



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**

**DOCTORADO**

**Data: 03/02/2025 Horário: 14h**

**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**

<b>Questões</b>	<b>A CORRIGIR</b>
<b>1<sup>a</sup></b>	
<b>2<sup>a</sup></b>	
<b>3<sup>a</sup></b>	
<b>4<sup>a</sup></b>	
<b>5<sup>a</sup></b>	
<b>6<sup>a</sup></b>	
<b>7<sup>a</sup></b>	
<b>8<sup>a</sup></b>	

**RESERVADO À COMISSÃO**

**CÓDIGO:**

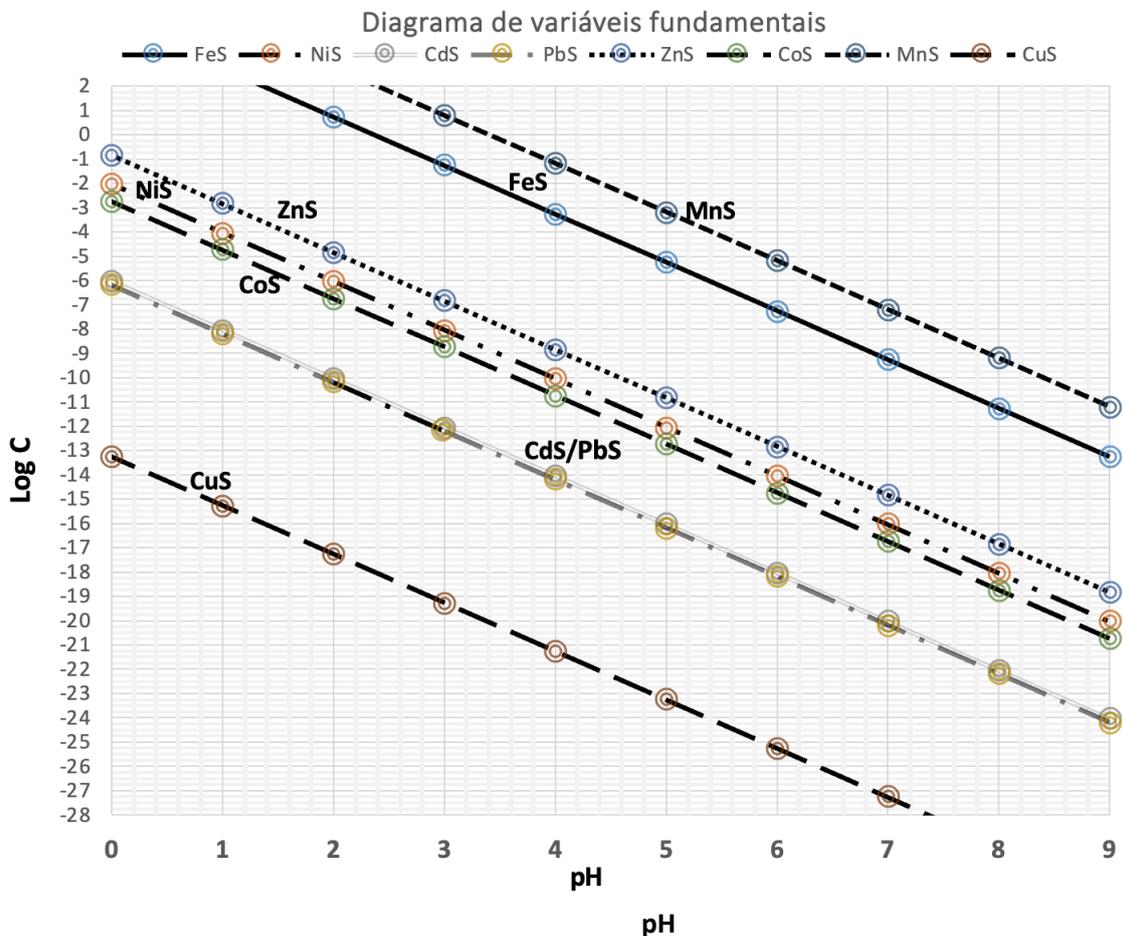
**QUESTÃO ESPECÍFICA DE QUÍMICA ANALÍTICA**

**1ª Questão:** De acordo com o diagrama de variável fundamental,  $\log C \times \text{pH}$ , sendo  $C = \text{MS}; \text{M}^{2+}$ , em relação aos compostos FeS, NiS, CdS, PbS, ZnS, CoS, MnS.

- a) Deduza as equações envolvendo  $\log M$  e  $\text{pH}$  para  $\text{Fe}^{2+}$  e  $\text{Mn}^{2+}$ .
- b) Utilizando o diagrama  $\log C \times \text{pH}$ , responda: qual o intervalo de  $\text{pH}$  para separar no mínimo 90% de um dos íons,  $\text{Fe}^{2+}$  ( $0,01 \text{ mol L}^{-1}$ ) ou  $\text{Mn}^{2+}$  ( $0,01 \text{ mol L}^{-1}$ )?

