

01 ██████ E

Considere a equação química, não balanceada, que representa a reação do sulfeto de cádmio em solução aquosa de ácido nítrico:

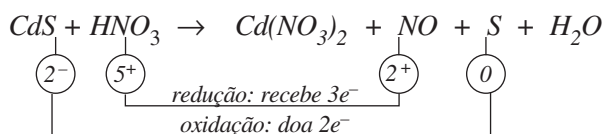


Pode-se afirmar que, na equação química não balanceada, a espécie Y é

- $\text{Cd}(\text{HSO}_4)_2$
- CdSO_4
- SO_3
- SO_2
- S

Resolução

Os sulfetos insolúveis (CuS , PbS , CdS etc) dissolvem-se com ácido nítrico a quente e o sulfeto é oxidado a enxofre. A reação balanceada e completa será:



$$\begin{aligned} \text{CdS:} & \text{ Coeficiente} = n^\circ \text{ total de } e^- = 2 \cdot 1 = 2 & \nearrow & 3 \\ \text{NO:} & \text{ Coeficiente} = n^\circ \text{ total de } e^- = 3 \cdot 1 = 3 & \searrow & 2 \end{aligned}$$



02 ██████ B

Considere as reações químicas representadas pelas equações abaixo:

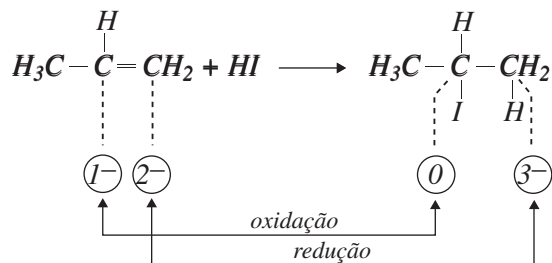
- $\text{H}_3\text{CCHCH}_2 + \text{HI} \rightarrow \text{H}_3\text{CCHICH}_3$
- $\text{H}_3\text{CCOOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{H}_3\text{CCOONa} + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{LiAlH}_4 + 4(\text{H}_3\text{C})_2\text{CO} + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4(\text{H}_3\text{C})_2\text{CHOH} + \text{LiOH} + \text{Al}(\text{OH})_3$
- $\text{C}_6\text{H}_5\text{ONa} + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{OCH}_2\text{CH}_3 + \text{NaCl}$
- $\text{H}_3\text{CCH}_2\text{OH} + \text{HCl} \rightarrow \text{H}_3\text{CCH}_2\text{Cl} + \text{H}_2\text{O}$

Assinale a opção que apresenta as equações químicas que configuram reações de óxido-redução.

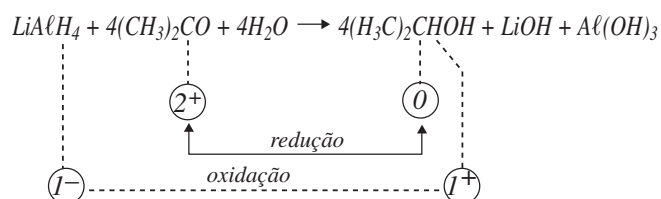
- Apenas I e II
- Apenas I e III
- Apenas II e IV
- Apenas III e IV
- Apenas V

Resolução

Na reação I, temos:



Na reação III, temos:



Nas reações II, IV e V, não ocorreu variação do número de oxidação de nenhum elemento.

03 ██████ B

Uma amostra de um ácido dicarboxílico com 0,104 g de massa é neutralizada com 20 cm³ de uma solução aquosa 0,1 mol L⁻¹ em NaOH. Qual das opções abaixo contém a fórmula química do ácido constituinte da amostra?

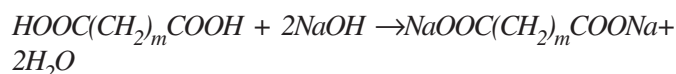
- $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$
- $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_4$
- $\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_4$
- $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_4$
- $\text{C}_5\text{H}_8\text{O}_4$

Resolução

Quantidade de matéria de NaOH usada na neutralização:

$$\begin{aligned} 0,1 \text{ mol de NaOH} & \text{ ————— } 1 \text{ L} \\ x & \text{ ————— } 0,020 \text{ L } (= 20 \text{ cm}^3) \\ x & = 0,002 \text{ mol de NaOH} \end{aligned}$$

