

FUVEST 2015 – Primeira fase e Segunda fase

CONHECIMENTOS GERAIS

1. A grafite de um lápis tem quinze centímetros de comprimento e dois milímetros de espessura. Dentre os valores abaixo, o que mais se aproxima do número de átomos presentes nessa grafite é

Nota:

1) Assuma que a grafite é um cilindro circular reto, feito de grafita pura. A espessura da grafite é o diâmetro da base do cilindro.

2) Adote os valores aproximados de:

- $2,2 \text{ g/cm}^3$ para a densidade da grafita;
- 12 g/mol para a massa molar do carbono;
- $6,0 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ para a constante de Avogadro.

- a) 5×10^{23}
- b) 1×10^{23}
- c) 5×10^{22}
- d) 1×10^{22}
- e) 5×10^{21}

Resolução: Alternativa C

Cálculo do volume da grafita:

diâmetro = 2 mm de espessura = $2 \times 10^{-3} \text{ m} = 2 \times 10^{-1} \text{ cm}$

raio = 1 mm de espessura = 10^{-1} cm

altura = 15 cm

$V_{\text{cilindro}} = (\text{Área da base}) \times (\text{altura})$

$V_{\text{cilindro}} = \pi \times r^2 \times h$

$V_{\text{cilindro}} = \pi \times (10^{-1})^2 \times 15$

$V_{\text{cilindro}} = 0,471 \text{ cm}^3$

$d_{\text{grafita}} = 2,2 \text{ g/cm}^3$

$1 \text{ cm}^3 \text{ — } 2,2 \text{ g}$

$0,471 \text{ cm}^3 \text{ — } m_{\text{grafita}}$

$m_{\text{grafita}} = 1,0362 \text{ g}$

$12 \text{ g de grafita — } 6,0 \times 10^{23} \text{ átomos de carbono}$

$1,0362 \text{ g de grafita — } x$

$x = 5,18 \times 10^{22} \text{ átomos de carbono}$

2. Quando começaram a ser produzidos em larga escala, em meados do século XX, objetos de plástico eram considerados substitutos de qualidade inferior para objetos

feitos de outros materiais. Com o tempo, essa concepção mudou bastante. Por exemplo, canecas eram feitas de folha de flandres, uma liga metálica, mas, hoje, também são feitas de louça ou de plástico. Esses materiais podem apresentar vantagens e desvantagens para sua utilização em canecas, como as listadas a seguir:

- I. ter boa resistência a impactos, mas não poder ser levado diretamente ao fogo;
- II. poder ser levado diretamente ao fogo, mas estar sujeito a corrosão;
- III. apresentar pouca reatividade química, mas ter pouca resistência a impactos.

Os materiais utilizados na confecção de canecas os quais apresentam as propriedades I, II e III são, respectivamente,

- a) metal, plástico, louça.
- b) metal, louça, plástico.
- c) louça, metal, plástico.
- d) plástico, louça, metal.
- e) plástico, metal, louça.

Resolução: Alternativa E

O plástico (termoplástico) tem boa resistência a impactos, mas não poder ser levado diretamente ao fogo, pois pode sofrer fusão.

O metal pode ser levado diretamente ao fogo, mas está sujeito a corrosão.

A louça (material cerâmico) apresenta pouca reatividade química, mas ter pouca resistência a impactos.

3. Cinco cremes dentais de diferentes marcas têm os mesmos componentes em suas formulações, diferindo, apenas, na porcentagem de água contida em cada um. A tabela a seguir apresenta massas e respectivos volumes (medidos a 25°C) desses cremes dentais.

Marca de creme dental	Massa (g)	Volume (mL)
A	30	20
B	60	42
C	90	75
D	120	80
E	180	120

Supondo que a densidade desses cremes dentais varie apenas em função da

porcentagem de água, em massa, contida em cada um, pode-se dizer que a marca que apresenta maior porcentagem de água em sua composição é

Dado: densidade da água (a 25°C) = 1,0 g/mL.

- a) A.
- b) B.
- c) C.
- d) D.
- e) E.

Resolução: Alternativa C

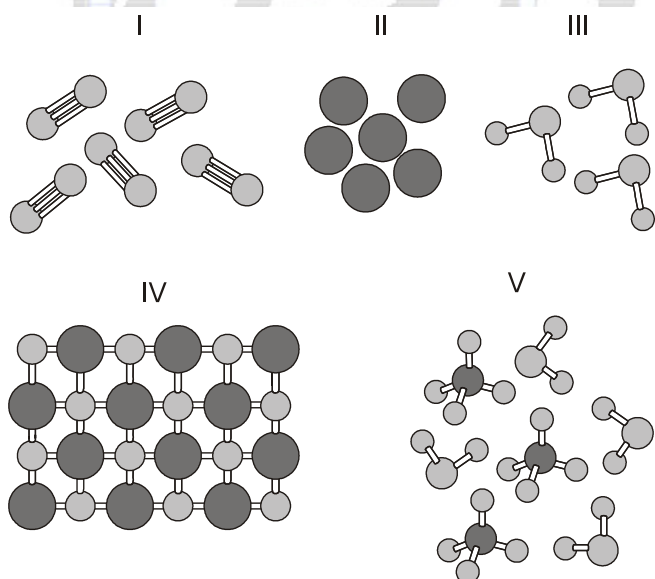
Cálculo das densidades:

Marca de creme dental	Massa (g)	Volume (mL)	Densidade (g/mL)
A	30	20	$d = \frac{30}{20} = 1,5 \text{ g/mL}$
B	60	42	$d = \frac{60}{42} = 1,429 \text{ g/mL}$
C	90	75	$d = \frac{90}{75} = 1,2 \text{ g/mL}$
D	120	80	$d = \frac{120}{80} = 1,5 \text{ g/mL}$
E	180	120	$d = \frac{180}{120} = 1,5 \text{ g/mL}$

Quanto maior o volume de água, menor a densidade do creme dental.

A marca que apresenta maior porcentagem de água em sua composição é aquela que possui a menor densidade, ou seja, C.

4. Considere as figuras a seguir, em que cada esfera representa um átomo.

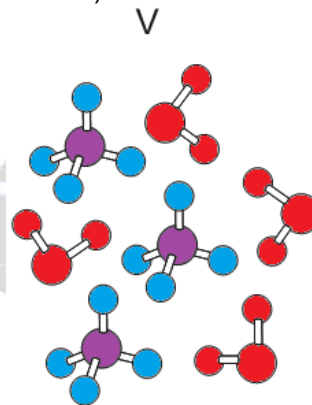


As figuras mais adequadas para representar, respectivamente, uma mistura de compostos moleculares e uma amostra da substância nitrogênio são

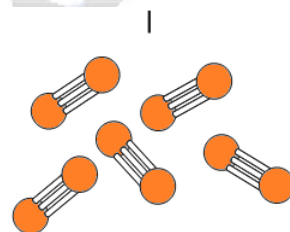
- a) III e II.
- b) IV e III.
- c) IV e I.
- d) V e II.
- e) V e I.

Resolução: Alternativa E

Mistura de compostos (apresenta moléculas diferentes entre si):



Amostra da substância nitrogênio (N₂) (moléculas iguais):



5. A Gruta do Lago Azul (MS), uma caverna composta por um lago e várias salas, em que se encontram espeleotemas de origem carbonática (estalactites e estalagmites), é uma importante atração turística. O número de visitantes, entretanto, é controlado, não ultrapassando 300 por dia. Um estudante, ao tentar explicar tal restrição, levantou as seguintes hipóteses:

- I. Os detritos deixados indevidamente pelos visitantes se decompõem, liberando metano, que pode oxidar os espeleotemas.
- II. O aumento da concentração de gás carbônico que é liberado na respiração dos visitantes, e que interage com a água do ambiente, pode provocar a dissolução progressiva dos espeleotemas.

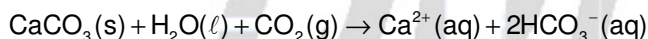
III. A concentração de oxigênio no ar diminui nos períodos de visita, e essa diminuição seria compensada pela liberação de O₂ pelos espeleotemas.

O controle do número de visitantes, do ponto de vista da Química, é explicado por

- apenas.
- II, apenas.
- III, apenas.
- I e III, apenas.
- I, II e III.

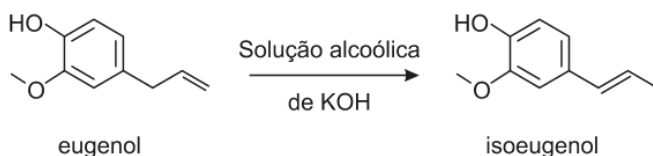
Resolução: Alternativa B

Decomposição de espeleotemas de origem carbonática (estalactites e estalagmites) devido à presença de água e gás carbônico liberado pelos visitantes:

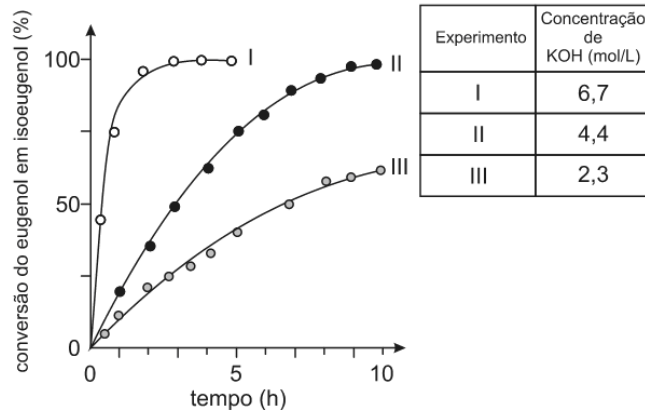


Conclusão: O aumento da concentração de gás carbônico que é liberado na respiração dos visitantes, e que interage com a água do ambiente, pode provocar a dissolução progressiva dos espeleotemas.

6. O eugenol, extraído de plantas, pode ser transformado em seu isômero isoeugenol, muito utilizado na indústria de perfumes. A transformação pode ser feita em solução alcoólica de KOH.



Foram feitos três experimentos de isomerização, à mesma temperatura, empregando-se massas iguais de eugenol e volumes iguais de soluções alcoólicas de KOH de diferentes concentrações. O gráfico a seguir mostra a porcentagem de conversão do eugenol em isoeugenol em função do tempo, para cada experimento.

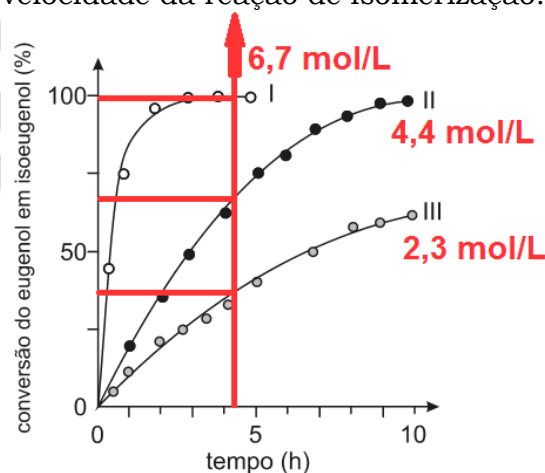


Analisando-se o gráfico, pode-se concluir corretamente que

- a isomerização de eugenol em isoeugenol é exotérmica.
- o aumento da concentração de KOH provoca o aumento da velocidade da reação de isomerização.
- o aumento da concentração de KOH provoca a decomposição do isoeugenol.
- a massa de isoeugenol na solução, duas horas após o início da reação, era maior do que a de eugenol em dois dos experimentos realizados.
- a conversão de eugenol em isoeugenol, três horas após o início da reação, era superior a 50% nos três experimentos.