**Dados:**

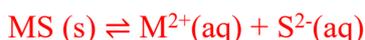
$K_{\text{ps}}$ (FeS)	$6,00 \times 10^{-18}$
$K_{\text{ps}}$ (NiS)	$1,00 \times 10^{-24}$
$K_{\text{ps}}$ (CdS)	$1,00 \times 10^{-28}$
$K_{\text{ps}}$ (PbS)	$7,10 \times 10^{-29}$
$K_{\text{ps}}$ (ZnS)	$1,60 \times 10^{-23}$
$K_{\text{ps}}$ (CoS)	$2,00 \times 10^{-25}$
$K_{\text{ps}}$ (MnS)	$7,10 \times 10^{-16}$
$K_{\text{a1}} \times K_{\text{a2}}$	$10,00 \times 10^{-21}$
$[\text{H}_2\text{S}] = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$	



## RESPOSTA

Questão a: Resolvendo um caso genérico para  $M^{2+}$  e  $S^{2-}$ :

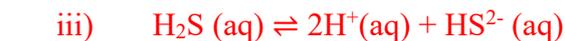
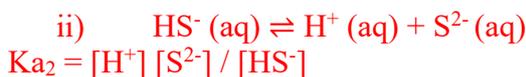
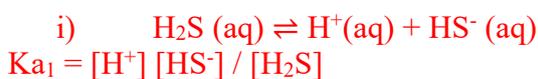
Equilíbrio de precipitação



$$K_{ps} = [M^{2+}][S^{2-}] \text{ ( aplicando Log)}$$

$$1) \quad \text{Log } K_{ps} = \text{Log}[M^{2+}] + \text{Log } [S^{2-}]$$

Equilíbrio ácido base ( $H_2S$  0,1 mol L<sup>-1</sup>)



$$K_{a1} \times K_{a2} = [H^+]^2 [S^{2-}] / [H_2S]$$

Rearranjando

$$K_{a1} \times K_{a2} \times [H_2S] = [H^+]^2 [S^{2-}], \text{ sendo } K_{a1} \times K_{a2} \times [H_2S] = \text{constante } K_e$$
$$[S^{2-}] = K_e / [H^+]^2, \text{ aplicando Log}$$

$$2) \quad \text{Log}[S^{2-}] = \text{Log}K_e - 2\text{Log}[H^+]$$

Substituindo (2) em (1) temos:

$$3) \quad \text{Log } K_{ps} = \text{Log}[M^{2+}] + \text{Log}K_e - 2\text{Log}[H^+]$$

$$4) \quad \text{Log } [M^{2+}] = \text{Log}K_{ps} - \text{Log } K_e + 2\text{Log}[H^+]$$

$$5) \quad \text{Log}[M^{2+}] = \text{Log } K_{ps} - \text{Log } K_e - 2\text{pH}$$

Questão b:

Desde que  $K_{ps} (FeS) < K_{ps} (MnS)$ , então o  $Fe^{2+}$  precipitará primeiro na forma de FeS.

Em pH 3,4 o  $Fe^{2+}$  começa a precipita, ao passo que o  $Mn^{2+}$  inicia a precipitação em pH = 4,4

Nas condições em que  $[Fe^{2+}] = 0,01 \text{ mol L}^{-1}$  e  $[Mn^{2+}] = 0,010 \text{ mol L}^{-1}$ , quando precipitar 90% do  $Fe^{2+}$ , ou seja, permanecer em solução 10 % de  $Fe^{2+}$ , devemos ter a concentração de  $Fe^{2+}$  livre de:

$$0,01 \text{ mol L}^{-1} \rightarrow 100\%$$

$$X \rightarrow 10\% \quad X = 1 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$$

Portanto, para precipitar 90% de  $[Fe^{2+}]$ , ou seja, reste  $[Fe^{2+}] = 1 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$ , a faixa de pH deve ser  $3,8 < \text{pH} < 4,4$ , como indicada no gráfico.

**RESERVADO À COMISSÃO**

**CÓDIGO:**

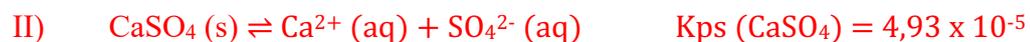
**QUESTÃO ESPECÍFICA DE QUÍMICA ANALÍTICA**

**2ª Questão:** Uma solução iônica apresenta em sua composição  $0,0500 \text{ mol L}^{-1}$  de íons  $\text{Ca}^{2+}$  e  $0,0300 \text{ mol L}^{-1}$  de íons  $\text{Ag}^+$ . Uma vez que um analista recebeu a tarefa de separar os íons por precipitação seletiva, é possível precipitar 99,00% de íons  $\text{Ca}^{2+}$  com sulfato, sem que ocorra precipitação de  $\text{Ag}^+$ ? Justifique sua resposta através de seus cálculos.

