

FUVEST 2016 – Primeira fase e Segunda fase

CONHECIMENTOS GERAIS

1. Existem vários modelos para explicar as diferentes propriedades das substâncias químicas, em termos de suas estruturas submicroscópicas.

Considere os seguintes modelos:

- I. moléculas se movendo livremente;
- II. íons positivos imersos em um “mar” de elétrons deslocalizados;
- III. íons positivos e negativos formando uma grande rede cristalina tridimensional.

Assinale a alternativa que apresenta substâncias que exemplificam, respectivamente, cada um desses modelos.

	I	II	III
a)	gás nitrogênio	ferro sólido	cloreto de sódio sólido
b)	água líquida	iodo sólido	cloreto de sódio sólido
c)	gás nitrogênio	cloreto de sódio sólido	iodo sólido
d)	água líquida	ferro sólido	diamante sólido
e)	gás metano	água líquida	diamante sólido

Resolução: Alternativa A

Análise dos modelos:

I. Moléculas se movendo livremente: estado gasoso.

II. Íons positivos imersos em um “mar” de elétrons deslocalizados: ligação metálica.

III. Íons positivos e negativos formando uma grande rede cristalina tridimensional: ligação iônica.

Conclusão:

- I. Gás nitrogênio (N_2).
- II. Ferro sólido (Fe).
- III. Cloreto de sódio sólido ($NaCl$).

2. Uma estudante recebeu uma amostra de ácido benzoico sólido contendo impurezas. Para purificá-lo, ela optou por efetuar uma recristalização. No procedimento adotado, o sólido deve ser dissolvido em um solvente aquecido, e a solução assim obtida deve ser resfriada. Sendo as impurezas mais solúveis à temperatura ambiente, ao final devem ser obtidos cristais de ácido benzoico puro.

Para escolher o solvente apropriado para essa purificação, a estudante fez testes de solubilidade com etanol, água e heptano. Inicialmente, os testes foram efetuados à temperatura ambiente, e a estudante descartou o uso de etanol. A seguir, efetuou testes a quente, e o heptano não se mostrou adequado.

Nos testes de solubilidade, a estudante observou a formação de sistema heterogêneo quando tentou dissolver o ácido benzoico impuro em

	à temperatura ambiente	a quente
a)	água	água
b)	etanol	heptano
c)	água	heptano
d)	etanol	água
e)	heptano	água

Resolução: Alternativa C

No procedimento adotado, o sólido deve ser dissolvido em um solvente aquecido, e a solução assim obtida deve ser resfriada, pois as impurezas mais solúveis à temperatura ambiente.

Os testes foram efetuados a quente, e a estudante descartou o uso do heptano (apolar). Conclui-se que, a quente, o heptano não dissolveu o ácido benzoico (molécula mista), nem as impurezas, ou seja, ocorreu a formação de um sistema heterogêneo.

Os testes foram efetuados à temperatura ambiente, e a estudante descartou o uso de etanol (polar). Conclui-se que, à temperatura ambiente, o etanol dissolveu tanto o ácido benzoico como as impurezas. Podemos inferir que, nestas condições, a água (mais polar) dissolveria as impurezas e formaria um sistema heterogêneo com o ácido benzoico que se dissolve bem em água quente.

3. O biogás pode substituir a gasolina na geração de energia. Sabe-se que 60 %, em volume, do biogás são constituídos de metano, cuja combustão completa libera cerca de 900 kJ/mol.

Uma usina produtora gera 2.000 litros de biogás por dia. Para produzir a mesma quantidade de energia liberada pela queima de todo o metano contido nesse volume de biogás, será necessária a seguinte quantidade aproximada (em litros) de gasolina:

Note e adote:

- Volume molar nas condições de produção de biogás: 24 l/mol;
- energia liberada na combustão completa da gasolina: $4,5 \times 10^4$ kJ/L.

- a) 0,7
- b) 1,0
- c) 1,7
- d) 3,3
- e) 4,5

Resolução: Alternativa B

Sabe-se que 60 %, em volume, do biogás são constituídos de metano, como são gerados 2.000 L de biogás por dia, vem:

$$V_{\text{metano}} = \frac{60}{100} \times 2.000 \text{ L} = 1.200 \text{ L}$$

$$V_{\text{molar do metano}} = 24 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$n_{\text{metano}} = \frac{1.200 \text{ L}}{24 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 50 \text{ mols}$$

$$1 \text{ mol de metano} \text{ ————— } 900 \text{ kJ}$$

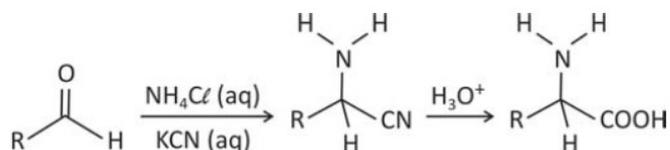
$$50 \text{ mols de metano} \text{ ————— } E_{\text{metano}}$$

$$E_{\text{metano}} = 45.000 \text{ kJ} = 4,5 \times 10^4 \text{ kJ}$$

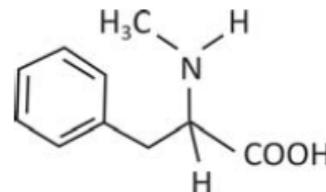
Energia liberada na combustão completa da gasolina = $4,5 \times 10^4$ kJ.

Conclusão: 1 L de gasolina gera a mesma quantidade de energia do metano presente no biogás.

4. Um aldeído pode ser transformado em um aminoácido pela sequência de reações:

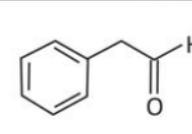
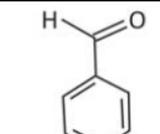
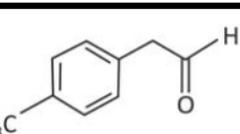
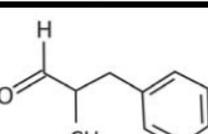
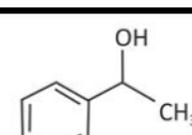


O aminoácido N-metil-fenilalanina pode ser obtido pela mesma sequência reacional, empregando-se, em lugar do cloreto de amônio (NH_4Cl), o reagente $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{Cl}$.



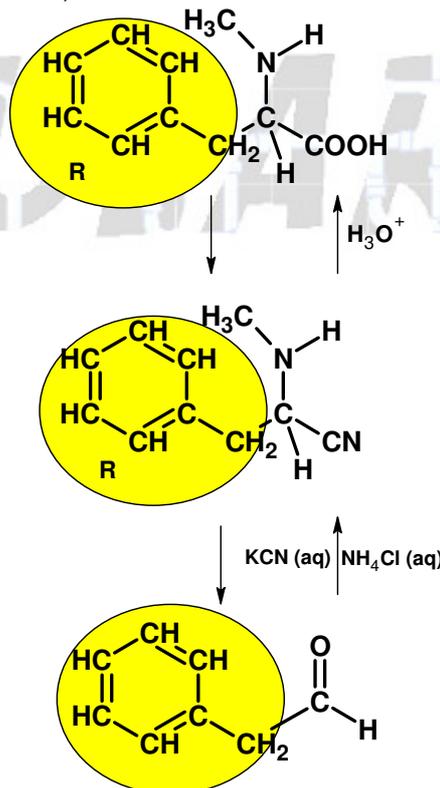
N-metil-fenilalanina

Nessa transformação, o aldeído que deve ser empregado é

a) 	d) 
b) 	e) 
c) 	

Resolução: Alternativa A

A partir da análise da estrutura da N-metil-fenilalanina, vem:



5. Para que um planeta abrigue vida nas formas que conhecemos, ele deve apresentar gravidade adequada, campo magnético e água no estado líquido. Além dos elementos químicos presentes na água, outros também são necessários. A detecção de certas substâncias em um planeta pode indicar a presença dos elementos químicos necessários à vida. Observações astronômicas de cinco planetas de fora do sistema solar indicaram, neles, a presença de diferentes substâncias, conforme o quadro a seguir:

Planeta	Substâncias observadas
I	tetracloro de carbono, sulfeto de carbono e nitrogênio
II	dióxido de nitrogênio, argônio e hélio
III	metano, dióxido de carbono e dióxido de nitrogênio
IV	argônio, dióxido de enxofre e monóxido de dicloro
V	monóxido de dinitrogênio, monóxido de dicloro e nitrogênio

Considerando as substâncias detectadas nesses cinco planetas, aquele em que há quatro elementos químicos necessários para que possa se desenvolver vida semelhante à da Terra é

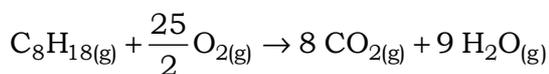
- a) I.
- b) II.
- c) III.
- d) IV.
- e) V.

Resolução: Alternativa C

Quatro elementos químicos necessários para que possa se desenvolver vida semelhante à da Terra: carbono, hidrogênio, oxigênio e nitrogênio.

Conclusão: metano (CH₄), dióxido de carbono (CO₂) e dióxido de nitrogênio (NO₂) (Planeta III).

6. Um dirigível experimental usa hélio como fluido ascensional e octano (C₈H₁₈) como combustível em seu motor, para propulsão. Suponha que, no motor, ocorra a combustão completa do octano:



Para compensar a perda de massa do dirigível

à medida que o combustível é queimado, parte da água contida nos gases de exaustão do motor é condensada e armazenada como lastro. O restante do vapor de água e o gás carbônico são liberados para a atmosfera.

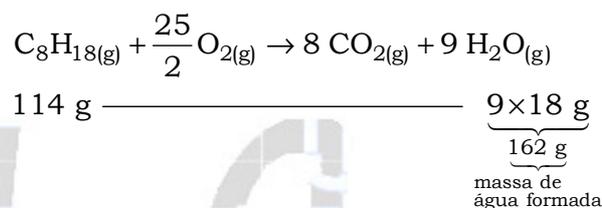
Qual é a porcentagem aproximada da massa de vapor de água formado que deve ser retida para que a massa de combustível queimado seja compensada?

Note e adote:

- Massa molar (g/mol):
H₂O = 18; O₂ = 32; CO₂ = 44; C₈H₁₈ = 114.

- a) 11 %
- b) 16 %
- c) 39 %
- d) 50 %
- e) 70 %

Resolução: Alternativa E

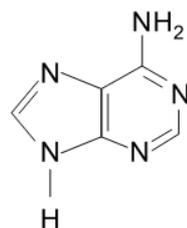


Massa a ser retida = 114 g

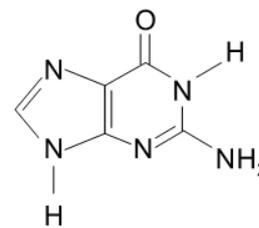
$$\frac{114 \text{ g}}{162 \text{ g}} = 0,7037 = 70,37037 \% \approx 70 \%$$

7. A estrutura do DNA é formada por duas cadeias contendo açúcares e fosfatos, as quais se ligam por meio das chamadas bases nitrogenadas, formando a dupla hélice. As bases timina, adenina, citosina e guanina, que formam o DNA, interagem por ligações de hidrogênio, duas a duas em uma ordem determinada. Assim, a timina, de uma das cadeias, interage com a adenina, presente na outra cadeia, e a citosina, de uma cadeia, interage com a guanina da outra cadeia.

