

**PROGRAMA NACIONAL  
OLIMPÍADAS DE QUÍMICA**

**SOLUÇÕES**

## Redução eletroquímica de CO<sub>2</sub>

15% do total										
Questão	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	Total
Pontuação	8	6	4	4	6	20	20	20	12	100
Nota										

**1.1** (8 pt)

Se  $n = 1$  (produção do metano), temos:

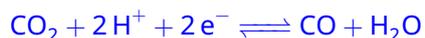
$$\Delta = 4 + \frac{2(1+1)}{1} = 8$$

Esse é o valor máximo, tendo em vista que no metano o estado de oxidação do carbono é o menor possível (-4).

Para o valor mínimo deve ser percebido que "n" pode crescer sem restrição, o que diminui a quantidade de matéria de elétrons transferidos, uma vez que no alcano com a cadeia maior, o estado de oxidação médio do carbono é maior. Assim:

$$\Delta = 4 + \frac{2(n+1)}{1} = 4 + 2 + \frac{2}{n}$$

O valor do último termo vai ficar cada vez menor e o valor de "Δ" tende a 6, sendo Δ = 6 o valor mínimo.

**1.2** (6 pt)

(6 pontos = 3 pontos para cada semi-reação, se usar a água como fonte de H<sup>+</sup>, perde 2 pontos; menos um ponto por erro de balanceamento)

1.3 (4 pt)

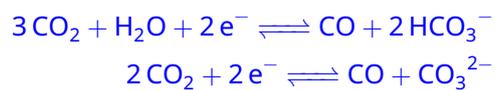


(4 pontos, se usar a  $\text{H}^+$  ao invés de água perde 2 pontos, menos um ponto por erro de balanceamento)

1.4 (4 pt)

(a)     (b)     (c)     (d)     (e)

1.5 (6 pt)



(6 pontos = 3 pontos para cada semi-reação, se usar o  $\text{H}^+$ , perde 2 pontos; menos um ponto por erro de balanceamento)

1.6 (20 pt)

A quantidade de matéria de carbonato obtido pela titulação é:

$$n'(\text{CO}_3^{2-}) = 0,1001 \text{ mol/L} \times 6,71 \text{ mL} = 0,6717 \text{ mmol}$$

essa quantidade de matéria corresponde à alíquota de 100,00  $\mu\text{L}$  e assim para o volume de 100,00 mL no balão volumétrico, temos:

$$n(\text{CO}_3^{2-}) = 671,7 \text{ mmol} = 0,6717 \text{ mol}$$

A quantidade de matéria de bicarbonato obtido pela titulação é:\*

$$n'(\text{HCO}_3^-) = 0,1001 \text{ mol/L} \times (8,20 - 6,71) \text{ mL} = 0,1491 \text{ mmol}$$

essa quantidade de matéria corresponde à alíquota de 100,00  $\mu\text{L}$  e assim para o volume de 100,00 mL no balão volumétrico, temos:

$$n(\text{HCO}_3^-) = 149,1 \text{ mmol} = 0,1491 \text{ mol}$$

\*É necessário ressaltar um ponto nesta resolução: O gráfico mostrado de pH versus volume de titulante deveria indicar que os volumes não são aditivos. O volume do segundo ponto, no caso aditivo, seria  $8,20 + 6,71 = 14,91$  mL. Porém, em ambos os casos o volume gasto para titular o bicarbonato proveniente da redução seria o mesmo. No caso, aditivo:  $14,91 - (2 \times 6,71) = 1,49$  mL e no caso do gráfico mostrado:  $8,20 - 6,71 = 1,49$  mL. Esta banca de elaboração, considera que o detalhe não altera o resultado e os candidatos deveriam se basear no volume de 1,49 mL para o cálculo citado. (20 pontos: 10 pontos para cada resposta correta; serão avaliadas as aproximações e os raciocínios para os cálculos; em caso de erros de unidades ou de ordem de grandeza, serão descontados 4 pontos).

**1.7 (20 pt)**

Para formar 0,6717 mol de  $\text{CO}_3^{2-}$ , temos:

$$0,6717 \times 2 = 1,3434 \text{ mols de elétrons}$$

Para formar 0,1491 mol de  $\text{HCO}_3^-$ , temos:

$$0,1491 \times 1 = 0,1491 \text{ mols de elétrons}$$

O número total de mols de elétrons é:

$$1,3434 + 0,1491 = 1,4925 \text{ mols de } e^-$$

Assim:

Carga total que passou no sistema por 1 hora = 1,4925 mol x (96486 C/mol) = 144005,35 C

A corrente em Amperes será:

$$i = 144\,005,35/3600 = 40,00 \text{ A}$$

Assim a corrente específica:

$$j = 40,00 \text{ A}/200 \text{ cm}^2 = 0,200 \text{ A/cm}^2 = 200 \text{ mA/cm}^2$$

(20 pontos: 6 pontos para acerto do número de mols de elétrons; mais 6 pontos para acerto da carga total em uma hora; mais 4 pontos pelo acerto da corrente; serão avaliadas as aproximações e os raciocínios para os cálculos; em caso de erros de unidades, serão descontados 3 pontos).