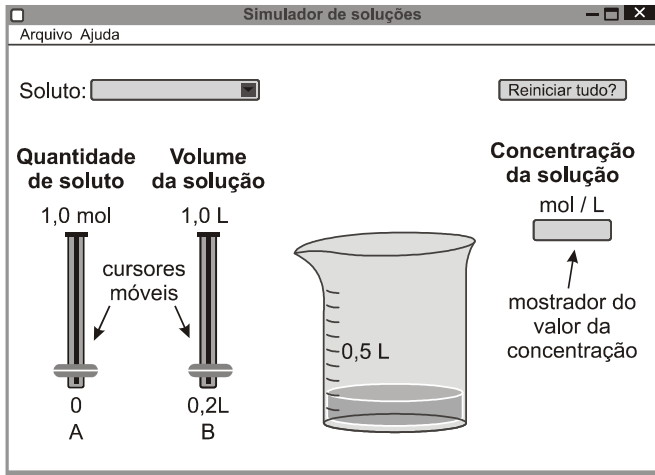
Resolução: Alternativa B

De acordo com o gráfico, o aumento da concentração de KOH provoca o aumento da velocidade da reação de isomerização.

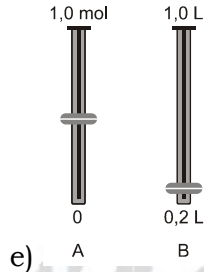
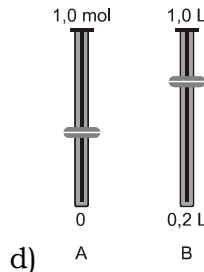
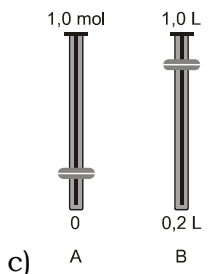
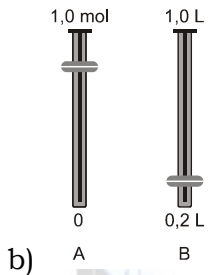
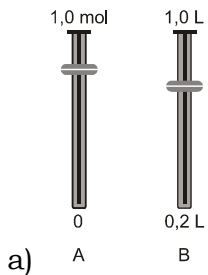


7. Um estudante utilizou um programa de computador para testar seus conhecimentos sobre concentração de soluções. No programa de simulação, ele deveria escolher um soluto para dissolver em água, a quantidade desse soluto, em mol, e o volume da solução. Uma vez escolhidos os valores desses parâmetros,

o programa apresenta, em um mostrador, a concentração da solução. A tela inicial do simulador é mostrada a seguir.



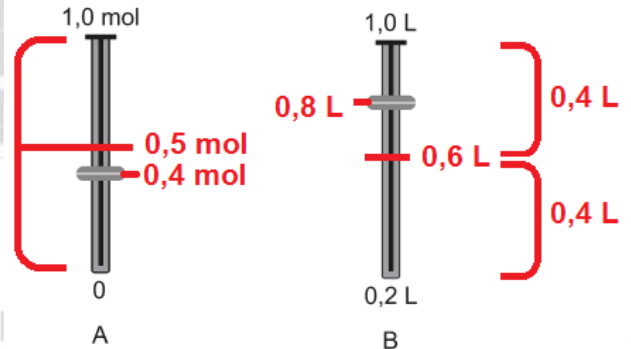
O estudante escolheu um soluto e moveu os cursores A e B até que o mostrador de concentração indicasse o valor 0,50 mol/L. Quando esse valor foi atingido, os cursores A e B poderiam estar como mostrado em



Resolução: Alternativa D

O estudante escolheu um soluto e moveu os cursores A e B até que o mostrador de concentração indicasse o valor 0,50 mol/L.

Os cursores A e B poderiam estar como mostrado na alternativa D.



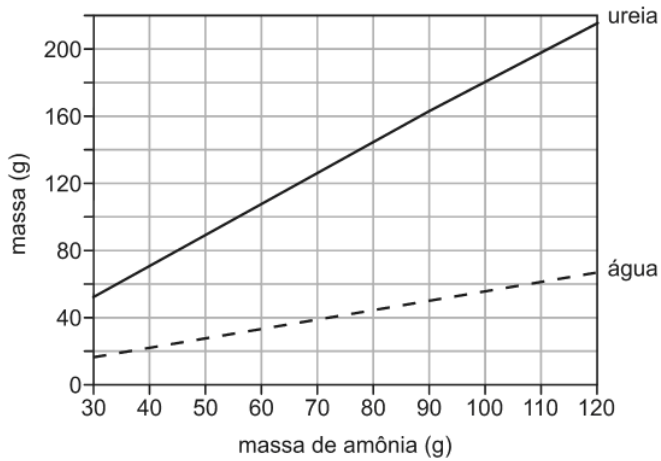
$$\text{Concentração molar} = \frac{n}{V}$$

$$\text{Concentração molar} = \frac{0,4 \text{ mol}}{0,8 \text{ L}}$$

$$\text{Concentração molar} = 0,50 \text{ mol/L}$$

8. Amônia e gás carbônico podem reagir formando ureia e água. O gráfico abaixo mostra as massas de ureia e de água que são produzidas em função da massa de amônia, considerando as reações completas.

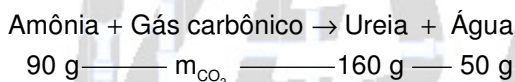
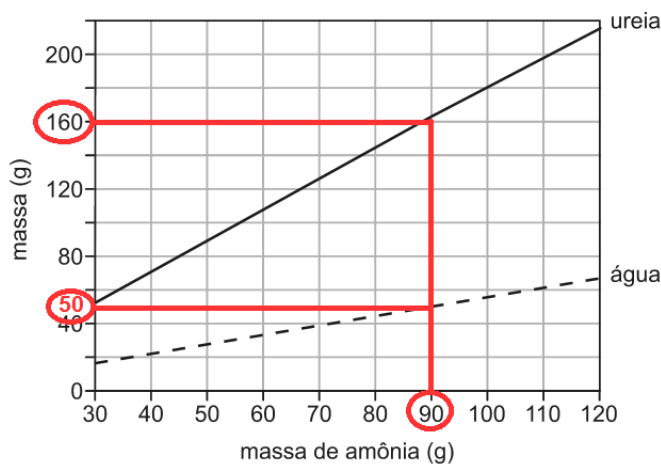
A partir dos dados do gráfico e dispondo-se de 270 g de amônia, a massa aproximada, em gramas, de gás carbônico minimamente necessária para reação completa com essa quantidade de amônia é



- a) 120
- b) 270
- c) 350
- d) 630
- e) 700

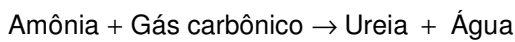
Resolução: Alternativa C

A partir da análise do gráfico, vem:



$$90 + m_{\text{CO}_2} = 160 + 50$$

$$m_{\text{CO}_2} = 120 \text{ g}$$



$$90 \text{ g} \quad \quad \quad 120 \text{ g}$$

$$270 \text{ g} \quad \quad \quad m'_{\text{CO}_2}$$

$$m'_{\text{CO}_2} = 360 \text{ g} \approx 350 \text{ g}$$

9. O 1,4-pentanodiol pode sofrer reação de oxidação em condições controladas, com formação de um aldeído A, mantendo o número de átomos de carbono da cadeia. O composto A formado pode, em certas condições, sofrer reação de descarbonilação, isto é, cada uma de suas moléculas perde CO, formando o composto B. O esquema a seguir representa essa sequência de reações:

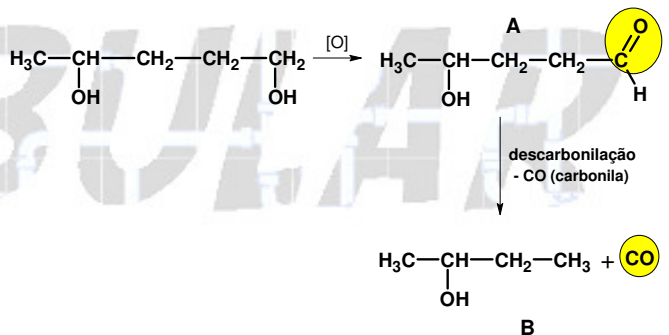


Os produtos A e B dessas reações são:

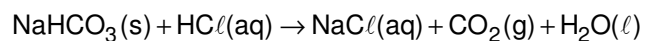
	A	B
a)		
b)		
c)		
d)		
e)		

Resolução: Alternativa D

Teremos:



10. Uma estudante de Química realizou o seguinte experimento: pesou um tubo de ensaio vazio, colocou nele um pouco de $\text{NaHCO}_3(\text{s})$ e pesou novamente. Em seguida, adicionou ao tubo de ensaio excesso de solução aquosa de HCl , o que provocou a reação química representada por



Após a reação ter-se completado, a estudante aqueceu o sistema cuidadosamente, até que

restasse apenas um sólido seco no tubo de ensaio. Deixou o sistema resfriar até a temperatura ambiente e o pesou novamente. A estudante anotou os resultados desse experimento em seu caderno, juntamente com dados obtidos consultando um manual de Química:

Dados obtidos no experimento	
Massa do tubo de ensaio vazio	8,70 g
Massa do tubo de ensaio + NaHCO ₃ (s)	11,20 g
Massa do tubo de ensaio + produto sólido nele contido ao final do experimento	10,45 g
Dados obtidos consultando um manual de Química	
massas molares (g/mol)	
H = 1,00	Na = 23,0
C = 12,0	Cl = 35,5
O = 16,0	

A estudante desejava determinar a massa de

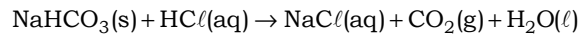
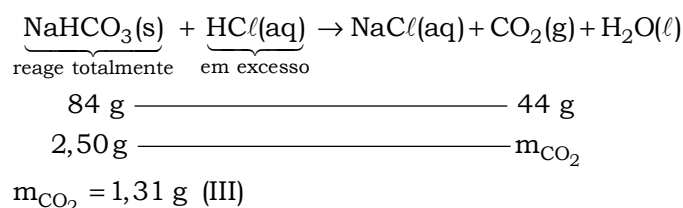
- I. HCl que não reagiu;
- II. NaCl que se formou;
- III. CO₂ que se formou.

Considerando as anotações feitas pela estudante, é possível determinar a massa de

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

Resolução: Alternativa D

Massa do tubo vazio = 8,70 g
 Massa do tubo de ensaio + Massa do NaHCO₃ = 11,20 g
 $m_{\text{NaHCO}_3} = 11,20 - 8,70 = 2,50 \text{ g}$
 Massa do tubo de ensaio + produto sólido = 10,45 g
 Massa do produto sólido (NaCl) = $10,45 - 8,70 = 1,75 \text{ g}$ (II)



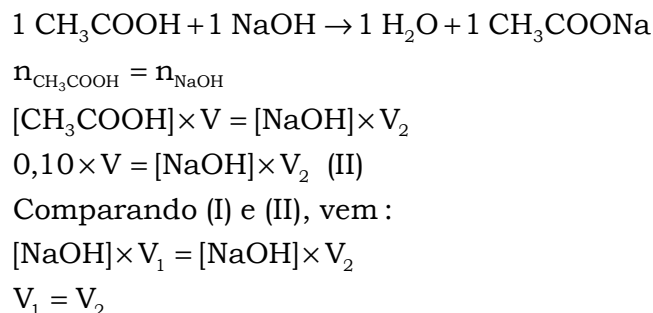
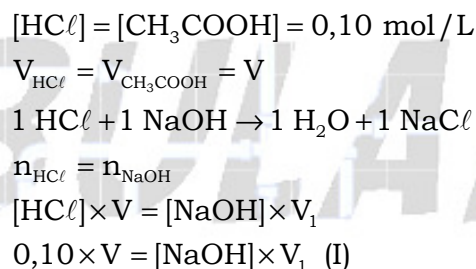
84 g ——— 36 g
 2,50 g ——— m_{HCl}
 $m_{\text{HCl}}(\text{reagiu}) = 1,07 \text{ g}$ (não é possível calcular o excesso)
 É possível determinar a massa de II e III.

