadamente:

$$V \approx 50,0 \text{ mL (amostra)} + 40,0 \text{ mL (titulante)} + 1,0 \text{ mL (indicador)} = 91,0 \text{ mL} = 0,0910 \text{ L}$$

Como o excesso de titulante no PF é muito pequeno, esse volume pode ser utilizado para a diluição do cromato:

$$[\text{CrO}_4^{2-}] \approx 8,5 \times 10^{-5} / 0,0910 = 9,34 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

Substituindo na expressão do K_{ps} do Ag_2CrO_4 , obtém-se a concentração de Ag^+ necessária para iniciar a precipitação:

$$[\text{Ag}^+]_{\text{PF}} = \sqrt{(1,2 \times 10^{-12} / 9,34 \times 10^{-4})} = 3,58 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

Portanto:

$$p\text{Ag}_{\text{PF}} = -\log(3,58 \times 10^{-5}) = 4,45.$$

RESERVADO À COMISSÃO

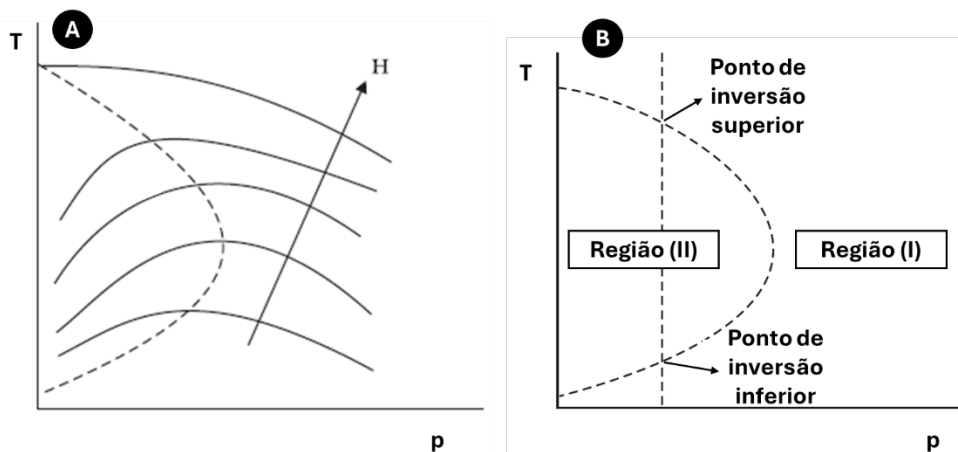
CÓDIGO:

QUESTÃO ESPECÍFICA DE FÍSICO-QUÍMICA

3ª Questão:

A expansão de Joule-Thomson é relevante em diversos processos industriais e consiste na variação de temperatura quando um gás passa por uma válvula de estrangulamento, sem troca de calor com o ambiente. O processo é isoentálpico e isoentrópico. Considere um processo envolvendo 1,0 mol de amônia gasosa a 300 °C e 40 atm. Nessas condições:

- a) Calcule o coeficiente de Joule-Thomson (μ_{JT});
Dados: $(\partial \bar{V} / \partial T)_p = 0,00225 \text{ L K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$; $\bar{V} = 1,136 \text{ L mol}^{-1}$; $\bar{C}_p = 46 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
- b) Identifique em que região do gráfico B (Região I ou II) o coeficiente está localizado;



- c) Quando houver uma expansão, ocorrerá resfriamento ou aquecimento do gás? Apresente a interpretação molecular deste efeito com base nas forças de interação entre as partículas.

RESOLUÇÃO:

a) Para uma transformação de Joule-Thomson, o processo é isoentálpico; logo:

$$dH = \left(\frac{\partial H}{\partial T}\right)_p dT + \left(\frac{\partial H}{\partial p}\right)_T dp = 0 \quad (1)$$

$$C_p dT = - \left(\frac{\partial H}{\partial p}\right)_T dp \quad (2)$$

$$\left(\frac{\partial T}{\partial p}\right)_H = - \frac{1}{C_p} \left(\frac{\partial H}{\partial p}\right)_T \quad (3)$$

Sabendo que o a derivada parcial do primeiro membro da equação é o coeficiente μ_{JT} :

$$\mu_{JT} = - \frac{1}{C_p} \left(\frac{\partial H}{\partial p}\right)_T \quad (4)$$

Substituindo a equação de estado termodinâmica na Equação (4):

$$\left(\frac{\partial H}{\partial p}\right)_T = V - T \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_p \quad (5)$$

obtem-se:

$$\mu_{JT} = - \frac{1}{C_p} \left[V - T \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_p \right] \quad (6)$$

$$\mu_{JT} = \frac{1}{C_p} \left[T \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_p - V \right] \quad (7)$$

Substituindo os valores, para 1,0 mol de NH_3 :

$$\mu_{JT} = \frac{1}{46 \text{ J K}^{-1}} [(573 \text{ K}) (0,002251 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \text{ K}^{-1}) - (1,136 \times 10^{-3} \text{ m}^3)]$$

$$\mu_{JT} = 3,34 \times 10^{-6} \text{ K Pa}^{-1}$$

b) Região II, porque o valor de μ_{JT} é positivo nas condições de temperatura e pressão apresentadas;

- c) Resfriamento, pois como o coeficiente é positivo e uma expansão representa uma diminuição de pressão, é certo ocorrer um abaixamento da temperatura, após a passagem pela válvula de estrangulamento.

