

UFMG – 2006

3º DIA

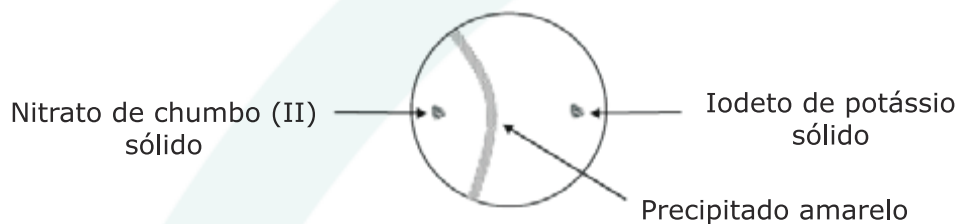
QUÍMICA

Química – Questão 01

Nitrato de chumbo (II), $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, e iodeto de potássio, KI, são incolores e solúveis em água, mas, ao reagirem entre si, levam à formação de iodeto de chumbo (II), PbI_2 , amarelo e insolúvel em água, como um dos produtos da reação.

1. **ESCREVA** a equação completa e balanceada que representa essa reação entre soluções aquosas de nitrato de chumbo (II) e de iodeto de potássio.
2. Uma forma interessante de se fazer essa reação é acrescentar, simultaneamente, usando espátulas, pitadas dos dois reagentes sólidos a um recipiente cilíndrico raso – por exemplo, uma placa de Petri –, em que foi colocada água em quantidade apenas suficiente para cobrir o fundo do recipiente, formando uma película muito fina de líquido. Os reagentes são colocados separados e em lugares diametralmente opostos.

Inicialmente, ocorre a dissolução dos dois sólidos incolores. Depois de algum tempo, nota-se a formação de uma fina linha amarela de precipitado, mais próxima do lugar original, onde foi colocado o nitrato de chumbo (II) sólido.

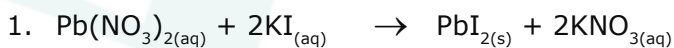


As considerações da teoria cinético-molecular podem ser aplicadas a um líquido e às espécies nele dissolvidas.

Assim sendo, **INDIQUE** se a energia cinética média dos íons chumbo (II) é menor, igual ou maior que a dos íons iodeto. Considere que a temperatura de todo o sistema – água e sais – é constante. Em termos da teoria cinético-molecular, **JUSTIFIQUE** sua resposta.

3. Em termos da teoria cinético-molecular, **EXPLIQUE** por que a linha do precipitado se forma mais próximo ao lugar onde, no início do experimento, foi colocado o nitrato de chumbo (II).

RESOLUÇÃO:



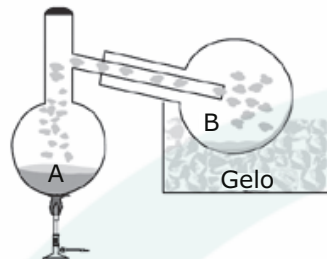
2. Indicação: Igual

Justificativa: A energia cinética média das partículas de um sistema é diretamente proporcional à temperatura. Uma vez que a temperatura de todo o sistema é a mesma, a energia cinética média dos íons chumbo (II) é igual a dos íons I^- .

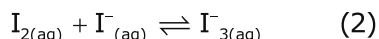
3. Para uma mesma energia cinética média, a velocidade média das partículas é inversamente proporcional à raiz quadrada da massa. Como os íons Pb^{2+} possuem maior massa, devem se movimentar com menor velocidade que os íons I^- fazendo com que o anel forme-se mais próximo ao local onde foi colocado o $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$.

Química – Questão 02

Um estudante misturou 3,32 g de iodeto de potássio, $\text{KI}_{(s)}$, e quantidades estequiométricas de solução de ácido sulfúrico, $\text{H}_2\text{SO}_{4(aq)}$, de concentração 0,1 mol/L, e de dióxido de manganês, $\text{MnO}_{2(s)}$, no balão A. Sob aquecimento, a mistura reagiu e produziu iodo molecular, I_2 . O iodo produzido sublimou e foi condensado, no balão B, por resfriamento.