11. Soluções aquosas de ácido clorídrico, HCl(aq), e de ácido acético, H₃CCOOH(aq), ambas de concentração 0,10 mol/L, apresentam valores de pH iguais a 1,0 e 2,9, respectivamente.

Em experimentos separados, volumes iguais de cada uma dessas soluções foram titulados com uma solução aquosa de hidróxido de sódio, NaOH(aq), de concentração adequada. Nessas titulações, a solução de NaOH foi adicionada lentamente ao recipiente contendo a solução ácida, até reação completa. Sejam V₁ o volume da solução de NaOH para reação completa com a solução de HCl e V₂ o volume da solução de NaOH para reação completa com a solução de H₃CCOOH. A relação entre V₁ e V₂ é

- a) $V_1 = 10^{-3,9} V_2$
- b) $V_1 = (1,0/2,9) V_2$
- c) $V_1 = V_2$
- d) $V_1 = 2,9 V_2$
- e) $V_1 = 10^{1,9} V_2$

Resolução: Alternativa C



12. Parte do solo da bacia amazônica é naturalmente pobre em nutrientes e, conseqüentemente, pouco apropriada para a agricultura comercial. Por outro lado, em certas porções desse território, são encontradas extensões de terra rica em carvão e nutrientes (sob a forma de compostos de fósforo e cálcio), os quais não resultaram da decomposição microbiana da vegetação. Esse tipo de solo é popularmente chamado de “terra preta”.

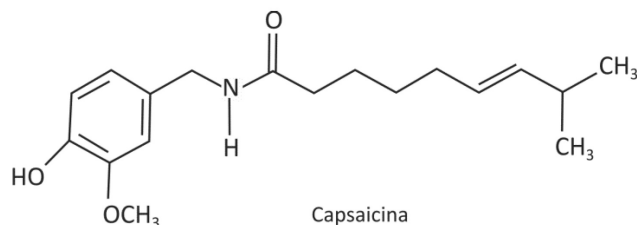
Dentre as hipóteses a seguir, formuladas para explicar a ocorrência da “terra preta”, a mais plausível seria a da

- decomposição gradativa de restos de peixes e caça e deposição da fuligem gerada pela queima de madeira, empregada no cozimento de alimentos.
- decomposição microbiana de afloramentos de petróleo, seguida pela combustão completa dos produtos dessa decomposição.
- reação dos carbonatos e fosfatos, existentes na vegetação morta, com chuvas que apresentam pH menor do que 4 (chuva ácida).
- oxidação, durante a respiração noturna, do carbono contido nos vegetais da floresta amazônica.
- decomposição térmica de calcário, produzindo óxido de cálcio e carvão.

Resolução: Alternativa A

Dentre as hipóteses formuladas para explicar a ocorrência da “terra preta”, a mais plausível seria a da decomposição gradativa de restos de peixes e caça (fósforo e cálcio) e a deposição da fuligem (carvão) gerada pela queima de madeira, empregada no cozimento de alimentos.

13. A ardência provocada pela pimenta dedo-de-moça é resultado da interação da substância capsaicina com receptores localizados na língua, desencadeando impulsos nervosos que se propagam até o cérebro, o qual interpreta esses impulsos na forma de sensação de ardência. Esse tipo de pimenta tem, entre outros efeitos, o de estimular a sudorese no organismo humano.



Considere as seguintes afirmações:

- Nas sinapses, a propagação dos impulsos nervosos, desencadeados pelo consumo dessa pimenta, se dá pela ação de neurotransmissores.
- Ao consumir essa pimenta, uma pessoa pode sentir mais calor pois, para evaporar, o suor libera calor para o corpo.
- A hidrólise ácida da ligação amídica da capsaicina produz um aminoácido que é transportado até o cérebro, provocando a sensação de ardência.

É correto apenas o que se afirma em

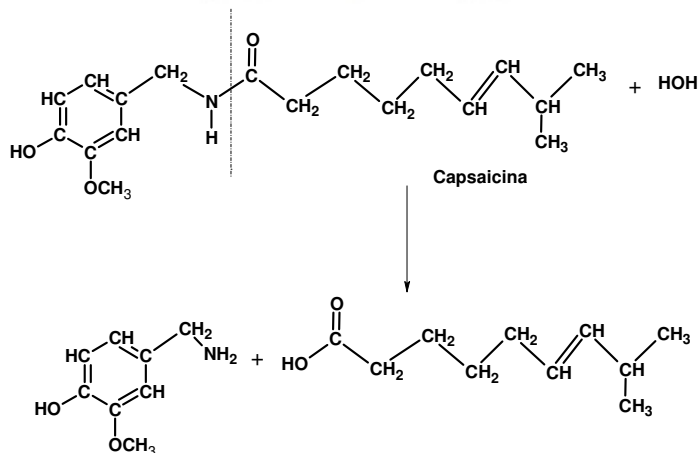
- I.
- II.
- I e II.
- II e III.
- I e III.

Resolução: Alternativa A

Nas sinapses, a propagação dos impulsos nervosos, desencadeados pelo consumo dessa pimenta, se dá pela ação de neurotransmissores.

O processo de evaporação do suor é endotérmico (absorve calor):
 $H_2O(l) + \text{calor} \rightarrow H_2O(v)$.

Produtos da hidrólise ácida da capsaicina:



Segundo dia

Questão 6. Nas águas das represas de regiões agrícolas, o aumento da concentração de íons nitrato, provenientes de sais contidos em fertilizantes, pode levar ao fenômeno da eutrofização. Tal fenômeno provoca a morte de peixes e de outros organismos aquáticos, alimentando um ciclo de degradação da qualidade da água.

a) Explique a relação entre o aumento da concentração de íons nitrato, a eutrofização e a diminuição de oxigênio dissolvido na água.

b) Considere um material compostado com teor de nitrogênio de 5% em massa e o nitrato de amônio (NH_4NO_3), que é um fertilizante muito utilizado na agricultura convencional. Se forem utilizadas massas iguais de cada um desses dois fertilizantes, qual deles fornecera maior teor de nitrogênio por hectare de solo? Mostre os cálculos.

Dados:

Massa molar (g/mol)

H 1

N 14

O 16

Resolução:

a) O excesso da proliferação de algas devido à grande quantidade de nutrientes, incluindo os nitratos, é conhecido como eutrofização. Este excesso de biomassa consome gás oxigênio dissolvido na água e este fenômeno pode levar à morte e a decomposição de muitos organismos.

b) Utilizando-se massas iguais de cada um desses dois fertilizantes, teremos:

$$\text{NH}_4\text{NO}_3 = 80 \text{ g/mol}$$

$$2\text{N} = 28 \text{ g/mol}$$

$$80 \text{ g (NH}_4\text{NO}_3) \text{ ————— } 28 \text{ g de N}$$

$$m \text{ ————— } m_{\text{nitrogênio}}$$

$$m_{\text{nitrogênio}} = \frac{28}{80} m = 0,35m \text{ g}$$

$$100 \text{ g (material compostado) ————— } 5 \text{ g de N}$$

$$m \text{ ————— } m'_{\text{nitrogênio}}$$

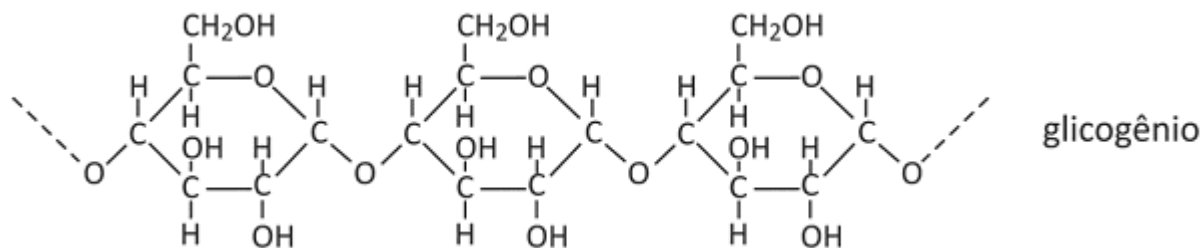
$$m'_{\text{nitrogênio}} = \frac{5}{100} m = 0,05m \text{ g}$$

$$0,35m \text{ g} > 0,05m \text{ g}$$

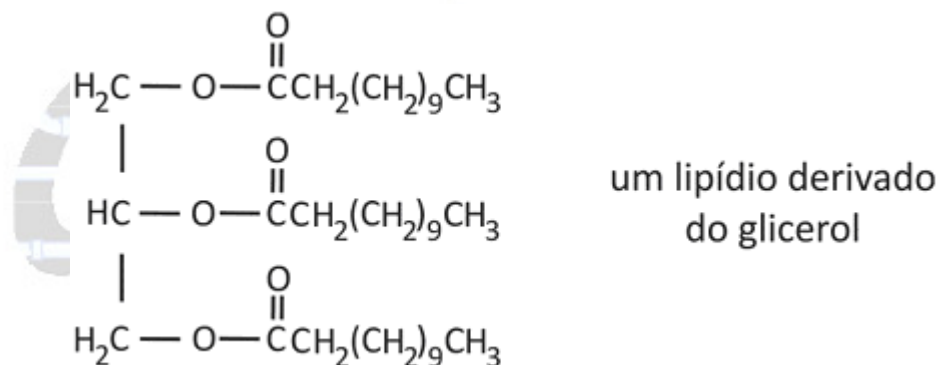
$$35 \% \text{ de nitrogênio} > 5 \% \text{ de nitrogênio}$$

Conclusão: a porcentagem de nitrogênio no nitrato de amônio (35 %) é maior do que no adubo compostado (5 %).

Questão 7. A dieta de jogadores de futebol deve fornecer energia suficiente para um bom desempenho. Essa dieta deve conter principalmente carboidratos e pouca gordura. A glicose proveniente dos carboidratos e armazenada sob a forma do polímero glicogênio, que é uma reserva de energia para o atleta.



Certos lipídios, contidos nos alimentos, são derivados do glicerol e também fornecem energia.



a) Durante a respiração celular, tanto a glicose quanto os ácidos graxos provenientes do lipídio derivado do glicerol são transformados em CO_2 e H_2O . Em qual destes casos deveria haver maior consumo de oxigênio: na transformação de 1 mol de glicose ou na transformação de 1 mol do ácido graxo proveniente do lipídio cuja fórmula estrutural é mostrada acima? Explique.

Durante o período de preparação para a Copa de 2014, um jogador de futebol recebeu, a cada dia, uma dieta contendo 600 g de carboidrato e 80 g de gordura. Durante esse período, o jogador participou de um treino por dia.

b) Calcule a energia consumida por km percorrido em um treino (kcal/km), considerando que a energia necessária para essa atividade corresponde a 2/3 da energia proveniente da dieta ingerida em um dia.

