

QUÍMICA

1

Uma mistura de carbonato de amônio e carbonato de cálcio foi aquecida até a completa decomposição. Obteve-se 0,20 mol de um resíduo sólido, além de uma mistura gasosa que, resfriada a 25°C, condensou-se parcialmente. A fase gasosa restante, a essa mesma temperatura e sob 1 atm de pressão, ocupou 12,2L.

a) Escreva a equação que representa a decomposição do carbonato de amônio e a que representa a decomposição do carbonato de cálcio, indicando o estado físico de cada substância a 25°C.

b) Calcule a quantidade, em mols, de carbonato de amônio e de carbonato de cálcio na mistura original.

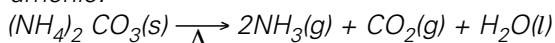
Dados:

Volume molar dos gases a 25°C e 1 atm: 24,4 L/mol

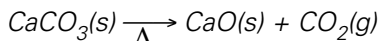
A pressão de vapor d'água, a 25°C, é desprezível.

Resolução

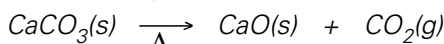
a) Equação química da decomposição do carbonato de amônio:



Equação química da decomposição do carbonato de cálcio:



b) Cálculo da quantidade em mols do $CaCO_3(s)$:



$$1 \text{ mol} \quad \text{---} \quad 1 \text{ mol} \quad \text{---} \quad 1 \text{ mol}$$

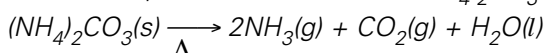
$$0,20 \text{ mol} \quad \text{---} \quad 0,20 \text{ mol} \quad \text{---} \quad 0,20 \text{ mol}$$

Cálculo da quantidade em mols da fase gasosa a 25°C e 1 atm:

$$\left. \begin{array}{l} 24,4L \quad \text{---} \quad 1 \text{ mol} \\ 12,2L \quad \text{---} \quad x \end{array} \right\} x = 0,50 \text{ mol}$$

Temos, portanto, 0,50 mol da mistura que é formada apenas por $NH_3(g)$ e $CO_2(g)$, pois a água a 25°C condensou.

Cálculo da quantidade em mol de $(NH_4)_2CO_3(s)$:



$$1 \text{ mol} \quad \text{---} \quad 2 \text{ mol} \quad \text{---} \quad 1 \text{ mol}$$

$$x \quad \text{---} \quad 2x \quad \text{---} \quad x$$

Portanto, temos:

$$0,50 \text{ mol} = (2x + x) \text{ mol} + 0,20 \text{ mol}$$

$$x = 0,10 \text{ mol}$$

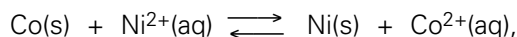
Concluindo:

$$CaCO_3(s) \dots\dots\dots 0,20 \text{ mol}$$

$$(NH_4)_2CO_3(s) \dots\dots 0,10 \text{ mol}$$

2

A constante de equilíbrio



em termos de concentração em mol/L, a 25°C, é igual a 10.

a) Escreva a expressão matemática dessa constante de equilíbrio.

A 25°C, monta-se uma pilha na qual um dos eletrodos é uma barra de cobalto mergulhada numa solução de sulfato de cobalto, e o outro eletrodo é uma barra de níquel mergulhada numa solução de sulfato de níquel. As soluções estão ligadas por meio de uma ponte salina e o circuito é fechado por um voltímetro.

b) Qual é o pólo positivo da pilha quando as soluções de $Co^{2+}(aq)$ e $Ni^{2+}(aq)$ têm, ambas, concentrações igual a 1,0 mol/L?