**1.8 (20 pt)**

A quantidade de matéria de gás carbônico reduzido é:

$$n(\text{CO}_2) = \frac{3}{2} \times n(\text{HCO}_3^-) + 2 \times n(\text{CO}_3^{2-})$$

$$n(\text{CO}_2) = \frac{3}{2} \times 0,1491 + 2 \times 0,6717 = 1,567\,05 \text{ mol}$$

Logo:

$$pV = nRT$$

$$1 \text{ atm} \times V_{\text{CO}_2} = 1,567\,05 \text{ mol} \times 0,082 \text{ L} \cdot \text{atm} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \times 323 \text{ K}$$

$$V_{\text{CO}_2} = 41,505 \text{ L}$$

$$V_{\text{CO}_2} = \frac{41,505 \text{ L}}{3600 \text{ s}} \times \frac{1000 \text{ mL}}{1 \text{ L}} = 11,53 \text{ mL/s}$$

(20 pontos: 6 pontos para acerto do número de mols de gás carbônico; mais 6 pontos para acerto do volume total; serão avaliadas as aproximações e os raciocínios para os cálculos; em caso de erros de unidades ou de ordem de grandeza, serão descontados 4 pontos).

**1.9** (20 pt)

Para o monóxido de carbono formado em cada semi-reação, temos:

$$n(\text{CO}) = \frac{1}{2} \times n(\text{HCO}_3^-) + n(\text{CO}_3^{2-})$$

$$n(\text{CO}) = \frac{1}{2} \times 0,1491 + 0,6717 = 0,746\,25 \text{ mol}$$

Logo:

$$pV = nRT$$

$$1 \text{ atm} \times V_{\text{CO}} = 0,746\,25 \text{ mol} \times 0,082 \text{ L} \cdot \text{atm} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \times 323 \text{ K}$$

$$V_{\text{CO}_2} = 19,77 \text{ L}$$

(12 pontos: 6 pontos para acerto da quantidade de matéria de CO; serão avaliadas as aproximações e os raciocínios para os cálculos; em caso de erros de unidades ou de ordem de grandeza, serão descontados pontos).

## Cristais e pedras naturais

15% do total												
Questão	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	2.10	2.11	Total
Pontuação	4	6	6	5	10	4	10	15	5	10	25	100
Nota												

2.1 (4 pt)

Fórmula Mínima:

Razão entre porcentagem de massa e massa atômica

$$\frac{\%(O)}{M.A.(O)} = \frac{11,18}{15,999} = 0,69879$$

$$\frac{\%(Cu)}{M.A.(Cu)} = \frac{88,82}{63,546} = 1,39773$$

Dividindo ambos pela menor razão:

$$\frac{0,69879}{0,69879} = 1,0000$$

$$\frac{1,39773}{0,69879} = 2,0000$$

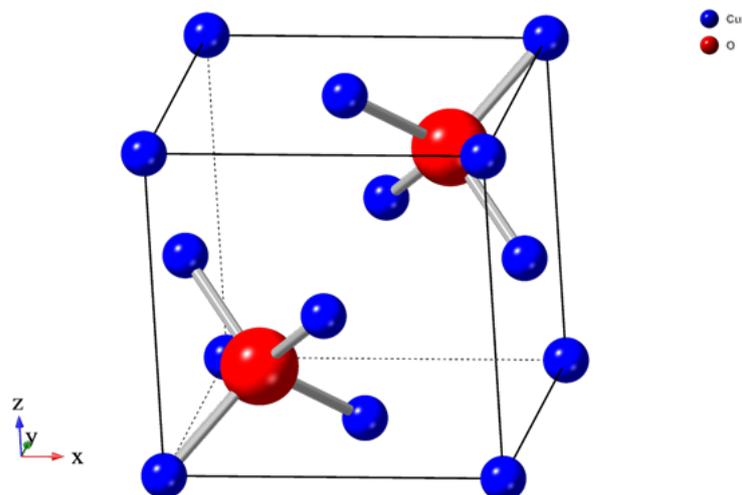
Portanto

Fórmula mínima:  $Cu_2O$ Como o sólido é um óxido, assumimos carga -2 para o Oxigênio, assim a carga do Cobre corresponde a  $(+2)/(2 \text{ átomos de Cu}) = +1$ 

Estado de oxidação do Cobre: +1

(2 Pt para cada)

2.2 (6 pt)



Nº de átomos de Cu:  $3 \times \left(\frac{1}{2}\right) \times 2 + 4 \times \frac{1}{4} = 4$   
 Nº de átomos de O: 2

2.3 (6 pt)

Parâmetro de rede:

$$n \times \lambda = 2 \times \frac{a}{\sqrt{h^2 + k^2 + l^2}} \text{sen}(\theta)$$

$$1 \times 154,05 \times 10^{-12} = 2 \times \frac{a}{\sqrt{1^2 + 0^2 + 0^2}} \text{sen}(10,39)$$

$$a = 4,2709 \times 10^{-10} \text{ m} = 4,2709 \text{ \AA}$$

Densidade:

$$\rho = \frac{(4 \times MA(\text{Cu}) + 2 \times MA(\text{O})) \times \frac{1}{N_A}}{a^3}$$

$$\rho = \frac{(4 \times 63,546 + 2 \times 15,999) \times \frac{1}{6,022 \times 10^{26}}}{(4,2709 \times 10^{-10})^3}$$

$$\rho = 6148 \text{ kg m}^{-3}$$

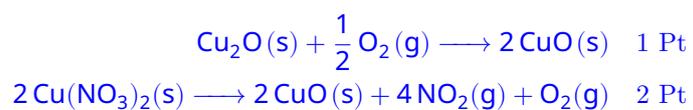
Parâmetro de rede  $a$  (em Å): 4,2709 Å  
(3 Pt para cada)

Densidade da cuprita: 6,14865  $\text{g cm}^{-3}$

2.4 (5 pt)

Óxido X: CuO (2pt)

Reações balanceadas:

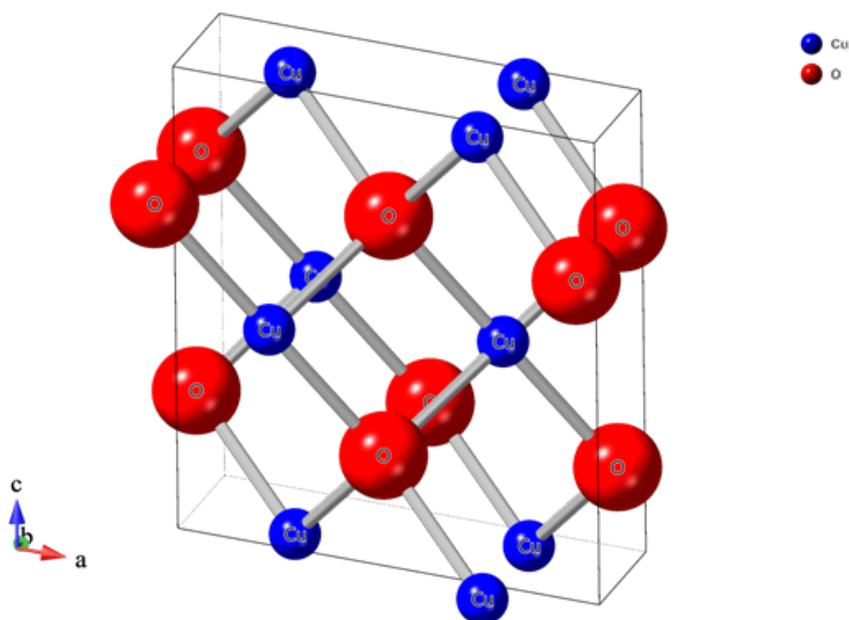


2.5 (10 pt)

Nº de átomos de Cu:  $2 \times 1 + 4 \times \frac{1}{2} = 4$ Nº de átomos de O:  $2 \times 1 + 4 \times \frac{1}{2} = 4$ 

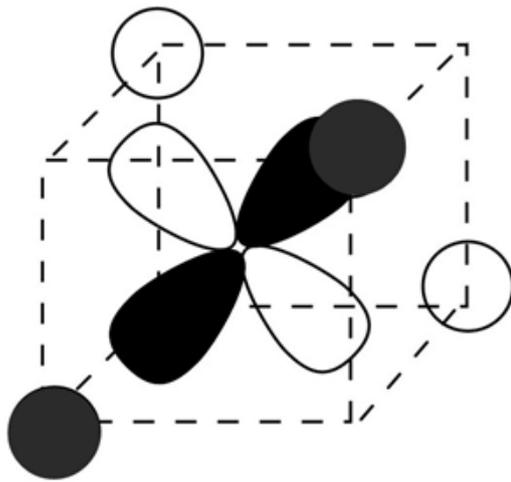
(5 pt para cada)

2.6 (4 pt)

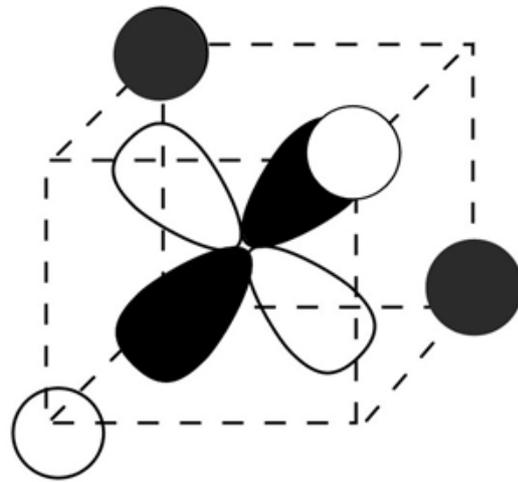


Ao replicar uma célula unitária acima da outra, é possível identificar o ambiente de coordenação quadrado planar, que tem número de coordenação = 4 (2 pt para cada)

2.7 (10 pt)



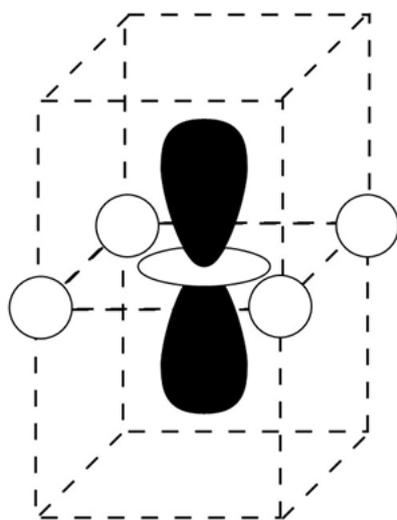
Configuração Ligante



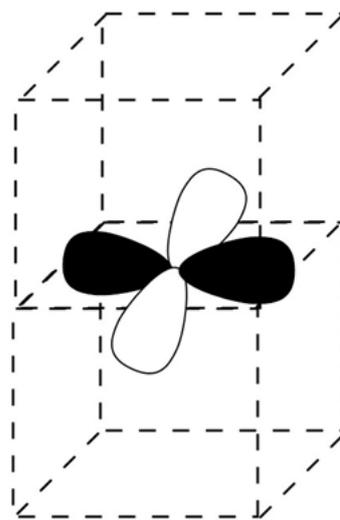
Configuração Anti-ligante

(5 pt para cada)

2.8 (15 pt)