Dados:

Energia por componente dos alimentos:

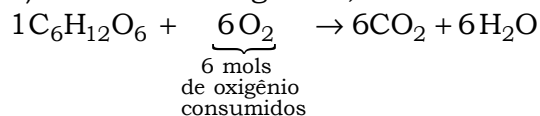
Carboidrato 4 kcal/g

Gordura 9 kcal/g

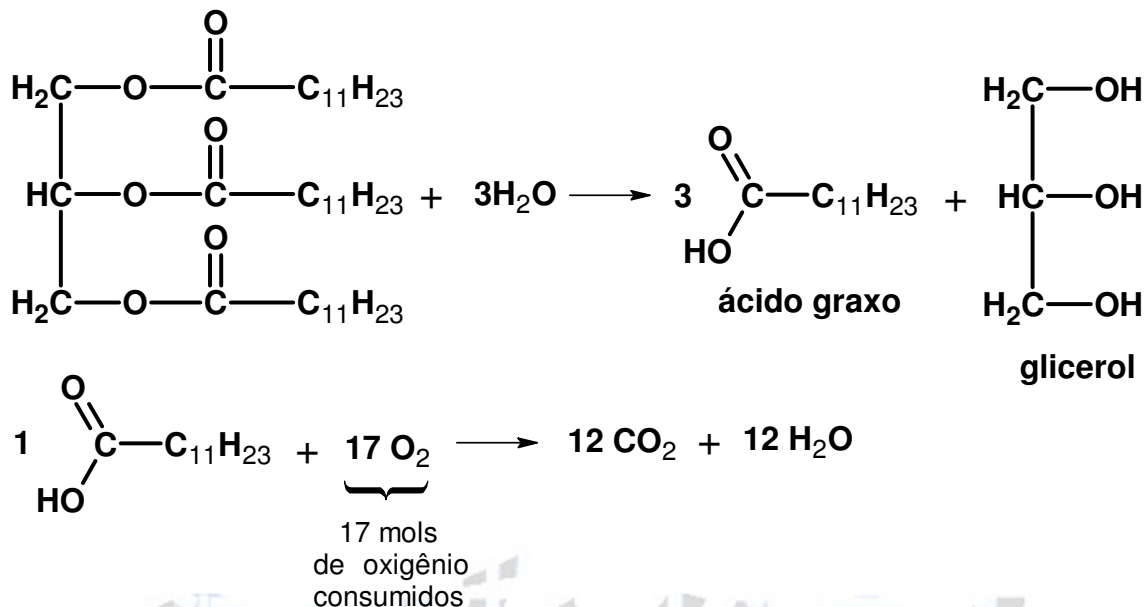
Distância média percorrida por um jogador: 5000 m/treino

Resolução:

a) Para 1 mol de glicose, vem:



Para 1 mol do ácido graxo derivado do lipídio, vem:



Conclusão: haverá maior consumo de oxigênio no caso do ácido graxo proveniente do lipídio.

b) Um jogador de futebol recebeu, a cada dia, uma dieta contendo 600 g de carboidrato e 80 g de gordura, então:

Energia por componente dos alimentos:

Carboidrato 4 kcal/g

Gordura 9 kcal/g

1 g ——— 4 kcal

600 g ——— $E_{\text{carboidrato}}$

$E_{\text{carboidrato}} = 2.400 \text{ kcal}$

1 g ——— 9 kcal

80 g ——— $E_{\text{lipídio}}$

$E_{\text{lipídio}} = 720 \text{ kcal}$

$E_{\text{total}} = 2.400 \text{ kcal} + 720 \text{ kcal} = 3.120 \text{ kcal}$

Cálculo da energia consumida por km percorrido em um treino (kcal/km), considerando que a energia necessária para essa atividade corresponde a 2/3 da energia total:

$$E_{\text{km}} = \frac{2}{3} \times 3.120 \text{ kcal}$$

$$E_{\text{km}} = 2.080 \text{ kcal}$$

Distância média percorrida por um jogador: 5000 m/treino, ou seja 5 km, então:

$$2.080 \text{ kcal} \text{ ——— } 5 \text{ km}$$

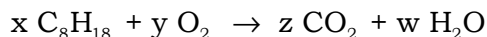
$$E \text{ ——— } 1 \text{ km}$$

$$E = 416 \text{ kcal}$$

Conclusão : 416 kcal/km.

Questão 8. Em uma transformação química, ha conservação de massa e dos elementos químicos envolvidos, o que pode ser expresso em termos dos coeficientes e índices nas equações químicas.

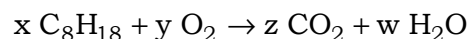
a) Escreva um sistema linear que represente as relações entre os coeficientes **x**, **y**, **z** e **w** na equação química



b) Encontre todas as soluções do sistema em que **x**, **y**, **z** e **w** são inteiros positivos.

Resolução:

a) O número de átomos do lado esquerdo da equação é igual ao número de átomos do lado direito da equação para cada elemento químico.



$$8x \text{ C} = z \text{ C}$$

$$18x \text{ H} = 2w \text{ H}$$

$$2y \text{ O} = (2z + w) \text{ O}$$

Sistema linear:

$$\begin{cases} 8x = z \\ 18x = 2w \\ 2y = 2z + w \end{cases}$$

b) Soluções do sistema em que **x**, **y**, **z** e **w** são inteiros positivos:

$$\begin{cases} 8x = z \\ 18x = 2w \\ 2y = 2z + w \end{cases}$$

$$\begin{cases} z = 8x \\ w = 9x \\ 2y = 2 \times 8x + 9x \end{cases}$$

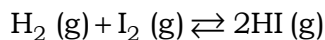
$$\begin{cases} z = 8x \\ w = 9x \\ y = 12,5x \end{cases}$$

Para números inteiros e positivos do tipo $x = 2t$, substituindo, vem :

$$\begin{cases} z = 8 \times 2t \\ w = 9 \times 2t \\ y = 12,5 \times 2t \end{cases}$$

$$\begin{cases} x = 2t \\ z = 16t \\ w = 18t \\ y = 25t \end{cases}$$

Questão 10. Coloca-se para reagir, em um recipiente isolado e de volume constante, um mol de gás hidrogênio e um mol de vapor de iodo, ocorrendo a formação de HI (g), conforme representado pela equação química



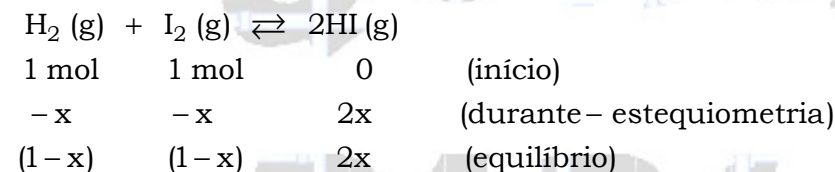
Atingido o equilíbrio químico, a uma dada temperatura (mantida constante), as pressões parciais das substâncias envolvidas satisfazem a igualdade

$$\frac{(P_{\text{HI}})^2}{P_{\text{H}_2} \cdot P_{\text{I}_2}} = 55$$

- a) Calcule a quantidade de matéria, em mol, de HI (g) no equilíbrio.
- b) Expresse o valor da pressão parcial de hidrogênio como função do valor da pressão total da mistura, no equilíbrio.

Resolução:

a) Teremos:



$$K_p = K_{\text{eq}} \times (RT)^{\Delta n}$$

$$K_p = \frac{(P_{\text{HI}})^2}{P_{\text{H}_2} \times P_{\text{I}_2}} = 55$$

$$\Delta n = 2 - (1 + 1) = 0$$

$$55 = K_{\text{eq}} \times (RT)^0$$

$$K_{\text{eq}} = 55$$

$$\frac{(2x)^2}{(1-x) \times (1-x)} = 55$$

$$\frac{(2x)^2}{(1-x)^2} = 55$$

Extraindo a raiz quadrada, vem:

$$\sqrt{\frac{(2x)^2}{(1-x)^2}} = \sqrt{55}$$

$$\frac{(2x)}{(1-x)} = 7,416 \Rightarrow \frac{(2x)}{(1-x)} = 7,416$$

$$2x = 7,416 - 7,416x$$

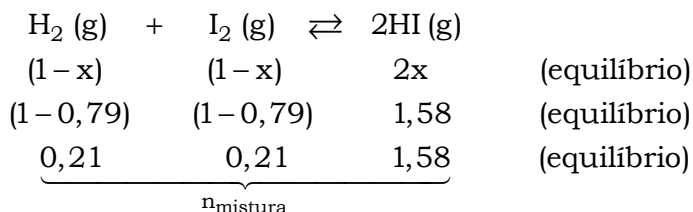
$$9,416x = 7,416$$

$$x = \frac{7,416}{9,416} = 0,78759 \approx 0,79$$

$$n_{\text{HI}} = 2x = 2 \times 0,79 = 1,58$$

$$n_{\text{HI}} = 1,58 \text{ mol}$$

b) Valor da pressão parcial de hidrogênio como função do valor da pressão total da mistura no equilíbrio:



$$X_{\text{H}_2} = \frac{P_{\text{H}_2}}{P_{\text{mistura}}}$$

$$X_{\text{H}_2} = \frac{n_{\text{H}_2}}{n_{\text{mistura}}}$$

$$\frac{n_{\text{H}_2}}{n_{\text{mistura}}} = \frac{P_{\text{H}_2}}{P_{\text{mistura}}}$$

$$P_{\text{H}_2} = P_{\text{mistura}} \times \frac{n_{\text{H}_2}}{n_{\text{mistura}}}$$

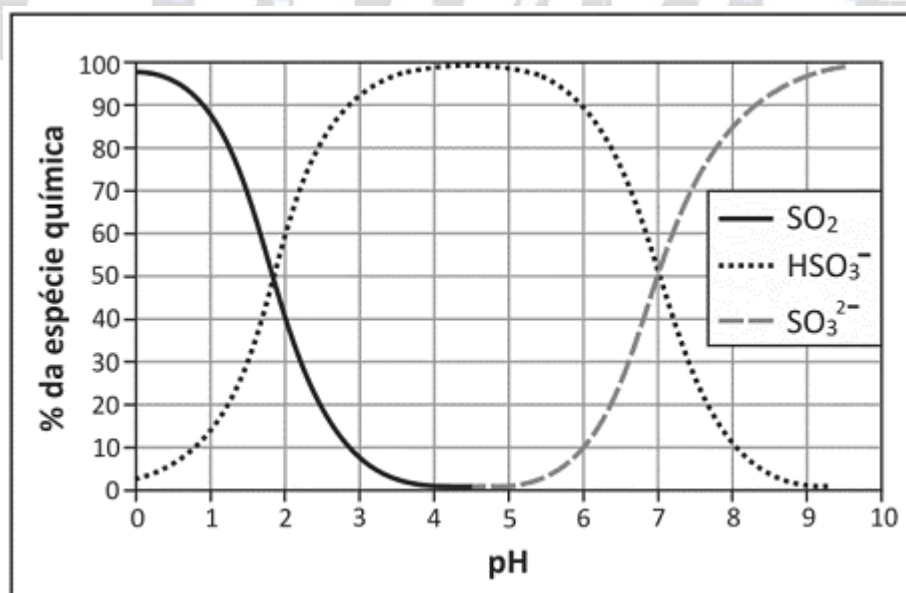
$$P_{\text{H}_2} = P_{\text{mistura}} \times \frac{0,21}{(0,21+0,21+1,58)} \Rightarrow P_{\text{H}_2} = P_{\text{mistura}} \times \frac{0,21}{2}$$

$$P_{\text{H}_2} = P_{\text{mistura}} \times 0,105$$

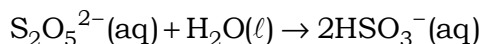
$$P_{\text{H}_2} = 0,105 \times P_{\text{mistura}}$$

Terceiro dia

Questão 1. O metabissulfito de potássio ($\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5$) e o dióxido de enxofre (SO_2) são amplamente utilizados na conservação de alimentos como sucos de frutas, retardando a deterioração provocada por bactérias, fungos e leveduras. Ao ser dissolvido em soluções aquosas ácidas ou básicas, o metabissulfito pode se transformar nas espécies químicas SO_2 , HSO_3^- ou SO_3^{2-} , dependendo do pH da solução, como é mostrado no gráfico.