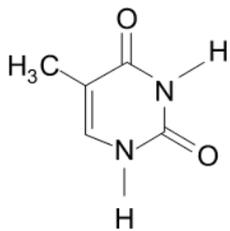
Considere as seguintes bases nitrogenadas:



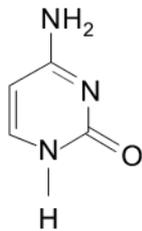
Adenina (A)



Guanina (G)



Timina (T)



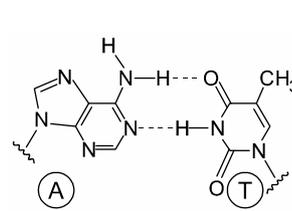
Citosina (C)

As interações por ligação de hidrogênio entre adenina e timina e entre guanina e citosina, que existem no DNA, estão representadas corretamente em:

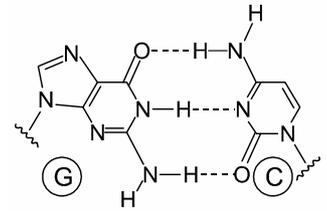
	adenina - timina	guanina - citosina
a)		
b)		
c)		
d)		
e)		

Resolução: Alternativa C

As interações por ligação de hidrogênio entre adenina e timina e entre guanina e citosina, que existem no DNA, que apresentam maior eficiências, estão representadas corretamente em:



Duas ligações de hidrogênio.



Três ligações de hidrogênio.

8. Sabe-se que os metais ferro (Fe^0), magnésio (Mg^0) e estanho (Sn^0) reagem com soluções de ácidos minerais, liberando gás hidrogênio e formando íons divalentes em solução.

Foram feitos três experimentos em que três amostras metálicas de mesma massa reagiram, separada e completamente, com uma solução aquosa de ácido clorídrico ($\text{HCl}_{(aq)}$) de concentração 0,1 mol/L.

Os resultados obtidos foram:

Experimento	Massa da amostra metálica (g)	Composição da amostra metálica	Volume da solução de $\text{HCl}_{(aq)}$ (0,1 mol/L) gasto na reação completa
1	5,6	Fe^0 puro	V1
2	5,6	Fe^0 contendo Mg^0 como impureza	V2
3	5,6	Fe^0 contendo Sn^0 como impureza	V3

Colocando-se os valores de V1, V2 e V3 em ordem decrescente, obtêm-se

Note e adote:

Massa molar (g/mol): Mg 24

Fe 56

Sn 119

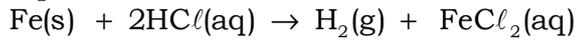
- a) $V2 > V3 > V1$
- b) $V3 > V1 > V2$
- c) $V1 > V3 > V2$
- d) $V2 > V1 > V3$
- e) $V1 > V2 > V3$

Resolução: Alternativa D.

As três amostras metálicas de mesma massa reagiram, separada e completamente, com

uma solução aquosa de ácido clorídrico ($\text{HCl}_{(\text{aq})}$) de concentração 0,1 mol/L. Então:

Experimento 1:



56 g — 2 mol

5,6 g — 0,2 mol

$$[\text{HCl}] = \frac{n_{\text{HCl}}}{V1}$$

$$0,1 = \frac{0,2}{V1} \Rightarrow V1 = 2 \text{ L}$$

Experimento 2:

$$m_{\text{amostra}} = m_{\text{Fe}} + m_{\text{Mg}} \Rightarrow m_{\text{Fe}} = (5,6 - m_{\text{Mg}}) \text{ g}$$



24 g — 2 mol

m_{Mg} g — $n_{(\text{I})\text{HCl}}$

$$n_{(\text{I})\text{HCl}} = \frac{2 \times m_{\text{Mg}}}{24} \text{ mol} = \frac{1 \times m_{\text{Mg}}}{12} \text{ mol}$$



56 g — 2 mol

$(5,6 - m_{\text{Mg}})$ g — n_{HCl}

$$n_{(\text{II})\text{HCl}} = \frac{2 \times (5,6 - m_{\text{Mg}})}{56} = \frac{5,6 - m_{\text{Mg}}}{28} \text{ mol}$$

$$[\text{HCl}] = \frac{n_{(\text{I})\text{HCl}} + n_{(\text{II})\text{HCl}}}{V2}$$

$$0,1 = \frac{\left(\frac{1 \times m_{\text{Mg}}}{12} + \frac{5,6 - m_{\text{Mg}}}{28} \right)}{V2}$$

$$V2 = \frac{\left(\frac{28 \times m_{\text{Mg}} + 12 \times 5,6 - 12 \times m_{\text{Mg}}}{12 \times 28} \right)}{0,1}$$

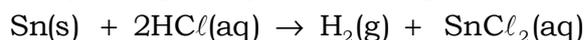
$$V2 = \frac{\left(\frac{16 \times m_{\text{Mg}} + 67,2}{336} \right)}{0,1} = \frac{16 \times m_{\text{Mg}} + 67,2}{33,6}$$

$$V2 = (2 + 16 \times m_{\text{Mg}}) \text{ L}$$

Conclusão : $V2 > V1$.

Experimento 3:

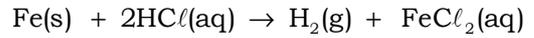
$$m_{\text{amostra}} = m_{\text{Fe}} + m_{\text{Sn}} \Rightarrow m_{\text{Fe}} = (5,6 - m_{\text{Sn}}) \text{ g}$$



24 g — 2 mol

m_{Sn} g — $n_{(\text{III})\text{HCl}}$

$$n_{(\text{III})\text{HCl}} = \frac{2 \times m_{\text{Sn}}}{119} \text{ mol} = \frac{2 \times m_{\text{Sn}}}{119} \text{ mol}$$



56 g — 2 mol

$(5,6 - m_{\text{Sn}})$ g — n_{HCl}

$$n_{(\text{IV})\text{HCl}} = \frac{2 \times (5,6 - m_{\text{Sn}})}{56} = \frac{5,6 - m_{\text{Sn}}}{28} \text{ mol}$$

$$[\text{HCl}] = \frac{n_{(\text{III})\text{HCl}} + n_{(\text{IV})\text{HCl}}}{V3}$$

$$0,1 = \frac{\left(\frac{2 \times m_{\text{Sn}}}{119} + \frac{5,6 - m_{\text{Sn}}}{28} \right)}{V3}$$

$$V3 = \frac{\left(\frac{2 \times 28 \times m_{\text{Sn}} + 119 \times 5,6 - 119 \times m_{\text{Sn}}}{119 \times 28} \right)}{0,1}$$

$$V3 = \frac{\left(\frac{-63 \times m_{\text{Sn}} + 666,4}{3.332} \right)}{0,1} = \frac{-63 \times m_{\text{Sn}} + 666,4}{333,2}$$

$$V3 = (2 - 63 \times m_{\text{Sn}}) \text{ L}$$

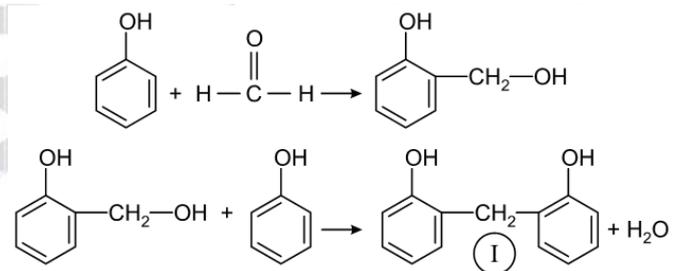
Conclusão : $V3 < V1$.

Teremos :

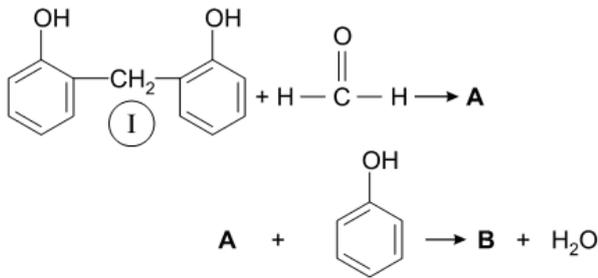
$V_2 > V_1$ e $V_3 < V_1$ ou $V_1 > V_3$.

Conclusão final : $V_2 > V_1 > V_3$.

9. Fenol e metanal (aldeído fórmico), em presença de um catalisador, reagem formando um polímero que apresenta alta resistência térmica. No início desse processo, pode-se formar um composto com um grupo $-\text{CH}_2\text{OH}$ ligado no carbono 2 ou no carbono 4 do anel aromático. O esquema a seguir apresenta as duas etapas iniciais do processo de polimerização para a reação no carbono 2 do fenol.



Considere que, na próxima etapa desse processo de polimerização, a reação com o metanal ocorra no átomo de carbono 4 de um dos anéis de **(I)**. Assim, no esquema



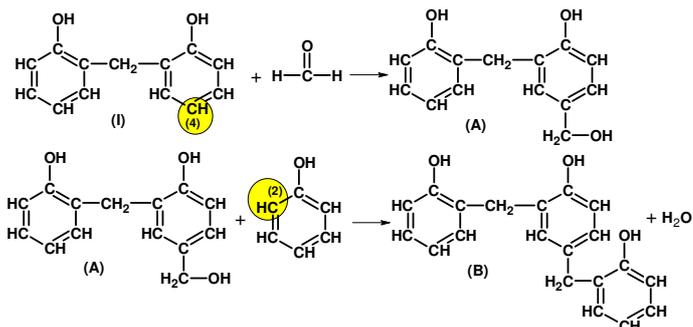
A e B podem ser, respectivamente,

Note e adote:
 Numeração dos átomos de carbono do anel aromático do fenol

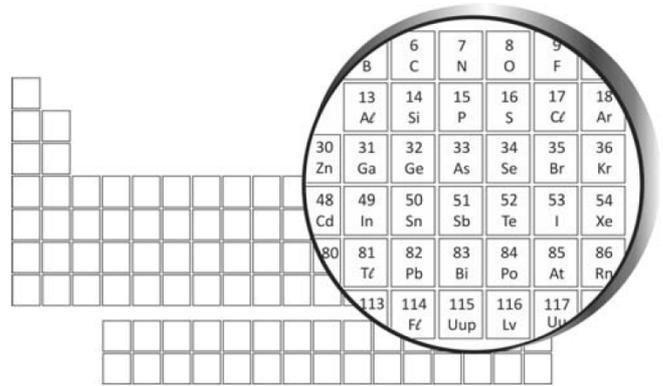
	A	B
a)		
b)		
c)		
d)		
e)		

Resolução: Alternativa B.