1. **ESCREVA** os coeficientes estequiométricos desta equação balanceada da reação de formação de I_2 .
2. **CALCULE** a quantidade máxima de I_2 , em mol, que pode ser produzida nas condições descritas anteriormente. (Deixe seus cálculos registrados, explicitando, assim, seu raciocínio.)
3. Ao balão B, onde se condensou o iodo, $\text{I}_{2(s)}$, adicionou-se uma solução de iodeto de potássio, $\text{KI}_{(aq)}$, que solubilizou o iodo sólido, $\text{I}_{2(s)}$. O processo de dissolução do iodo sólido, $\text{I}_{2(s)}$, em solução de iodeto de potássio, $\text{KI}_{(aq)}$, pode ser representado por estas equações de equilíbrio:



I_2 é uma substância pouco solúvel em água, mas a formação do complexo I_3^- , na solução, aumenta a solubilidade dessa substância.

Com base nas interações intermoleculares, **JUSTIFIQUE** por que o íon I_3^- é **mais** solúvel em água do que o I_2 .

RESOLUÇÃO:



$$2. \quad M(\text{KI}) = 166 \text{ g/mol}$$

2 mol KI produz 1 mol I_2

$$332 \text{ g KI} \quad \underline{\hspace{1cm}} \quad 1 \text{ mol } \text{I}_2$$

$$3,32 \text{ g KI} \quad \underline{\hspace{1cm}} \quad x$$

$$\mathbf{x = 0,01 \text{ mol } \text{I}_2}$$

A quantidade máxima de I_2 , que pode ser produzida, é 0,01 mol.

3. A maior solubilidade de I_3^- deve-se ao fato de apresentar carga. Desta forma, este íon pode interagir mais fortemente com as moléculas de água por interações do tipo íon-dipolo. O I_2 , por sua vez, é constituído por moléculas apolares e realiza interações muito fracas com as moléculas do solvente: as interações dipolo permanente-dipolo induzido.

Química – Questão 03

A contaminação por arsênio é um problema ambiental grave. Esse elemento encontra-se, na natureza, principalmente na forma de compostos trivalentes e pentavalentes.

Esta tabela mostra as constantes de equilíbrio, K_a , de dissociação do ácido arsênico, H_3AsO_4 , a 25 °C:

Equilíbrio de dissociação do ácido arsênico	K_a
$H_3AsO_4 \rightleftharpoons H_2AsO_4^- + H^+$	$K_1 = 10^{-2}$
$H_2AsO_4^- \rightleftharpoons HAsO_4^{2-} + H^+$	$K_2 = 10^{-7}$
$HAsO_4^{2-} \rightleftharpoons AsO_4^{3-} + H^+$	$K_3 = 10^{-12}$

Em águas naturais, o pH do meio pode ser considerado igual a 7. Nesse pH, as espécies predominantes em equilíbrio são $H_2AsO_4^-$ e $HAsO_4^{2-}$.

- REPRESENTE** a expressão para a constante de equilíbrio K_2 , em função das concentrações das espécies envolvidas nesse equilíbrio.
- Considerando a expressão desenvolvida no item 1, desta questão, **CALCULE** a razão das concentrações $[HAsO_4^{2-}]/[H_2AsO_4^-]$ para uma água contaminada com ácido arsênico em pH 7. (Deixe seus cálculos registrados, explicitando, assim, seu raciocínio.)
- Este quadro apresenta os potenciais-padrão de redução do H_3AsO_4 e do O_2 , em meio ácido, a 25 °C:

Equação da semirreação	$\Delta E^\circ / V$
$H_3AsO_{4(aq)} + 2H^+_{(aq)} + 2e^- \rightarrow H_3AsO_{3(aq)} + H_2O_{(l)}$	0,56
$O_{2(g)} + 4H^+_{(aq)} + 4e^- \rightarrow 2H_2O_{(l)}$	1,23

ESCREVA a equação balanceada de oxidação do H_3AsO_3 pelo oxigênio e **CALCULE** o potencial padrão da reação.