Interpretação molecular: as interações atrativas entre as partículas são predominantes porque as moléculas ao se afastarem umas das outras contra estas forças passam a movimentar-se mais lentamente. Quanto menor a velocidade das partículas, menor será a temperatura do sistema.

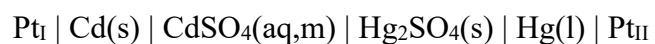
RESERVADO À COMISSÃO

CÓDIGO:

QUESTÃO ESPECÍFICA DE FÍSICO-QUÍMICA

4ª Questão:

Considere a célula eletroquímica abaixo, operando à temperatura T :

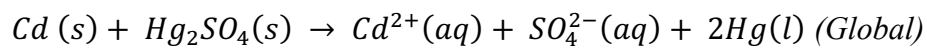
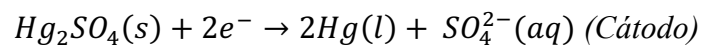
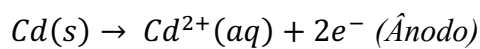


em que a solução aquosa contém sulfato de cádmio com molalidade m e coeficiente de atividade médio $\gamma_{\pm}$. Admita que as atividades dos sólidos e do mercúrio líquido são unitárias.

- a) Escreva as semi-reações que ocorrem nos eletrodos e determine a reação global da célula.
- b) Expresse a força eletromotriz da célula em função de ξ° , T , do coeficiente de atividade médio $\gamma_{\pm}$ e da molalidade m do eletrólito $\text{CdSO}_4(\text{aq})$.

Resolução:

a)



b)

$$Q = a_{Cd^{2+}} a_{SO_4^{2-}}$$

$$a_{Cd^{2+}} = a_{SO_4^{2-}} = m\gamma_{\pm}$$

Assim:

$$Q = (m\gamma_{\pm})^2$$

Substituindo na Equação de Nernst:

$$\xi = \xi^{\circ} - \frac{RT}{nF} \ln Q$$

$$\xi = \xi^{\circ} - \frac{RT}{2F} \ln[(m\gamma_{\pm})^2]$$

Ou de forma equivalente:

$$\xi = \xi^{\circ} - \frac{RT}{F} \ln(m\gamma_{\pm})$$

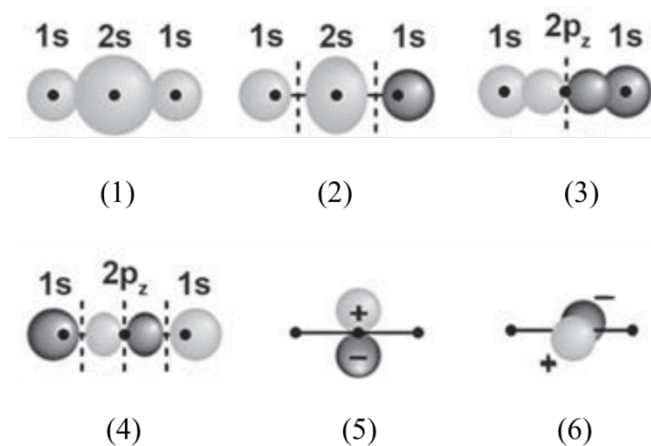
RESERVADO À COMISSÃO

CÓDIGO:

QUESTÃO ESPECÍFICA DE QUÍMICA INORGÂNICA

5ª Questão:

(baseada no ENADE de 2017) São apresentadas, a seguir, diferentes possibilidades de sobreposição entre orbitais atômicos de dois átomos de hidrogênio e de um átomo de berílio, formando a espécie linear BeH_2 . Considere apenas orbitais de valência do átomo central. Os lóbulos claros e escuros representam sinais opostos da função de onda, e a linha horizontal indica o eixo molecular.



WÖRNER, H. J.; MERKT, F. *Fundamentals of electronic spectroscopy*.
 In: QUACK, M.; MERKT, F. *Handbook of high-resolution spectroscopy*.
 Chichester: John Wiley & Sons, Ltd, 2011 (**adaptado**).

Com base nos princípios da Teoria dos Orbitais Moleculares, analise as afirmações a seguir.