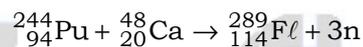
A partir do esquema fornecido, teremos:



10. O fleróvio (Fl) é um elemento químico artificial, de número atômico 114. Na tabela periódica, está situado imediatamente abaixo do elemento de número atômico 82, que é o chumbo (Pb), como é mostrado na figura a seguir:



Até o momento, só foi possível sintetizar poucos átomos de fleróvio na forma dos isótopos 288 e 289 pela fusão dos elementos plutônio e cálcio em um acelerador de partículas. Para o fleróvio-289, o processo de síntese pode ser representado pela equação nuclear a seguir:



Considere as seguintes afirmações:

- I. A aparência macroscópica do fleróvio é desconhecida, mas, provavelmente, será a de um sólido metálico.
- II. Na formação do fleróvio-288, por processo análogo ao da síntese do fleróvio-289, são liberados 3 prótons.
- III. No grupo da tabela periódica ao qual pertence o fleróvio, há elementos que formam óxidos covalentes.

É correto o que se afirma apenas em

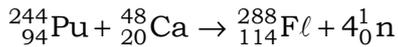
- a) I.
- b) II.
- c) III.
- d) I e III.
- e) II e III.

Resolução: Alternativa D.

Análise das afirmações:

- I. Correta. A aparência macroscópica do fleróvio é desconhecida, mas, provavelmente, será a de um sólido metálico, pois se encontra no grupo 14 abaixo do chumbo.

II. Incorreta. Na formação do fleróvio-288 por processo análogo ao da síntese do fleróvio-289, são liberados 4 nêutrons.



III. Correta. No grupo da tabela periódica ao qual pertence o fleróvio (4A ou 14), há elementos que formam óxidos covalentes.

11. Dispõe-se de 2 litros de uma solução aquosa de soda cáustica que apresenta pH 9. O volume de água, em litros, que deve ser adicionado a esses 2 litros para que a solução resultante apresente pH 8 é

- a) 2
- b) 6
- c) 10
- d) 14
- e) 18

Resolução: Alternativa E.

$$\text{pH} = 9 \Rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-9} \text{ mol/L}$$

$$[\text{H}^+] \times [\text{OH}^-] = 10^{-14} \quad (25^\circ\text{C}; 1 \text{ atm})$$

$$10^{-9} \times [\text{OH}^-] = 10^{-14}$$

$$[\text{OH}^-] = 10^{-5} \text{ mol/L}$$

$$\text{pH} = 8 \Rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-8} \text{ mol/L}$$

$$[\text{H}^+] \times [\text{OH}^-] = 10^{-14} \quad (25^\circ\text{C}; 1 \text{ atm})$$

$$10^{-8} \times [\text{OH}^-] = 10^{-14}$$

$$[\text{OH}^-] = 10^{-6} \text{ mol/L}$$

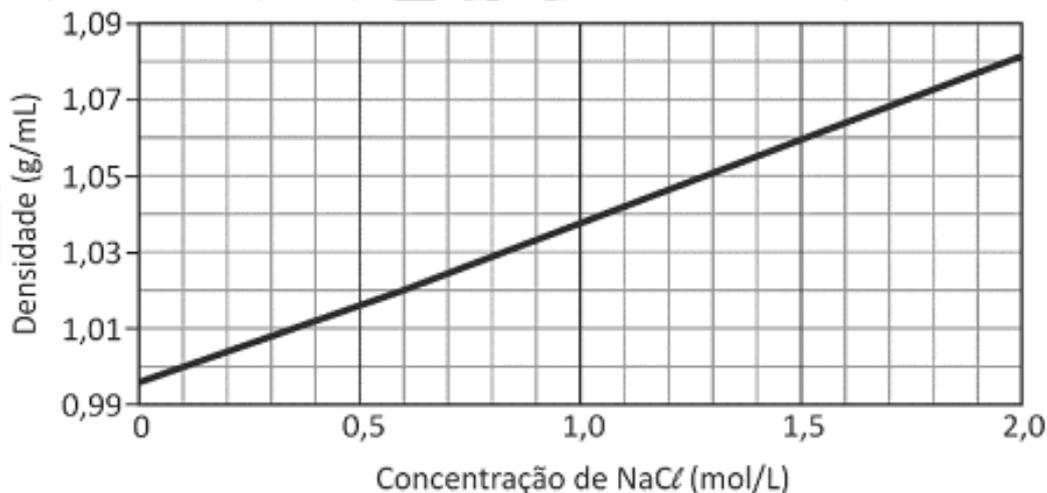
$$M \times V = M' \times V' \quad (\text{diluição})$$

$$10^{-5} \text{ mol/L} \times 2 \text{ L} = 10^{-6} \text{ mol/L} \times (2 \text{ L} + V_{\text{adicionado}})$$

$$V_{\text{adicionado}} = 18 \text{ L}$$

Segundo dia

Questão 5.



O Canal do Panamá liga os oceanos Atlântico e Pacífico. Sua travessia é feita por navios de carga genericamente chamados de “Panamax”, cujas dimensões devem seguir determinados parâmetros, para não causar danos ao Canal ou à própria embarcação. Considere um Panamax em forma de um paralelepípedo reto-retângulo, com 200 m de comprimento e 30 m de largura. Quando esse navio, carregado, ainda está no mar do Caribe, no Oceano Atlântico, seu calado, que é a distância entre a superfície da água e o fundo do casco, é de 10 m. O calado varia conforme a densidade da água na qual o navio está navegando, e essa densidade, por sua vez, depende da concentração de cloreto de sódio na água. O gráfico acima apresenta a variação da densidade da água do mar, a 25 °C em função da concentração de NaCl, em mol/L.

a) Calcule a massa de água deslocada por esse navio, quando ainda está no mar do Caribe,

sabendo que concentração de cloreto de sódio nesse mar é 35 g/L.

A concentração salina no interior do Canal é menor do que no mar do Caribe, pois o Canal é alimentado por um grande lago de água doce.

b) Considerando que a densidade da água no interior do Canal é 1,0 g/L e que o calado máximo permitido no interior do Canal é de 12 m, o Panamax citado poderá cruzar o Canal em segurança? Explique, mostrando os cálculos.

Note e adote:
massa molar (g/mol) NaCl 58
temperatura média da água do mar do Caribe: 25 °C

Resolução:

a) A concentração de cloreto de sódio nesse mar é 35,0 g/L. A partir deste valor e da massa molar do cloreto de sódio pode-se calcular a concentração em mol/L.

Concentração comum = Concentração molar \times Massa molar

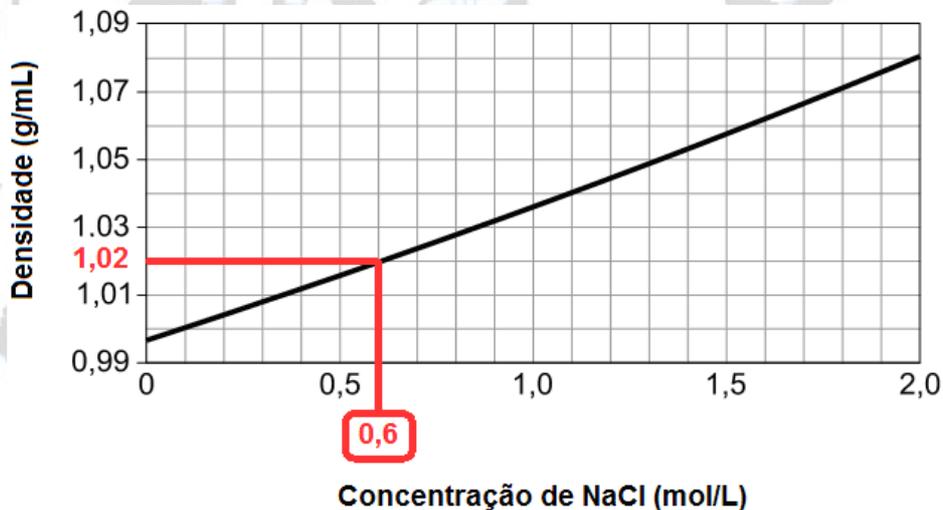
$$\text{Concentração molar} = \frac{\text{Concentração comum}}{\text{Massa molar}}$$

$$M_{\text{NaCl}} = 58 \text{ g/mol}$$

$$\text{Concentração molar (NaCl)} = \frac{35 \text{ g/L}}{58 \text{ g/mol}} = 0,6034482 \text{ mol/L}$$

$$\text{Concentração molar (NaCl)} \approx 0,6 \text{ mol/L}$$

A partir do gráfico calcula-se a densidade:



$$d = 1,02 \text{ g/mL} = 1.020 \text{ g/L} = 1.020 \text{ g}/10^{-3} \text{ m}^3$$

$$d = 1.020 \text{ kg/m}^3$$

Considerando o Panamax em forma de um paralelepípedo reto-retângulo, com 200 m de comprimento e 30 m de largura e calado de 10 m, pode-se calcular o volume imerso do navio.

$$V_{\text{imerso}} = 200 \text{ m} \times 30 \text{ m} \times 10 \text{ m} = 60.000 \text{ m}^3$$

$$d = \frac{m_{\text{água deslocada}}}{V_{\text{imerso}}}$$

$$m_{\text{água do mar do Caribe deslocada}} = d \times V_{\text{imerso}}$$

$$m_{\text{água do mar do Caribe deslocada}} = 1.020 \text{ kg/m}^3 \times 60.000 \text{ m}^3$$

$$m_{\text{água do mar do Caribe deslocada}} = 61200000 \text{ kg}$$

$$m_{\text{água do mar do Caribe deslocada}} = 6,12 \times 10^7 \text{ kg}$$

b) A densidade da água no interior do Canal é 1,0 g/mL e que o calado máximo permitido no interior do Canal é de 12 m, com estes valores pode-se calcular a massa de água do canal deslocada.

$$d_{\text{água do canal}} = \text{densidade da água no interior do canal}$$

$$d_{\text{água do canal}} = 1,0 \text{ g/mL} = 1.000 \text{ g/L} = 1.000 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Calado máximo} = 12 \text{ m}$$

$$V_{\text{água deslocada do canal}} = 200 \text{ m} \times 30 \text{ m} \times 12 \text{ m} = 72.000 \text{ m}^3$$

$$d_{\text{água do canal}} = \frac{m_{\text{água deslocada do canal}}}{V_{\text{água deslocada do canal}}}$$

$$1.000 \text{ kg/m}^3 = \frac{m_{\text{água do canal}}}{72.000 \text{ m}^3}$$

$$m_{\text{água deslocada do canal}} = 72.000.000 \text{ kg}$$

$$m_{\text{água deslocada do canal}} = 7,2 \times 10^7 \text{ kg}$$

Princípio de Arquimedes: todo sólido mergulhado num fluido recebe uma força chamada empuxo, vertical e para cima, de intensidade igual ao peso do fluido deslocado.