- O H_3AsO_3 é mais tóxico que o H_3AsO_4 . Considere que a concentração de oxigênio é maior em águas superficiais que nas subterrâneas e que ambas estão contaminadas com a mesma quantidade de arsênio. **INDIQUE** se o H_3AsO_3 está presente em maior quantidade em águas superficiais ou subterrâneas. **JUSTIFIQUE** sua resposta.

RESOLUÇÃO:

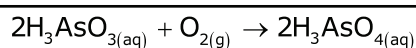
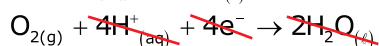
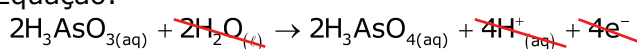
$$1. K_2 = \frac{[HAsO_4^{2-}] \cdot [H^+]}{[H_2AsO_4^-]}$$

$$2. \text{ Já que } pH = 7, [H^+] = 10^{-7} \text{ mol/L}$$

$$\text{Assim, } 10^{-7} = \frac{[HAsO_4^{2-}] \cdot 10^{-7}}{[H_2AsO_4^-]}$$

$$\frac{[HAsO_4^{2-}]}{[H_2AsO_4^-]} = \frac{10^{-7}}{10^{-7}} = 1$$

3. Equação:



Cálculo:

$$\Delta \varepsilon^\circ = \varepsilon^\circ \text{ oxidante} - \varepsilon^\circ \text{ redutor}$$

$$\varepsilon^\circ = 1,23 - 0,56 = 0,67 \text{ V}$$

- Indicação: Subterrâneas

Justificativa: Como a concentração de oxigênio em águas subterrâneas é menor, a tendência de ocorrer oxidação de H_3AsO_3 a H_3AsO_4 é também menor. Logo, nessas águas, a concentração da forma

em que o arsênio está menos oxidado, H_3AsO_3 , é menor.



Química – Questão 04

Esta tabela apresenta as entalpias-padrão de reação, em kJ / mol, para três reações a 25 °C:

Reação	Equação da reação	ΔH° /(kJ/mol)
I	$\text{CaO}_{(s)} + \text{CO}_{2(g)} \rightarrow \text{CaCO}_{3(s)}$	-183,3
II	$\text{CaO}_{(s)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{Ca(OH)}_{2(aq)}$	- 82,4
III	$\text{CO}_{2(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_{3(aq)}$	- 20,5

1. **ESCREVA** a equação balanceada da reação global entre soluções aquosas de hidróxido de cálcio, $\text{Ca(OH)}_{2(aq)}$, e de ácido carbônico, $\text{H}_2\text{CO}_{3(aq)}$, em que se forma carbonato de cálcio, $\text{CaCO}_{3(s)}$, como um dos produtos dela resultantes.

2. Considerando os dados da tabela acima, **CALCULE** a variação de entalpia para a reação indicada no item 1, desta questão.

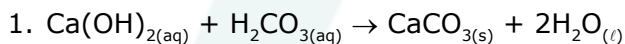
(Deixe seus cálculos registrados, explicitando, assim, seu raciocínio.)

3. A síntese de carbonato de cálcio, $\text{CaCO}_{3(s)}$, a partir de gás carbônico, $\text{CO}_{2(g)}$, e óxido de cálcio, $\text{CaO}_{(s)}$, representada pela equação da reação I da tabela, é uma reação muito lenta. No entanto, o carbonato de cálcio pode ser rapidamente produzido em meio aquoso, da seguinte forma:

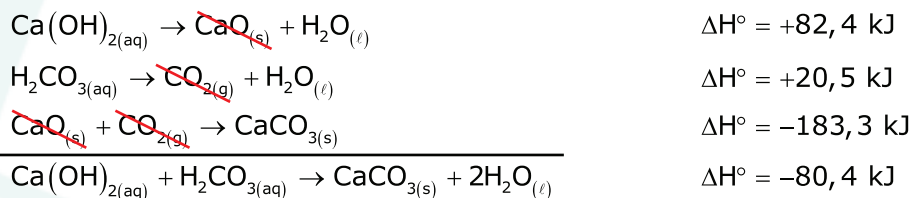
I - Dissolve-se o $\text{CaO}_{(s)}$ em água; e II - borbulha-se o $\text{CO}_{2(g)}$ nessa solução.