Dados:  $K_{ps}(\text{CaSO}_4) = 4,93 \times 10^{-5}$   
 $K_{ps}(\text{Ag}_2\text{SO}_4) = 1,5 \times 10^{-5}$

## RESPOSTA

$$\text{I)} \quad 1\% \text{ de } 0,05 \text{ mol L}^{-1} [\text{Ca}^{2+}] = 0,0005 \text{ mol L}^{-1} \text{ de } \text{Ca}^{2+}$$



$$K_{\text{ps}} (\text{CaSO}_4) = [\text{Ca}^{2+}] [\text{SO}_4^{2-}]$$

$$[\text{SO}_4^{2-}] = K_{\text{ps}} (\text{CaSO}_4) / [\text{Ca}^{2+}] = (4,93 \times 10^{-5}) / (5,00 \times 10^{-4})$$

$$[\text{SO}_4^{2-}] = 0,0986 \text{ mol L}^{-1}$$

Logo:



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

$$Q_{\text{ps}} (\text{Ag}_2\text{SO}_4) = (0,0300)^2 \times (0,0986)$$

$$Q_{\text{ps}} (\text{Ag}_2\text{SO}_4) = 8,874 \times 10^{-5}$$

$$\text{Portanto, } Q_{\text{ps}} (\text{Ag}_2\text{SO}_4) > K_{\text{ps}} (\text{Ag}_2\text{SO}_4)$$

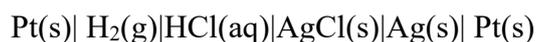
Essa tarefa não é viável!

**RESERVADO À COMISSÃO**

**CÓDIGO:**

**QUESTÃO ESPECÍFICA DE FÍSICO-QUÍMICA**

**3ª Questão:** A reação química  $\text{H}_2(\text{g}) + 2\text{AgCl}(\text{s}) \rightarrow 2\text{Ag}(\text{s}) + 2\text{HCl}(\text{aq})$  ocorre na célula eletroquímica:



Os valores mensurados dos potenciais padrões ( $\xi^\circ$ ) para essa célula no intervalo de temperatura de 0 °C a 90 °C a 1,0 bar são ajustados pela equação:

$$\xi^\circ = a + b(T - T_0) + c(T - T_0)^2 + d(T - T_0)^3$$

Encontre a variação de entropia padrão ( $\Delta S^\circ$ ) a 20 °C.

**Dados:**  $T_0 = 273,15 \text{ K}$ ;  $a = 0,23643 \text{ V}$ ;  $10^4 b = -4,8621 \text{ V K}^{-1}$ ;  $10^6 c = -3,4205 \text{ V K}^{-2}$  e  $10^9 d = 5,869 \text{ V K}^{-3}$ ;  $F = 96.485 \text{ C mol}^{-1}$ .

## RESOLUÇÃO:

Sendo  $\Delta S^\circ = nF \left( \frac{\partial \xi^\circ}{\partial T} \right)_p$

com  $\left( \frac{\partial \xi^\circ}{\partial T} \right)_p = b + 2c(T - T_0) + 3d(T - T_0)^2$

Então:  $\Delta S^\circ = nF [b + 2c(T - T_0) + 3d(T - T_0)^2]$

Sendo:

$$a = 0,23643 \text{ V}; b = -4,8621 \times 10^{-4} \text{ V K}^{-1}; c = -3,4205 \times 10^{-6} \text{ V K}^{-2} \text{ e } d = 5,869 \times 10^{-9} \text{ V K}^{-3}$$

$$\Delta S^\circ = nF [b + 2c(T - T_0) + 3d(T - T_0)^2]$$

$$\Delta S^\circ = nF [-4,8621 \times 10^{-4} \text{ V K}^{-1} + 2(-3,4205 \times 10^{-6} \text{ V K}^{-2})(20 \text{ K}) + 3(5,869 \times 10^{-9} \text{ V K}^{-3})(20 \text{ K})^2]$$

$$\Delta S^\circ = nF [-4,8621 \times 10^{-4} \text{ V K}^{-1} - (1,3682 \times 10^{-4} \text{ V K}^{-1}) + (7,0752 \times 10^{-6} \text{ V K}^{-1})]$$

$$\Delta S^\circ = 2(96485 \text{ C mol}^{-1})(-6,16 \times 10^{-4} \text{ V K}^{-1})$$

$$\Delta S^\circ = -118,87 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

**RESERVADO À COMISSÃO**

**CÓDIGO:**

**QUESTÃO ESPECÍFICA DE FÍSICO-QUÍMICA**

**4ª Questão:** Calcule a temperatura final e o trabalho de expansão adiabática reversível de 0,5 mol de gás N<sub>2</sub>. A temperatura e a pressão iniciais são 300 K e 0,010 atm, respectivamente. A expansão segue até uma pressão final de 0,0010 atm. Admita o comportamento do gás como ideal.

<b>Informações adicionais</b>		
Para um gás ideal diatômico:	$\bar{U} = \frac{5}{2}RT ;$	$\bar{H} = \frac{7}{2}RT$
R = 8,314 J mol <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup>		

## RESOLUÇÃO:

Primeiramente, deve-se determinar  $\bar{C}_V$ ,  $\bar{C}_p$  e  $\gamma$  para o gás em questão (gás ideal diatômico,  $N_2$ ):

$$\bar{C}_V = \left( \frac{\partial \bar{U}}{\partial T} \right)_V = \frac{5}{2}R \quad \bar{C}_p = \left( \frac{\partial \bar{H}}{\partial T} \right)_V = \frac{7}{2}R \quad \therefore \gamma = \frac{\bar{C}_p}{\bar{C}_V} = \frac{(7/2)R}{(5/2)R} = 1,4$$