A equação a seguir representa a formação dos íons HSO_3^- em solução aquosa.



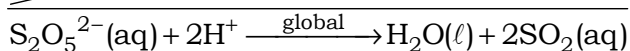
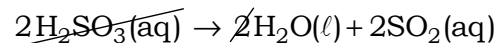
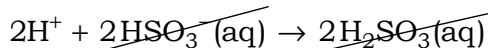
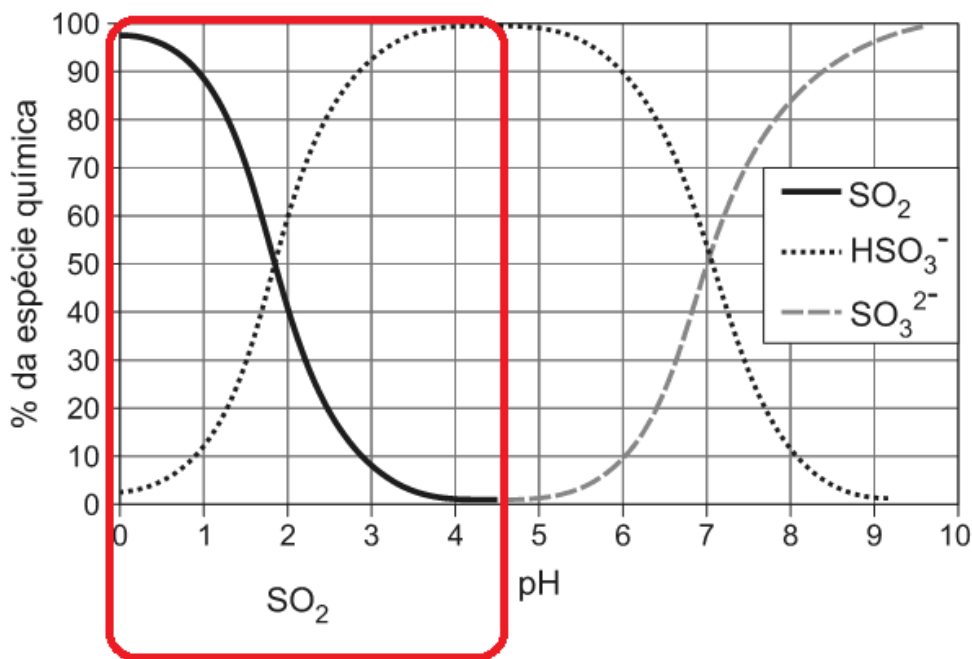
- a) Escreva as equações químicas balanceadas que representam a formação das espécies químicas $\text{SO}_2(\text{aq})$ e $\text{SO}_3^{2-}(\text{aq})$ a partir dos íons $\text{S}_2\text{O}_5^{2-}(\text{aq})$.
- b) Reações indesejáveis no organismo podem ocorrer quando a ingestão de íons $\text{S}_2\text{O}_5^{2-}$, HSO_3^- ou SO_3^- ultrapassa um valor conhecido como IDA (ingestão diária aceitável, expressa em quantidade de SO_2 / dia / massa corpórea), que, neste caso, é igual a $1,1 \times 10^{-5}$ mol de SO_2 por dia para cada quilograma de massa corpórea. Uma pessoa que pesa 50 kg tomou, em um dia, 200 mL de uma água de coco industrializada que continha 64 mg/L de SO_2 . Essa pessoa ultrapassou o valor da IDA? Explique, mostrando os cálculos.

Dados: massa molar (g/mol) O 16
S 32

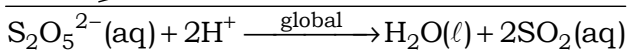
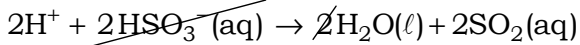
Resolução:

- a) Equações químicas balanceadas que representam a formação das espécies químicas $\text{SO}_2(\text{aq})$ e $\text{SO}_3^{2-}(\text{aq})$ a partir dos íons $\text{S}_2\text{O}_5^{2-}(\text{aq})$:

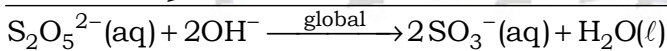
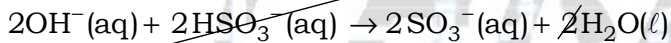
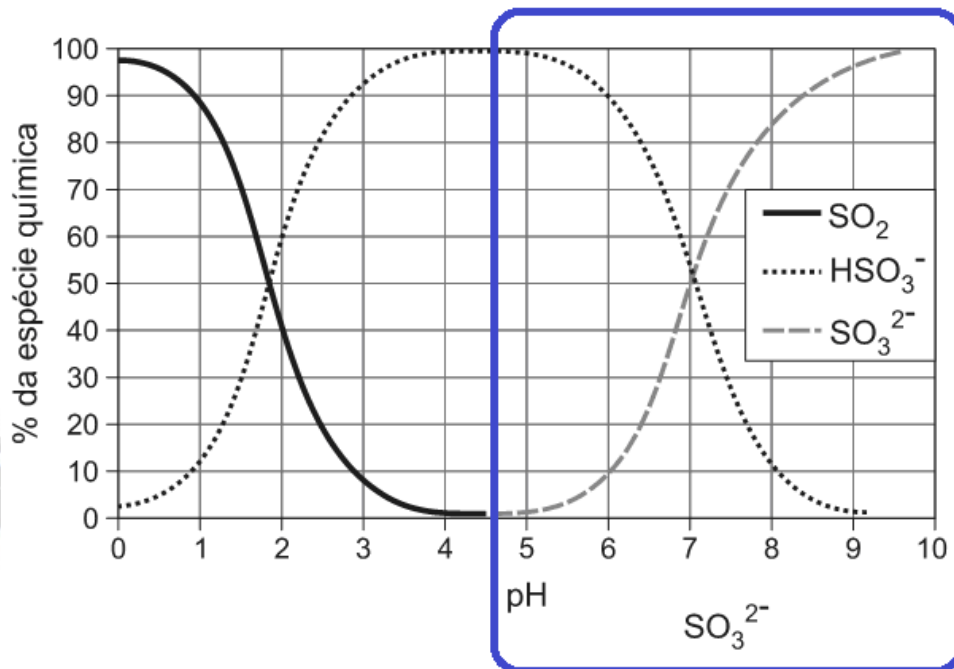
Em meio ácido, vem:



ou



Em meio básico, vem:



b) Uma pessoa que pesa 50 kg tomou, em um dia, 200 mL de uma água de coco industrializada que continha 64 mg/L de SO_2 .

$$\text{SO}_2 = 64 \text{ g/mol}$$

$$64 \text{ mg} = 64 \times 10^{-3} \text{ g}$$

$$64 \times 10^{-3} \text{ g de SO}_2 \xrightarrow{\quad\quad\quad} 1000 \text{ mL}$$

$$m_{\text{SO}_2} \xrightarrow{\quad\quad\quad} 200 \text{ mL}$$

$$m_{\text{SO}_2} = 12,8 \times 10^{-3} \text{ g}$$

$$n_{\text{SO}_2} = \frac{m}{M} = \frac{12,8 \times 10^{-3}}{64} = 0,2 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$50 \text{ kg (massa corporal)} \xrightarrow{\quad\quad\quad} 0,2 \times 10^{-3} \text{ mol de SO}_2$$

$$1 \text{ kg (massa corporal)} \xrightarrow{\quad\quad\quad} n_{\text{SO}_2}$$

$$n_{\text{SO}_2} = 4 \times 10^{-3} \times 10^{-3}$$

$$n_{\text{SO}_2} = 4 \times 10^{-6} \text{ mol}$$

$$\underbrace{1,1 \times 10^{-5} \text{ mol}}_{\text{IDA}} > 4 \times 10^{-6} \text{ mol}$$

Conclusão: a pessoal não ultrapassou o valor da IDA (ingestão diária aceitável).

Questão 2. O hidrogênio tem sido apontado como possível fonte de energia do futuro. Algumas montadoras de automóveis estão construindo carros experimentais que podem funcionar utilizando gasolina ou hidrogênio líquido como combustível.

Considere a tabela a seguir, contendo dados obtidos nas mesmas condições, sobre a energia específica (quantidade de energia liberada pela combustão completa de 1 g de combustível) e o conteúdo de energia por volume (quantidade de energia liberada pela combustão completa de 1 L de combustível), para cada um desses combustíveis:

Combustível	Energia Específica (kJ / g)	Conteúdo de energia por volume (10 ³ kJ/L)
Gasolina Líquida	47	35
Hidrogênio Líquido	142	10

- a) Com base nos dados da tabela, calcule a razão entre as densidades da gasolina líquida e do hidrogênio líquido ($d_{\text{gasolina}(\ell)} / d_{\text{hidrogênio}(\ell)}$). Mostre os cálculos.
- b) Explique por que, embora a energia específica do hidrogênio líquido seja maior do que a da gasolina líquida, o conteúdo de energia por volume do hidrogênio líquido é menor do que o da gasolina líquida.

Resolução:

a) A partir da tabela, vem:

Combustível	Energia Específica (kJ / g)	Conteúdo de energia por volume (10 ³ kJ/L)
Gasolina Líquida	47	35
Hidrogênio Líquido	142	10

Para 1 L :

$$1 \text{ g} \text{ ————— } 47 \text{ kJ}$$

$$m_{\text{gasolina}} \text{ ————— } 35 \times 10^3 \text{ kJ}$$

$$m_{\text{gasolina}} = 0,745 \times 10^3 \text{ g}$$

$$d_{\text{gasolina}} = 745 \text{ g/L}$$

Para 1 L :

$$1 \text{ g} \text{ ————— } 142 \text{ kJ}$$

$$m_{\text{H}_2 \text{ líquido}} \text{ ————— } 10 \times 10^3 \text{ kJ}$$

$$m_{\text{H}_2 \text{ líquido}} = 0,0704 \times 10^3 \text{ g}$$

$$d_{\text{H}_2 \text{ líquido}} = 70,4 \text{ g/L}$$

Cálculo da relação entre as densidades da gasolina e do hidrogênio líquido:

$$\frac{d_{\text{gasolina}}}{d_{\text{H}_2 \text{ líquido}}} = \frac{745}{70,4} = 10,568 \approx 10,6$$

b) Supondo o volume igual a V, teremos:

$$\frac{d_{\text{gasolina}}}{d_{\text{H}_2 \text{ líquido}}} = 10,6$$

$$\frac{\frac{m_{\text{gasolina}}}{V}}{\frac{m_{\text{H}_2 \text{ líquido}}}{V}} = 10,6$$

$$\frac{m_{\text{gasolina}}}{m_{\text{H}_2 \text{ líquido}}} = 10,6$$

$$m_{\text{gasolina}} = 10,6 \times m_{\text{H}_2 \text{ líquido}} \quad (\text{válida também para 1 litro})$$

$$m_{\text{gasolina}} > m_{\text{H}_2 \text{ líquido}}$$

Combustível	Conteúdo de energia por litro
Gasolina Líquida	$35 \times 10^3 \text{ kJ}$
Hidrogênio Líquido	$10 \times 10^3 \text{ kJ}$

$$35 \times 10^3 \text{ kJ} > 10 \times 10^3 \text{ kJ}$$

ou

$$\underbrace{10 \times 10^3 \text{ kJ}}_{\text{H}_2 \text{ líquido}} < \underbrace{35 \times 10^3 \text{ kJ}}_{\text{Gasolina}}$$

Conclusão: o conteúdo de energia por volume do hidrogênio líquido é menor do que o da gasolina líquida.