Considerando as diferenças entre os dois procedimentos, **JUSTIFIQUE** por que a formação do carbonato de cálcio é mais rápida quando se dissolvem os reagentes $\text{CO}_{2(g)}$ e $\text{CaO}_{(s)}$ em água.

RESOLUÇÃO:



2. Cálculo:

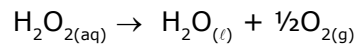


Valor de ΔH° $\Delta H^\circ = -80,4 \text{ kJ}$

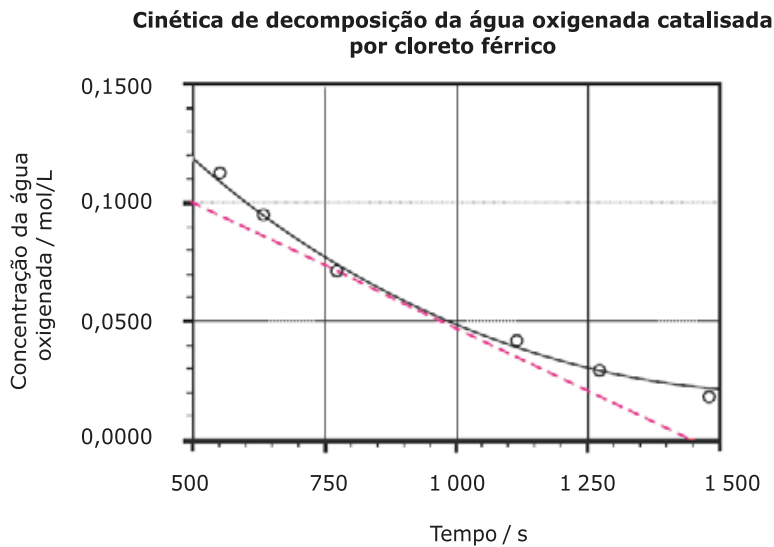
3. Na dissolução do $\text{CaO}_{(s)}$ em água, ocorre uma reação química que leva à formação de íons $\text{Ca}^{2+}_{(aq)}$ e $\text{OH}^-_{(aq)}$. No caso do $\text{CO}_{2(g)}$, acontece também uma reação com a água levando à produção de íons $\text{CO}_3^{2-}_{(aq)}$, entre outros. Deste modo, em solução, os íons Ca^{2+} e CO_3^{2-} possuem uma mobilidade maior que propicia uma probabilidade de colisões efetivas também maior, com formação mais rápida de $\text{CaCO}_{3(s)}$.

Química – Questão 05

A decomposição de água oxigenada, $\text{H}_2\text{O}_{2(\text{aq})}$, produz água líquida, $\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$, e oxigênio gasoso, $\text{O}_{2(\text{g})}$, conforme representado nesta equação:



Para estudar a cinética dessa decomposição, um estudante realizou um experimento, em que acompanhou a reação, na presença do catalisador $\text{FeCl}_{3(\text{aq})}$, determinando, periodicamente, a concentração da água oxigenada.



A velocidade de uma reação, em um dado instante t , é dada pelo valor da inclinação da reta tangente à curva de variação da concentração da água oxigenada em função do tempo, com sinal trocado. A linha tracejada no gráfico mostra a reta tangente para o tempo de 950 s.

1. Utilizando a tangente tracejada, **CALCULE** a velocidade instantânea da reação de decomposição da água oxigenada no tempo de 950 s.

(Deixe os seus cálculos indicados, explicitando, assim, o seu raciocínio.)

Este gráfico representa a variação da concentração de $\text{H}_2\text{O}_{2(\text{aq})}$ em função do tempo.

(A linha cheia foi obtida a partir dos dados experimentais.)