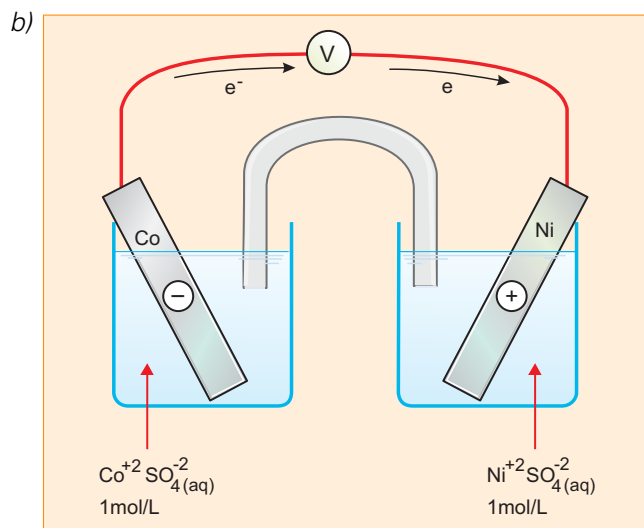
c) Qual será a relação entre as concentrações de $Co^{2+}(aq)$ e $Ni^{2+}(aq)$ quando esta pilha deixar de funcionar?

Justifique as respostas aos itens b e c, utilizando argumentos de constante de equilíbrio.

Resolução

Expressão da constante de equilíbrio:

$$a) K_c = \frac{[Co^{2+}]}{[Ni^{2+}]}$$

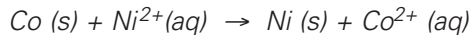


Como o valor da constante de equilíbrio

$$K_c = \frac{[Co^{2+}]}{[Ni^{2+}]} = 10, \text{ verifica-se que no equilíbrio exis-}$$

te uma concentração maior de íons Co^{2+} que de íons

Ni^{2+} . Como as concentrações iniciais dos íons Co^{2+} e Ni^{2+} eram iguais a $1,0\text{mol/L}$, verifica-se que o sistema foi deslocado no sentido de aumentar a concentração de íons Co^{2+}



Ocorreu oxidação do metal cobalto

($Co(s) \rightarrow Co^{2+}(aq) + 2e^-$) e redução dos íons Ni^{2+} ($Ni^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Ni^0(s)$)

Logo, o pólo positivo da pilha será o níquel, eletrodo no qual ocorre redução (recepção de elétrons).

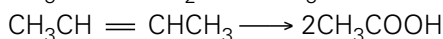
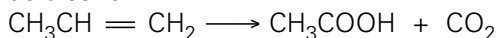
c) A pilha deixa de funcionar quando o sistema atinge o equilíbrio.

Atingindo o equilíbrio, a relação $\frac{[Co^{2+}]}{[Ni^{2+}]}$ é a própria constante de equilíbrio fornecida. Logo:

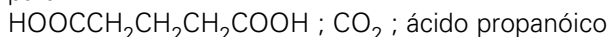
$$\frac{[Co^{2+}]}{[Ni^{2+}]} = 10$$

3

A reação de um alceno com ozônio, seguida da reação do produto formado com água, produz aldeídos ou cetonas ou misturas desses compostos. Porém, na presença de excesso de peróxido de hidrogênio, os aldeídos são oxidados a ácidos carboxílicos ou a CO_2 , dependendo da posição da dupla ligação na molécula do alceno:



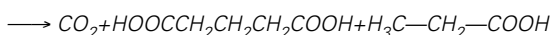
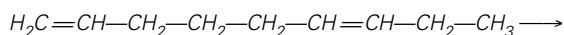
Determinado hidrocarboneto insaturado foi submetido ao tratamento acima descrito, formando-se os produtos abaixo, na proporção, em mols, de 1 para 1 para 1:



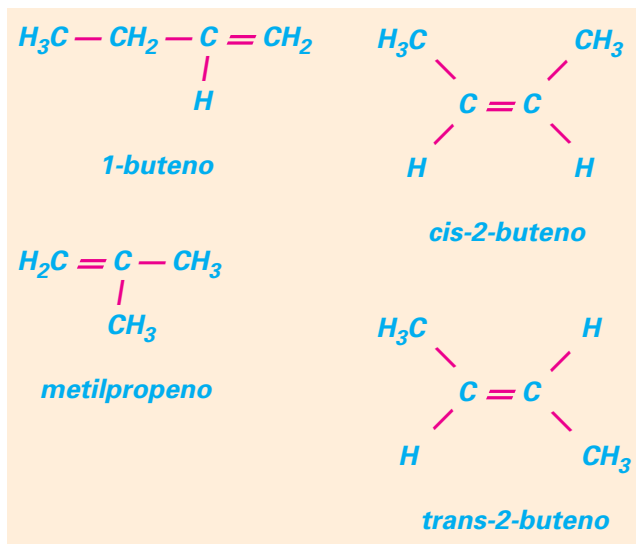
- Escreva a fórmula estrutural do hidrocarboneto insaturado que originou os três produtos acima.
- Dentre os isômeros de cadeia aberta de fórmula molecular C_4H_8 , mostre os que não podem ser distinguidos, um do outro, pelo tratamento acima descrito. Justifique.