Questão 3. A preparação de um biodiesel, em uma aula experimental, foi feita utilizando-se etanol, KOH e óleo de soja, que é constituído principalmente por triglicerídeos. A reação que ocorre nessa preparação de biodiesel é chamada transesterificação, em que um éster reage com um álcool, obtendo-se um outro éster. Na reação feita nessa aula, o KOH foi utilizado como catalisador.

O procedimento foi o seguinte:

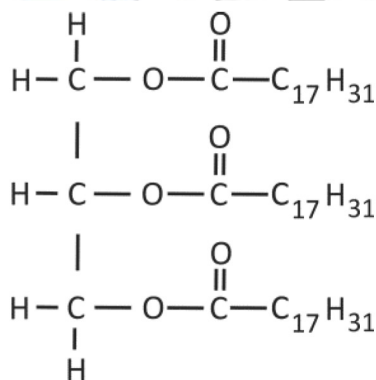
1ª etapa: Adicionou-se 1,5 g de KOH a 35 mL de etanol, agitando-se continuamente a mistura.

2ª etapa: Em um erlenmeyer, foram colocados 100 mL de óleo de soja, aquecendo-se em banho-maria, a uma temperatura de 45 °C Adicionou-se a esse óleo de soja a solução de catalisador, agitando-se por mais 20 minutos.

3ª etapa: Transferiu-se a mistura formada para um funil de separação, e esperou-se a separação das fases, conforme representado na figura abaixo.

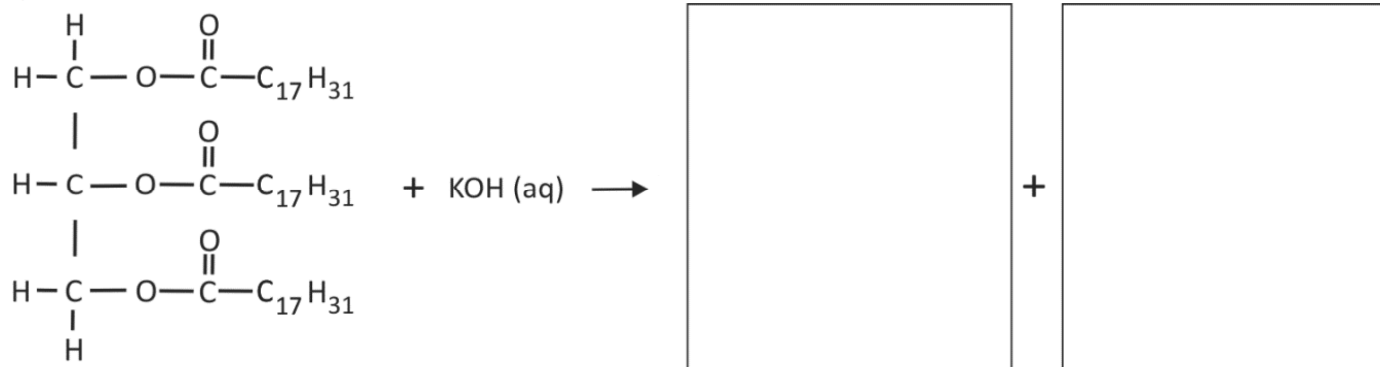


- a) Toda a quantidade de KOH empregada no procedimento descrito, se dissolveu no volume de etanol empregado na primeira etapa? Explique, mostrando os cálculos.
- b) Considere que a fórmula estrutural do triglicerídeo contido no óleo de soja é a mostrada a seguir.



Escreva a fórmula estrutural do biodiesel formado.

- c) Se, na primeira etapa desse procedimento, a solução de KOH em etanol fosse substituída por um excesso de solução de KOH em água, que produtos se formariam? Responda, completando o esquema a seguir com as fórmulas estruturais dos dois compostos que se formariam e balanceando a equação química.



Dado: solubilidade do KOH em etanol a 25°C = 40 g em 100 mL.

Resolução:

a) Dados:

Solubilidade do KOH em etanol a 25°C = 40 g em 100 mL.

Adicionou-se 1,5 g de KOH a 35 mL de etanol, agitando-se continuamente a mistura.

100 mL (etanol) ————— 40 g (KOH)

35 mL (etanol) ————— m_{KOH}

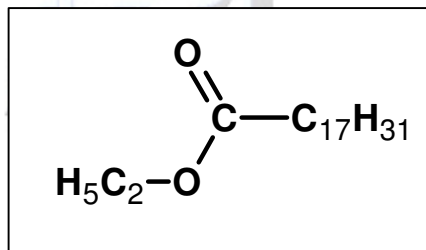
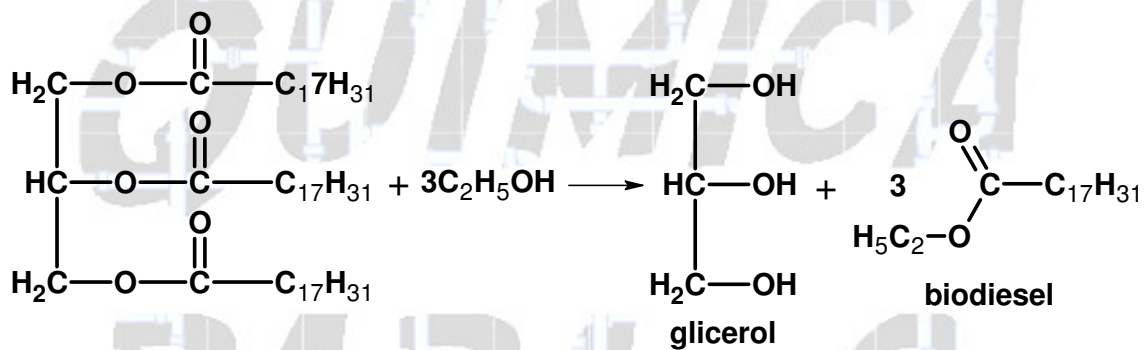
$m_{\text{KOH}} = 14$ g (valor máximo que pode ser dissolvido)

Foi colocado 1,5 g.

1,5 g < 14 g

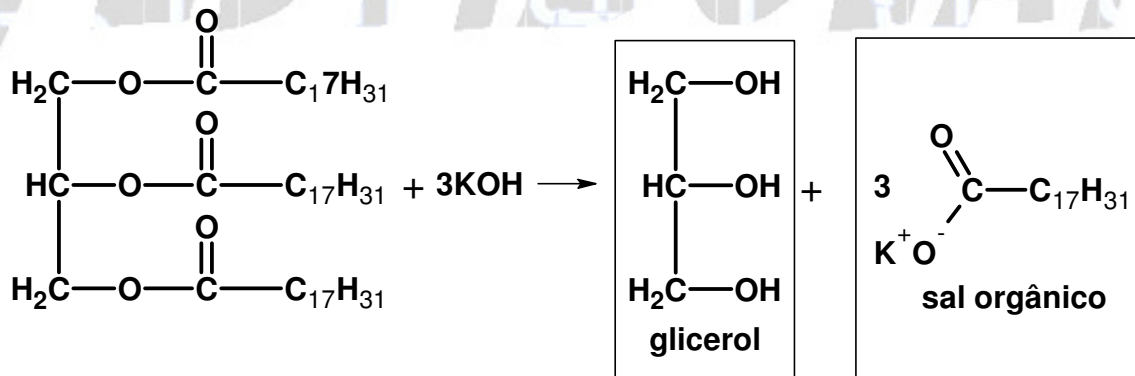
Conclusão : toda a quantidade de KOH empregada no procedimento descrito, se dissolveu.

b) Tem-se a seguinte reação de transesterificação:

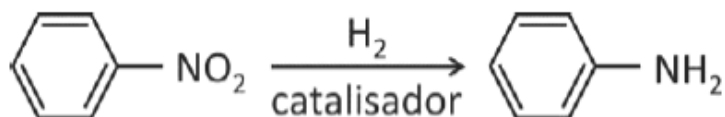


biodiesel

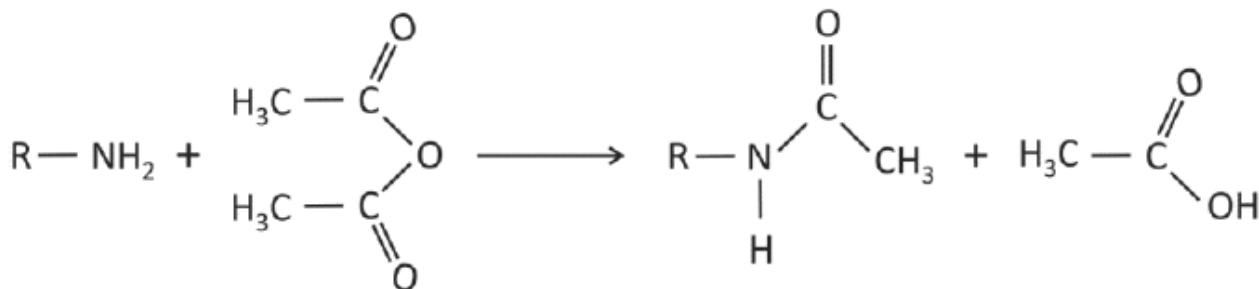
c) Utilizando-se excesso de solução de KOH em água, vem:



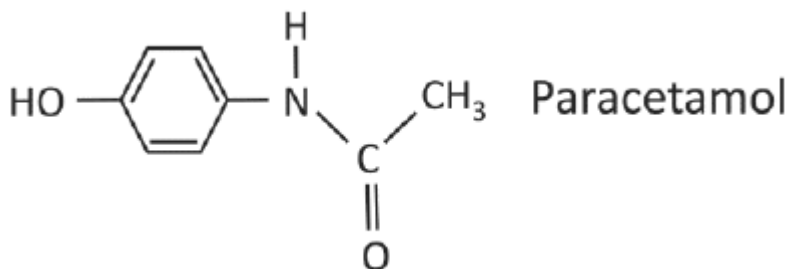
Questão 4. Compostos com um grupo NO_2 ligado a um anel aromático podem ser reduzidos, sendo o grupo NO_2 transformado em NH_2 , como representado abaixo.



Compostos alifáticos ou aromáticos com grupo NH_2 , por sua vez, podem ser transformados em amidas ao reagirem com anidrido acético. Essa transformação é chamada de acetilação do grupo amino, como exemplificado abaixo.



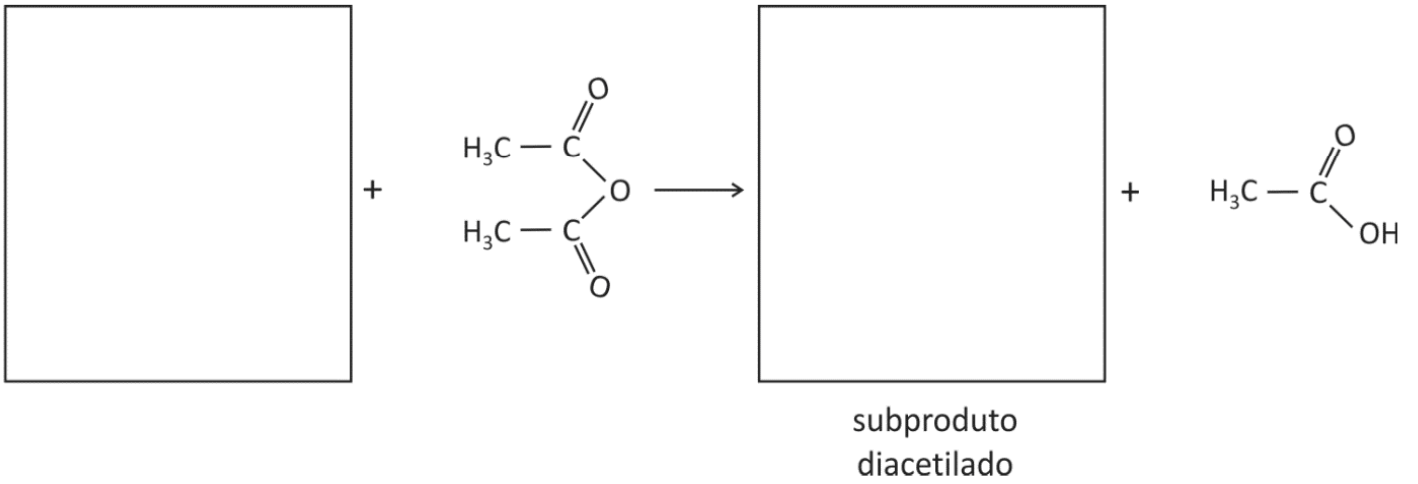
Essas transformações são utilizadas para a produção industrial do paracetamol, que é um fármaco empregado como analgésico e antitérmico.



a) Qual é o reagente de partida que, após passar por redução e em seguida por acetilação, resulta no paracetamol? Escreva a fórmula estrutural desse reagente.