2. **INDIQUE** se a velocidade da reação diminui, permanece constante ou aumenta, à medida que o tempo de reação passa. **JUSTIFIQUE** sua resposta.

3. **REPRESENTE**, qualitativamente, no gráfico, a curva da variação da concentração da água oxigenada em função do tempo, caso a concentração do catalisador $\text{FeCl}_{3(\text{aq})}$ utilizado no experimento fosse reduzida à metade. **JUSTIFIQUE** a forma da nova curva representada.

RESOLUÇÃO:

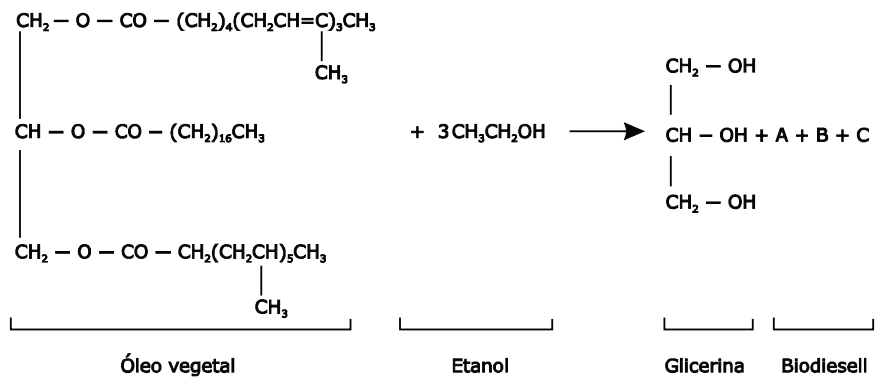
1. Velocidade instantânea = $\frac{\text{variação da concentração de } \text{H}_2\text{O}_2}{\text{variação de tempo}}$

$$V_{\text{inst.}} = \frac{0,1000 - 0,0000}{1\,450 - 500} = \frac{0,1}{950} \cong 1,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$$

2. Indicação: Diminui.

Justificativa: A inclinação da reta tangente à curva diminui à medida que a reação química avança. Logo, a velocidade instantânea da reação é reduzida com o tempo.

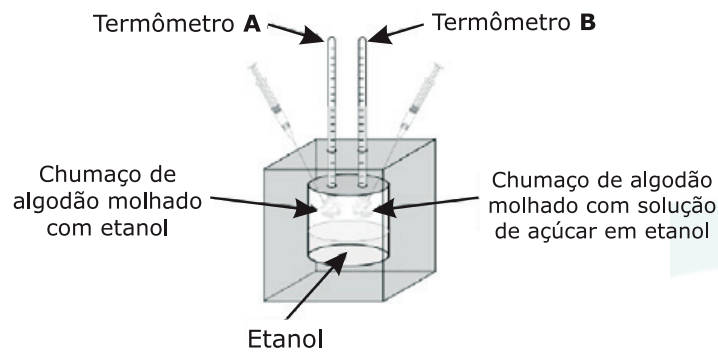
3.



A concentração do catalisador aquoso influencia a velocidade da reação. Sendo assim, a redução da concentração do catalisador pela metade diminui pela metade a probabilidade de ocorrer colisões efetivas na etapa determinante da velocidade. Logo, a decomposição da água oxigenada será mais lenta.

Química – Questão 06

Esta figura mostra dois termômetros – A e B –, cujos bulbos estão dentro de uma caixa fechada e isolada termicamente:



Os bulbos e os chumaços de algodão dos termômetros **A** e **B** estão em contato com a atmosfera saturada de vapor de etanol e todo o sistema está a 25 °C.

Usando-se as seringas mostradas na figura, molha-se o chumaço de algodão preso no bulbo do termômetro **A** com etanol puro e, simultaneamente, o chumaço de algodão preso no bulbo do termômetro **B** com uma solução de açúcar em etanol.