Empuxo = massa do fluido deslocado \times aceleração da gravidade

$$\text{densidade do fluido deslocado} = \frac{\text{massa do fluido deslocado}}{\text{volume do fluido deslocado}}$$

$$\text{massa do fluido deslocado} = \text{densidade do fluido deslocado} \times \text{volume do fluido deslocado}$$

Então,

$$\text{Empuxo} = \text{densidade do fluido deslocado} \times \text{volume do fluido deslocado} \times \text{aceleração da gravidade}$$

Se o empuxo do navio no canal for igual ou superior ao empuxo na água do mar, o navio flutuará. Daí,

$$m_{\text{água do mar do Caribe deslocada}} = 6,12 \times 10^7 \text{ kg}$$

$$m_{\text{água deslocada do canal}} = 7,2 \times 10^7 \text{ kg}$$

$$\text{Empuxo} = \text{densidade do fluido deslocado} \times \text{volume do fluido deslocado} \times \text{aceleração da gravidade}$$

$$\text{Empuxo no mar do Caribe} = 1.020 \text{ kg/m}^3 \times 60.000 \text{ m}^3 \times \text{aceleração da gravidade}$$

$$\text{Empuxo no mar do Caribe} = 61.200.000 \text{ kg/m}^3 \times \text{m}^3 \times \text{aceleração da gravidade}$$

$$\text{Empuxo no Canal} = 1.000 \text{ kg/m}^3 \times 72.000 \text{ m}^3 \times \text{aceleração da gravidade}$$

$$\text{Empuxo no Canal} = 70.000.000 \text{ kg/m}^3 \times \text{m}^3 \times \underbrace{\text{aceleração da gravidade}}_g$$

Conclusão :

$$70.000.000 \text{ kg/m}^3 \times \text{m}^3 \times g > 61.200.000 \text{ kg/m}^3 \times \text{m}^3 \times g$$

O empuxo da água do canal é maior do que na água do mar.

O navio poderá cruzar o canal em segurança.

Observação teórica: sob o ponto de vista apenas da análise da densidade, como a massa de água deslocada, para um mesmo volume de casco, no mar é menor do que a massa de água deslocada no canal, conclui-se que o navio poder cruzar o canal em segurança.

Para um mesmo valor de volume V:

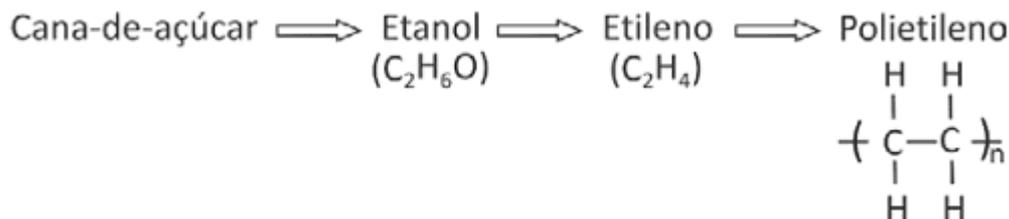
$$\left. \begin{aligned} d_{\text{água do mar deslocada}} &= \frac{6,12 \times 10^7 \text{ kg}}{V} \\ d_{\text{água do canal deslocada}} &= \frac{7,2 \times 10^7 \text{ kg}}{V} \end{aligned} \right\} d_{\text{água do mar deslocada}} < d_{\text{água do canal deslocada}}$$

Em outras palavras, o “navio” é menos denso do que a água do canal, por isso ele flutua

Questão 6. Atendendo às recomendações da Resolução 55/AMLURB, de 2015, em vigor na cidade de São Paulo, as sacolas plásticas, fornecidas nos supermercados, passaram a ser feitas de “polietileno verde”, assim chamado não em virtude da cor das sacolas, mas pelo fato de ser produzido a partir do etanol, obtido da cana-de-açúcar.

Atualmente, é permitido aos supermercados paulistanos cobrar pelo fornecimento das “sacolas verdes”.

O esquema a seguir apresenta o processo de produção do “polietileno verde”:



a) Em uma fábrica de “polietileno verde”, são produzidas 28 mil toneladas por ano desse polímero. Qual é o volume, em m³, de etanol consumido por ano nessa fábrica, considerando rendimentos de 100 % na produção de etileno e na sua polimerização? (Em seus cálculos, despreze a diferença de massa entre os grupos terminais e os do interior da cadeia polimérica.)

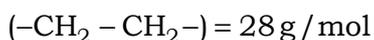
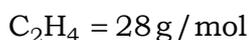
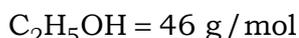
b) Mantendo-se os níveis atuais de produção de cana-de-açúcar, como um aumento na exportação de açúcar pode afetar o valor pago pelo consumidor, pelas novas sacolas? Explique.

Note e adote:
massas molares (g/mol)
H 1
C 12
O 16

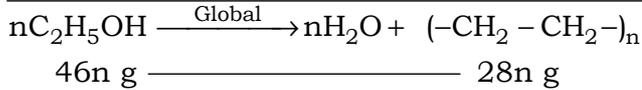
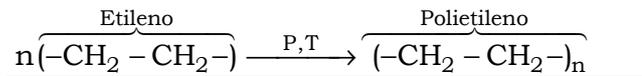
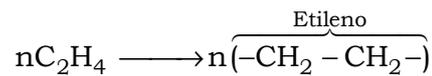
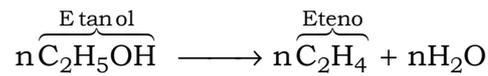
densidade do etanol nas condições da fábrica: 0,8 g/mL

Resolução:

a) A partir das informações do enunciado, vem:



$$m_{\text{polietileno}} = 28.000 \text{ t} = 28.000 \times 10^3 \text{ kg}$$



$$46n \text{ g} \qquad \qquad \qquad 28n \text{ g}$$

$$m_{\text{etanol}} \qquad \qquad \qquad 28.000 \times 10^3 \text{ kg}$$

$$m_{\text{etanol}} = 46.000 \times 10^3 \text{ kg}$$

$$d_{\text{etanol}} = 0,8 \text{ g/mL} = 800 \text{ g/L} = 800 \text{ kg/m}^3$$

$$d_{\text{etanol}} = \frac{m_{\text{etanol}}}{V_{\text{etanol}}} \Rightarrow V = \frac{m}{d}$$

$$V_{\text{etanol}} = \frac{46.000 \times 10^3 \text{ kg}}{800 \text{ kg/m}^3} = 57,5 \times 10^3 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{etanol}} = 5,75 \times 10^4 \text{ m}^3$$

b) Mantendo-se os níveis atuais de produção de cana-de-açúcar, um aumento na exportação de açúcar pode diminuir a oferta desta para o mercado interno. Com a diminuição de oferta de cana de açúcar para a fabricação do polímero, este poderá ficar mais caro afetando o valor pago pelo consumidor.

Questão 7. A hortênsia (*Hydrangea macrophylla*) produz flores azuis quando cultivada em solo de pH < 5. Quando o pH do solo é maior do que 5, as flores tornam-se rosadas.

Um jardineiro recebeu uma encomenda de hortênsias rosadas. Ele dispõe de um jardim plano, com as formas e dimensões descritas na figura abaixo, e cujo solo apresenta pH = 4. Para obter um solo adequado à produção de flores rosadas, o jardineiro deverá adicionar uniformemente 300 g de calcário dolomítico por m² de terreno.

a) Calcule a massa, em quilogramas, de calcário dolomítico necessária para a correção do solo do jardim.

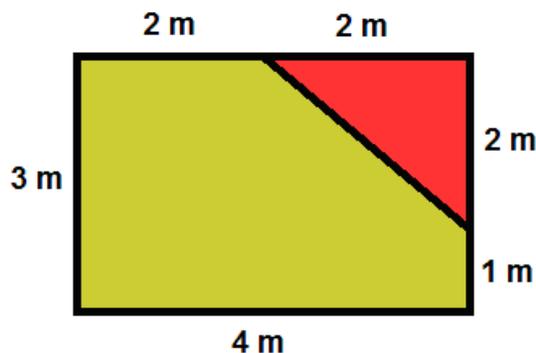
O calcário dolomítico é uma mistura de carbonato de cálcio e carbonato de magnésio. Ao adquirir um pacote desse produto, o jardineiro observou que, no rótulo, sua composição estava expressa na forma das porcentagens, em massa, dos óxidos de cálcio e de magnésio que poderiam ser obtidos a partir dos correspondentes carbonatos contidos no calcário dolomítico.

b) Calcule a porcentagem, em massa, de carbonato de magnésio presente no calcário dolomítico adquirido pelo jardineiro.

Note e adote:		
<p>Dimensões do jardim</p>		<p>Massas molares (g/mol)</p> <p>CaO 56</p> <p>MgO 40</p> <p>MgCO₃ 84</p>

Resolução:

a) A partir das dimensões do jardim fornecidas no enunciado pode-se calcular sua área e conseqüentemente a massa de calcário dolomítico necessária para a correção do solo tendo em vista que o jardineiro deverá adicionar uniformemente 300 g de calcário dolomítico por m² de terreno.



$$\text{Área do retângulo} = 4 \text{ m} \times 3 \text{ m} = 12 \text{ m}^2$$

$$\text{Área do triângulo} = \frac{2 \text{ m} \times 2 \text{ m}}{2} = 2 \text{ m}^2$$

$$\text{Área do jardim} = \text{Área do retângulo} - \text{Área do triângulo}$$

$$\text{Área do jardim} = 12 \text{ m}^2 - 2 \text{ m}^2$$

$$\text{Área do jardim} = 10 \text{ m}^2$$

$$1 \text{ m}^2 \text{ ————— } 300 \times 10^{-3} \text{ kg}$$

$$10 \text{ m}^2 \text{ ————— } m_{\text{calcário}}$$

$$m_{\text{calcário}} = 3 \text{ kg}$$

b) A partir das informações do enunciado sobre o calcário dolomítico Limeira (obtido pelo jardineiro), vem:

$$\text{CaO} \dots\dots\dots 28 \%$$

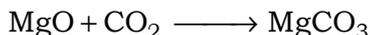
$$\text{MgO} \dots\dots\dots 20 \%$$

$$m_{\text{calcário}} = 3 \text{ kg} = 3.000 \text{ g}$$

$$m_{\text{MgO}} = \frac{20}{100} \times 3.000 \text{ g} = 600 \text{ g}$$

$$\text{MgO} = 40 \text{ g/mol}$$

$$\text{MgCO}_3 = 84 \text{ g/mol}$$



$$40 \text{ g} \text{ ————— } 84 \text{ g}$$

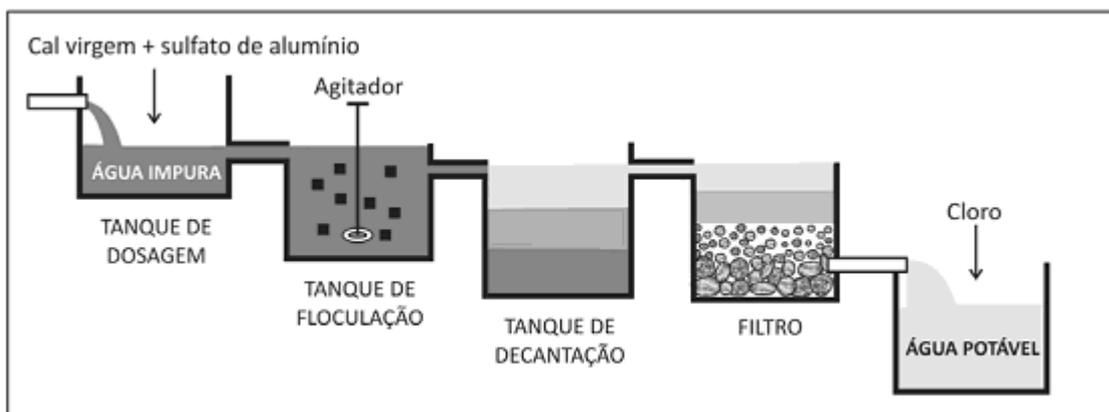
$$600 \text{ g} \text{ ————— } m_{\text{MgCO}_3}$$

$$m_{\text{MgCO}_3} = 1.260 \text{ g}$$

$$p_{\text{MgCO}_3} = \frac{1.260 \text{ g}}{3.000 \text{ g}} = 0,42 = 42 \%$$

$$p_{\text{MgCO}_3} = 42 \%$$

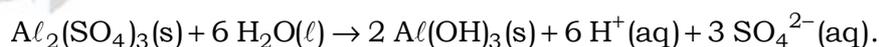
Questão 16. A figura abaixo ilustra as principais etapas do tratamento de água destinada ao consumo humano.



noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimas-noticias/2014/04/25/. Acessado em 18/06/2015. Adaptado.

a) Na etapa de floculação, ocorre a formação de floculos de hidróxido de alumínio, nos quais se aglutinam partículas de sujeira, que depois decantam. Esse processo ocorre pela adição de sulfato de alumínio $[Al_2(SO_4)_3]$ e cal virgem (CaO) à água impura.

Se apenas sulfato de alumínio fosse adicionado à água, ocorreria a transformação representada pela equação química:



Explique o que ocorre com o pH da água após a adição de cal virgem.

b) A água não tratada está contaminada, entre outras substâncias, por hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA). Esses hidrocarbonetos apresentam caráter lipofílico. Considerando a estrutura da membrana celular plasmática, o caráter lipofílico dos HPA facilita ou dificulta a entrada dos hidrocarbonetos nas células dos indivíduos que ingerem a água contaminada? Explique.

Resolução:

a) A cal virgem reage com a água formando hidróxido de cálcio que reage com os cátions H^+ diminuindo a acidez do sistema.



Consequentemente o pH aumenta.

b) Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA) são apolares e lipofílicos.

A membrana plasmática é lipoproteica (predominantemente apolar).

Como apolar tende a dissolver apolar, conclui-se que o caráter lipofílico dos HPA facilitam a entrada dos hidrocarbonetos nas células.

Terceiro dia

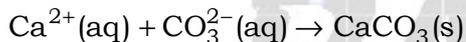
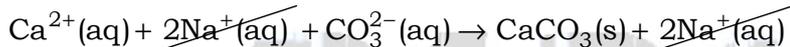
Questão 1. Águas que apresentam alta concentração de íons Ca^{2+} ou Mg^{2+} dissolvidos são chamadas de “águas duras”. Se a concentração total desses íons for superior a 100 mg/L tais águas não podem ser utilizadas em tubulações de máquinas industriais, devido à obstrução dos tubos causada pela formação de sais insolúveis contendo esses íons. Um químico deverá analisar a água de uma fonte, isenta de íons Mg^{2+} , mas contendo íons Ca^{2+} , para verificar se é adequada para uso em uma indústria. Para tal, uma amostra de 200 mL de água dessa fonte foi misturada com uma solução de carbonato de sódio (Na_2CO_3), em quantidade suficiente para haver reação completa. O sólido formado foi cuidadosamente separado, seco e pesado. A massa obtida foi 0,060 g.

- a) Escreva a equação química, na forma iônica, que representa a formação do sólido.
- b) A água analisada é adequada para uso industrial? Justifique, mostrando os cálculos.

Note e adote:
massas molares (g/mol)
C 12 O 16 Na 23 Ca 40

Resolução:

- a) Equação química, na forma iônica, que representa a formação do sólido:



- b) De acordo com o enunciado se a concentração total desses íons for superior a 100 mg/L, a água não será adequada.

$$m_{\text{CaCO}_3}(\text{separado, seco e pesado}) = 0,060 \text{ g}$$

$$V = 200 \text{ mL} = 0,2 \text{ L}$$

$$\text{CaCO}_3 = 100 \text{ g/mol}$$

$$n_{\text{CaCO}_3} = \frac{m}{M}$$

$$n_{\text{CaCO}_3} = \frac{0,060}{100} = 0,0006 \text{ mol} \Rightarrow n_{\text{Ca}^{2+}} = 0,0006 \text{ mol}$$

$$\text{Ca} = 40 \text{ g/mol}$$

$$m_{\text{Ca}^{2+}} = 0,0006 \times 40 = 0,024 \text{ g} = 24 \text{ mg}$$

$$\text{Concentração} = \frac{m_{\text{Ca}^{2+}}}{V}$$

$$\text{Concentração} = \frac{24 \text{ mg}}{0,2 \text{ L}} = 120 \text{ mg/L}$$

$$120 \text{ mg/L} > 100 \text{ mg/L}$$

Conclusão: a água não é adequada, pois concentração excede 100 mg/L.

Questão 2. Em uma oficina de galvanoplastia, uma peça de aço foi colocada em um recipiente contendo solução de sulfato de cromo (III) $[\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3]$, a fim de receber um revestimento de cromo metálico. A peça de aço foi conectada, por meio de um fio condutor, a uma barra feita de um metal X, que estava mergulhada em uma solução de um sal do metal X. As soluções salinas dos dois recipientes foram conectadas por meio de uma ponte salina. Após algum tempo, observou-se que uma camada de cromo metálico se depositou sobre a peça de aço e que a barra de metal X foi parcialmente corroída.

A tabela a seguir fornece as massas dos componentes metálicos envolvidos no procedimento:

	Massa inicial (g)	Massa final (g)
Peça de aço	100,00	102,08
Barra de metal X	100,00	96,70

a) Escreva a equação química que representa a semirreação de redução que ocorreu neste procedimento.

b) O responsável pela oficina não sabia qual era o metal X, mas sabia que podia ser magnésio (Mg), zinco (Zn) ou manganês (Mn), que formam íons divalentes em solução nas condições do experimento. Determine, mostrando os cálculos necessários, qual desses três metais é X.

Note e adote:
massas molares (g/mol)
Mg 24 Cr 52 Mn 55 Zn 65

Resolução:

a) A peça de aço foi colocada em um recipiente contendo solução de sulfato de cromo (III) $[\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3]$, a fim de receber um revestimento de cromo metálico. Então,



b) A massa do cromo depositado pode ser obtida a partir da tabela fornecida no enunciado.

$$m_{\text{Cr}} = 102,08 \text{ g} - 100,00 \text{ g} = 2,08 \text{ g}$$

$$\text{Cr} = 52 \text{ g/mol}$$



$$3 \text{ mols e}^- \longrightarrow 52 \text{ g}$$

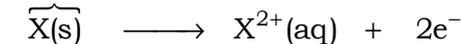
$$n \longrightarrow 2,08 \text{ g}$$

$n = 0,12 \text{ mol}$ de elétrons no circuito

$$m_{\text{X}} = 100,00 \text{ g} - 96,70 \text{ g} = 3,30 \text{ g}$$

$$n_{\text{X}} = \frac{3,30}{M_{\text{X}}} \text{ mol}$$

forma
ion
divalente



$$1 \text{ mol} \longrightarrow 2 \text{ mols e}^{-}$$

$$\frac{3,30}{M_X} \text{ mol} \longrightarrow 0,12 \text{ mol e}^{-}$$

$$M_X = \frac{3,30}{0,12} \times 2 = 55 \text{ g/mol}$$

$$M_X = 55 \text{ g/mol}$$

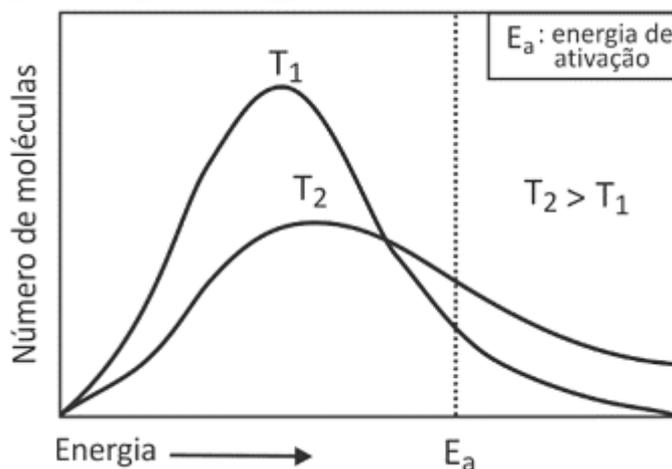
X é o manganês.

Questão 3. A vitamina C, presente em sucos de frutas como a manga, pode sofrer processos de degradação em certas condições. Um pesquisador fez um estudo sobre a degradação da vitamina C contida em sucos de manga comerciais, determinando a variação da concentração dessa vitamina com o tempo, em diferentes temperaturas.

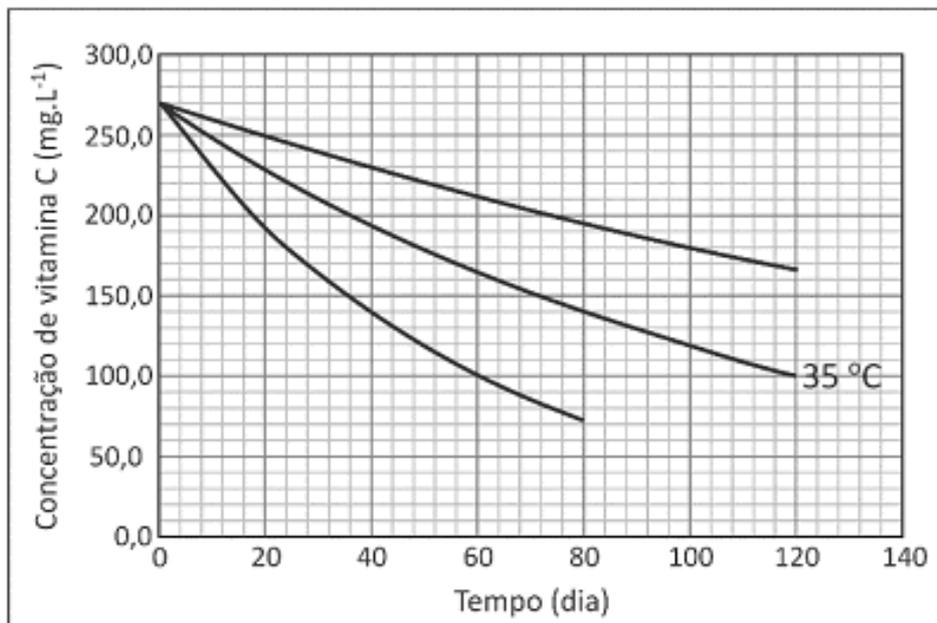
O gráfico da figura 2 representa os dados de degradação da vitamina C em três diferentes temperaturas, 25 °C, 35 °C e 45 °C, estando identificada a curva referente ao experimento realizado a 35 °C.

a) No estudo a 35 °C, a velocidade média de degradação da vitamina C é a mesma nos intervalos de tempo correspondentes aos 30 primeiros dias e aos 30 últimos dias do estudo? Explique, apresentando cálculos das velocidades (em $\text{mg.L}^{-1}.\text{dia}^{-1}$), para esses dois intervalos de tempo.