Resolução

a) O 1,6-nonadieno reage com ozônio na presença de excesso de peróxido de hidrogênio, produzindo ácido pentanodióico, gás carbônico e ácido propanóico, segundo a equação simplificada:



b) São possíveis quatro isômeros de cadeia aberta com a fórmula C_4H_8 :

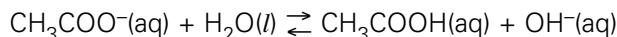


Os isômeros que não podem ser distinguidos pelo tratamento acima descrito são cis-2-buteno e trans-2-buteno, pois ambos produzem ácido etanóico como produto das reações.

4

Em uma experiência, realizada a $25^\circ C$, misturaram-se **volumes iguais** de soluções aquosas de hidróxido de sódio e de acetato de metila, ambas de concentração $0,020\text{mol/L}$. Observou-se que, durante a hidrólise alcalina do acetato de metila, ocorreu variação de pH.

- Escreva a equação da hidrólise alcalina do acetato de metila.
- Calcule o pH da mistura de acetato de metila e hidróxido de sódio no instante em que as soluções são misturadas (antes de a reação começar).
- Calcule a concentração de OH^- na mistura, ao final da reação. A equação que representa o equilíbrio de hidrólise do íon acetato é

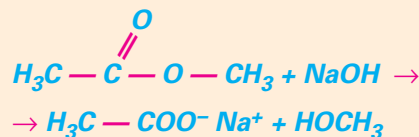


A constante desse equilíbrio, em termos de concentrações em mol/L, a $25^\circ C$, é igual a $5,6 \times 10^{-10}$. Dados:

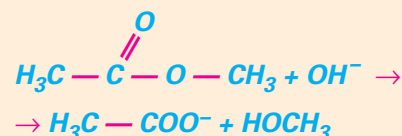
produto iônico da água, $K_w = 10^{-14}$ (a $25^\circ C$)

$$\sqrt{5,6} = 2,37$$

a)



ou



b) Como o examinador pede o pH antes de ocorrer a reação, e com as soluções misturadas, devemos calcular o pH da solução de NaOH (hidróxido de sódio) da seguinte forma:

$$\underbrace{[\text{OH}^-]}_{\text{inicial}} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L} \longrightarrow$$

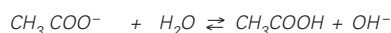
$$\longrightarrow \underbrace{[\text{OH}^-]}_{\text{final}} = \frac{2 \cdot 10^{-2}}{2} \text{ mol/L} = 10^{-2} \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] = -\log 10^{-2} = 2$$

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14$$

$$\boxed{\text{pH} = 12}$$

c) Cálculo da concentração de OH^- ao final da reação:



início	0,01 mol/L	-	0	0
reage/forma	x	-	x	x
equilíbrio	0,01 - x	-	x	x

$$K_h = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}$$

$$5,6 \cdot 10^{-10} = \frac{x \cdot x}{(0,01 - x)}$$

$$x^2 = 5,6 \cdot 10^{-10} \cdot (0,01 - x)$$

Obs.: como a quantidade de acetato que sofre hidrólise é muito pequena em relação à sua concentração inicial 0,01 mol/L, pode-se desprezar x em relação a 0,01.