Possível Configuração Ligante



Configuração Não-ligante

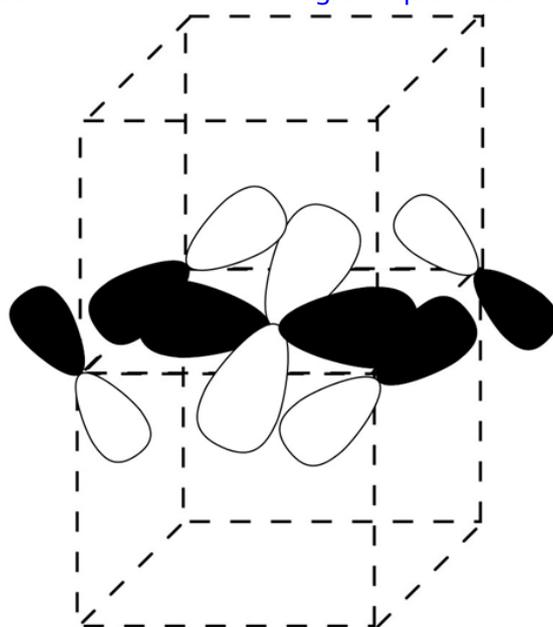
Configuração ligante: Múltiplas respostas são aceitáveis, desde que utilizem-se da relação correta de fase do orbital d de escolha e respeitem os planos nodais do orbital ao desenhar os orbitais  $\sigma$  dos ligantes.

Configuração não-ligante: Somente os orbitais  $d(xy)$ ,  $d(xz)$  e  $d(yz)$  adotam configurações não-ligantes para o ambiente de coordenação quadrado-planar, já que os planos nodais do orbital passam pelos orbitais  $\sigma$  dos ligantes.

(10 Pt para configuração ligante, 5 Pt para configuração não-ligante)

2.9 (5 pt)

O orbital  $d(xy)$  não permanecerá não-ligante, como pode ser observado a seguir. Como ele forma uma interação eletrônica, o orbital antiligante resultante será de maior energia que do orbital  $d$  de origem.

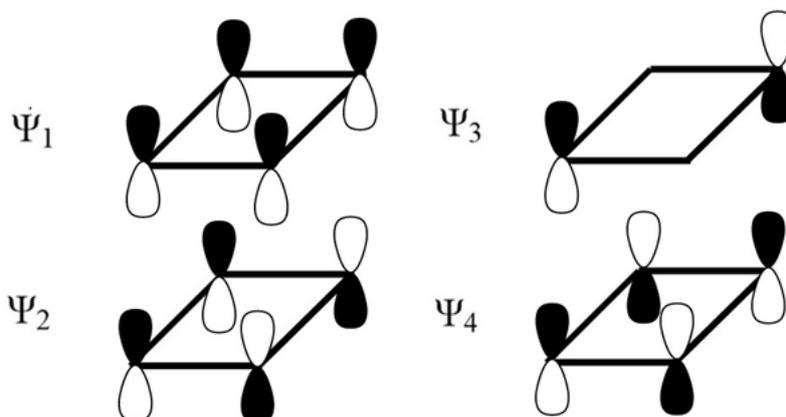


Orbital  $d(xy)$  com interações  $\pi$

Portanto:

[X] (a)    [ ] (b)    [ ] (c)

2.10 (10 pt)



(2,5 pt para cada)

2.11 (25 pt)

Dependendo da escolha de direção dos eixos x e y, duas respostas são possíveis:

$d(z^2)$	$\Psi_1$
$d(x^2-y^2)$	$\Psi_4$
$d(xz)$	$\Psi_3$
$d(yz)$	$\Psi_2$
$d(xy)$	N.L.

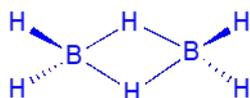
$d(z^2)$	$\Psi_1$
$d(x^2-y^2)$	N.L.
$d(xz)$	$\Psi_2$
$d(yz)$	$\Psi_3$
$d(xy)$	$\Psi_4$

(5 Pt para cada)

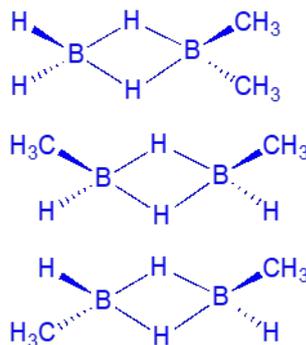
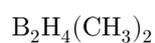
## Boranas e organoboranos

15% do total										
Questão	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	Total
Pontuação	16	10	18	18	4	8	6	10	10	100
Nota										

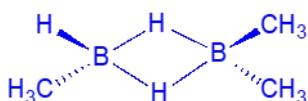
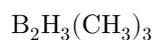
### 3.1 (16 pt)



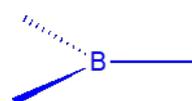
Geometria dos átomos de boro: **Tetraédrica**



Geometria dos átomos de boro: **Tetraédrica**



Geometria dos átomos de boro: **Tetraédrica**



Geometria dos átomos de boro: **Trigonal plana**

3.2 (10 pt)

X

Como  $BH^{\cdot-}$  possui 3 elétrons desemparelhados e, como o fragmento não possui carga e está ligado a 3 ligantes, X deve ser um metal  $s^2d^7$ . Logo, **Co**.

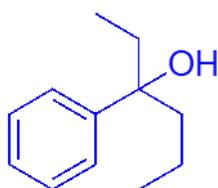
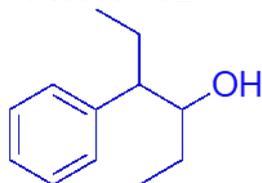
5 pts para cada metal

Y

Como  $BH_2^{\cdot-}$  possui 2 elétrons desemparelhados e, como o fragmento possui uma carga negativa e está ligado a quatro ligantes, Y deve ser um metal  $s^2d^5$ . Logo, **Mn**.