1. **INDIQUE** se, no momento em que ambos os chumaços de algodão são molhados pelos respectivos líquidos, à mesma temperatura, a pressão de vapor do etanol no algodão do termômetro **A** é **menor, igual** ou **maior** que a pressão de vapor da solução no algodão do termômetro **B**. **JUSTIFIQUE** sua resposta.

Depois de os chumaços terem sido molhados com os respectivos líquidos, observa-se um aumento da quantidade de líquido que molha o algodão no termômetro **B**.

2. **INDIQUE** se a temperatura no termômetro **B** **diminui, permanece constante** ou **aumenta**. **JUSTIFIQUE** sua indicação, **comparando** a velocidade de evaporação e condensação do solvente sobre o líquido no termômetro **B**.
3. **INDIQUE** se a temperatura do termômetro **A**, após ser molhado com etanol, **diminui, permanece constante** ou **aumenta**.

RESOLUÇÃO:

1. Indicação: Maior.

Justificativa: A dissolução do açúcar, soluto não volátil, em etanol, provoca um abaixamento da pressão máxima de vapor do solvente. Dessa forma, a uma dada temperatura, o solvente puro, isto é, o etanol, apresenta maior pressão de vapor que a solução de açúcar em etanol.

2. Indicação: Aumenta.

Justificativa: A velocidade de evaporação do solvente no chumaço de algodão do termômetro **B** é menor, se comparada à velocidade de condensação do etanol sobre este. Assim, sobre o líquido **B**, a quantidade de moléculas de etanol recebida por condensação é maior que a quantidade perdida por evaporação. Como o processo de condensação libera energia, sob a forma de calor, enquanto a evaporação absorve energia, observa-se aumento de temperatura.

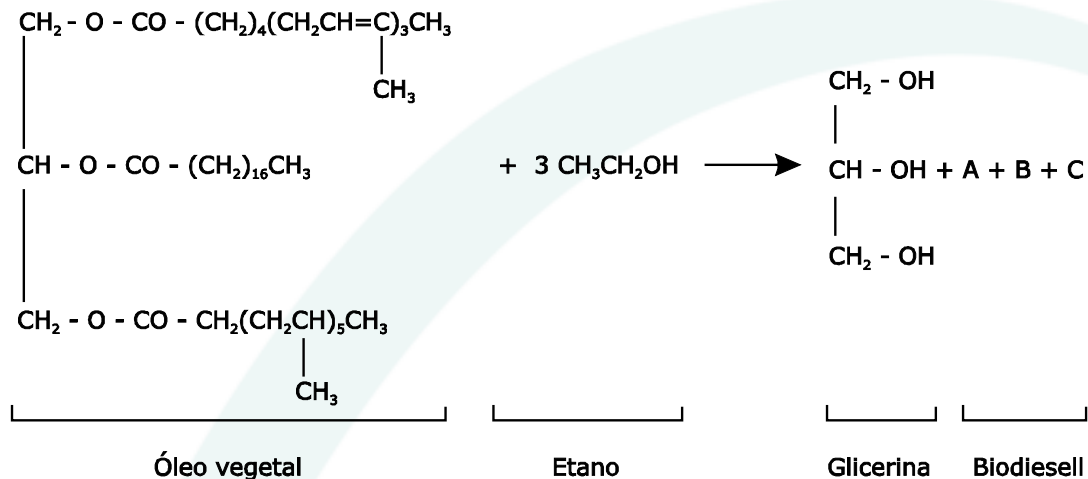
3. Permanece constante.

Química – Questão 07

O biodiesel é um combustível biodegradável derivado de biomassa renovável, que pode ser produzido por meio da transesterificação catalisada de óleos vegetais – como o da mamona, do dendê, do babaçu, da soja e outros.

Na transesterificação de um óleo vegetal com etanol, ocorre a produção de glicerina e de uma mistura de três ésteres etílicos. Essa mistura de ésteres constitui o biodiesel.

Esta equação – em que os três ésteres produzidos estão indicados como **A**, **B** e **C** – representa a transesterificação de um óleo vegetal com etanol:

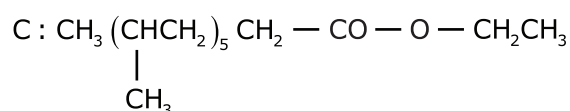
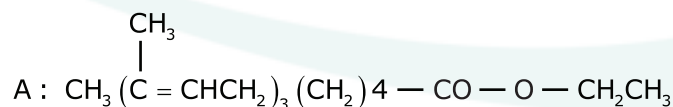


- ESCREVA** as fórmulas estruturais dos **três** ésteres – **A**, **B** e **C** – obtidos.
- Considerando os ésteres **A**, **B** e **C**, representados por suas fórmulas estruturais no item 1, desta questão, **INDIQUE** quais deles são isômeros. **JUSTIFIQUE** sua resposta.
- Considerando os mesmos ésteres **A**, **B** e **C**, representados no item 1, desta questão, **INDIQUE** qual deles deve apresentar a **maior** temperatura de fusão.

Levando em consideração as interações intermoleculares e as características estruturais das moléculas desses **três** ésteres, **JUSTIFIQUE** sua resposta.

RESOLUÇÃO:

1.



2. Indicação: B e C.

Justificativa: Os compostos B e C apresentam a mesma fórmula molecular: $\text{C}_{20}\text{H}_{40}\text{O}_2$. Assim sendo, tais compostos são isômeros.

3. Indicação: B.

Justificativa: As moléculas do éster B possuem cadeias carbônicas não ramificadas, ao contrário das moléculas dos ésteres A e C. Sabe-se que a presença de ramificações ligadas à cadeia carbônica favorece maior repulsão elétrica entre as moléculas. Assim, as interações atrativas entre as moléculas do éster B são mais intensas e propiciam maior coesão a elas. Logo, a fusão desse éster requer absorção de maior quantidade de energia.

Química – Questão 08

O tipo de vidro mais comum é o que resulta da fusão de uma mistura de areia ou sílica, SiO_2 , carbonato de sódio, Na_2CO_3 , e carbonato de cálcio, CaCO_3 . No forno de fusão, esses carbonatos convertem-se em óxidos, que, em seguida, transformam o óxido de silício em ânions silicato. Pode-se, portanto, considerar esse tipo de vidro como um silicato de sódio e cálcio.

1. O ânion silicato mais simples tem a fórmula SiO_4^{4-} .

REPRESENTE, com um desenho, a fórmula estrutural de Lewis desse íon.

2. O óxido de silício, SiO_2 , é a principal matéria-prima do vidro.

Considerando o modelo de ligação química apropriado para o óxido de silício, **INDIQUE** se esse sólido é **bom** ou **mau** condutor de eletricidade.

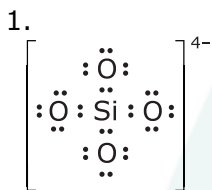
JUSTIFIQUE sua indicação.

3. O material obtido pela fusão de uma mistura de óxido de silício e carbonato de sódio já é um vidro. No entanto esse vidro é solúvel em água. A introdução do carbonato de cálcio promove a formação de um novo vidro mais estável, insolúvel em água.

Tendo em vista que o modelo da ligação iônica é útil para descrever tanto o silicato de sódio quanto o de cálcio, **EXPLIQUE**, em termos desse modelo, por que os cátions de cálcio estabilizam **melhor** a rede tridimensional de íons silicato.

Considere que os raios iônicos dos íons de sódio e de cálcio são iguais.

RESOLUÇÃO:



2. Indicação: Mau condutor.

Justificativa: O óxido de silício é um sólido covalente em que os átomos estão unidos por ligações covalentes simples. Estas fazem com que os elétrons fiquem fortemente associados aos núcleos não tendo, portanto, mobilidade significativa de elétrons pela estrutura.

3. A força de atração eletrostática entre os íons está associada diretamente à magnitude das cargas destes. Sendo os íons sódio e cálcio com cargas +1 e +2, respectivamente, este último formará retículos cristalinos com forças iônicas mais intensas que permitem maior estabilidade aos íons que constituem a rede do sólido.