O número de moléculas com uma determinada energia cinética varia com a temperatura, conforme está ilustrado na figura a seguir. Suponha que a figura se refira à energia das moléculas de vitamina C presentes no suco, cujo processo de degradação está sendo estudado nas temperaturas de 35 °C e de 45 °C. Na figura, está representada, também, a energia de ativação desse processo de degradação.



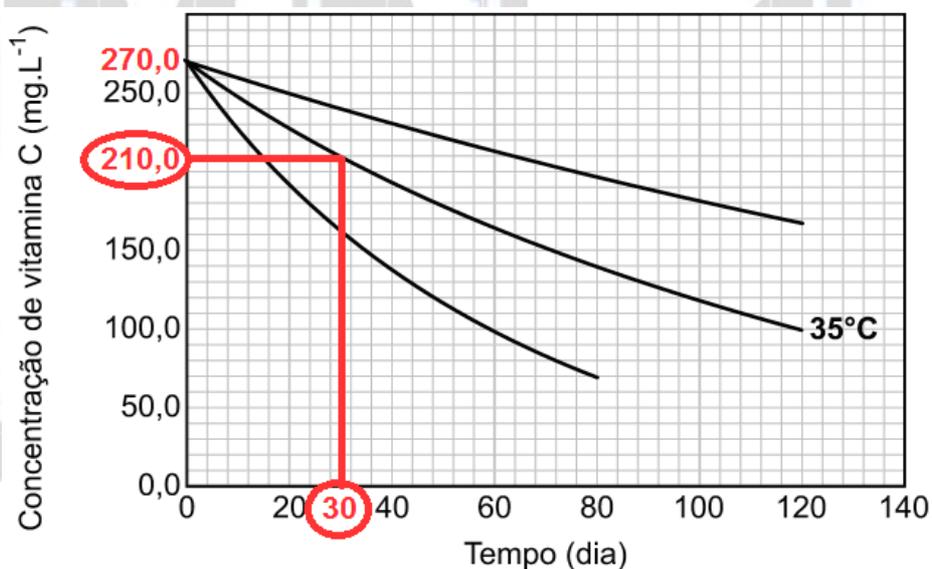
b) Identifique, no gráfico abaixo, qual das curvas representa os dados da variação da concentração de vitamina C com o tempo, a 45 °C. Justifique sua escolha, utilizando a figura acima para fundamentar sua explicação.



Resolução:

a) A velocidade média de degradação da vitamina C não é a mesma nos intervalos de tempo correspondentes aos 30 primeiros dias e aos 30 últimos dias do estudo.

Pode-se calcular a velocidade média de degradação da vitamina C nos 30 primeiros dias e nos últimos 30 dias da experiência a partir do gráfico fornecido no enunciado.

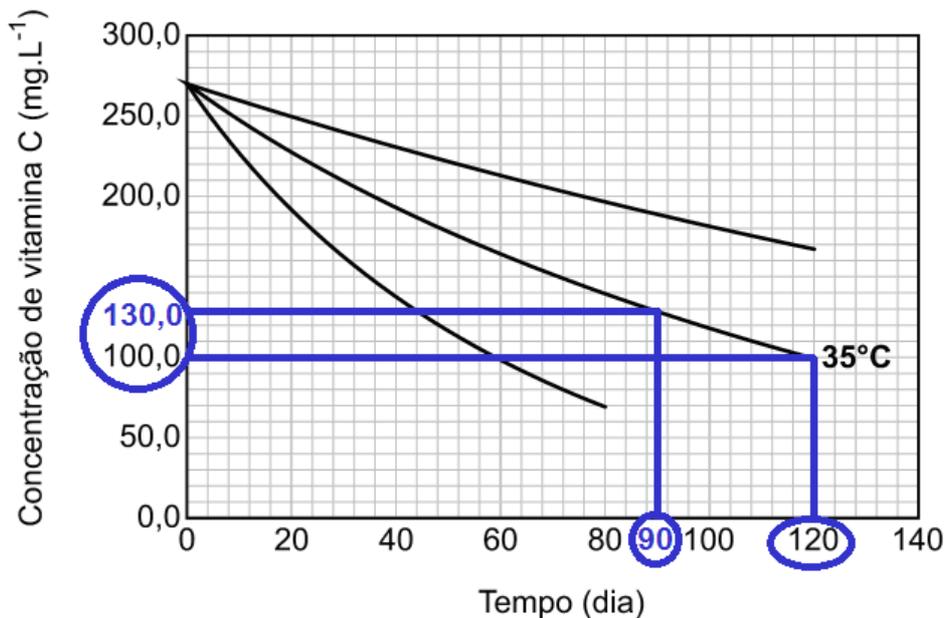


$$\Delta t = 30 \text{ dias}$$

$$\Delta \text{Concentração} = 270,0 - 210,0 = 60 \text{ mg/L}$$

$$V_{\text{média de degradação (0-30)}} = \frac{\Delta \text{Concentração}}{\Delta t} = \frac{60 \text{ mg/L}}{30 \text{ dias}}$$

$$V_{\text{média de degradação (0-30)}} = 2 \text{ mg.L}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$$



$\Delta t = 30$ dias

$\Delta \text{Concentração} = 130,0 - 100,0 = 30 \text{ mg/L}$

$$v_{\text{m\u00e9dia de degrada\u00e7\u00e3o (90-120)}} = \frac{\Delta \text{Concentra\u00e7\u00e3o}}{\Delta t} = \frac{30 \text{ mg/L}}{30 \text{ dias}}$$

$$v_{\text{m\u00e9dia de degrada\u00e7\u00e3o (90-120)}} = 1 \text{ mg.L}^{-1}.\text{dia}^{-1}$$

Conclus\u00e3o: a velocidade m\u00e9dia de degrada\u00e7\u00e3o da vitamina C n\u00e3o \u00e9 a mesma, pois $2 \text{ mg.L}^{-1}.\text{dia}^{-1} \neq 1 \text{ mg.L}^{-1}.\text{dia}^{-1}$.

b) O processo de degrada\u00e7\u00e3o est\u00e1 sendo estudado nas temperaturas de 35 \u00b0C (T_1) e de 45 \u00b0C (T_2). De acordo com o enunciado $T_2 > T_1$.

Figura 1

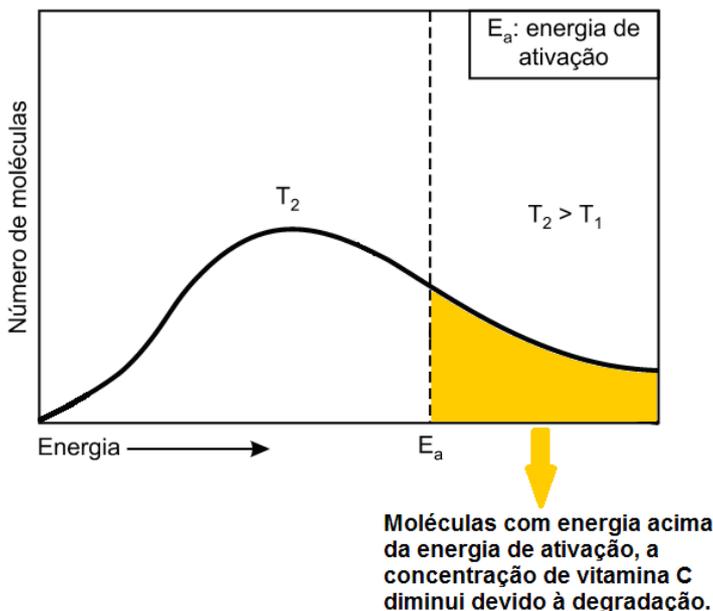
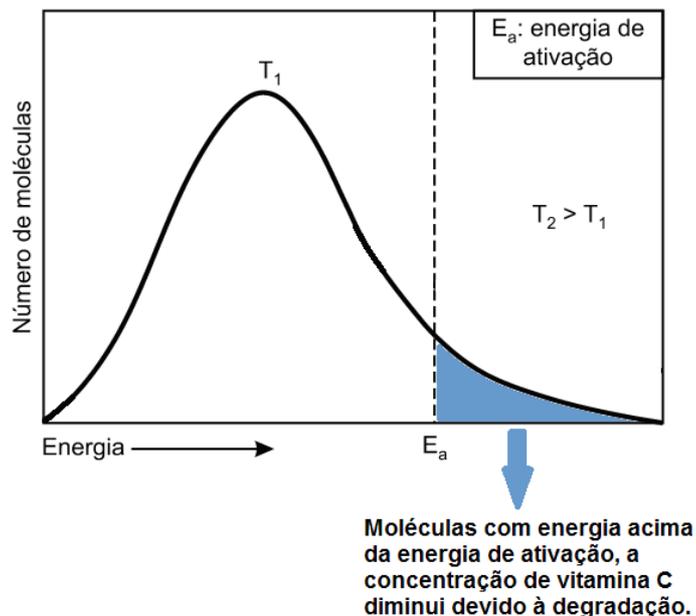
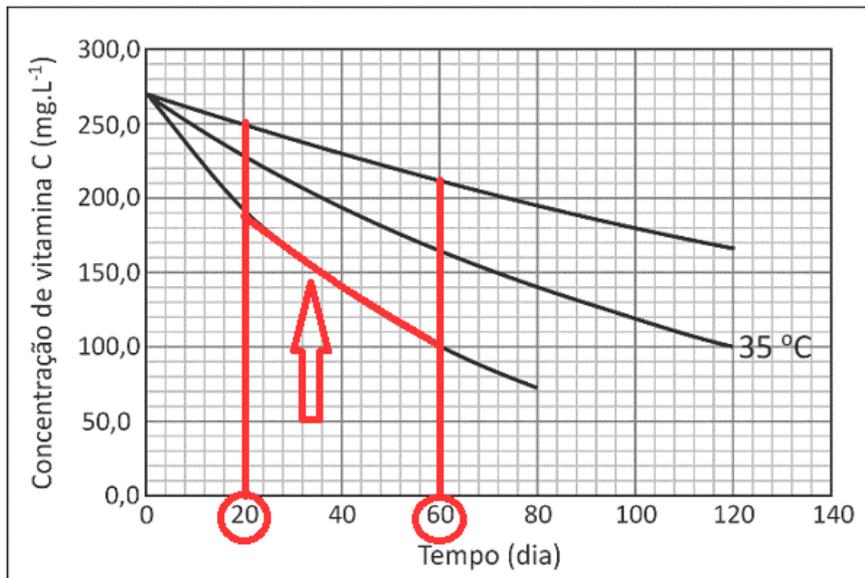