3.3 (18 pt)

Moléculas 1 e 2



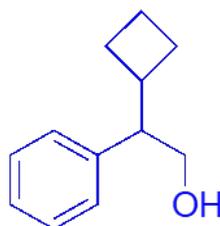
9 pts por estrutura

3.4 (18 pt)

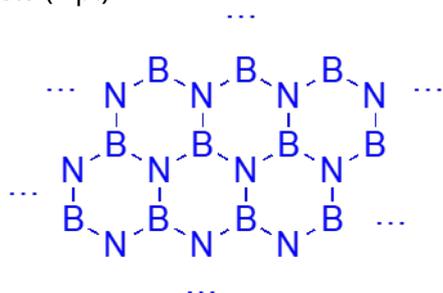
Molécula 3



Molécula 4

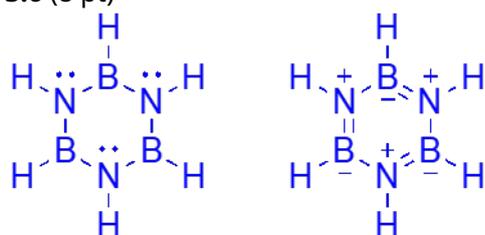


3.5 (4 pt)



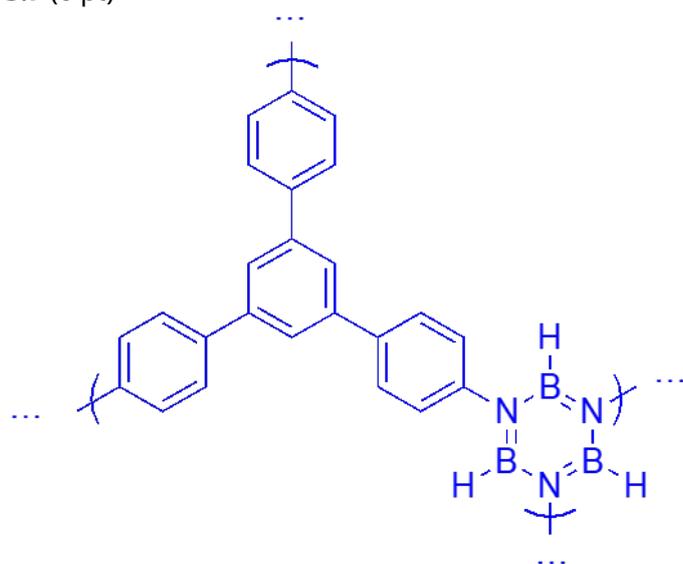
4 pts (não é necessário desenhar muitos anéis, basta deixar claro a ideia da rede tipo grafite)

3.6 (8 pt)



4 pts por estrutura

3.7 (6 pt)



$C_{24}H_{18}B_3N_3$   
5 pts da estrutura e 1 pt da fórmula

**3.8** (10 pt)

Massa molar do monômero 380,4 g/mol 19,7% de perda de massa corresponde a uma massa molar de 75. Como o produto final é estável a 700°C deve conter apenas B e N, correspondendo ao nitreto de boro BN cuja porcentagem em massa no monômero é de 19,6%.

Portanto, a perda inicial de massa molar de 75 deve ser um fragmento que contém apenas C e H, correspondendo ao fragmento C6H3.

3 pts para o fragmento, 3 pts para o BN, 2 pontos para a massa molar de 75 e 2 pontos para a porcentagem total de B e N.

**3.9** (10 pt)

$$pV = nRT$$

$$n = 0,475 / (0,082 \times 87)$$

$$n = 0,066 \text{ mol Ar}$$

$$\text{Área} = 0,066 \times 6,02 \times 10^{23} \times 0,138 = 5,48 \times 10^{21} \text{ nm}^2 = 5480 \text{ m}^2/\text{g}$$

5 pts para a quantidade de Ar, 5 pts para o resto dos cálculos com valor correto. 2 pts de desconto por ordem de grandeza 2 pts de desconto por erro de conta 2 pts de desconto por uso incorreto dos valores fornecidos



## 4.1 (12 pt)

A lei de velocidade da reação é dada por:

$$v = k[\text{ClO}_3^-]^\alpha [\text{I}^-]^\beta [\text{H}^+]^\gamma$$

Tomando os valores dos experimentos 1 e 2 e substituindo na equação acima, temos:

$$v_1 = k[\text{ClO}_3^-]_1^\alpha [\text{I}^-]_1^\beta [\text{H}^+]_1^\gamma$$

$$v_2 = k[\text{ClO}_3^-]_2^\alpha [\text{I}^-]_2^\beta [\text{H}^+]_2^\gamma$$

Dividindo a segunda equação pela primeira, temos:

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{[\text{ClO}_3^-]_2^\alpha [\text{I}^-]_2^\beta [\text{H}^+]_2^\gamma}{[\text{ClO}_3^-]_1^\alpha [\text{I}^-]_1^\beta [\text{H}^+]_1^\gamma}$$

Como velocidade e tempo são inversamente proporcionais, temos:

$$\frac{t_1}{t_2} = \frac{[\text{ClO}_3^-]_2^\alpha [\text{I}^-]_2^\beta [\text{H}^+]_2^\gamma}{[\text{ClO}_3^-]_1^\alpha [\text{I}^-]_1^\beta [\text{H}^+]_1^\gamma}$$