- I.** Na situação 1, forma-se o orbital molecular de menor energia entre os apresentados, devido à combinação em fase de orbitais de simetria σ e de energias compatíveis. (2)
- II.** Na situação 2, a combinação apresentada origina um orbital molecular ligante, em razão da maior extensão radial do orbital do átomo central. (4)
- III.** Nas situações 5 e 6, os orbitais moleculares formados são não ligantes e degenerados, pois os orbitais $2p$ do átomo central envolvidos são perpendiculares ao eixo molecular e não apresentam sobreposição efetiva com os orbitais $1s$ dos átomos de hidrogênio. (8)
- IV.** Na situação 4, a combinação apresentada origina um orbital molecular antiligante do tipo σ^* , em razão da sobreposição fora de fase entre os orbitais envolvidos. (16)

Apresente o somatório das alternativas corretas.

Resolução:

Item I — Verdadeiro.

A situação 1 envolve combinação em fase de orbitais de simetria σ e energias compatíveis (1s–2s), resultando no orbital molecular mais estabilizado do conjunto.

Item II — Falso.

A maior extensão radial do orbital do átomo central não garante caráter ligante; pela análise de simetria das combinações lineares dos orbitais dos hidrogênios, a combinação apresentada não permite estabilização e resulta em um orbital molecular antiligante.

Item III — Verdadeiro.

Nas situações 5 e 6, os orbitais 2p do átomo central são perpendiculares ao eixo molecular e não apresentam sobreposição efetiva com os orbitais 1s dos hidrogênios, originando orbitais moleculares não ligantes e degenerados.

Item IV — Verdadeiro.

Na situação 4, a sobreposição fora de fase ao longo do eixo molecular gera um orbital molecular antiligante do tipo σ^* .

O somatório dos itens corretos: $2 + 8 + 16 = 26$

RESERVADO À COMISSÃO

CÓDIGO:

QUESTÃO ESPECÍFICA DE QUÍMICA INORGÂNICA

6ª Questão:

As tentativas de síntese do íon complexo hexacianetocobaltato(II) em meio aquoso sempre resultam em um complexo hexacoordenado, cujo espectro vibracional na região do infravermelho (IV) apresenta três (3) bandas atribuídas a modos de estiramento do cianeto (CN^-), ao invés de apenas uma (1) como esperado para um composto octaédrico perfeito. Sabendo que o produto não apresenta isomerismo geométrico e que distorções tetragonais podem resultar em solvólise com consequente substituição de um ou dois ligantes, pede-se (para o composto formado):

- (a) a formulação;
- (b) o grupo pontual;
- (c) a simetria dos modos vibracionais de estiramento dos ligantes CN^- ativos no IV.

Resolução:

a) Formulação: $[\text{Co}(\text{CN})_5(\text{H}_2\text{O})]^{3-}$

b) Grupo pontual C_{4v} ,

c) $[\text{Co}(\text{CN})_5(\text{H}_2\text{O})]^{3-}$, apresenta três (3) bandas atribuídas a modos de estiramento do cianeto no espectro vibracional na região do infravermelho. Para esse grupo pontual, as simetrias dos modos vibracionais ativos no IV são A_1 e E. Como a representação redutível dos modos de estiramentos CN (Γ_{CN}) é $2A_1 + B_1 + E$, tem-se a observação de 3 bandas ($2A_1 + E$).

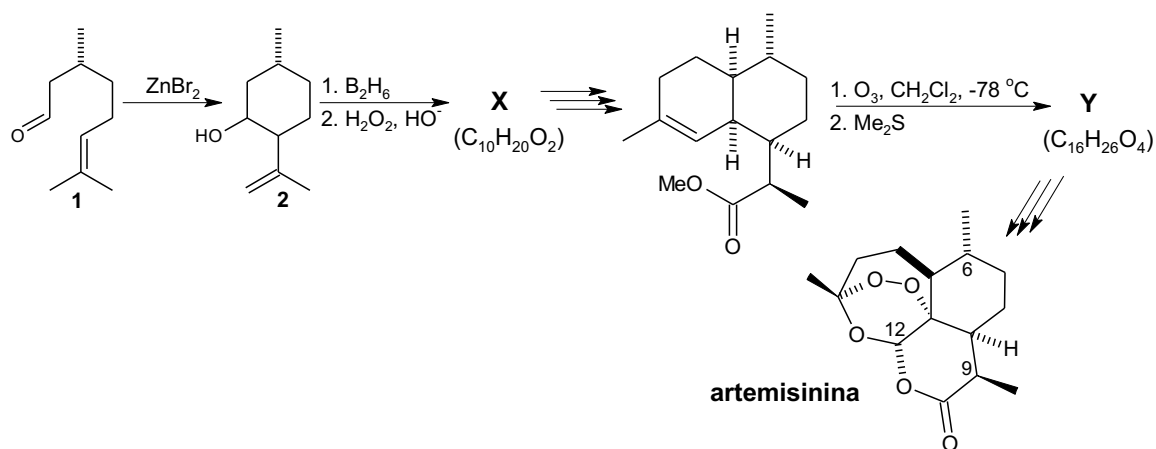
RESERVADO À COMISSÃO

CÓDIGO:

QUESTÃO ESPECÍFICA DE QUÍMICA ORGÂNICA

7ª Questão:

A **artemisinina**, isolada de *Artemisia annua* L., é um importante agente antimalárico, cujo esquema reacional abaixo mostra algumas etapas chaves de uma síntese a partir do citronelal (**1**). Assim, em relação ao esquema, responda o que se pede.



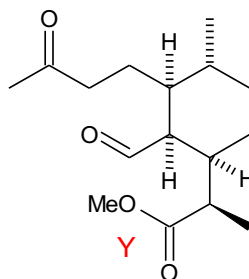
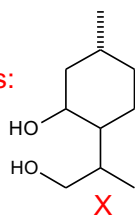
- Considerando-se a estereoquímica, atribua o nome sistemático IUPAC do citronelal (**1**).
- Mostre as estruturas de linhas dos produtos **X** e **Y**, que estão faltando no esquema.
- Utilizando-se os descritores *R/S*, atribua as configurações dos carbonos 6, 9 e 12, indicados na estrutura da **artemisinina**.

Resolução:

a) Citronelal (1):
(3*R*)-3,7-dimetiloct-6-enal

b) Estruturas dos produtos:

c) (6*R*, 9*R*, 12*S*)



No item b, X = A e Y = B

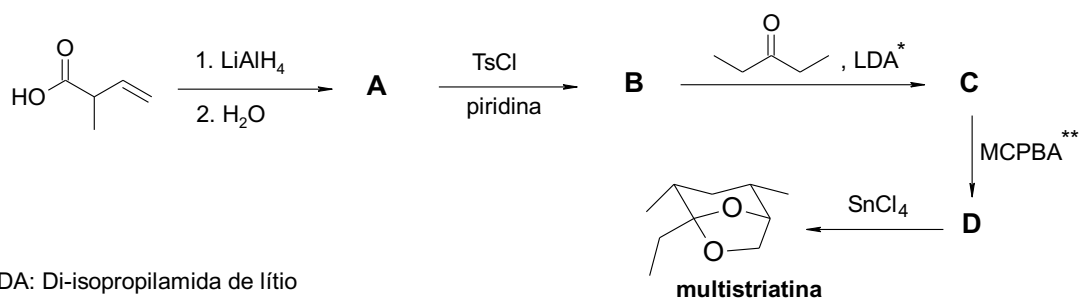
RESERVADO À COMISSÃO

CÓDIGO:

QUESTÃO ESPECÍFICA DE QUÍMICA ORGÂNICA

8ª Questão:

A **multistriatina** faz parte do feromônio de agregação de certas espécies de besouros, e pode ser sintetizada para uso em armadilhas de controle biológico. Uma possível rota sintética de obtenção da **multistriatina** é apresentada abaixo, partindo do ácido 2-metilbut-3-enóico.

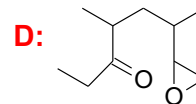
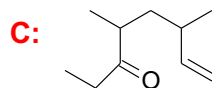
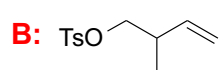
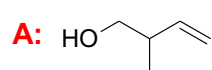


*LDA: Di-isopropilamida de lítio

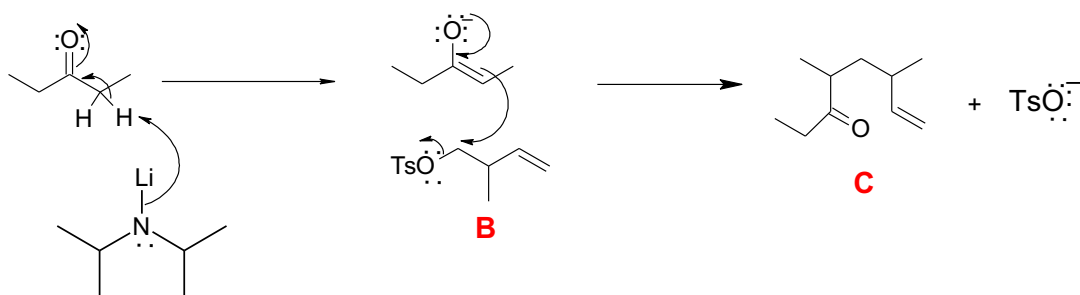
**MCPBA: Ácido *m*-cloroperbenzóico

Com relação à rota sintética apresentada pede-se as fórmulas estruturais de linhas dos intermediários **A**, **B**, **C** e **D**, bem como o mecanismo envolvido na transformação de **B** em **C**.