Figura 1

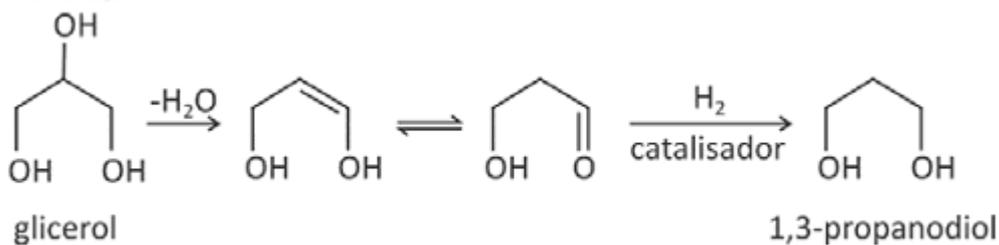


Percebe-se que o n\u00famero de mol\u00e9culas com energia acima da energia de ativa\u00e7\u00e3o \u00e9 maior em T_2 , conclui-se que a velocidade de degrada\u00e7\u00e3o da vitamina C \u00e9 maior em 45 \u00b0C (T_2).

A curva que representa os dados da varia\u00e7\u00e3o da concentra\u00e7\u00e3o de vitamina C com o tempo, a 45 \u00b0C \u00e9 aquela que apresenta a maior inclina\u00e7\u00e3o num dado intervalo de tempo.

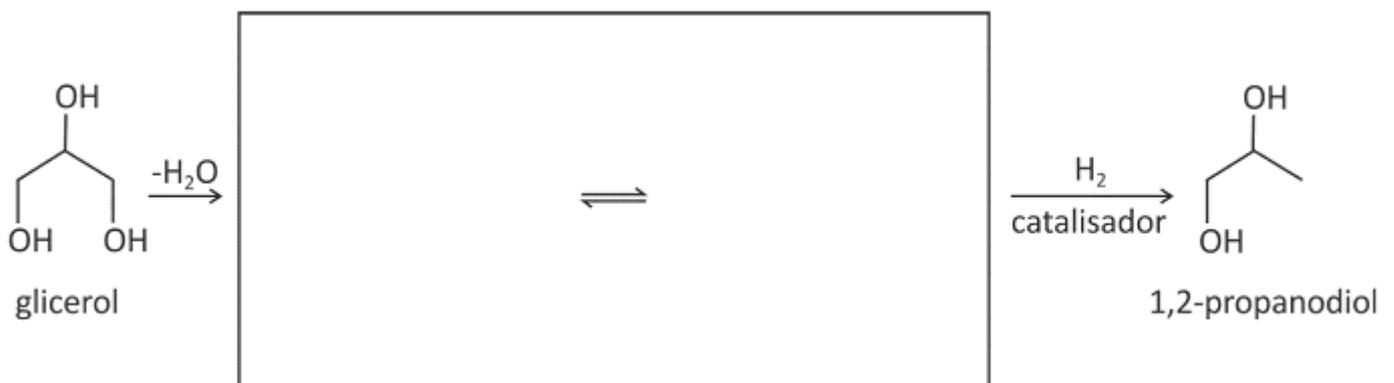


Questão 4. Na produção de biodiesel, o glicerol é formado como subproduto. O aproveitamento do glicerol vem sendo estudado, visando à obtenção de outras substâncias. O 1,3-propanodiol, empregado na síntese de certos polímeros, é uma dessas substâncias que pode ser obtida a partir do glicerol. O esquema a seguir ilustra o processo de obtenção do 1,3-propanodiol.



a) Na produção do 1,3-propanodiol a partir do glicerol, também pode ocorrer a formação do 1,2-propanodiol.

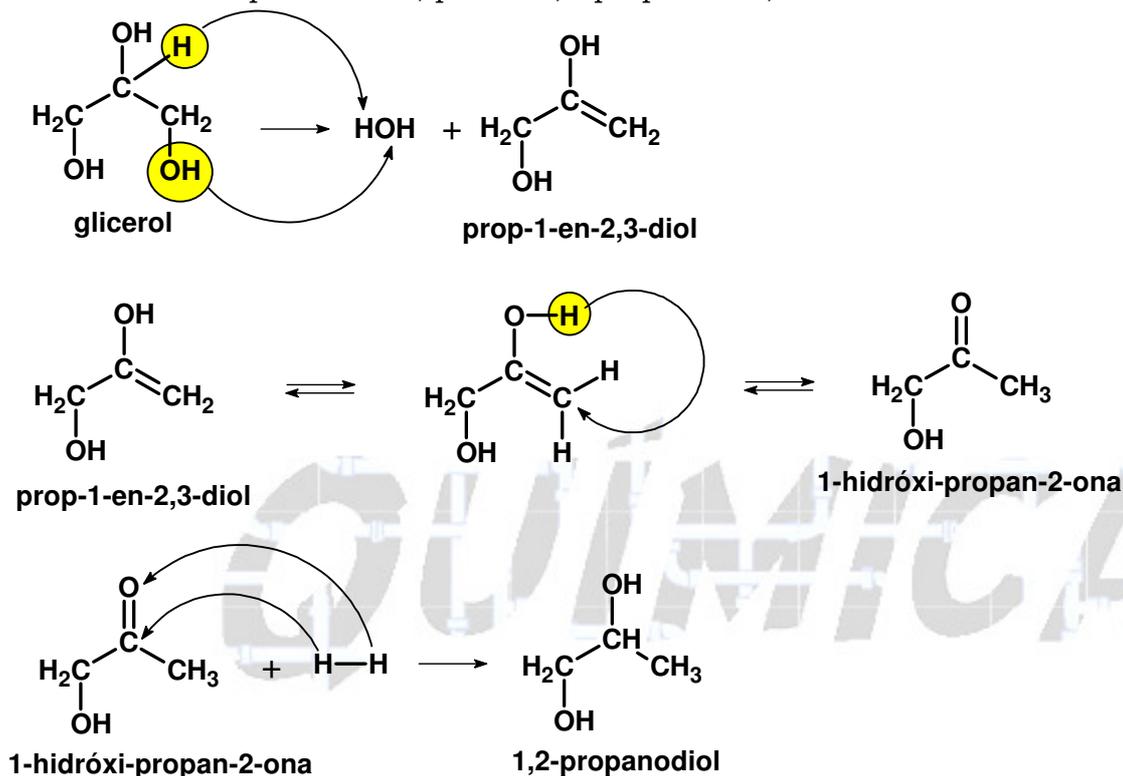
Complete o esquema a seguir que representa a formação do 1,2-propanodiol a partir do glicerol.



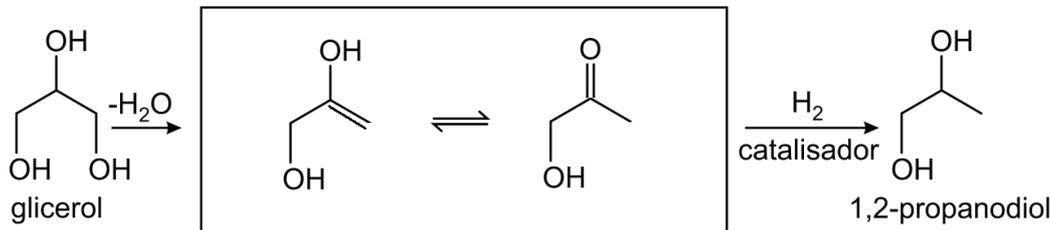
b) O glicerol é líquido à temperatura ambiente, apresentando ponto de ebulição de 290 °C a 1 atm. O ponto de ebulição do 1,3-propanodiol deve ser maior, menor ou igual ao do glicerol? Justifique.

Resolução:

a) O esquema fornecido no enunciado ilustra o processo de obtenção do 1,3-propanodiol. A partir da análise do esquema dado, para o 1,2-propanodiol, teremos:

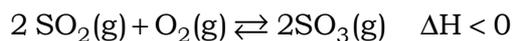


Completando a figura, vem:



b) O glicerol apresenta uma hidroxila a mais do que o 1,3-propanodiol, conseqüentemente faz mais ligações de hidrogênio (pontes de hidrogênio) e isto intensifica as forças intermoleculares. Com a intensificação das forças intermoleculares a temperatura de ebulição será maior. Conclusão: o ponto de ebulição do 1,3-propanodiol deve ser menor do que o do glicerol.

Questão 5. A oxidação de SO₂ a SO₃ é uma das etapas da produção de ácido sulfúrico.

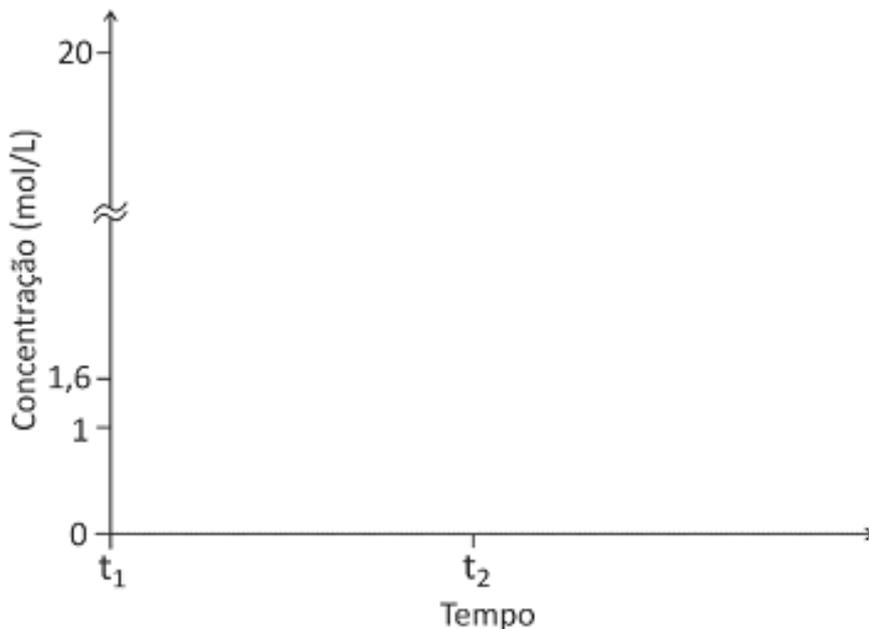


Em uma indústria, diversas condições para essa oxidação foram testadas. A tabela a seguir reúne dados de diferentes testes:

Número do teste	Reagentes	Pressão (atm)	Temperatura (°C)
1	SO ₂ (g) + excesso de O ₂ (g)	500	400
2	excesso de SO ₂ (g) + O ₂ (g)	500	1000
3	excesso de SO ₂ (g) + ar	1	1000
4	SO ₂ (g) + excesso de ar	1	400

a) Em qual dos quatro testes houve maior rendimento na produção de SO₃? Explique.

b) Em um dado instante t₁, foram medidas as concentrações de SO₂, O₂, e SO₃ em um reator fechado, a 1000 °C, obtendo-se os valores: [SO₂] = 1,0 mol/L; [O₂] = 1,6 mol/L; [SO₃] = 20 mol/L. Considerando esses valores, como é possível saber se o sistema está ou não em equilíbrio? No gráfico abaixo, represente o comportamento das concentrações dessas substâncias no intervalo de tempo entre t₁ e t₂, considerando que, em t₂, o sistema está em equilíbrio químico.