Substituindo os valores dos experimentos 1 e 2, temos:

$$\frac{810,0}{400,0} = \frac{[0,04]^\alpha [6,0 \times 10^{-5}]^\beta [0,4988]^\gamma}{[0,02]^\alpha [6,0 \times 10^{-5}]^\beta [0,4988]^\gamma}$$

$$2,03 = 2,0^\alpha$$

$$\alpha \approx 1$$

De maneira análoga, tomando as linhas 4 e 1, temos:

$$\frac{3235,0}{810,0} = \frac{[0,02]^\alpha [6,0 \times 10^{-5}]^\beta [0,4988]^\gamma}{[0,02]^\alpha [6,0 \times 10^{-5}]^\beta [0,2454]^\gamma}$$

$$3,99 = 2,03^\alpha$$

$$\beta \approx 2$$

Finalmente, tomando as linhas 1 e 6, temos:

$$\frac{1490,0}{810,0} = \frac{[0,02]^\alpha [6,0 \times 10^{-5}]^\beta [0,4988]^\gamma}{[0,02]^\alpha [4,0 \times 10^{-5}]^\beta [0,4988]^\gamma}$$

$$1,84 = 1,50^\beta$$

$$\gamma \approx 1,5$$

Logo, a lei de velocidade da reação é dada por:

$$v = k[\text{ClO}_3^-][\text{I}^-]^{1,5}[\text{H}^+]^2$$

3 pontos para cada coeficiente encontrado e 3 pontos para a lei de velocidade correta.

## 4.2 (10 pt)

A concentração da solução pode ser calculada por:

$$A = \epsilon bC$$

$$C = \frac{A}{b\epsilon}$$

$$C = \frac{0,15}{0,1 \times 740,0}$$

$$C = 2,03 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$$

Como a banda em 460 nm é atribuída ao iodo, a massa de iodo é dada por:

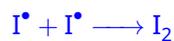
$$m = C \times M \times V$$

$$m = 2,03 \times 10^{-3} \times 253,8 \times 0,003$$

$$m = 1,54 \times 10^{-3} \text{ g}$$

## 4.3 (12 pt)

Multiplicando a equação (3) por 2 e somando com as equações 4 e 5 temos:



## 4.4 (18 pt)

A velocidade de formação do triiodeto é dada por:

$$\frac{d[\text{I}_3^-]}{dt} = k_5[\text{I}_2][\text{I}^-] - k_{-5}[\text{I}_3^-] \quad (1)$$

Aplicando a aproximação do estado estacionário para o radical  $\text{I}^\bullet$ , temos:

$$\frac{d[\text{I}^\bullet]}{dt} = k_3[\text{I}^-][\text{H}_2\text{O}]I_{abs} - k_4[\text{I}^\bullet][\text{I}^\bullet] = 0 \quad (2)$$

Aplicando a aproximação do estado estacionário para o  $\text{I}_2$ , temos:

$$\frac{d[\text{I}_2]}{dt} = k_4[\text{I}^\bullet][\text{I}^\bullet] - k_5[\text{I}_2][\text{I}^-] + k_{-5}[\text{I}_3^-] = 0 \quad (3)$$

Somando as equações 2 e 3 temos:

$$\begin{aligned} k_3[\text{I}^-][\text{H}_2\text{O}]I_{abs} - k_4[\text{I}^\bullet][\text{I}^\bullet] + k_4[\text{I}^\bullet][\text{I}^\bullet] - k_5[\text{I}_2][\text{I}^-] + k_{-5}[\text{I}_3^-] &= 0 \\ k_5[\text{I}_2][\text{I}^-] &= k_3[\text{I}^-][\text{H}_2\text{O}]I_{abs} + k_{-5}[\text{I}_3^-] \\ [\text{I}_2] &= \frac{k_3[\text{I}^-][\text{H}_2\text{O}]I_{abs} + k_{-5}[\text{I}_3^-]}{k_5[\text{I}^-]} \end{aligned}$$

Substituindo a  $[\text{I}_2]$  na equação 1, temos:

$$\begin{aligned} \frac{d[\text{I}_3^-]}{dt} &= k_5[\text{I}^-] \frac{k_3[\text{I}^-][\text{H}_2\text{O}]I_{abs} + k_{-5}[\text{I}_3^-]}{k_5[\text{I}^-]} - k_{-5}[\text{I}_3^-] \\ \frac{d[\text{I}_3^-]}{dt} &= k_3[\text{I}^-][\text{H}_2\text{O}]I_{abs} + k_{-5}[\text{I}_3^-] - k_{-5}[\text{I}_3^-] \\ \frac{d[\text{I}_3^-]}{dt} &= k_3[\text{I}^-][\text{H}_2\text{O}]I_{abs} \end{aligned}$$

$I_{abs}$  representa a velocidade de absorção dos fótons. 3 pontos serão descontados de quem não considerá-la na lei de velocidade. Desenvolvimentos parciais serão avaliados, assim como a velocidade expressa em termos de outros reagentes e/ou produtos da equação global.

**4.5** (18 pt)

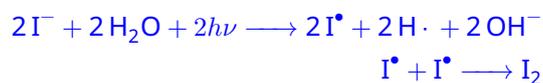
No ponto isosbético, para que a absorção total permaneça constante, a relação entre os coeficientes de absorvidade molar das espécies que absorvem nesse ponto deve ser dada pelo inverso da proporção estequiométrica entre as espécies. Assim temos:

$$\frac{\varepsilon_{\text{I}^-}}{\varepsilon_{\text{I}_3^-}} = \frac{1}{3}$$
$$\frac{6268}{\varepsilon_{\text{I}_3^-}} = \frac{1}{3}$$
$$\varepsilon_{\text{I}_3^-} = 18804 \text{ L mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$$

Será considerada a proporção estequiométrica de quem tenha feito o item anterior de maneira errada para evitar dupla penalização.