Para calcular a temperatura final para um processo de expansão adiabática de um gás ideal, pode-se utilizar a equação de Poisson:

$$\left( \frac{p_1}{p_2} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} = \left( \frac{T_1}{T_2} \right)$$

Substituindo os valores:

$$\left( \frac{0,010 \text{ atm}}{0,0010 \text{ atm}} \right)^{\frac{1,4-1}{1,4}} = \left( \frac{300 \text{ K}}{T_2} \right)$$
$$(10)^{0,2857} = \left( \frac{300 \text{ K}}{T_2} \right) \therefore T_2 = \mathbf{155,4 \text{ K}}$$

Por sua vez, o cálculo do trabalho ( $w$ ) de expansão pode ser efetuado diretamente a partir da variação de energia interna ( $\Delta U$ ), pois o processo é adiabático ( $q = 0$ ). Deve-se atentar para a quantidade de matéria de gás ( $n = 0,5 \text{ mol}$ ):

$$\Delta U = q + w \therefore w = \Delta U = n \bar{C}_V \Delta T$$

$$w = (0,5 \text{ mol}) \left( \frac{5}{2} \times 8,314 \text{ J mol}^{-1} \text{K}^{-1} \right) (155,4 - 300) \text{ K} = -1502,7 \text{ J} = \mathbf{-1,5 \text{ kJ}}$$

**RESERVADO À COMISSÃO**

**CÓDIGO:**

**QUESTÃO ESPECÍFICA DE QUÍMICA INORGÂNICA**

**5ª Questão:** Considere a reação entre um íon metálico ( $M^{n+}$ ) da 1ª série de transição com 17,53290 g de NaCl resultando na formação de 13,02925 g de um composto de coordenação hexacoordenado. Admitindo rendimento de 100 %, ausência de distorção tetragonal e sabendo que o valor de susceptibilidade magnética ( $\mu_S$ ) do complexo é 1,73, pede-se:

- (a) a formulação do ânion complexo;
- (b) os termos espectroscópicos moleculares do estado fundamental e do 1º estado excitado.

Dados:  $\mu_S = \sqrt{[N(N + 2)]}$ , onde N é o número de elétrons não emparelhados.

**Resposta:**



(b) Configuração do estado fundamental do íon  $\text{Ti}^{3+}$  em grupo pontual Oh:  $t_{2g}^1 \Rightarrow$  termo espectroscópico molecular =  ${}^2T_{2g}$ . Configuração do 1º estado excitado do íon  $\text{Ti}^{3+}$  em grupo pontual Oh:  $e_g^1 \Rightarrow$  termo espectroscópico molecular =  ${}^2E_g$ .

**RESERVADO À COMISSÃO**

**CÓDIGO:**

**QUESTÃO ESPECÍFICA DE QUÍMICA INORGÂNICA**

**6ª Questão:** Os espectros vibracionais Raman e na região do infravermelho da molécula planar  $\text{BCl}_3$  apresentam, cada um, três bandas associadas a modos vibracionais de estiramento e deformação. Para esta molécula, pede-se as simetrias dos:

- (a) modos vibracionais;
- (b) modos vibracionais de estiramento e deformação;
- (c) modos vibracionais ativos no Raman e no infravermelho.

## RESPOSTA

(a)  $\Gamma_{\text{vib}} = A_1' + A_2'' + 2E'$

(b)  $\Gamma_{\text{est}} = A_1' + E'$ ;  $\Gamma_{\text{def}} = E' + A_2''$

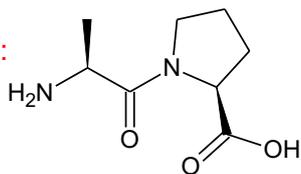
(c) IV:  $E' + A_2''$ ; Raman:  $A_1' + E'$



**Resposta:**

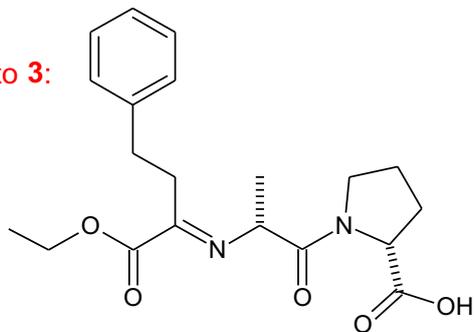
**a) Composto 1: 4-fenil-2-oxobutanoato de etila**