Resolução:



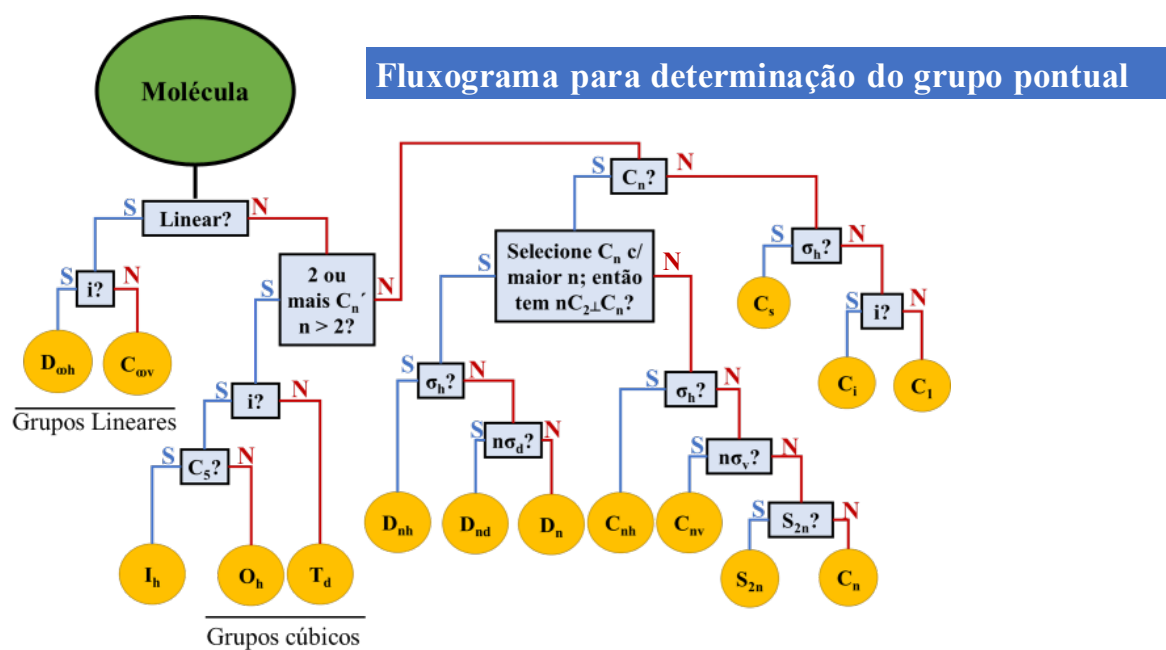
Mecanismo da transformação de **B** para **C**



:

MATERIAL SUPLEMENTAR

$dH = \left(\frac{\partial H}{\partial T}\right)_p dT + \left(\frac{\partial H}{\partial p}\right)_T dp$	$\left(\frac{\partial H}{\partial p}\right)_T = V - T \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_p$
$C_p = \left(\frac{\partial H}{\partial T}\right)_p$	$\mu_{JT} = \frac{1}{C_p} \left[T \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_p - V \right]$



Tabelas de Caracteres

C_{2v}	E	C_2	$\sigma_v(xz)$	$\sigma_v'(yz)$		
A_1	1	1	1	1	z	x^2, y^2, z^2
A_2	1	1	-1	-1	R_z	xy
B_1	1	-1	1	-1	x, R_y	xz
B_2	1	-1	-1	1	y, R_x	yz

C_{3v}	E	$2C_3$	$3\sigma_v$		
A_1	1	1	1	z	$x^2 + y^2, z^2$
A_2	1	1	-1	R_z	
E	2	-1	0	$(x, y), (R_x, R_y)$	$(x^2 - y^2, xy), (xz, yz)$

C_{4v}	E	$2C_4$	C_2	$2\sigma_v$	$2\sigma_d$		
A_1	1	1	1	1	1	z	$x^2 + y^2, z^2$
A_2	1	1	1	-1	-1	R_z	
B_1	1	-1	1	1	-1		$x^2 - y^2$
B_2	1	-1	1	-1	1		xy
E	2	0	-2	0	0	$(x, y), (R_x, R_y)$	(xz, yz)

D_{2h}	E	$C_2(z)$	$C_2(y)$	$C_2(x)$	i	$\sigma(xy)$	$\sigma(xz)$	$\sigma(yz)$		
A_g	1	1	1	1	1	1	1	1		x^2, y^2, z^2
B_{1g}	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	R_z	xy
B_{2g}	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	R_y	xz
B_{3g}	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	R_x	yz
A_u	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1		
B_{1u}	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	z	
B_{2u}	1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	y	
B_{3u}	1	-1	-1	1	-1	1	1	-1	x	