**4.6** (12 pt)

Desconsiderando a reação (5), multiplicamos a equação 3 por 2 e somamos com a equação 4:



4.7 (18 pt)

De maneira análoga ao item 4.5 temos:

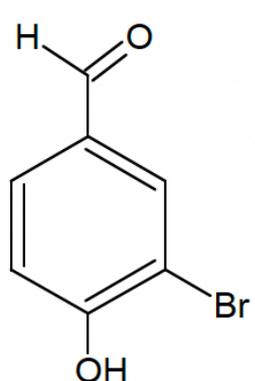
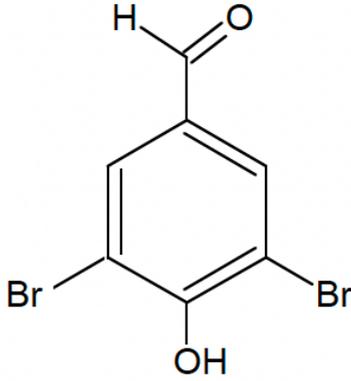
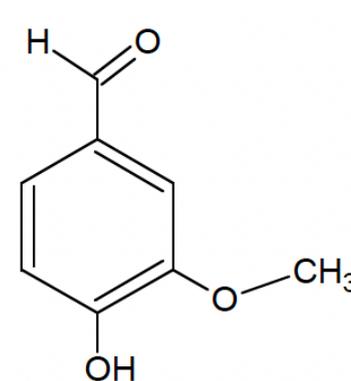
$$\frac{\epsilon_1}{\epsilon_{I_2}} = \frac{1}{2}$$
$$\frac{6268}{\epsilon_{I_2}} = \frac{1}{2}$$
$$\epsilon_{I_2} = 12536 \text{ L mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$$

Será considerada a proporção estequiométrica de quem tenha feito o item anterior de maneira errada para evitar dupla penalização.

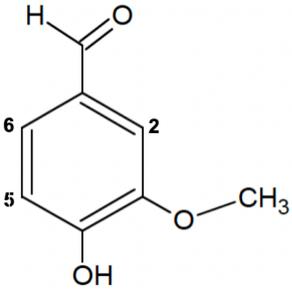
## Síntese da vanilina

10% do total			
Questão	5.1	5.2	<b>Total</b>
Pontuação	70	30	<b>100</b>
Nota			

## 5.1 (70 pt)

Composto X	Composto Y	Vanilina
 <chem>O=Cc1ccc(O)c(Br)c1</chem>	 <chem>O=Cc1c(Br)cc(O)c(Br)c1</chem>	 <chem>O=Cc1ccc(OC)c(O)c1</chem>

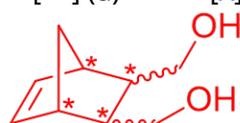
## 5.2 (30 pt)

	Sinais	Hidrogênios correspondentes
	9,82 (1H, s)	Hidrogênio ligado à CARBONILA
	7,42 (2H, m)	Hidrogênios ligados aos carbonos C-2 e C-6
	7,05 (1H, d)	Hidrogênio ligado ao carbono C-5
	6,39 (1H, s)	Hidrogênio da HIDROXILA
	3,96 (3H, t)	Hidrogênios do grupo METOXI

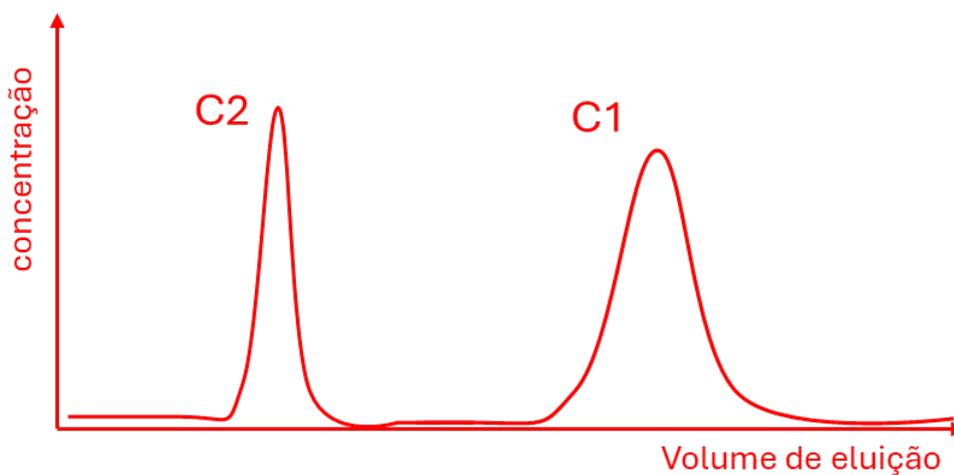
## Escovas Moleculares

15% do total										
Questão	6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	6.6	6.7	6.8	6.9	Total
Pontuação	5	10	10	20	10	10	20	10	5	100
Nota										

6.1 (5 pt)

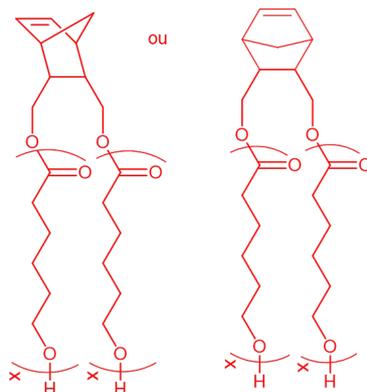
 (a) (b) (c) (d) (e)

6.2 (10 pt)



Como o tamanho médio das moléculas de C2 é maior, ele é excluído dos poros e assim, eluído antes de C1. Como o índice de polidispersividade de C2 é menor, o sinal é mais estreito que de C1. A altura relativa dos sinais depende das concentrações relativas e por isso não será levada em conta.