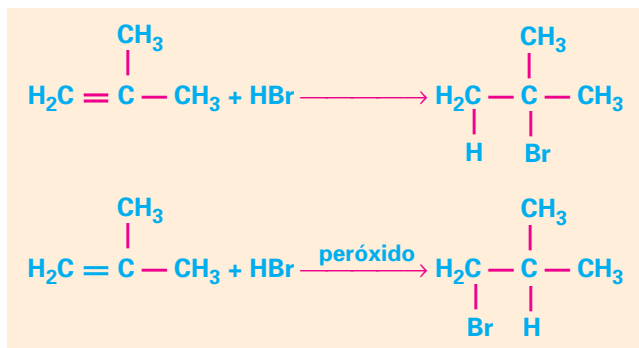
$$x^2 = 5,6 \cdot 10^{-10} \cdot 0,01$$

$$x^2 = 5,6 \cdot 10^{-12} \therefore x = \sqrt{5,6 \cdot 10^{-12}}$$

$$\boxed{x = 2,37 \cdot 10^{-6} \text{ mol/L}}$$

5

A adição de HBr a um alceno pode conduzir a produtos diferentes caso, nessa reação, seja empregado o alceno puro ou o alceno misturado a uma pequena quantidade de peróxido.



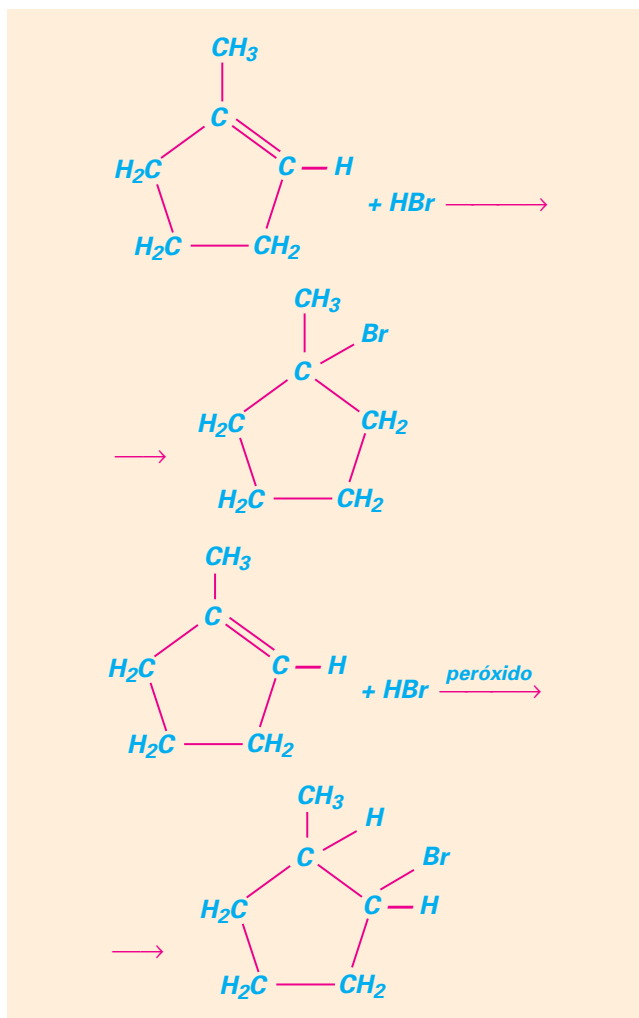
a) O 1-metilciclopenteno reage com HBr de forma análoga. Escreva, empregando fórmulas estruturais, as equações que representam a adição de HBr a esse composto na presença e na ausência de peróxido.

b) Dê as fórmulas estruturais dos metilciclopentenos isoméricos (isômeros de posição).