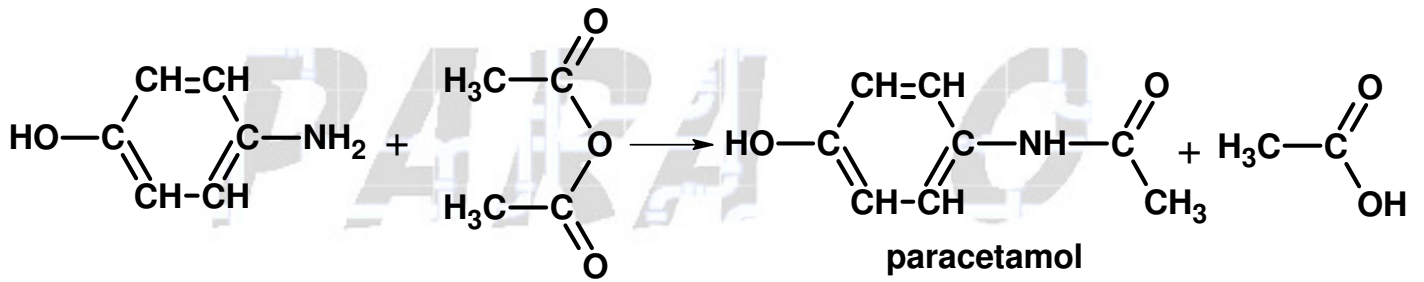
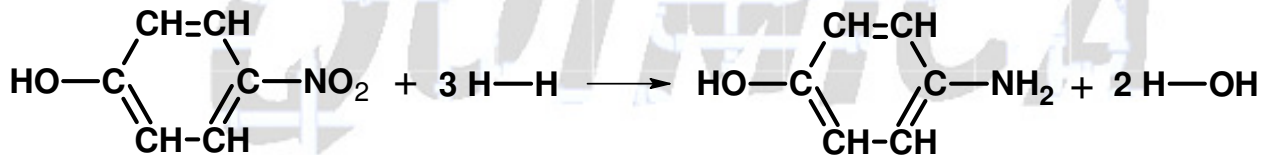
O fenol ($\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$) também pode reagir com anidrido acético. Nessa transformação, forma-se acetato de fenila.

b) Na etapa de acetilação do processo industrial de produção do paracetamol, formam-se, também, ácido acético e um subproduto diacetilado (mas monoacetilado no nitrogênio). Complete o esquema a seguir, de modo a representar a equação química balanceada de formação do subproduto citado.

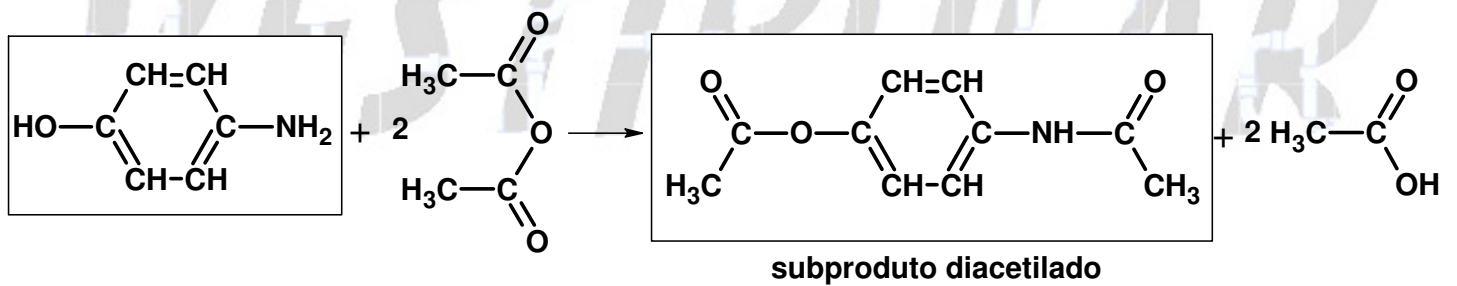


Resolução:

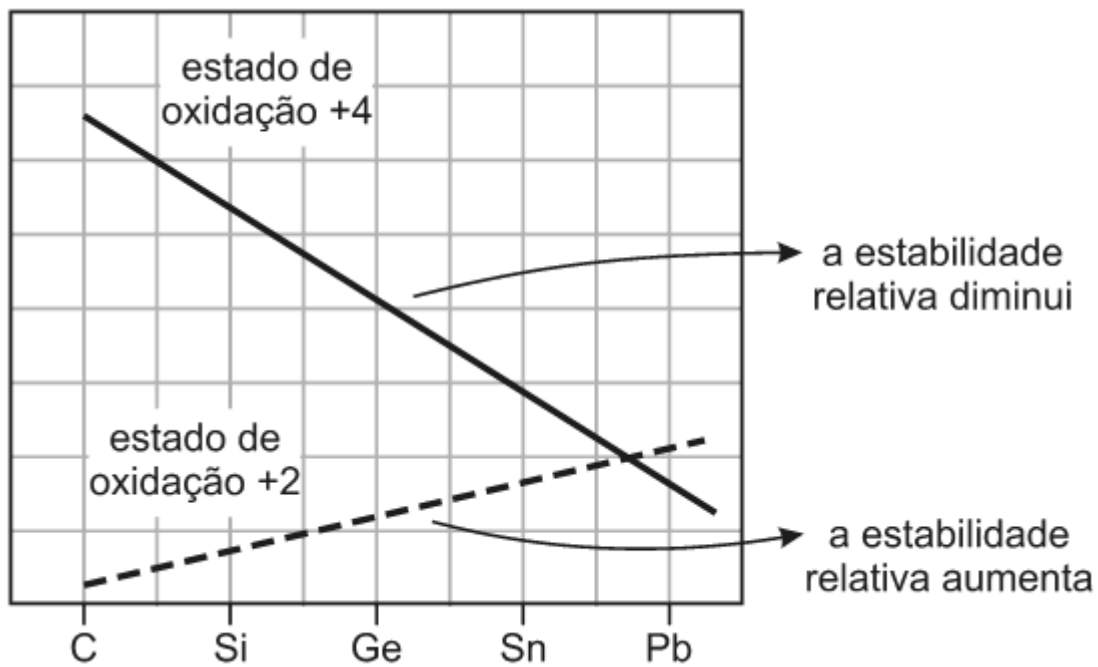
a) De acordo com as equações fornecidas no texto, tem-se redução e em seguida acetilação:



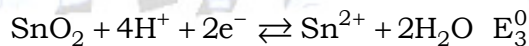
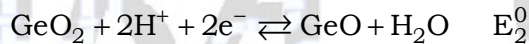
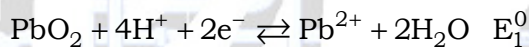
b) Formação do subproduto:



Questão 5. A figura abaixo ilustra as estabilidades relativas das espécies que apresentam estado de oxidação +2 e +4 dos elementos da mesma família: carbono, silício, germânio, estanho e chumbo.



As estabilidades relativas podem ser interpretadas pela comparação entre potenciais padrão de redução das espécies +4 formando as espécies +2, como representado a seguir para os elementos chumbo (Pb), germânio (Ge) e estanho (Sn):



Os potenciais padrão de redução dessas três semirreações, E_1^0 , E_2^0 e E_3^0 , foram determinados experimentalmente, obtendo-se os valores - 0,12 V, -0,094 V e 1,5 V, e não necessariamente nessa ordem.

Sabe-se que, quanto maior o valor do potencial padrão de redução, maior o caráter oxidante da espécie química.

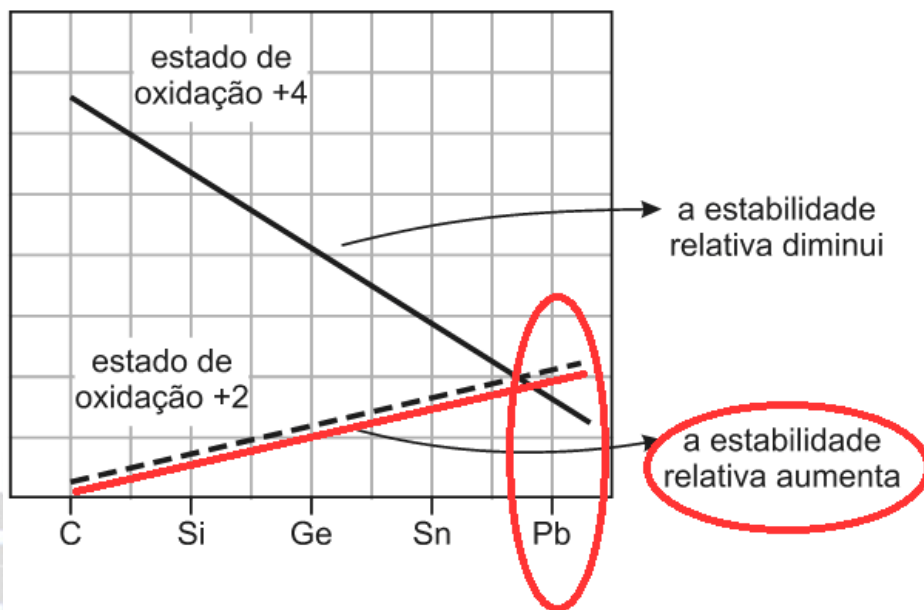
a) Considerando as informações da figura, atribua, na tabela a seguir, os valores experimentais aos potenciais padrão de redução E_1^0 , E_2^0 e E_3^0 .

	E_1^0	E_2^0	E_3^0
Valor experimental em volt			

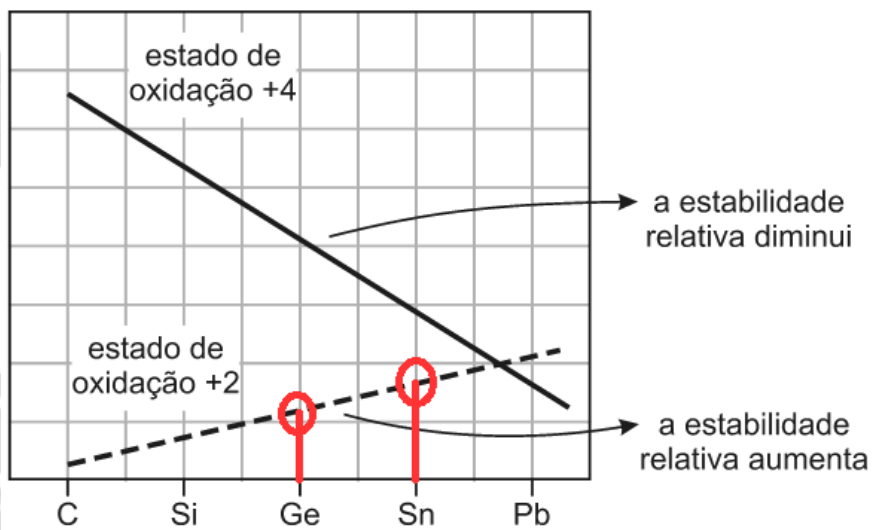
b) O elemento carbono pode formar óxidos, nos quais a proporção entre carbono e oxigênio está relacionada ao estado de oxidação do carbono. Comparando os óxidos CO e CO_2 , qual seria o mais estável? Explique, com base na figura apresentada acima.