**b) Estrutura do composto 2:**



**c) (2S, 2'S)**

**d) Enantiômero do composto 3:**

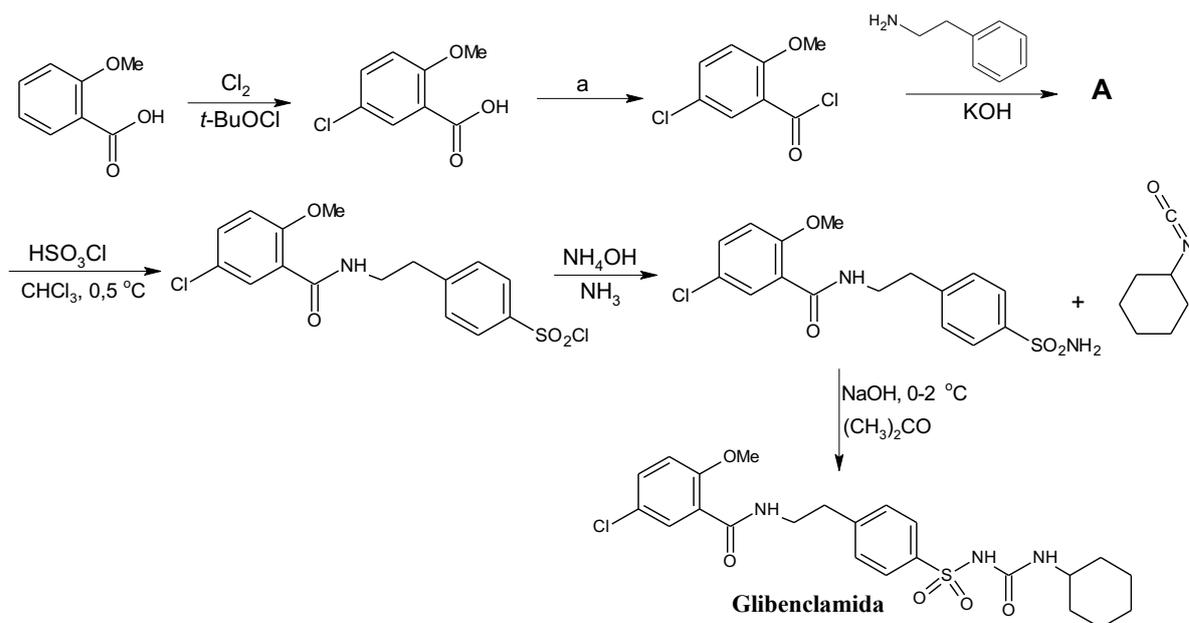


**RESERVADO À COMISSÃO**

**CÓDIGO:**

**QUESTÃO ESPECÍFICA DE QUÍMICA ORGÂNICA**

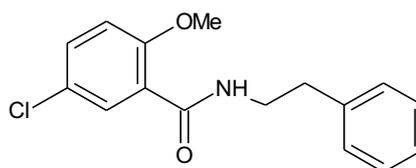
**8ª Questão:** Uma rota sintética tradicional do fármaco antidiabético **glibenclamida** é mostrada no esquema reacional abaixo. Com isso, responda o que se pede.



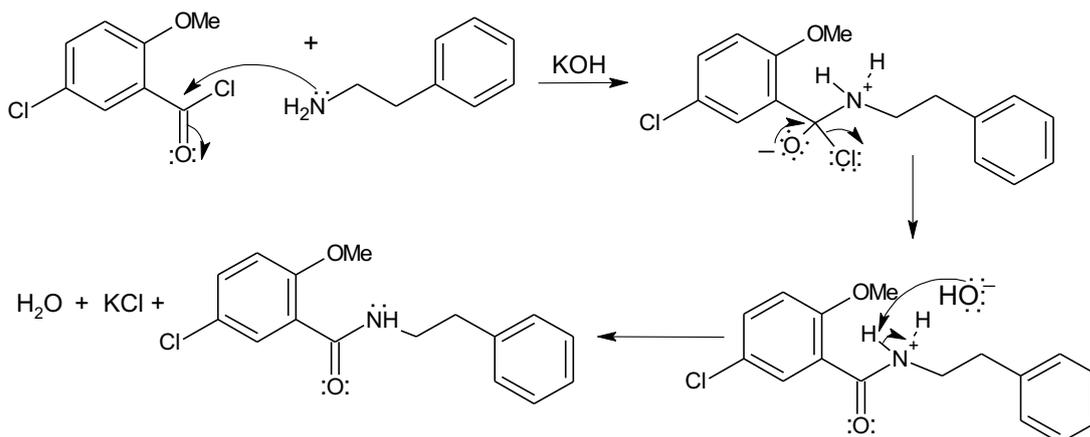
- Indique quem é o reagente a, bem como mostre a estrutura de linhas do intermediário A.
- Mostre o mecanismo reacional de formação do intermediário A.
- Mostre o mecanismo envolvido na etapa final de formação da **glibenclamida**.