6.3 (10 pt)



Obs: a representação sem os hidrogênios terminais também é aceita

6.4 (20 pt)

Para C1:

$$M_n = \frac{M_w}{I_p} = \frac{6425}{1,30} = 4942$$

$$M_n = M_{C_9H_{14}O_2} + 2M_{C_6H_{10}O_2} \times x$$

$$4942 = 154 + 2 \times 114 \times x$$

$$x = 21$$

Para C2:

$$M_n = \frac{M_w}{I_p} = \frac{9634}{1,12} = 8602$$

$$M_n = M_{C_9H_{14}O_2} + 2M_{C_6H_{10}O_2} \times x$$

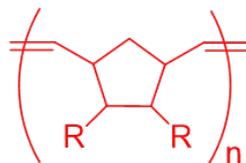
$$8602 = 154 + 2 \times 114 \times x$$

$$x = 37$$

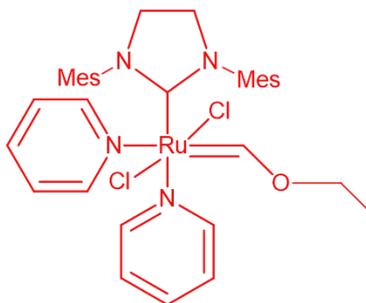
C1: 21

C2: 37

6.5 (10 pt)



6.6 (10 pt)



(simplificações para os grupos que se mantêm iguais são aceitas sem penalização)

6.7 (20 pt)

A percentagem de conversão corresponde à fração molar de **D** na mistura.

$$M_n(t) = xM_{nD} + yM_{nC1}$$

$$\frac{M_n(t)}{I_P(t)} = x \frac{M_{nD}}{I_{PD}} + y \frac{M_{nC1}}{I_{PC1}}$$

Como os índices de dispersão são iguais, temos:

$$M_w(t) = xM_{wD} + yM_{wC1} \quad (1)$$

$$x + y = 1 \Rightarrow y = 1 - x \quad (2)$$

Logo,

$$M_w(t) = xM_{wD} + (1 - x)M_{wC1}$$

$$102712 = x \times 115842 + (1 - x) \times 6425$$

$$x = \frac{96257}{109417} = 0,88 = 88,0\%$$

Porcentagem: 88 %

**6.8** (10 pt)

Por se tratar de uma polimerização por adição:

$$\begin{aligned}M_{nD} &= nM_{nC1} \\ \frac{M_{wD}}{I_{PD}} &= n \frac{M_{wC1}}{I_{PC1}} \\ M_{wD} &= nM_{wC1} \\ n &= \frac{M_{wD}}{M_{wC1}} = \frac{115842}{6425} = 18\end{aligned}$$

Grau de polimerização médio: 18

**6.9** (5 pt) (a) (b) (c) (d) (e)

## Sesquiterpenos

15% do total												
Questão	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9	7.10	7.11	Total
Pontuação	4	5	5	6	5	10	10	5	20	20	10	100
Nota												

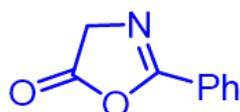
## 7.1 (4 pt)

1a	1b	2a	2b
2	3	1	2

## 7.2 (5 pt)

(a)     (b)     (c)     (d)     (e)

## 7.3 (5 pt)



## 7.4 (6 pt)

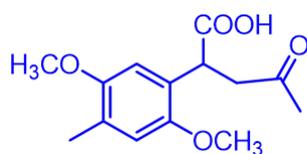
Reagente (c)	Reagente (d)	Reagente (e)
HCl aquoso ou outro ácido forte.	MeOH, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	LDA, NaI
	Outras condições podem ser aceitas.	ClCH <sub>2</sub> C(=CH <sub>2</sub> )CH <sub>3</sub>

## 7.5 (5 pt)

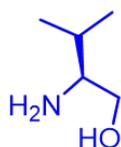
(a)     (b)     (c)     (d)     (e)

7.6 (10 pt)

Fórmula de 8



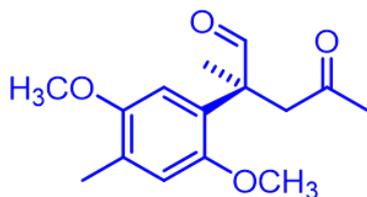
Fórmula de (i)



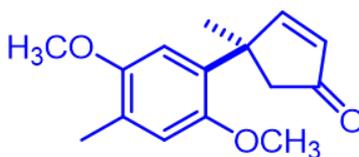
Nome IUPAC: (S)-2-amino-3-metilbutan-1-ol

7.7 (10 pt)

Fórmula de 11



Fórmula de 12

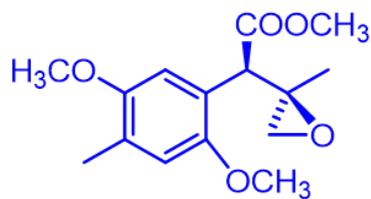


7.8 (5 pt)

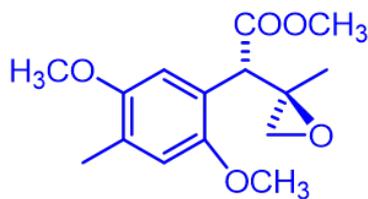
(a)       (b)       (c)       (d)       (e)

7.9 (20 pt)

Epóxido A



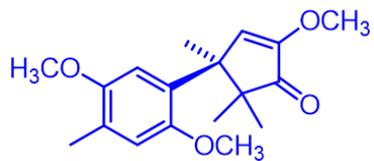
Epóxido B



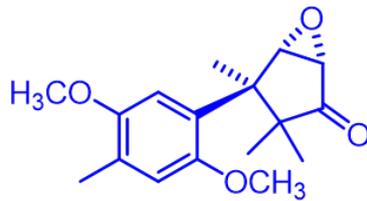
O respectivo par de enantiômeros  
pode ser representado como resposta.

7.10 (20 pt)

Alqueno 15



Epóxido 16



7.11 (10 pt)