Resolução:

a) A partir do gráfico fornecido, percebe-se que a estabilidade do chumbo aumenta no estado de oxidação +2.

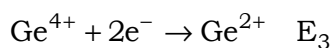
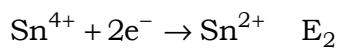


Conclusão: $\text{Pb}^{4+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Pb}^{2+}$ E_1 (reação espontânea; maior potencial).



O cátion Sn^{2+} é mais estável do que o cátion Ge^{2+}

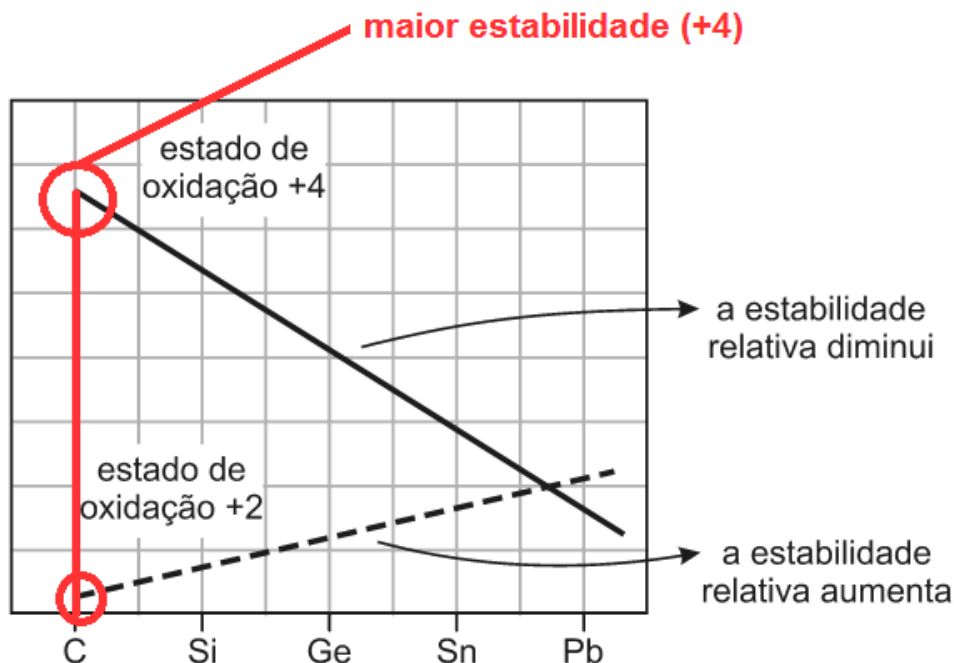
Conclusão:



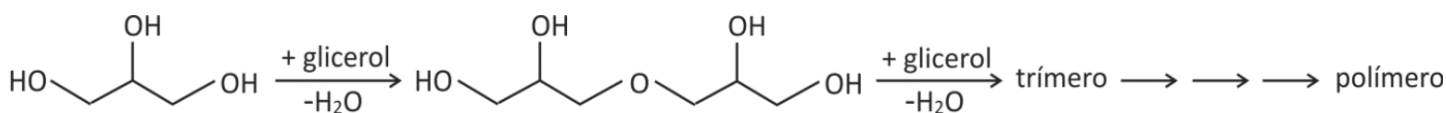
$$E_2 > E_3$$

	E_1^0	E_2^0	E_3^0
Valor experimental em volt	+1,5 V	-0,12 V	-0,094 V

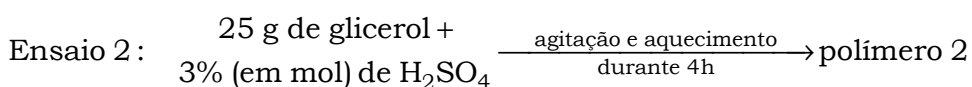
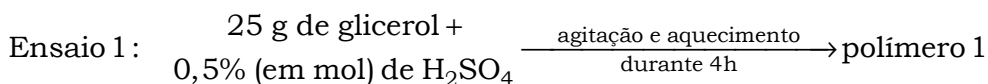
b) De acordo com a figura, o óxido mais estável é o CO_2 , pois o número de oxidação do carbono é maior (+4).



Questão 6. O glicerol pode ser polimerizado em uma reação de condensação catalisada por ácido sulfúrico, com eliminação de moléculas de água, conforme se representa a seguir:



a) Considerando a estrutura do monômero, pode-se prever que o polímero deverá ser formado por cadeias ramificadas. Desenhe a fórmula estrutural de um segmento do polímero, mostrando quatro moléculas do monômero ligadas e formando uma cadeia ramificada. Para investigar a influência da concentração do catalisador sobre o grau de polimerização do glicerol (isto é, a porcentagem de moléculas de glicerol que reagiram), foram efetuados dois ensaios:



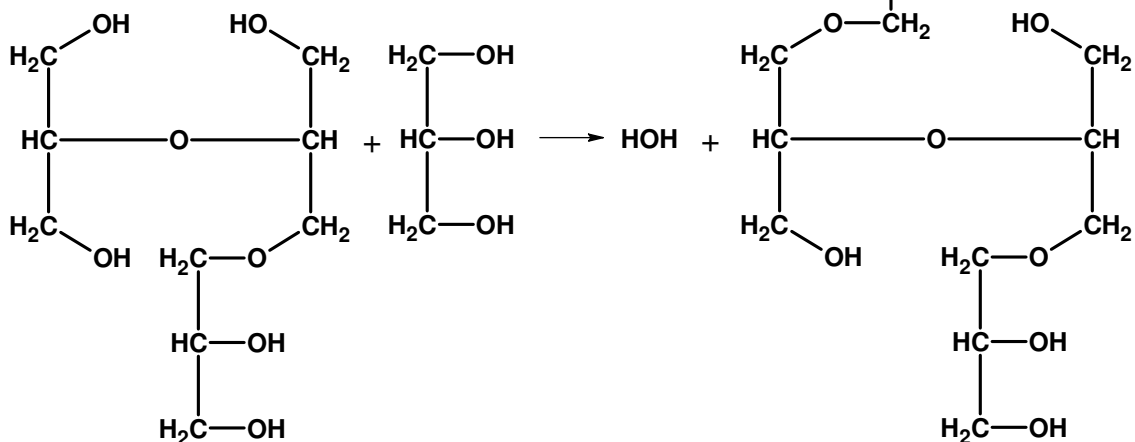
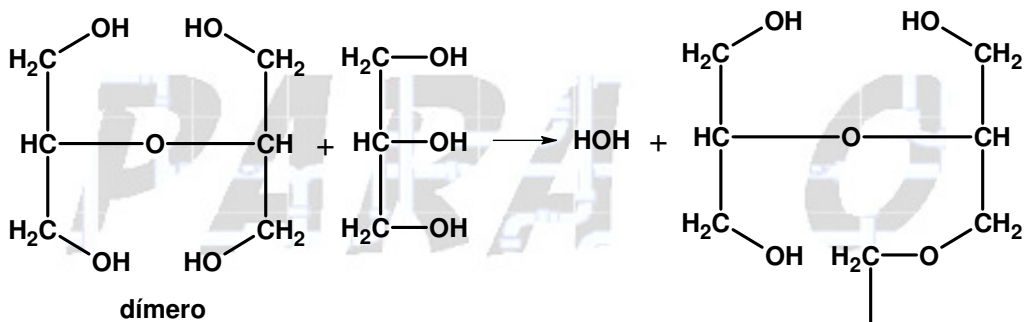
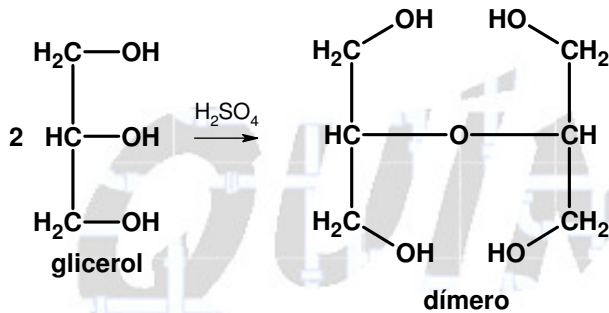
Ao final desses ensaios, os polímeros 1 e 2 foram analisados separadamente. Amostras de cada um deles foram misturadas com diferentes solventes, observando-se em que extensão ocorria a dissolução parcial de cada amostra. A tabela a seguir mostra os resultados dessas análises:

Amostra	Solubilidade (% em massa)	
	Hexano (solvente apolar)	Etanol (solvente polar)
polímero 1	3	13
polímero 2	2	3

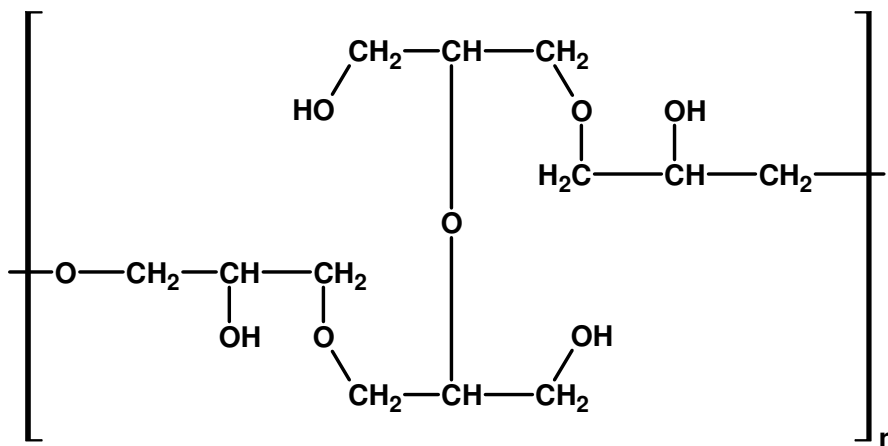
b) Qual dos polímeros formados deve apresentar **menor** grau de polimerização? Explique sua resposta, fazendo referência à solubilidade das amostras em etanol.

Resolução:

a) A formação do polímero ocorre a partir do glicerol, conforme indicado no texto.



Possível polímero de cadeia ramificada:



b) Quanto maior for o grau de polimerização menor o número de hidroxilas restantes, já que estas são utilizadas na polimerização e menor será a solubilidade deste polímero em etanol.

Quanto menor for o grau de polimerização maior o número de hidroxilas restantes, já que estas são utilizadas na polimerização e maior será a solubilidade deste polímero em etanol (polar dissolve polar - pontes de hidrogênio entre as hidroxilas).

Analisando a tabela,

Amostra	Solubilidade (% em massa)	
	Hexano (solvente apolar)	Etanol (solvente polar)
polímero 1	3	13 (mais solúvel)
polímero 2	2	3

13 > 3, conclui-se que o polímero 1 é o mais solúvel, ou seja, possui maior quantidade de hidroxilas não utilizadas no processo de polimerização, conseqüentemente é o polímero de menor grau de polimerização.