**Resposta:**

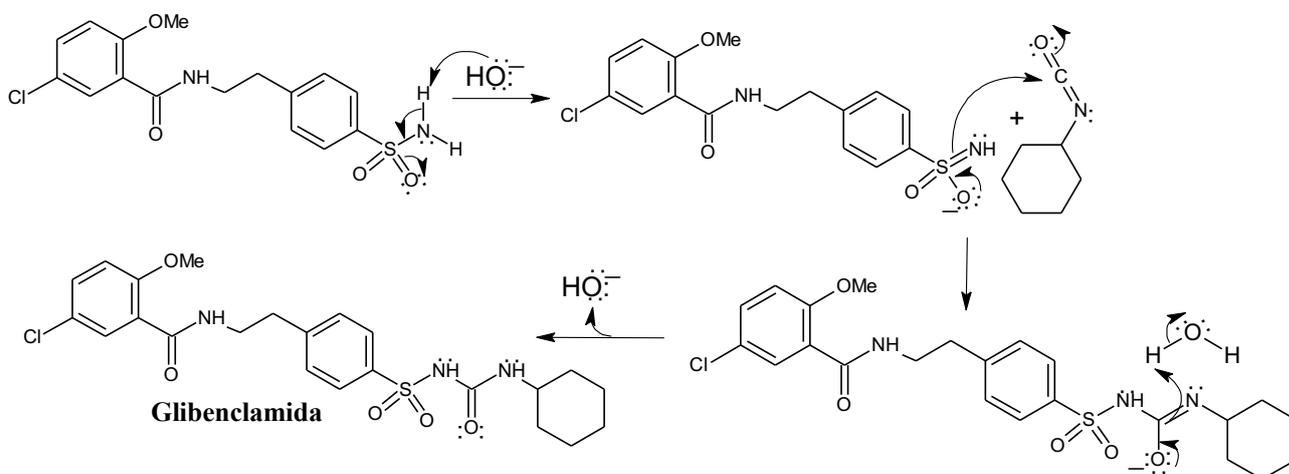
a) Reagente a:  $\text{SOCl}_2$ ; Intermediário **A**:



b) Mecanismo de formação do intermediário **A**:

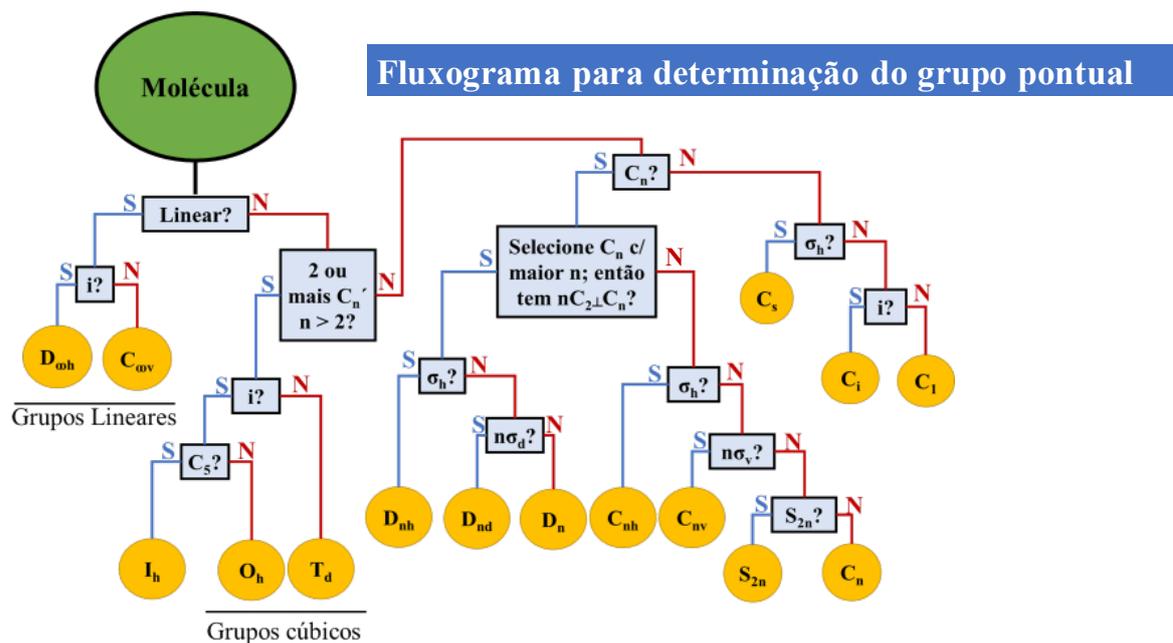


c) Mecanismo da etapa final de formação da **glibenclamida**:



**MATERIAL SUPPLEMENTAR**

$\Delta S^\circ = nF \left( \frac{\partial E^\circ}{\partial T} \right)_p$	$\Delta G^\circ = -nFE^\circ$	$E^\circ = \frac{RT}{\nu F} \ln K$
$E = E^\circ - \frac{RT}{\nu F} \ln Q$	$\bar{C}_p - \bar{C}_V = R$	$\gamma = \frac{\bar{C}_p}{\bar{C}_V}$
$\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T\Delta S^\circ$	$dU = TdS - pdV$	$dH = TdS + Vdp$
$p_1 V_1^\gamma = p_2 V_2^\gamma$	$\left( \frac{V_2}{V_1} \right)^{\gamma-1} = \left( \frac{T_1}{T_2} \right)$	$\left( \frac{p_1}{p_2} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} = \left( \frac{T_1}{T_2} \right)$
$\alpha = \frac{1}{V} \left( \frac{\partial V}{\partial T} \right)_p$	$\beta = -\frac{1}{V} \left( \frac{\partial V}{\partial p} \right)_T$	$\gamma = \left( \frac{\partial p}{\partial T} \right)_V$
$\Delta U = q + w$	$\Delta U = n \bar{C}_V \Delta T$	$\Delta H = n \bar{C}_p \Delta T$



$$\chi_{R\text{Total}} = \pm N_R (2\cos\phi + 1)$$

NR: número de átomos que não experimentam alteração;