Cálculo de massa molar do ácido:

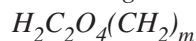


1 mol do ácido reage com 2 mol de NaOH

$$\begin{array}{ccc} \downarrow & & \downarrow \\ y(\text{g}) & \text{ ————— } & 2 \text{ mol} \\ 0,104 \text{ g} & \text{ ————— } & 0,002 \text{ mol} \end{array}$$

$$y = 104 \text{ g} \quad \therefore \quad M = 104 \text{ g/mol}$$

Fórmula geral do ácido dicarboxílico:



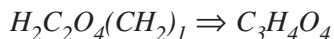
$$2 \times 1,0 + 2 \times 12,0 + 4 \times 16,0 + (12,0 + 2 \times 1,0)m = 104$$

$$90,0 + 14,0 m = 104$$

$$14,0 m = 14$$

$$m = 1$$

A fórmula do ácido é

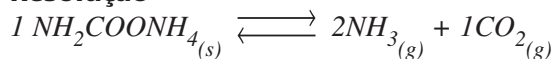


4  **E**

Carbamato de amônio sólido (NH_2COONH_4) decompõe-se em amônia e dióxido de carbono, ambos gasosos. Considere que uma amostra de carbamato de amônio sólido esteja em equilíbrio químico com $CO_2(g)$ e $NH_3(g)$ na temperatura de $50^\circ C$, em recipiente fechado e volume constante. Assinale a opção CORRETA que apresenta a constante de equilíbrio em função da pressão total P , no interior do sistema.

- a) $3P$ b) $2P^2$
c) P^3 d) $2/9 P^2$
e) $4/27 P^3$

Resolução



A constante de equilíbrio K_p pode ser expressa por:

$$K_p = (pNH_3)^2 \cdot pCO_2$$

Como a proporção em mols dos gases NH_3 e CO_2 é de $2 : 1$, as pressões parciais dos gases também estarão na proporção de $2 : 1$.

Como a pressão total em equilíbrio é igual a P , temos:

$$P = 2x + x$$

$$x = \frac{P}{3}$$

$$pNH_3 = \frac{2 \cdot P}{3}$$

$$pCO_2 = \frac{P}{3}$$

$$K_p = \left(\frac{2P}{3}\right)^2 \cdot \frac{P}{3} = \frac{4P^3}{27}$$

05  **C**

Considere cinco frascos contendo, cada um, uma solução aquosa saturada de sulfato de cálcio em equilíbrio químico com seu corpo de fundo. A cada um dos cinco frascos é adicionada uma solução aquosa saturada, sem corpo de fundo, de um dos seguintes sais, respectivamente:

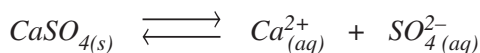
- I $CaSO_4$
II $CaCl_2$
III $MgSO_4$
IV $NaCl$
V KNO_3

Assinale a opção que indica os sais cujas soluções aquosas saturadas aumentam a massa do sulfato de cálcio sólido nos frascos em que são adicionadas.

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

Resolução

Como nos cinco frascos existe uma solução saturada e corpo de fundo, teremos o seguinte equilíbrio:



I – Adicionando solução saturada de $CaSO_4$, nada acontecerá com a massa de corpo de fundo.

II – Adicionando solução saturada de $CaCl_2$, como a concentração de íons Ca^{2+} nessa solução é maior que a da solução saturada de $CaSO_4$ ($CaCl_2$ é mais solúvel que $CaSO_4$), aumentará a concentração de íons Ca^{2+} no sistema, deslocando o equilíbrio de solubilidade de $CaSO_4$ para a esquerda, **aumentando a quantidade de $CaSO_4$ sólido no fundo do frasco.**

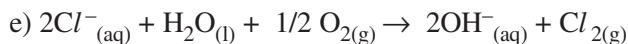
III – O mesmo raciocínio do item II pode ser usado, pois o $MgSO_4$ é mais solúvel que o $CaSO_4$ e o aumento de íons SO_4^{2-} desloca o equilíbrio para a esquerda, **aumentando a quantidade de $CaSO_4$ sólido no frasco.**

IV e V – A adição de soluções aquosas saturadas de $NaCl$ (Na^+ e Cl^-) e KNO_3 (K^+ e NO_3^-) irá diminuir a concentração de íons $Ca^{2+} SO_4^{2-}$ no frasco (aumento do volume de água), deslocando o equilíbrio de solubilidade para a direita, dissolvendo parte do sólido existente no fundo.