D_{3h}	E	$2C_3$	$3C_2$	σ_h	$2S_3$	$3\sigma_v$		
A_1'	1	1	1	1	1	1		$x^2 + y^2, z^2$
A_2'	1	1	-1	1	1	-1	R_z	
E'	2	-1	0	2	-1	0	(x, y)	$(x^2 - y^2, xy)$
A_1''	1	1	1	-1	-1	-1		
A_2''	1	1	-1	-1	-1	1	z	
E''	2	-1	0	-2	1	0	(R_x, R_y)	(xz, yz)

D_{4h}	E	$2C_4$	C_2	$2C_2'$	$2C_2''$	i	$2S_4$	σ_h	$2\sigma_v$	$2\sigma_d$		
A_{1g}	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	R_z	$x^2 + y^2, z^2$
A_{2g}	1	1	1	-1	-1	1	1	1	-1	-1		$x^2 - y^2$
B_{1g}	1	-1	1	1	-1	1	-1	1	1	-1		xy
B_{2g}	1	-1	1	-1	1	1	-1	1	-1	1	(R_x, R_y)	(xz, yz)
E_g	2	0	-2	0	0	2	0	-2	0	0		
A_{1u}	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	z	
A_{2u}	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1		
B_{1u}	1	-1	1	1	-1	-1	1	-1	-1	1		
B_{2u}	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	(x, y)	
E_u	2	0	-2	0	0	-2	0	2	0	0		

O_h	E	$8C_3$	$6C_2$	$6C_4$	$3C_2(=C_4^2)$	i	$6S_4$	$8S_6$	$3\sigma_h$	$6\sigma_d$		
A_{1g}	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	(R_x, R_y, R_z)	$x^2 + y^2 + z^2$
A_{2g}	1	1	-1	-1	1	1	-1	1	1	-1		$(2z^2 - x^2 - y^2, x^2 - y^2)$
E_g	2	-1	0	0	2	2	0	-1	2	0		
T_{1g}	3	0	-1	1	-1	3	1	0	-1	-1	(xy, xz, yz)	
T_{2g}	3	0	1	-1	-1	3	-1	0	-1	1		
A_{1u}	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1		
A_{2u}	1	1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	1	(x, y, z)	
E_u	2	-1	0	0	2	-2	0	1	-2	0		
T_{1u}	3	0	-1	1	-1	-3	-1	0	1	1		
T_{2u}	3	0	1	-1	-1	-3	1	0	1	-1		

TABELA PERIÓDICA DOS ELEMENTOS

TABELA PERIÓDICA DOS ELEMENTOS																		18			
																		2			
1.008(1)* H HIDROGÊNIO																		2 He HÉLIO			
3 6.94(1)* Li LÍTIO																		4 9.0122 Be BERÍLIO			
11 22.990 Na SÓDIO																		12 24.305(2)* Mg MAGNÉSIO			
19 39.098 K POTÁSSIO																		20 40.078(4) Ca CÁLCIO			
37 85.468 Rb RUBÍDIO																		38 87.62 Sr ESTRÔNIO			
55 132.91 Cs CÉSIO																		56 137.33 Ba BÁRIO			
87 Fr FRÂNIO																		88 Ra RÁDIO			
21 44.956 Sc ESCÂNDIO																		22 47.867 Ti TÍTÂNIO			
23 50.942 V VANÁDIO																		24 51.996 Cr CROMO			
25 54.938 Mn MANGANÊS																		26 55.845(2) Fe FERRO			
27 58.933 Co COBALTO																		28 58.693 Ni NÍQUEL			
29 63.546(3) Cu COBRE																		30 65.38(2) Zn ZINCO			
31 69.723 Al ALUMÍNIO																		32 72.630(8) Si SILÍCIO			
33 74.922 P FÓSFORO																		34 78.971(8) S ENXOFRE			
35 79.904(3)* Cl CLORO																		36 83.798(2) Ar ARGÔNIO			
3 4 5 6 7 8 9 10 11 12																		13 14 15 16 17			
Zn - sólido Hg - líquido Ne - gás Csf - sintético																					
Número atômico																		Peso atômico padrão abreviado (IUPAC, 2021)*			
Símbolo																		Nome			
Si																		Silício			
# Valor único, se com asterisco (mais detalhes: www.iupac.org)																		† Inexistente, pois o elemento (e.g. Ra e Cf) carece de isótopos com uma distribuição isotópica característica em amostras terrestres naturais			
104 105 106 107 108 109 110 111 112 113 114 115 116 117 118																		119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208 209 210 211 212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 224 225 226 227 228 229 230 231 232 233 234 235 236 237 238 239 240 241 242 243 244 245 246 247 248 249 250 251 252 253 254 255 256 257 258 259 260 261 262 263 264 265 266 267 268 269 270 271 272 273 274 275 276 277 278 279 280 281 282 283 284 285 286 287 288 289 290 291 292 293 294 295 296 297 298 299 300 301 302 303 304 305 306 307 308 309 310 311 312 313 314 315 316 317 318 319 320 321 322 323 324 325 326 327 328 329 330 331 332 333 334 335 336 337 338 339 340 341 342 343 344 345 346 347 348 349 350 351 352 353 354 355 356 357 358 359 360 361 362 363 364 365 366 367 368 369 370 371 372 373 374 375 376 377 378 379 380 381 382 383 384 385 386 387 388 389 390 391 392 393 394 395 396 397 398 399 400 401 402 403 404 405 406 407 408 409 410 411 412 413 414 415 416 417 418 419 420 421 422 423 424 425 426 427 428 429 430 431 432 433 434 435 436 437 438 439 440 441 442 443 444 445 446 447 448 449 450 451 452 453 454 455 456 457 458 459 460 461 462 463 464 465 466 467 468 469 470 471 472 473 474 475 476 477 478 479 480 481 482 483 484 485 486 487 488 489 490 491 492 493 494 495 496 497 498 499 500 501 502 503 504 505 506 507 508 509 510 511 512 513 514 515 516 517 518 519 520 521 522 523 524 525 526 527 528 529 530 531 532 533 534 535 536 537 538 539 540 541 542 543 544 545 546 547 548 549 550 551 552 553 554 555 556 557 558 559 560 561 562 563 564 565 566 567 568 569 570 571 572 573 574 575 576 577 578 579 580 581 582 583 584 585 586 587 588 589 590 591 592 593 594 595 596 597 598 599 600 601 602 603 604 605 606 607 608 609 610 611 612 613 614 615 616 617 618 619 620 621 622 623 624 625 626 627 628 629 630 631 632 633 634 635 636 637 638 639 640 641 642 643 644 645 646 647 648 649 650 651 652 653 654 655 656 657 658 659 660 661 662 663 664 665 666 667 668 669 670 671 672 673 674 675 676 677 678 679 680 681 682 683 684 685 686 687 688 689 690 691 692 693 694 695 696 697 698 699 700 701 702 703 704 705 706 707 708 709 710 711 712 713 714 715 716 717 718 719 720 721 722 723 724 725 726 727 728 729 730 731 732 733 734 735 736 737 738 739 740 741 742 743 744 745 746 747 748 749 750 751 752 753 754 755 756 757 758 759 760 761 762 763 764 765 766 767 768 769 770 771 772 773 774 775 776 777 778 779 780 