+NR: E, C<sub>n</sub>; -NR: i, σ, S<sub>n</sub>

Operação	Ângulo $\phi$
E	0
C <sub>n</sub>	$(2\pi)/n$
σ	π
i	$(2\pi)$
S <sub>n</sub>	$\{[(2\pi)/n] + \pi\}$

## Tabelas de Caracteres

$C_{2v}$ ( $2mm$ )	$E$	$C_2$	$\sigma_v(xz)$	$\sigma'_v(yz)$		
$A_1$	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	$y, R_x$	$yz$

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

$C_{4v}$ ( $4mm$ )	$E$	$2C_4$	$C_2$	$2\sigma_v$	$2\sigma_d$		
$A_1$	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	$(x, y)(R_x, R_y)$	$(xz, yz)$

$D_{2h}$ ( $mmm$ )	$E$	$C_2(z)$	$C_2(y)$	$C_2(x)$	$i$	$\sigma(xy)$	$\sigma(xz)$	$\sigma(yz)$		
$A_g$	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	$x$	

$D_{3h}$ ( $\bar{6}$ ) $m2$	$E$	$2C_3$	$3C_2$	$\sigma_h$	$2S_3$	$3\sigma_v$		
$A'_1$	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	$(x, y)$	$(x^2-y^2, 2xy)$
$A''_1$	1	1	1	-1	-1	-1		
$A''_2$	1	1	-1	-1	-1	1	$z$	
$E''$	2	-1	0	-2	1	0	$(R_x, R_y)$	$(xz, yz)$

$T_d$ ( $43m$ )	$E$	$8C_3$	$3C_2$	$6S_4$	$6\sigma_d$		
$A_1$	1	1	1	1	1		$x^2+y^2+z^2$
$A_2$	1	1	1	-1	-1		
$E$	2	-1	2	0	0		$(2z^2-x^2-y^2, \sqrt{3}(x^2-y^2))$
$T_1$	3	0	-1	1	-1	$(R_x, R_y, R_z)$	
$T_2$	3	0	-1	-1	1	$(x, y, z)$	$(xy, xz, yz)$

$O$ ( $432$ )	$E$	$8C_3$	$3C_2$	$6C_4$	$6C_2'$		
$A_1$	1	1	1	1	1		$x^2+y^2+z^2$
$A_2$	1	1	1	-1	-1		
$E$	2	-1	2	0	0		$(2z^2-x^2-y^2, \sqrt{3}(x^2-y^2))$
$T_1$	3	0	-1	1	-1	$(x, y, z)$ $(R_x, R_y, R_z)$	
$T_2$	3	0	-1	-1	1		$(xy, xz, yz)$

$O_h$ ( $m3m$ )	$E$	$8C_3$	$6C_2$	$6C_4$	$3C_2$ ( $=C_4^2$ )	$i$	$6S_4$	$8S_6$	$3\sigma_h$	$6\sigma_d$	
$A_{1g}$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	$x^2+y^2+z^2$
$A_{2g}$	1	1	-1	-1	1	1	-1	1	1	-1	
$E_g$	2	-1	0	0	2	2	0	-1	2	0	$(2z^2-x^2-y^2, \sqrt{3}(x^2-y^2))$
$T_{1g}$	3	0	-1	1	-1	3	1	0	-1	-1	$(R_x, R_y, R_z)$
$T_{2g}$	3	0	1	-1	-1	3	-1	0	-1	1	$(xy, xz, yz)$
$A_{1u}$	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	
$A_{2u}$	1	1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	1	
$E_u$	2	-1	0	0	2	-2	0	1	-2	0	
$T_{1u}$	3	0	-1	1	-1	-3	-1	0	1	1	$(x, y, z)$
$T_{2u}$	3	0	1	-1	-1	-3	1	0	1	-1	