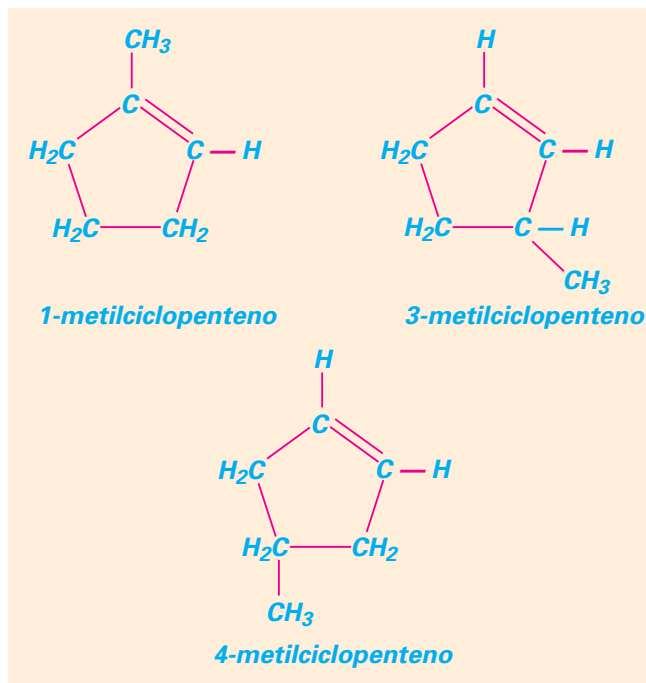
c) Indique o metilciclopenteno do item b que forma, ao reagir com HBr, quer na presença, quer na ausência de peróxido, uma mistura de metilciclopentanos monobromados que são isômeros de posição. Justifique.

Resolução

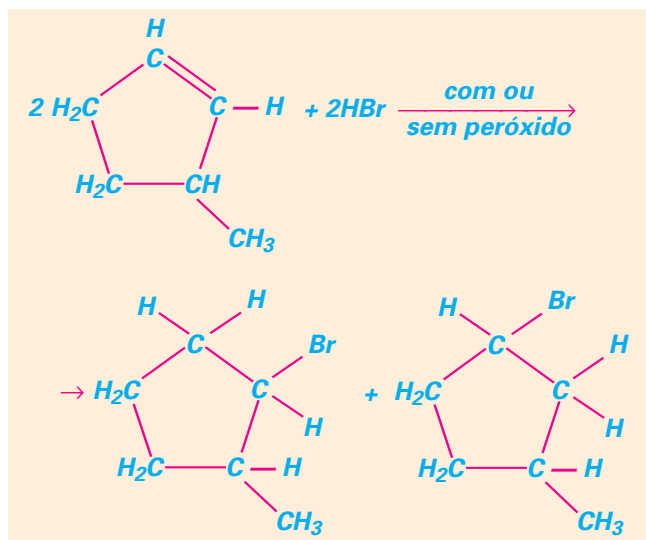
a) O 1-metilciclopenteno reage com HBr, segundo as equações:



b) As fórmulas dos metilciclopentenos isômeros são:



c) O composto 3-metilciclopenteno, ao reagir com HBr, na presença ou ausência de peróxido produz uma mistura de 1-bromo-2-metilciclopentano e 1-bromo-3-metilciclopentano (isômeros de posição).



6

Para determinar o volume de sangue de uma pessoa, injeta-se em sua corrente sangüínea uma solução aquosa radioativa de citrato de gálio e, depois de certo tempo, colhe-se uma amostra de sangue e mede-se sua atividade.

Em uma determinação, a concentração do radioisótopo gálio-67 na solução era de $1,20 \times 10^{12}$ átomos por mililitro, **no momento de sua preparação**. Decorridas 24 horas de preparação, 1,00 mL dessa solução foi injetado na pessoa. A coleta de sangue foi feita 1 hora após a injeção, sendo que a amostra coletada

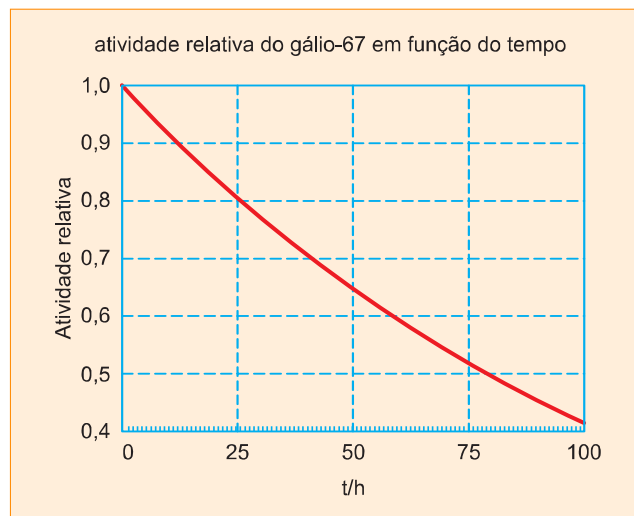
apresentou $2,00 \times 10^8$ átomos de gálio-67 por mililitro. A diminuição da concentração do radioisótopo deveu-se apenas ao seu decaimento radioativo e à sua diluição no sangue.

- Use o gráfico abaixo para determinar de quanto caiu a atividade do gálio-67, após 25 horas.
- Calcule o volume de sangue da pessoa examinada.
- O gálio-67 emite radiação γ quando seu núcleo captura um elétron de sua eletrosfera. Escreva a equação dessa reação nuclear e identifique o nuclídeo formado.

Dados:

29	30	31	32	33
Cu	Zn	Ga	Ge	As

parte da tabela periódica, com números atômicos.



Resolução

- Pelo gráfico, observa-se que, após 25 horas, a atividade de relativa inicial 1,0 (100%) diminuiu para 0,8 (80%). Ocorreu decaimento de 0,2 (20%).
- Como, após 25 horas da preparação de solução, a quantidade de átomos de gálio-67 injetados na pessoa deve ser 80% da inicial, teremos:

$$1,20 \cdot 10^{12} \text{ átomos} \xrightarrow{\quad\quad\quad} 100\%$$

$$x \xrightarrow{\quad\quad\quad} 80\%$$

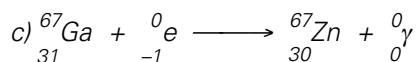
$$x = 9,6 \cdot 10^{11} \text{ átomos}$$

Cálculo do volume de sangue da pessoa examinada (25 horas após o preparo da solução):

$$2,00 \cdot 10^8 \text{ átomos} \xrightarrow{\quad\quad\quad} 1,00\text{mL}$$

$$9,6 \cdot 10^{11} \text{ átomos} \xrightarrow{\quad\quad\quad} y$$

$$y = 4.800\text{mL} = 4,80\text{L}$$



7

O minério caliche, cujo principal componente é o salitre do Chile, contém cerca de 0,1%, em massa, de iodato de sódio (NaIO_3). A substância simples I_2 pode ser obtida em um processo que envolve a redução desse iodato com hidrogenossulfito de sódio (NaHSO_3), em meio aquoso. Nessa redução também são produzidos íons sulfato, íons H^+ e água.

a) Escreva a equação iônica balanceada que representa a formação de iodo nessa solução aquosa, indicando o oxidante e o redutor.

b) Calcule a massa de caliche necessária para preparar 10,0kg de iodo, pelo método acima descrito, considerando que todo o iodato é transformado em iodo.

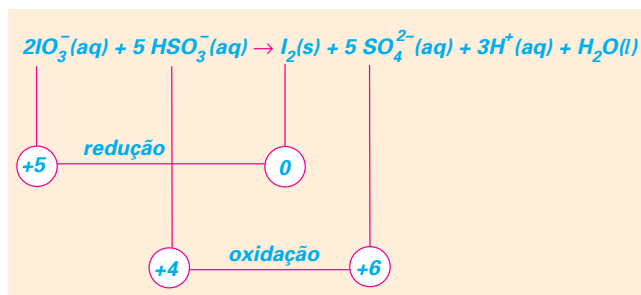
Dados: massas molares (g/mol)

NaIO_3 ...198

I_2254

Resolução

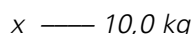
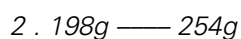
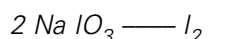
a) A equação iônica balanceada:



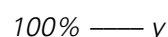
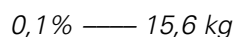
agente oxidante: $\text{IO}_3^-(\text{aq})$

agente redutor: $\text{HSO}_3^-(\text{aq})$

b) Cálculo da massa do caliche:



$$x = 15,6 \text{ kg de NaIO}_3$$



$$y = 15600\text{kg de caliche}$$

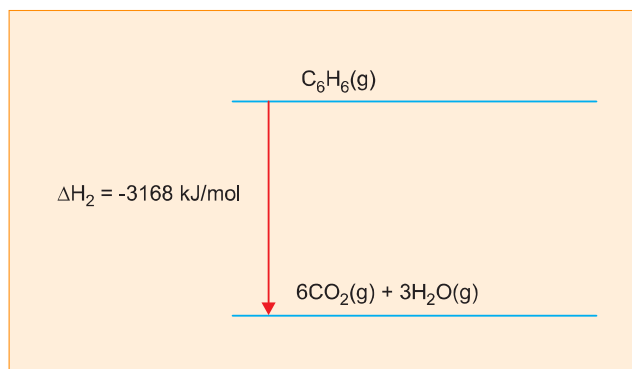
8

Passando acetileno por um tubo de ferro, fortemente aquecido, forma-se benzeno (um trímico do acetileno). Pode-se calcular a variação de entalpia dessa transformação, conhecendo-se as entalpias de combustão

completa de acetileno e benzeno gasosos, dando produtos gasosos. Essas entalpias são, respectivamente, -1256 kJ/mol de C_2H_2 e -3168 kJ/mol de C_6H_6 .

a) Calcule a variação de entalpia, por mol de benzeno, para a transformação de acetileno em benzeno (ΔH_1).

O diagrama abaixo mostra as entalpias do benzeno e de seus produtos de combustão, bem como o calor liberado na combustão (ΔH_2).



b) Complete o diagrama acima para a transformação de acetileno em benzeno, considerando o calor envolvido nesse processo (ΔH_1).

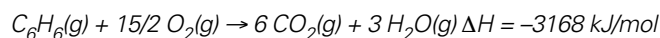
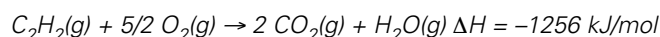
Um outro trímico do acetileno é o 1,5-hexadiino. Entretanto, sua formação, a partir do acetileno, não é favorecida. Em módulo, o calor liberado nessa transformação é menor do que o envolvido na formação do benzeno.

c) No mesmo diagrama, indique onde se localizaria, aproximadamente, a entalpia do 1,5-hexadiino.

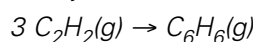
d) Indique, no mesmo diagrama, a entalpia de combustão completa (ΔH_3) do 1,5-hexadiino gasoso, produzindo CO_2 e H_2O gasosos. A entalpia de combustão do 1,5-hexadiino, em módulo e por mol de reagente, é maior ou menor do que a entalpia de combustão do benzeno?

Resolução

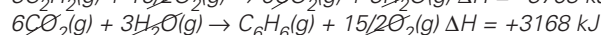
a) As equações termoquímicas de combustão do acetileno e do benzeno são, respectivamente:

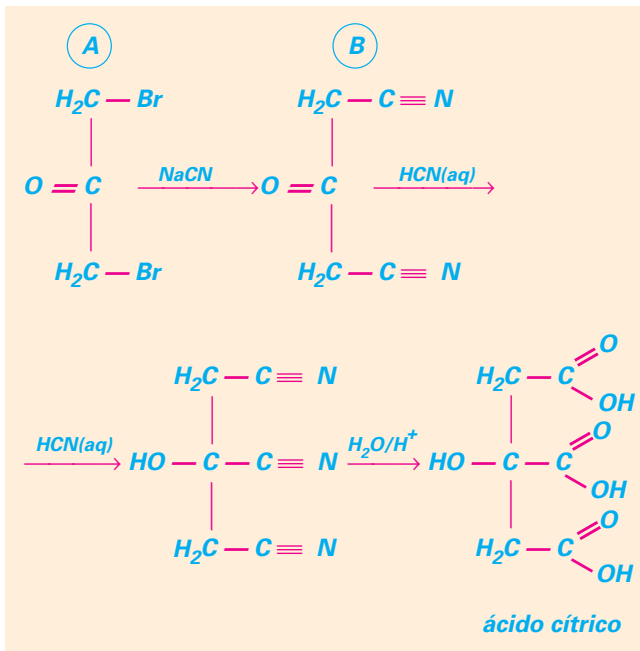


Deseja-se determinar o ΔH da reação:



Aplicando a lei de Hess, multiplica-se a primeira equação por 3, inverte-se a segunda equação e somam-se.