781 782 783 784 785 786 787 788 789 790 791 792 793 794 795 796 797 798 799 800 801 802 803 804 805 806 807 808 809 810 811 812 813 814 815 816 817 818 819 820 821 822 823 824 825 826 827 828 829 830 831 832 833 834 835 836 837 838 839 840 841 842 843 844 845 846 847 848 849 850 851 852 853 854 855 856 857 858 859 860 861 862 863 864 865 866 867 868 869 870 871 872 873 874 875 876 877 878 879 880 881 882 883 884 885 886 887 888 889 890 891 892 893 894 895 896 897 898 899 900 901 902 903 904 905 906 907 908 909 910 911 912 913 914 915 916 917 918 919 920 921 922 923 924 925 926 927 928 929 930 931 932 933 934 935 936 937 938 939 940 941 942 943 944 945 946 947 948 949 950 951 952 953 954 955 956 957 958 959 960 961 962 963 964 965 966 967 968 969 970 971 972 973 974 975 976 977 978 979 980 981 982 983 984 985 986 987 988 989 990 991 992 993 994 995 996 997 998 999 1000			
Rf Db Sg Bh Hs Mt Ds Rg Cn Nh Fl Mg Lv Ts Og																		Fr Ra Ac			
Ru Rh Pd Ag Cd In Sn Sb Te I Xe																		Ba La Ce Pr Nd Pm Sm Eu Gd Tb Dy Ho Er Tm Yb Lu Hf Ta W Re Os Ir Pt Au Hg Tl Pb Bi Po At Rn			
Zr Nb Mo Tc Ru Rh Pd Ag Cd In Sn Sb Te I Xe																		Ba La Ce Pr Nd Pm Sm Eu Gd Tb Dy Ho Er Tm Yb Lu Hf Ta W Re Os Ir Pt Au Hg Tl Pb Bi Po At Rn			
Y Zr Nb Mo Tc Ru Rh Pd Ag Cd In Sn Sb Te I Xe																		Ba La Ce Pr Nd Pm Sm Eu Gd Tb Dy Ho Er Tm Yb Lu Hf Ta W Re Os Ir Pt Au Hg Tl Pb Bi Po At Rn			
Hf Ta W Re Os Ir Pt Au Hg Tl Pb Bi Po At Rn																		Ba La Ce Pr Nd Pm Sm Eu Gd Tb Dy Ho Er Tm Yb Lu Hf Ta W Re Os Ir Pt Au Hg Tl Pb Bi Po At Rn			
Ta W Re Os Ir Pt Au Hg Tl Pb Bi Po At Rn																		Ba La Ce Pr Nd Pm Sm Eu Gd Tb Dy Ho Er Tm Yb Lu Hf Ta W Re Os Ir Pt Au Hg Tl Pb Bi Po At Rn			
W Re Os Ir Pt Au Hg Tl Pb Bi Po At Rn																		Ba La Ce Pr Nd Pm Sm Eu Gd Tb Dy Ho Er Tm Yb Lu Hf Ta W Re Os Ir Pt Au Hg Tl Pb Bi Po At Rn			
Re Os Ir Pt Au Hg Tl Pb Bi Po At Rn																		Ba La Ce Pr Nd Pm Sm Eu Gd Tb Dy Ho Er Tm Yb Lu Hf Ta W Re Os Ir Pt Au Hg Tl Pb Bi Po At Rn			
Os Ir Pt Au Hg Tl Pb Bi Po At Rn																		Ba La Ce Pr Nd Pm Sm Eu Gd Tb Dy Ho Er Tm Yb Lu Hf Ta W Re Os Ir Pt Au Hg Tl Pb Bi Po At Rn			
Ir Pt Au Hg Tl Pb Bi Po At Rn																		Ba La Ce Pr Nd Pm Sm Eu Gd Tb Dy Ho Er Tm Yb Lu Hf Ta W Re Os Ir Pt Au Hg Tl Pb Bi Po At Rn			
Pt Au Hg Tl Pb Bi Po At Rn																		Ba La Ce Pr Nd Pm Sm Eu Gd Tb Dy Ho Er Tm Yb Lu Hf Ta W Re Os Ir Pt Au Hg Tl Pb Bi Po At Rn			
Au Hg Tl Pb Bi Po At Rn																		Ba La Ce Pr Nd Pm Sm Eu Gd Tb Dy Ho Er Tm Yb Lu Hf Ta W Re Os Ir Pt Au Hg Tl Pb Bi Po At Rn			
Hg Tl Pb Bi Po At Rn																		Ba La Ce Pr Nd Pm Sm Eu Gd Tb Dy Ho Er Tm Yb Lu Hf Ta W Re Os Ir Pt Au Hg Tl Pb Bi Po At Rn			
Tl Pb Bi Po At Rn																		Ba La Ce Pr Nd Pm Sm Eu Gd Tb Dy Ho Er Tm Yb Lu Hf Ta W Re Os Ir Pt Au Hg Tl Pb Bi Po At Rn			
Pb Bi Po At Rn																		Ba La Ce Pr Nd Pm Sm Eu Gd Tb Dy Ho Er Tm Yb Lu Hf Ta W Re Os Ir Pt Au Hg Tl Pb Bi Po At Rn			
Bi Po At Rn																		Ba La Ce Pr Nd Pm Sm Eu Gd Tb Dy Ho Er Tm Yb Lu Hf Ta W Re Os Ir Pt Au Hg Tl Pb Bi Po At Rn			
Po At Rn																		Ba La Ce Pr Nd Pm Sm Eu Gd Tb Dy Ho Er Tm Yb Lu Hf Ta W Re Os Ir Pt Au Hg Tl Pb Bi Po At Rn			
At Rn																		Ba La Ce Pr Nd Pm Sm Eu Gd Tb Dy Ho Er Tm Yb Lu Hf Ta W Re Os Ir Pt Au Hg Tl Pb Bi Po At Rn			
Rn																		Ba La Ce Pr Nd Pm Sm Eu Gd Tb Dy Ho Er Tm Yb Lu Hf Ta W Re Os Ir Pt Au Hg Tl Pb Bi Po At Rn			

DESDE 2019

2019

IVPT

100

Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

Associação Internacional dos Elementos Químicos

57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
LANTÂNIO	CÉRIO	PRASEODÍMIO	NEODÍMIO	PROMÉCIO	SAMÁRIO	EUROPIO	GADOLÍNIO	TERBIO	DISPRÓSIO	HÓLMIO	ERBÍO	TÚLIO	ÍTERBIO	LUTÉCIO
89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr
ACTÍNIO	TÓRIO	PROTÁCTÍNIO	URÂNIO	NEPTÚNIO	PLÚTÔNIO	AMÉRICIO	CÚRIO	BERKÉLIO	CALIFÓRNI	EINSTÊNIO	FÉRMIO	MENDELÉVIO	NOBÉLIO	LAURÊNCIO