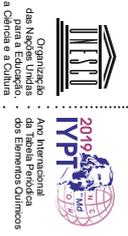


Sociedade Brasileira de Química

# TABELA PERIÓDICA DOS ELEMENTOS

1												18																							
1	1,008(1)*											2	4,0026																						
<b>H</b>												<b>He</b>																							
HIDROGÊNIO												HÉLIO																							
3	6,94(6)†	4	9,0122																																
<b>Li</b>		<b>Be</b>																																	
LÍTRIO		BERÍLIO																																	
11	22,990	12	24,304(2)†																																
<b>Na</b>		<b>Mg</b>																																	
SÓDIO		MAGNÉSIO																																	
19	39,098	20	40,078(4)	21	44,956	22	47,867	23	50,942	24	51,996	25	54,938	26	55,845(2)	27	58,933	28	58,693	29	63,546(3)	30	65,38(2)	31	69,723	32	72,630(8)	33	74,922	34	78,971(8)	35	79,904(3)†	36	83,798(2)
<b>K</b>		<b>Ca</b>		<b>Sc</b>		<b>Ti</b>		<b>V</b>		<b>Cr</b>		<b>Mn</b>		<b>Fe</b>		<b>Co</b>		<b>Ni</b>		<b>Cu</b>		<b>Zn</b>													
POTÁSSIO		CÁLCIO		ESCÂNDIO		TITÂNIO		VANÁDIO		CRÔMIO		MANGANÊS		FERRO		COBALTO		NIQUEL		COBRE		ZINCO													
37	85,468	38	87,62	39	88,906	40	91,224(2)	41	92,906	42	95,95	43		44	101,07(2)	45	102,91	46	106,42	47	107,87	48	112,41	49	114,92	50	118,71	51	121,76	52	127,60(3)	53	128,90	54	131,29
<b>Rb</b>		<b>Sr</b>		<b>Y</b>		<b>Zr</b>		<b>Nb</b>		<b>Mo</b>		<b>Tc</b>		<b>Ru</b>		<b>Rh</b>		<b>Pd</b>		<b>Ag</b>		<b>Cd</b>		<b>In</b>		<b>Sn</b>		<b>Sb</b>		<b>Te</b>		<b>I</b>		<b>Xe</b>	
RUBÍDIO		ESTRÔNCIO		ÍTRIO		ZIRCONÍO		NÍOBIO		MOLIBDÊNIO		TECNÉCIO		RUTÊNIO		RÓDIO		PALÁDIO		PRATA		CÁDMIO		ÍNDIO		ESTANHO		ANTIMÔNIO		TELÚRIO		IODO		XENÔNIO	
55	132,91	56	137,33	LANTANÍDIOS 57 - 71		72	178,49	73	180,95	74	183,84	75	186,21	76	190,23(3)	77	192,22	78	196,09(2)	79	196,97	80	200,59	81	204,39	82	207,2(1)†	83	208,98	84		85		86	
<b>Cs</b>		<b>Ba</b>				<b>Hf</b>		<b>Ta</b>		<b>W</b>		<b>Re</b>		<b>Os</b>		<b>Ir</b>		<b>Pt</b>		<b>Au</b>		<b>Hg</b>		<b>Tl</b>		<b>Pb</b>		<b>Bi</b>		<b>Po</b>		<b>At</b>		<b>Rn</b>	
CÉSIO		BÁRIO				HÁFNIO		TÂNTALO		TUNGSTÊNIO		RÊNIO		ÔSMIO		IRÍDIO		PLATINA		OURO		MERCÚRIO		TÁLIO		CHUMBO		BISMUTO		POLÔNIO		ASTATO		RÁDONIO	
87		88		ACTINÍDIOS 89 - 103		104		105		106		107		108		109		110		111		112		113		114		115		116		117		118	
<b>Fr</b>		<b>Ra</b>				<b>Rf</b>		<b>Db</b>		<b>Sg</b>		<b>Bh</b>		<b>Hs</b>		<b>Mt</b>		<b>Ds</b>		<b>Rg</b>		<b>Cn</b>		<b>Nh</b>		<b>Fl</b>		<b>Mg</b>		<b>Lv</b>		<b>Ts</b>		<b>Og</b>	
FRÂNCO		RÁDIO				RUTEFÓRIO		DUBNIO		SEABÓRGIO		BOHRIO		HÁSSIO		MÉTENRIO		DARFVÁRÍDIO		TENESÍDIO		COPERNÍCIO		NIHÔNIO		FLEÓVIO		MOSCÓVIO		LIVERMÓRIO		TENNESSO		OGANÊSSONIO	

Atenção: para saber como obter uma tabela periódica com muitas outras informações adicionais, acesse [www.sbq.org.br/divulgacao](http://www.sbq.org.br/divulgacao)



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

57	138,91	58	140,12	59	140,91	60	144,24	61		62	150,36(2)	63	151,96	64	157,25(3)	65	158,93	66	162,50	67	164,93	68	167,26	69	168,93	70	173,05(2)	71	174,97
<b>La</b>		<b>Ce</b>		<b>Pr</b>		<b>Nd</b>		<b>Pm</b>		<b>Sm</b>		<b>Eu</b>		<b>Gd</b>		<b>Tb</b>		<b>Dy</b>		<b>Ho</b>		<b>Er</b>		<b>Tm</b>		<b>Yb</b>		<b>Lu</b>	
LANTÂNIO		CÉRIO		PRASEODÍMIO		NEODÍMIO		PROMÉCIO		SAMÁRIO		EURÓPIO		GADOLÍNIO		TÉRBIO		DISPRÓSIO		HÓLMIO		ÉRBITO		TÚLIO		ITÉRBIO		LUTÉCIO	
89		90	232,04	91	231,04	92	238,03	93		94		95		96		97		98		99		100		101		102		103	
<b>Ac</b>		<b>Th</b>		<b>Pa</b>		<b>U</b>		<b>Np</b>		<b>Pu</b>		<b>Am</b>		<b>Cm</b>		<b>Bk</b>		<b>Cf</b>		<b>Es</b>		<b>Fm</b>		<b>Md</b>		<b>No</b>		<b>Lr</b>	
ACTÍNIO		TÓRIO		PROTACTÍNIO		URÂNIO		NEPTÚNIO		PLÚTÔNIO		AMÉRICIO		CÚRIO		BERKÉLIO		CALIFÓRNI		EINSTEÍNIO		FÉRMIO		MENDELEVIO		NOBÉLIO		LAURENCIO	

copyright © 2023 SBQ

fone: (11) 3032-2299