06  **B**

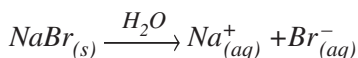
Um frasco contém uma solução aquosa de brometo de sódio e outro frasco, uma solução aquosa de ácido clorídrico saturada nos gases componentes do ar atmosférico. O conteúdo de cada um dos frascos é misturado e ocorre uma reação química. Qual das opções abaixo contém a equação química que melhor representa a reação acima mencionada?

- a) $2Cl_{(aq)}^- + 2H^+_{(aq)} + 1/2O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(l)} + Cl_{2(g)}$
b) $4Br_{(aq)}^- + O_{2(g)} + 4H^+_{(aq)} \rightarrow 2Br_{2(l)} + 2H_2O_{(l)}$
c) $Cl_{(aq)}^- + 3/2O_{2(g)} + H^+_{(aq)} \rightarrow HClO_{3(aq)}$
d) $2Br_{(aq)}^- + 2H^+_{(aq)} \rightarrow Br_{2(l)} + H_{2(g)}$

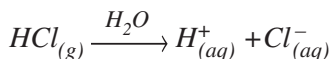


Resolução

O sal brometo de sódio, NaBr, encontra-se totalmente dissociado, conforme a equação:



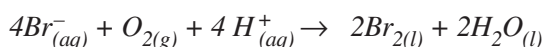
O ácido clorídrico, HCl, encontra-se ionizado, conforme a equação:



Os principais componentes do ar são os gases N_2 e O_2 .

O ânion brometo, Br^- , é mais reativo que o ânion cloreto, Cl^- ; o cátion H^+ é mais reativo que o cátion Na^+ e o gás O_2 é mais reativo que o gás N_2 .

Portanto, teremos:



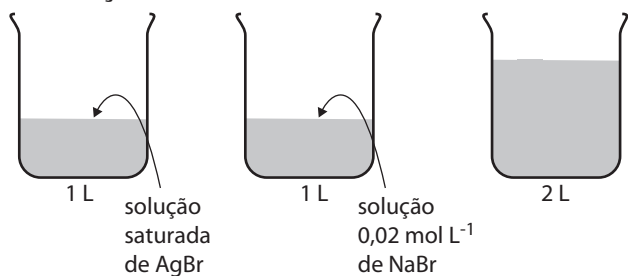
07 C

Assinale a opção CORRETA que corresponde à variação da concentração de íons Ag^+ provocada pela adição, a $25^\circ C$, de um litro de uma solução $0,02 \text{ mol L}^{-1}$ em NaBr a um litro de uma solução aquosa saturada em AgBr.

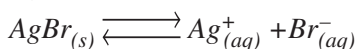
Dado: $K_{ps, AgBr(298K)} = 5,3 \times 10^{-13}$.

- a) 3×10^{-14}
- b) 5×10^{-11}
- c) 7×10^{-7}
- d) 1×10^{-4}
- e) 1×10^{-2}

Resolução



Cálculo de concentração de Ag^+ na solução saturada de AgBr a $25^\circ C$:



$$K_{ps} = [Ag^+][Br^-]$$

$$5,3 \cdot 10^{-13} = x \cdot x$$

$$x = \sqrt{5,3 \cdot 10^{-13}} \cong 7,3 \cdot 10^{-7} \text{ mol/L}$$

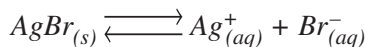
$$[Ag^+] = 7,3 \cdot 10^{-7} \text{ mol/L}$$

Cálculo de concentração de Br^- na solução resultante (2 L) da adição de AgBr com NaBr:

Quantidade de matéria de $Br^- = 7,3 \cdot 10^{-7} \text{ mol} + 0,02 \text{ mol} \cong 0,02 \text{ mol}$

$$[Br^-] = \frac{0,02 \text{ mol}}{2 \text{ L}} = 1 \cdot 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$$

Cálculo de $[Ag^+]$ na solução resultante



$$K_{ps} = [Ag^+] \cdot [Br^-]$$

$$5,3 \cdot 10^{-13} = [Ag^+] \cdot 1 \cdot 10^{-2}$$

$$[Ag^+] = 5,3 \cdot 10^{-11} \text{ mol/L}$$

Como a concentração de Ag^+ era de $7,3 \cdot 10^{-7} \text{ mol/L}$ e passou para $5,3 \cdot 10^{-11} \text{ mol/L}$, a variação de concentração é da ordem de $7 \cdot 10^{-7} \text{ mol/L}$.