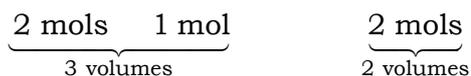
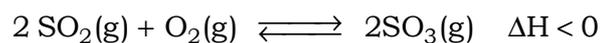
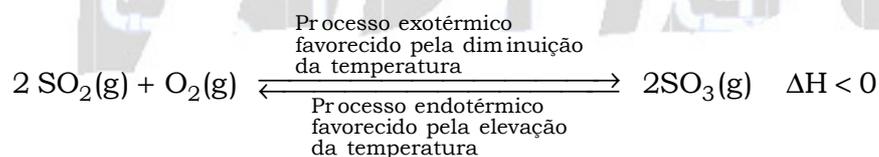


Note e adote:

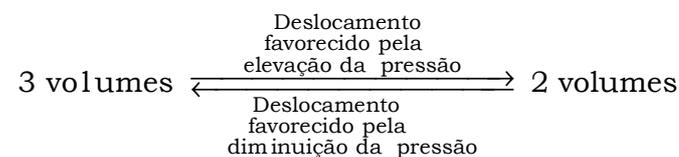
Para a reação dada $K_C = 250$ a 1000 °C

Resolução:

a) A partir da análise do equilíbrio, vem:



$$P \times V = k$$



Maior rendimento na produção de SO₃ significa deslocamento para a direita.

Comparativamente, o processo deve ocorrer em temperatura baixa e pressão elevada, ou seja, o teste número 1:

Número do teste	Reagentes	Pressão (atm)	Temperatura (°C)
1	SO ₂ (g) + excesso de O ₂ (g)	500	400

b) Para o sistema estar em equilíbrio, o quociente de equilíbrio deve coincidir com a constante de equilíbrio.

$$K_c = 250$$

Q: quociente de equilíbrio

$$Q = \frac{[\text{SO}_3]^2}{[\text{SO}_2]^2[\text{O}_2]^1}$$

$$Q = \frac{(20 \text{ mol/L})^2}{(1,0 \text{ mol/L})^2(1,6 \text{ mol/L})^1} = 250 (\text{mol/L})^{-1}$$

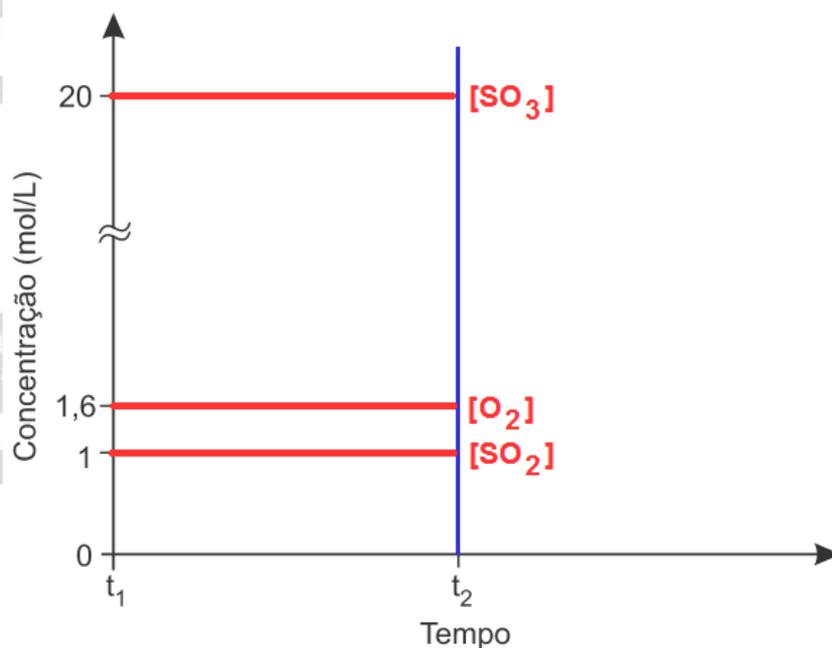
Conclusão:

$$250 = 250$$

$$Q = K_c$$

O sistema está em equilíbrio.

Comportamento das concentrações dessas substâncias no intervalo de tempo entre t₁ e t₂, considerando que, em t₁ e t₂, o sistema esteja em equilíbrio químico:



Questão 6. A gelatina é uma mistura de polipeptídeos que, em temperaturas não muito elevadas, apresenta a propriedade de reter moléculas de água, formando, assim, um gel. Esse processo é chamado de gelatinização. Porém, se os polipeptídeos forem hidrolisados, a mistura resultante não mais apresentará a propriedade de gelatinizar. A hidrólise pode ser catalisada por enzimas, como a bromelina, presente no abacaxi.

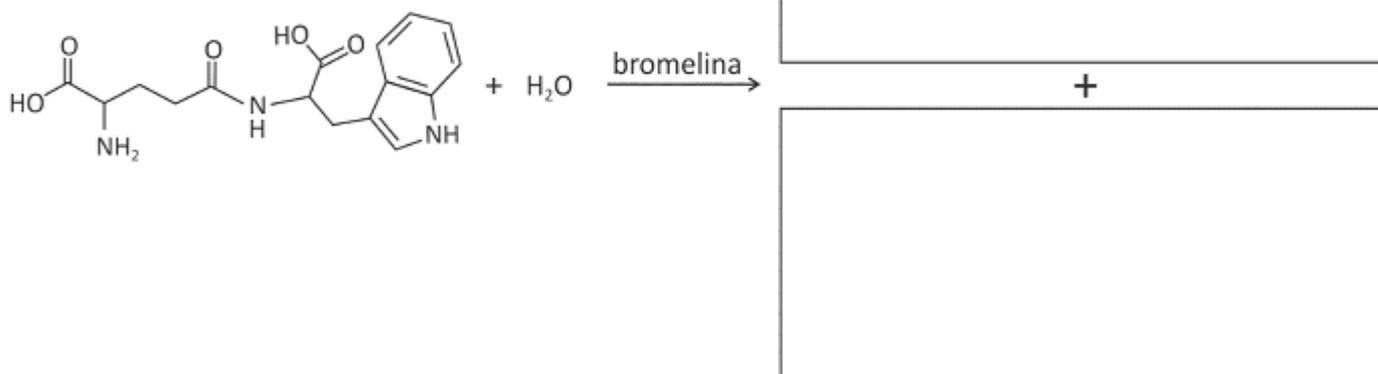
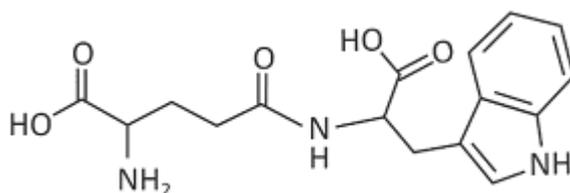
Em uma série de experimentos, todos à mesma temperatura, amostras de gelatina foram misturadas com água ou com extratos aquosos de abacaxi. Na tabela a seguir, foram descritos os resultados dos diferentes experimentos.

Experimento	Substrato	Reagente	Resultado observado
1	gelatina	água	gelatinização
2	gelatina	extrato de abacaxi	não ocorre gelatinização
3	gelatina	extrato de abacaxi previamente fervido	gelatinização

a) Explique o que ocorreu no experimento 3 que permitiu a gelatinização, mesmo em presença do extrato de abacaxi.

Na hidrólise de peptídeos, ocorre a ruptura das ligações peptídicas. No caso de um dipeptídeo, sua hidrólise resulta em dois aminoácidos.

b) Complete no esquema a seguir, escrevendo as fórmulas estruturais planas dos dois produtos da hidrólise do peptídeo representado abaixo.

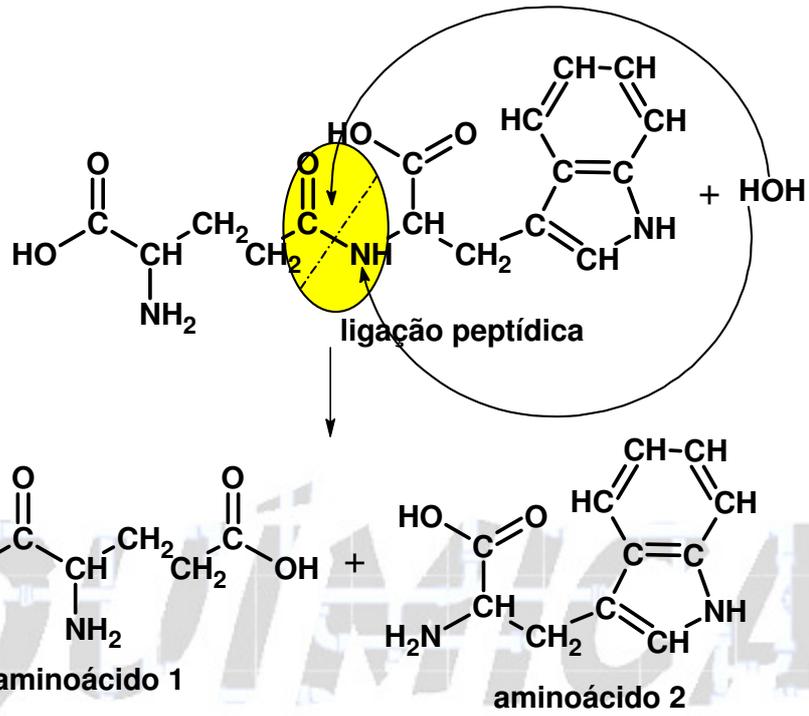


Resolução:

a) De acordo com o texto fornecido no enunciado, a hidrólise dos polipeptídeos pode ser catalisada por enzimas, como a bromelina, presente no abacaxi. No experimento 3 o reagente utilizado foi o extrato de abacaxi previamente fervido e neste caso ocorreu a gelatinização. Isto significa que a hidrólise não foi possível, ou seja, a fervura degradou a bromelina que não atuou no processo.

b) De acordo com o enunciado, na hidrólise de peptídeos, ocorre a ruptura das ligações peptídicas. No caso de um dipeptídeo, sua hidrólise resulta em dois aminoácidos.

Então,



Completando o esquema da figura, vem:

