

O Elite Resolve

ELITE
PRÉ-VESTIBULAR
c a m p i n a s

*Você na elite
das universidades!*



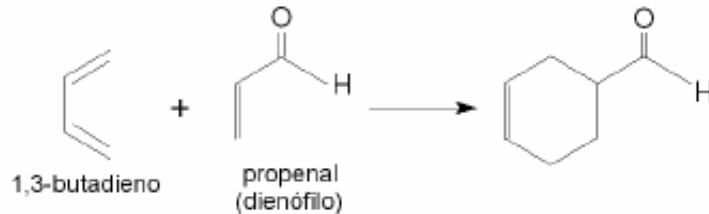
FUVEST 2004

SEGUNDA FASE

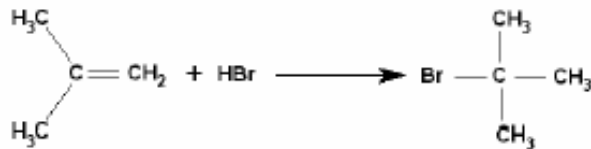
QUÍMICA

✓ QUÍMICA

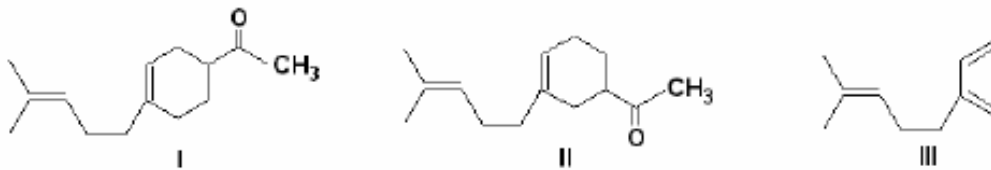
01. Uma reação química importante, que deu a seus descobridores (O. Diels e K. Alder) o prêmio Nobel (1950), consiste na formação de um composto cíclico, a partir de um composto com duplas ligações alternadas entre átomos de carbono (dieno) e outro, com pelo menos uma dupla ligação, entre átomos de carbono, chamado de dienófilo. Um exemplo dessa transformação é:



Compostos com duplas ligações entre átomos de carbono podem reagir com HBr, sob condições adequadas, como indicado:



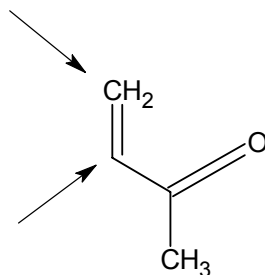
Considere os compostos I e II, presentes no óleo de lavanda:



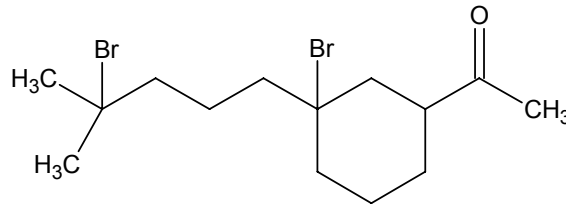
- O composto III reage com um dienófilo, produzindo os compostos I e II. Mostre a fórmula estrutural desse dienófilo e nela indique, com setas, os átomos de carbono que formaram ligações com os átomos de carbono do dieno, originando o anel.
- Mostre a fórmula estrutural do composto formado, se 1 mol do composto II reagir com 2 mols de HBr, de maneira análoga à indicada para a adição de HBr ao 2-metilpropeno, completando a equação química da página ao lado.
- Na fórmula estrutural do composto II, (página ao lado), assinale, com uma seta, o átomo de carbono que, no produto da reação do item b, será assimétrico. Justifique.

SOLUÇÃO:

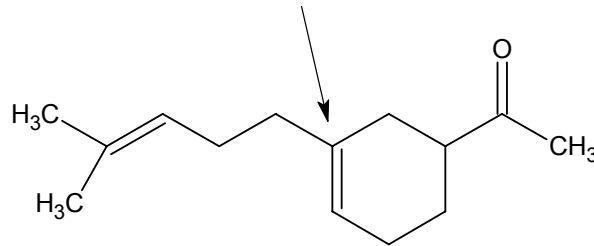
- O dienófilo reagente procurado é dado pela estrutura mostrada a seguir, sendo que as setas indicam os carbonos que formarão ligações com os átomos de carbono do dieno.



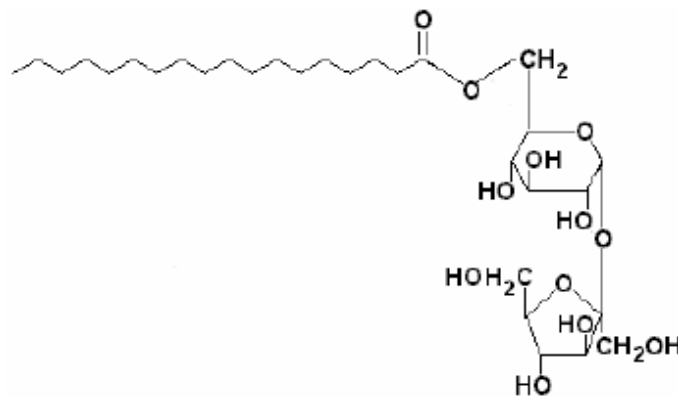
b)



c) O carbono assinalado se tornará assimétrico após a reação química, pois terá suas quatro ligações distintas.



02. Tensoativos são substâncias que promovem a emulsificação de uma mistura de água e óleo, não permitindo sua separação em camadas distintas. Esta propriedade se deve ao fato de possuírem, em sua estrutura molecular, grupos com grande afinidade pela água (hidrofílicos) e também grupos com afinidade pelo óleo (lipofílicos). Um tensoativo, produzido a partir de duas substâncias naturais, sendo uma delas a sacarose ($C_{12}H_{22}O_{11}$), é utilizado na produção de alimentos tais como sorvetes, maioneses e molhos para salada. Sua fórmula estrutural é mostrada abaixo.

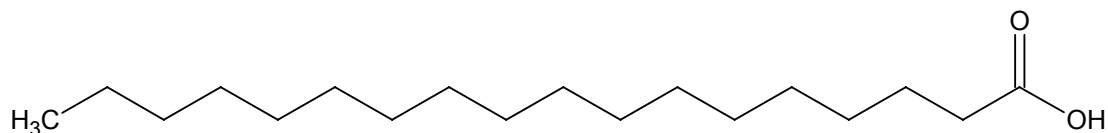


a) Qual é a fórmula molecular do composto que, ao reagir com a sacarose, produz o tensoativo citado? A que função orgânica pertence?

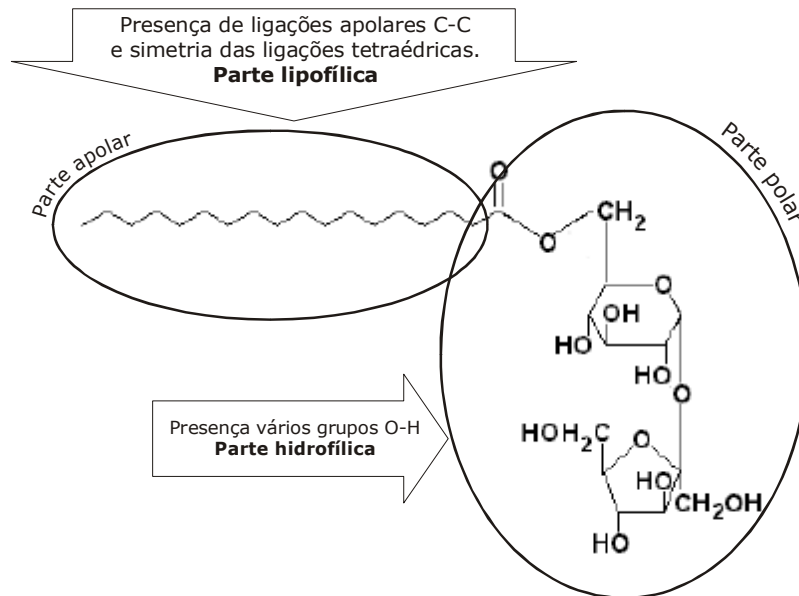
b) Na fórmula estrutural do tensoativo, circunde, com uma linha pontilhada, a parte hidrofílica e a parte lipofílica. Justifique sua escolha, em termos de forças de interação do tensoativo com a água e com o óleo.

SOLUÇÃO:

a) A fórmula do composto que reage com a glicose está mostrada abaixo e pertence à função ácido carboxílico de fórmula molecular igual a $C_{18}H_{36}O_2$



b)



Têm-se na parte polar ligações do tipo Pontes de Hidrogênio com as moléculas de água. Já na parte apolar, têm-se ligações com o óleo do tipo dipolo induzido-dipolo induzido.

03. A análise elementar de um determinado ácido carboxílico resultou na fórmula mínima C_2H_4O . Determinada amostra de 0,550 g desse ácido foi dissolvida em água, obtendo-se 100 mL de solução aquosa. A esta, foram adicionadas algumas gotas de fenolftaleína e, lentamente, uma solução aquosa de hidróxido de sódio, de concentração 0,100 mol/L. A cada adição, a mistura era agitada e, quando já tinham sido adicionados 62,4 mL da solução de hidróxido de sódio, a mistura, que era incolor, tornou-se rósea.

Para o ácido analisado,

- calcule a massa molar.
- determine a fórmula molecular.
- dê as possíveis fórmulas estruturais.
- dê as fórmulas estruturais de dois ésteres isômeros do ácido considerado.

Dados: massa molar (g/mol)

H.....1,0

C.....12,0

O.....16,0

SOLUÇÃO:

a) Através da adição de fenolftaleína podemos determinar o caráter ácido-base da solução. A coloração incolor inicial indica que a solução é ácida, e a mudança para a coloração rósea ocorre logo após o momento em que a solução é neutralizada e começa a adquirir um caráter básico.

Para 62,4 mL de uma solução aquosa de NaOH 0,100 mol/L, tem-se

$$(62,4 \times 10^{-3} \text{ L}) \times (0,1 \text{ mol/L}) = 62,4 \times 10^{-4} \text{ mols de NaOH.}$$

Com a informação de que a solução torna-se rosada quando o volume da solução aquosa de NaOH adicionado é de 62,4 mL, chegamos à conclusão de que o nº de mols de OH^- se igualou ao nº de mols de H^+ , para poder neutralizá-la.

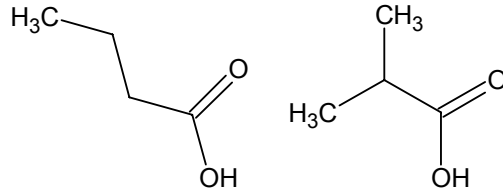
Considerando-se que a questão trate de um ácido monocarboxílico (monoprótico), tem-se que o nº de mols de H^+ é o mesmo nº de mols de ácido.

$$(n^\circ \text{ de mols}) = (\text{massa})/(\text{massa molar}) \Rightarrow (\text{massa molar}) = (\text{massa})/(n^\circ \text{ de mols})$$

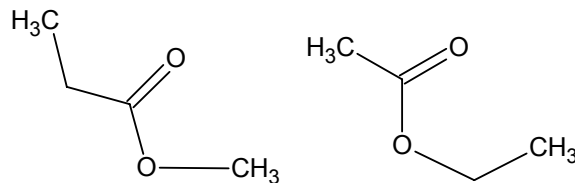
$$(\text{massa molar}) = (0,55\text{g})/(62,4 \times 10^{-4} \text{ mols}) \cong 88 \text{ g/mol}$$

b) Logo a fórmula molecular do ácido em questão é $C_4H_8O_2$

c) As estruturas possíveis são:



d) Os ésteres possíveis são:



04. Um experimentador tentou oxidar zinco (Zn) com peróxido de hidrogênio (H_2O_2), em meio ácido. Para isso, adicionou, ao zinco, solução aquosa de peróxido de hidrogênio, em excesso, e, inadvertidamente, utilizou ácido iodídrico [HI(aq)] para acidular o meio. Para sua surpresa, obteve vários produtos.

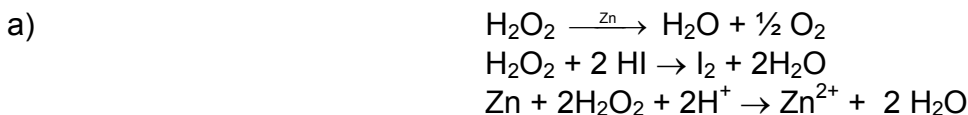
a) Escreva as equações químicas balanceadas que representam as reações de oxirredução ocorridas no experimento, incluindo a que representa a decomposição do peróxido de hidrogênio, pela ação catalítica do metal.

b) Poderá ocorrer reação entre o peróxido de hidrogênio e o ácido iodídrico? Justifique, utilizando semi-reações e os correspondentes potenciais padrão de redução.

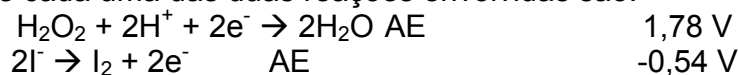
Dados: Potenciais padrão de redução (V):

peróxido de hidrogênio, em meio ácido, dando água.....	1,78
oxigênio (O_2), em meio ácido, dando peróxido de hidrogênio.....	0,70
iodo (I_2) dando íons iodeto	0,54
íons H^+ dando hidrogênio gasoso (H_2).....	0,00
íons Zn^{2+} dando zinco metálico.....	-0,76

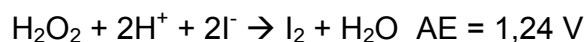
SOLUÇÃO:



b) Os potenciais-padrão de cada uma das duas reações envolvidas são:

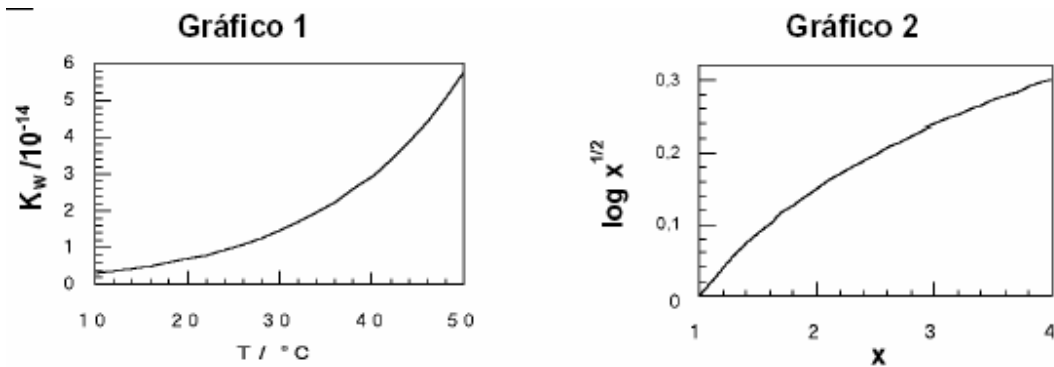


A reação global será:



Podemos observar que a ddp dessa reação é positiva, portanto a reação **é possível** de acontecer.

05.



O produto iônico da água, K_w , varia com a temperatura conforme indicado no gráfico 1.

a) Na temperatura do corpo humano, 36 °C,

1 - qual é o valor de K_w ?

2 - qual é o valor do pH da água pura e neutra? Para seu cálculo, utilize o gráfico 2.

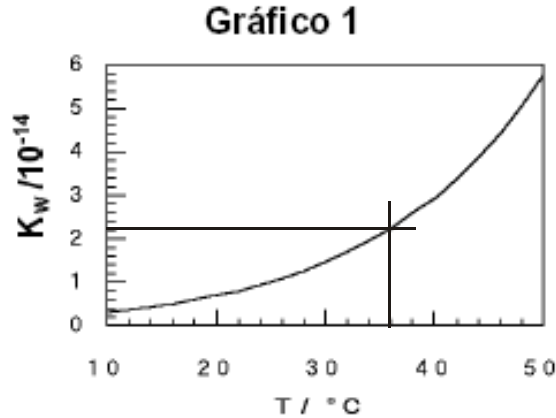
b) A reação de autoionização da água é exotérmica ou endotérmica? Justifique sua resposta, analisando dados do gráfico 1.

Assinale, por meio de linhas de chamada, todas as leituras feitas nos dois gráficos.

SOLUÇÃO:

a)

1) Uma simples leitura do gráfico 1 fornece o valor de $2,2 \times 10^{-4}$.



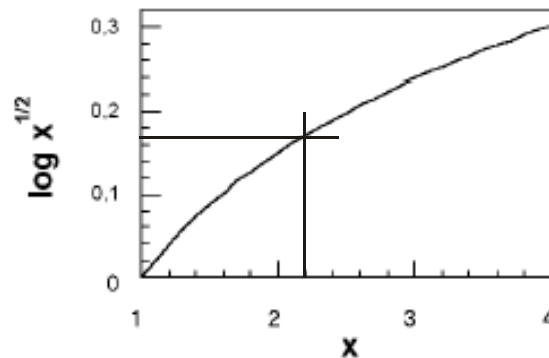
2) Sabendo-se que $K_w = [H^+][OH^-]$ e que a $[OH^-]$ na água pura e neutra é igual à $[H^+]$, temos que $[H^+]^2 = 2,2 \times 10^{-14}$

Aplicando-se logaritmos aos dois membros da igualdade, tem-se:

$$\log [H^+] = \log (2,2)^{1/2} - 7,0$$

Pela leitura do gráfico 2 tem-se que $\log (2,2)^{1/2}$ é igual a 0,17.

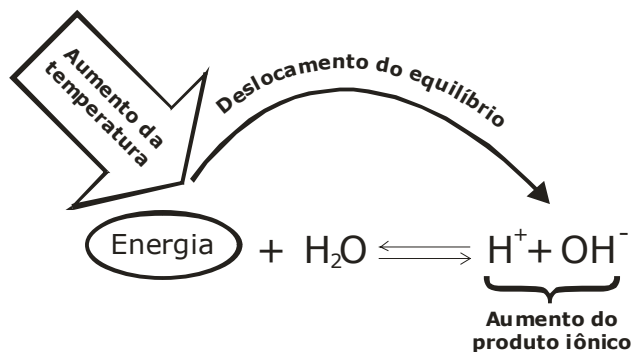
Gráfico 2



Como $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$, tem-se que:

$$\text{pH} = 7,0 - 0,17 = 6,83$$

b) No gráfico 1, tem-se uma função crescente. O valor do K_w aumenta com a temperatura. Por Le Chatelier, quando se aumenta a temperatura desloca-se o equilíbrio para o sentido endotérmico, portanto o processo de autoionização da água é endotérmico.

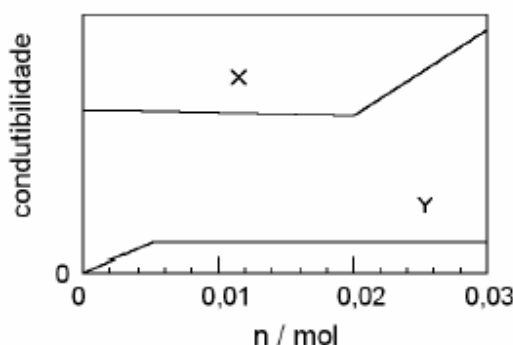


06. Num laboratório de ensino de Química, foram realizados dois experimentos:

I) Uma solução aquosa bastante concentrada de nitrato de prata (AgNO_3) foi adicionada, gradativamente, a 100 mL de uma solução aquosa de cloreto de sódio de concentração desconhecida.

II) Fluoreto de lítio sólido (LiF) foi adicionado, gradativamente, a 100 mL de água pura.

Em ambos os experimentos, registrou-se a condutibilidade elétrica em função da quantidade (em mols) de AgNO_3 e LiF adicionados. No experimento I, a solução de AgNO_3 era suficientemente concentrada para que não houvesse variação significativa do volume da solução original de cloreto de sódio. No experimento II, a quantidade total de LiF era tão pequena que variações de volume do líquido puderam ser desprezadas.



Utilize o gráfico para responder:

- Qual dos registros, X ou Y, deve corresponder ao experimento I e qual, ao experimento II? Explique seu raciocínio.
- Qual era a concentração da solução de cloreto de sódio original? Justifique.
- Qual é a solubilidade do LiF, em mol por 100 mL de água? Justifique.

Dados:

O produto de solubilidade do cloreto de prata é igual a $1,8 \times 10^{-10}$. A contribuição dos íons nitrato e cloreto, para a condutibilidade da solução, é praticamente a mesma.

SOLUÇÃO:

a) Lembrando-se que o composto AgCl apresenta um produto de solubilidade muito baixo e que o NaCl tem uma alta condutividade por ser um composto iônico, tem-se que, inicialmente, toda prata contida no nitrato de prata irá precipitar na forma de AgCl (enquanto houver cloreto para tal na solução aquosa). A condutividade da solução inicial, porém, não se altera, pois o cloreto precipitado sob a forma de cloreto de prata é substituído pelo nitrato adicionado juntamente com a prata.

Quando todo cloreto for precipitado, o nitrato e a prata adicionados ficarão em solução na forma iônica, aumentando gradativamente a sua condutividade.

Logo, a curva X corresponde à situação I.

Na curva Y, o fato da condutividade aumentar um pouco no início se deve ao fato de que o LiF, como um composto iônico, dissocia-se completamente, aumentando a condutividade da solução. Aumentando a quantidade de LiF na solução, alcançamos o limite de sua solubilidade aos 0,005 mols, segundo o gráfico. Ponto em que a condutividade se torna constante

b) Sendo o produto de solubilidade do AgCl da ordem de 10^{-10} e as grandezas do gráfico da ordem de 10^{-2} , pode-se desprezá-lo para os cálculos. Percebe-se pela leitura do gráfico que o ponto em que a condutividade começa a aumentar na curva X corresponde à quantidade de 0,02 mols de nitrato de prata, o que significa, que só havia inicialmente 0,02 mols de cloreto na solução (que foi totalmente consumido pelos 0,02 mols de prata adicionados). Logo a concentração inicial de cloreto de sódio é de: $(0,02 \text{ mols}) / (0,1 \text{ L}) = 0,2 \text{ mol/L}$

c) Como se pode observar no gráfico, o limite da solubilidade do LiF se dá com 0,005 mols por 100 mL.

07. O Veículo Lançador de Satélites brasileiro emprega, em seus propulsores, uma mistura de perclorato de amônio sólido (NH_4ClO_4) e alumínio em pó, junto com um polímero, para formar um combustível sólido.

a) Na decomposição térmica do perclorato de amônio, na ausência de alumínio, formam-se quatro produtos. Um deles é a água e os outros três são substâncias simples diatômicas, duas das quais são componentes naturais do ar atmosférico. Escreva a equação balanceada que representa essa decomposição.

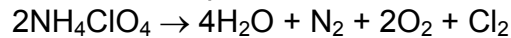
b) Quando se dá a ignição do combustível sólido, todo o oxigênio liberado na decomposição térmica do perclorato de amônio reage com o alumínio, produzindo óxido de alumínio (Al_2O_3). Escreva a equação balanceada representativa das transformações que ocorrem pela ignição do combustível sólido.

c) Para uma mesma quantidade de NH_4ClO_4 , haverá uma diferença de calor liberado se sua decomposição for efetuada na presença ou na ausência de alumínio. Quanto calor a mais será liberado se 2 mols de NH_4ClO_4 forem decompostos na presença de alumínio? Mostre o cálculo.

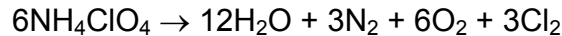
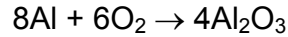
Dado: Calor de formação do óxido de alumínio = $-1,68 \times 10^3 \text{ kJ/mol}$

SOLUÇÃO:

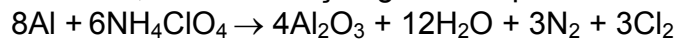
a) Pelas informações fornecidas pelo enunciado, podemos escrever a reação pedida:



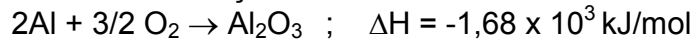
b)



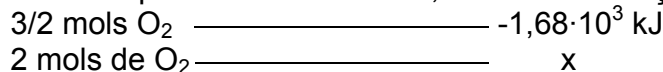
Somando-se as duas equações acima, temos a reação global do processo:



c) A reação representativa do calor de formação do óxido de alumínio é:



Para a decomposição de 2 mols de perclorato de amônio, têm-se a liberação de 2 mols de oxigênio.



A quantidade de calor liberada será de $2,24 \times 10^3$ kJ.

08. Para demonstrar a combustão de substâncias em oxigênio puro, este gás pode ser gerado a partir de água sanitária e água oxigenada, que contêm, respectivamente, hipoclorito de sódio e peróxido de hidrogênio. A reação que ocorre pode ser representada por



É assim que, num frasco, coloca-se certo volume de água oxigenada e acrescenta-se, aos poucos, certo volume de água sanitária. Observa-se forte efervescência. Ao final da adição, tampa-se o frasco com um pedaço de papelão. Em seguida, palha de aço, presa a um fio de cobre, é aquecida em uma chama até ficar em brasa. O frasco com oxigênio é destampado e, rapidamente, a palha de aço rubra é nele inserida. Então, observa-se luminosidade branca intensa, com partículas de ferro incandescentes espalhando-se pelo frasco.

a) Calcule o volume de água sanitária quando se usa, no experimento, um frasco de volume adequado, sabendo-se que deve ser gerado, nas condições ambiente, um volume de 500 mL de oxigênio, volume este suficiente para expulsar o ar e preencher o frasco.

b) Explique por que, ao ar atmosférico, o ferro fica apenas vermelho rubro, mas queima rapidamente, quando exposto a oxigênio puro.

Dados: volume molar do oxigênio nas condições ambiente25,0 L/mol

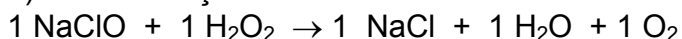
massa molar do Cl35,5 g/mol

densidade da água sanitária..... ..1,0 g/mL

composição da água sanitária: 2,13g de Cl, na forma de hipoclorito, em 100g de solução aquosa.

SOLUÇÃO:

a) Dada a reação:



Isolamos abaixo somente os dados que nos interessam:

1 NaClO	1 O ₂	1 Cl
M ₁ g	0,5 L	M ₂ g
1 x 74,5 g	1 x 25,0 L	35,5 g

A massa M₂ = 0,71g é a massa de cloro necessária para gerar 500mL de oxigênio.

Através de uma regra de três semelhante descobrimos qual a massa de água sanitária que corresponde à essa massa de cloro.

1 Cl	Água sanitária
2,13 g	102,13 g
0,71 g	M ₃ g

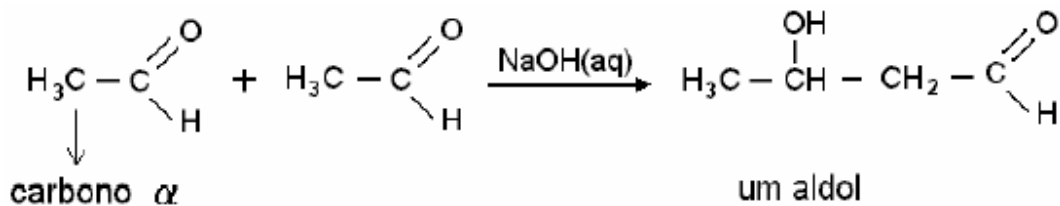
Temos que M₃ = 34,04 g

Através da densidade da água sanitária, descobrimos que o volume necessário para tal reação é de 34,04 mL.

b) O gás que possibilita a reação de combustão é o oxigênio e, é sabido que no ar atmosférico, o oxigênio representa cerca de 22% do volume total de ar.

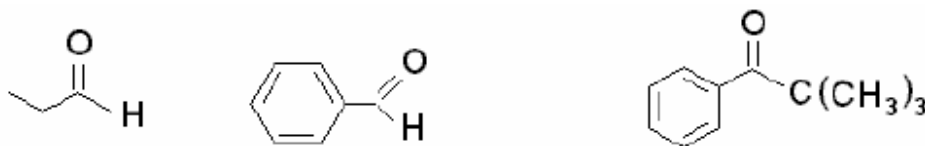
Quando se expõe o ferro em brasa a uma atmosfera contendo somente oxigênio, tem-se um excesso deste gás comburente tornando a reação de combustão mais eficaz.

09. Quando acetaldeído é tratado com solução aquosa de hidróxido de sódio, forma-se um aldol (composto que contém os grupos OH e C=O):



Essa reação, chamada de reação aldólica, ocorre com aldeídos e cetonas que possuem pelo menos um átomo de hidrogênio ligado ao átomo de carbono α em relação ao grupo carbonila.

Considere os compostos:

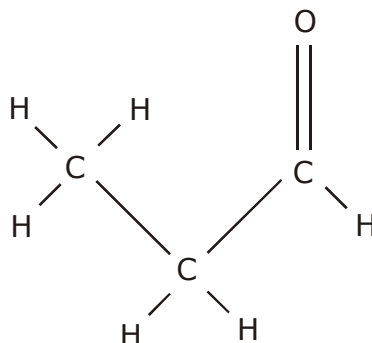


a) Se os compostos acima forem tratados, separadamente, com solução aquosa de hidróxido de sódio, apenas um deles produzirá um aldol. Escreva a fórmula estrutural completa (com todos os átomos de C, H e O) desse reagente. Justifique por que os demais compostos não darão a reação aldólica nestas condições.

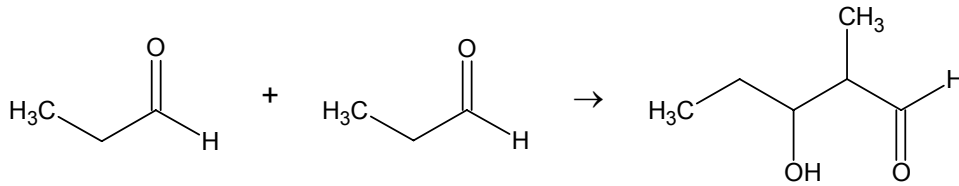
b) Escreva a equação química que representa a transformação citada no item a, dando a fórmula estrutural do aldol formado.

SOLUÇÃO:

a) O único que satisfaz a condição de ter ao menos um átomo de hidrogênio ligado ao carbono alfa é o primeiro composto e, por isso, somente ele fornecerá uma reação aldólica.



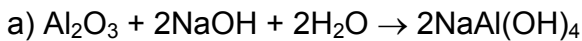
b)



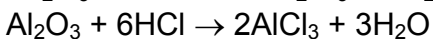
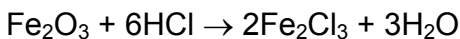
10. Industrialmente, alumínio é obtido a partir da bauxita. Esta é primeiro purificada, obtendo-se o óxido de alumínio, Al_2O_3 , que é, em seguida, misturado com um fundente e submetido a uma eletrólise ígnea, obtendo-se, então, o alumínio.

As principais impurezas da bauxita são: Fe_2O_3 , que é um óxido básico e SiO_2 , que é um óxido ácido. Quanto ao Al_2O_3 , trata-se de um óxido anfótero, isto é, de um óxido que reage tanto com ácidos quanto com bases.

- a) Na primeira etapa de purificação da bauxita, ela é tratada com solução aquosa concentrada de hidróxido de sódio. Neste tratamento, uma parte apreciável do óxido de alumínio solubiliza-se, formando $\text{NaAl}(\text{OH})_4$. Escreva a equação química balanceada que representa tal transformação.
- b) Se a bauxita fosse tratada com solução aquosa concentrada de ácido clorídrico, quais óxidos seriam solubilizados? Justifique por meio de equações químicas balanceadas.
- c) Na eletrólise do óxido de alumínio fundido, usam-se várias cubas eletrolíticas ligadas em série, através das quais passa uma corrente elétrica elevada. Se n cubas são ligadas em série e a corrente é I , qual deveria ser a corrente, caso fosse usada apenas uma cuba, para produzir a mesma quantidade de alumínio por dia? Justifique, com base nas leis da eletrólise.

SOLUÇÃO:

b) Os óxidos de ferro e de alumínio:



c) A uma corrente I , a massa de alumínio depositada durante um dia em cada cuba é m/n , logo, como a massa depositada é proporcional à corrente, para que se deposite uma massa m , a corrente deve ser x :

$$\begin{array}{l} I \text{ ————— } m/n \\ x \text{ ————— } m \end{array} \Rightarrow x = \frac{mI}{m/n} \Rightarrow x = nI$$