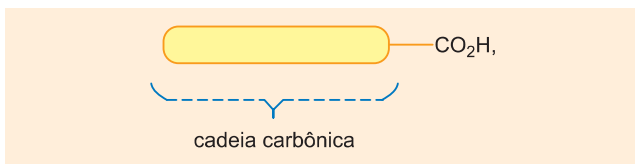
As fórmulas pedidas estão apresentadas nas equações simplificadas acima.

10

a) Medidas experimentais mostraram que uma gotícula de um ácido graxo "ômega-6", de volume igual a $3,10 \times 10^{-3}$ mL, contém aproximadamente $6,0 \times 10^{18}$ moléculas do ácido.

Sabendo-se que a fórmula molecular desse ácido é $C_nH_{2n-4}O_2$, determine o valor de **n**, utilizando os dados fornecidos. Mostre seus cálculos e escreva a fórmula molecular do ácido.

b) Esse ácido é praticamente insolúvel em água. Quando se adiciona tal ácido à água, ele se distribui na superfície da água. Mostre a orientação das moléculas do ácido que estão diretamente em contato com a água. Represente as moléculas do ácido por



e a superfície da água por uma linha horizontal.

Dados:

densidade do ácido nas condições do experimento: 0,904 g/mL.

constante de Avogadro: $6,0 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

massas molares (g/mol)

H 1
 C 12
 O 16

Resolução

a) Cálculo da massa molar do ácido graxo

$$\begin{aligned} 1,00\text{mL} & \text{-----} 0,904\text{g} \\ 3,10 \cdot 10^{-3}\text{mL} & \text{-----} x \\ x & = 2,80 \cdot 10^{-3}\text{g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 6,0 \cdot 10^{18} \text{ moléculas} & \text{-----} 2,80 \cdot 10^{-3}\text{g} \\ 6,0 \cdot 10^{23} \text{ moléculas} & \text{-----} y \\ y & = 280\text{g} \end{aligned}$$

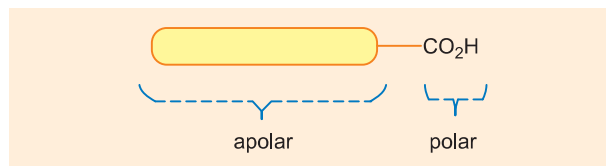
Massa molar do ácido = 280g/mol

• Cálculo do valor de **n**

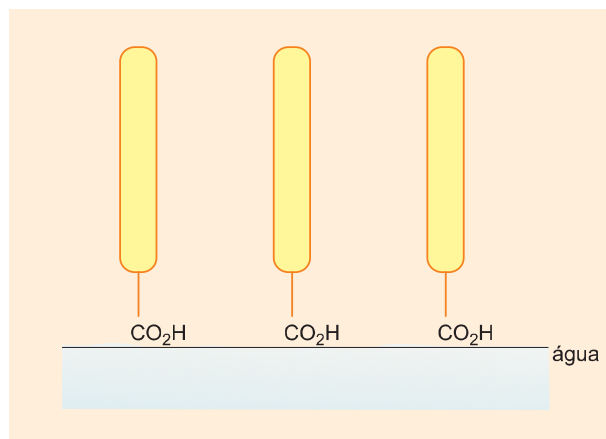
$$\begin{aligned} C_nH_{2n-4}O_2 \\ (12n + 2n - 4 + 32)\text{g/mol} & = 280\text{g/mol} \\ n & = 18 \end{aligned}$$

• Fórmula molecular: $C_{18}H_{32}O_2$

b) Representação das moléculas do ácido em água.



A extremidade polar do ácido interage com as moléculas de água também polares.



Comentário de Química

A prova de Química foi bem elaborada, com questões criativas e originais.

Novamente houve um predomínio de questões da Físico-Química (40%) e elevada porcentagem de questões de Química Orgânica. Exigiu-se do candidato grande conhecimento de Química, além de competências e habilidades para um bom desempenho. A prova pode ser classificada como difícil.