$$\Delta = (7,3 \cdot 10^{-7} - 5,3 \cdot 10^{-11}) \text{ mol/L} \cong 7 \cdot 10^{-7} \text{ mol/L}$$

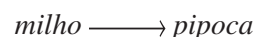
8 B

O processo físico de transformação do milho em pipoca pode ser um exemplo de reação química. Se for assim entendido, qual é a ordem dessa reação, considerando um rendimento do processo de 100%?

- a) zero
- b) um
- c) dois
- d) três
- e) pseudozero

Resolução

Considere a reação química:



A velocidade desse processo vai depender da quantidade de milho, portanto a equação da velocidade será:

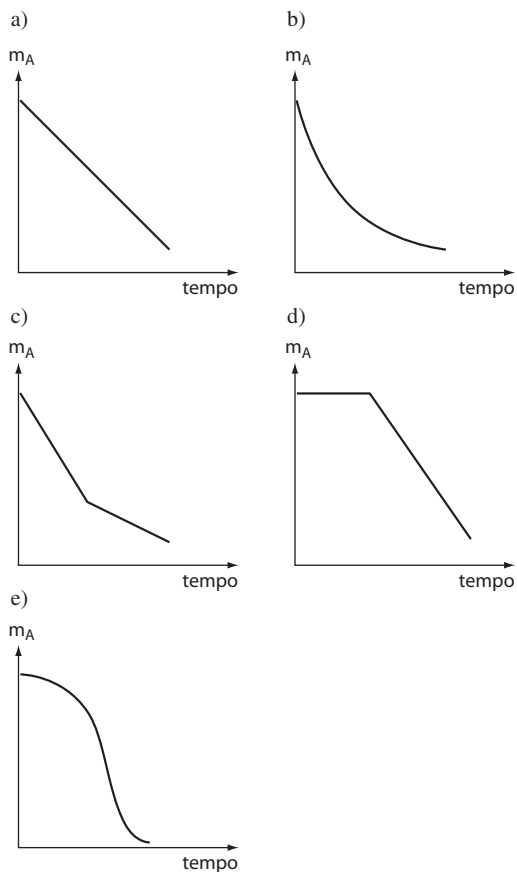
$$v = k \cdot N,$$

sendo N o número de grãos de milho.

Concluimos que a ordem dessa reação é 1, isto é, quanto maior a quantidade de milho, maior a quantidade de pipoca, que é produzida na unidade de tempo.

9 E

A reação hipotética $A(s) + B(aq) \rightarrow C(g) + D(aq) + E(l)$ é autocatalisada por $C(g)$. Considerando que essa reação ocorre em sistema fechado, volume constante e sob atmosfera inerte, assinale a opção que representa a curva que melhor representa a variação da massa de $A(s)$, m_A , em função do tempo, desde o início da reação até imediatamente antes do equilíbrio ser estabelecido dentro do sistema.



Resolução

No início da reação, existe $C_{(g)}$; portanto, a reação é mais lenta.

Com a formação do catalisador $C_{(g)}$, a reação acelera, consumindo maior massa em menor intervalo de tempo.

10 D

Dois recipientes contêm volumes iguais de dois líquidos puros, com calores específicos diferentes. A mistura dos dois líquidos resulta em uma solução ideal. Considere que sejam feitas as seguintes afirmações a respeito das propriedades da solução ideal resultante, nas condições-padrão e após o estabelecimento do equilíbrio químico:

- I. A temperatura da solução é igual à média aritmética das temperaturas dos líquidos puros.
- II. O volume da solução é igual à soma dos volumes dos líquidos puros.
- III. A pressão de vapor da solução é igual à soma das pressões parciais de vapor dos líquidos constituintes da mesma.

Assinale a opção CORRETA que contém a(s) propriedade(s) que é (são) apresentada(s) pela solução resultante.

- a) Apenas I e II

- b) Apenas I e III
 c) Apenas II
 d) Apenas II e III
 e) Apenas III

Resolução

Uma solução ideal é uma mistura na qual as moléculas dos componentes se comportam de forma independente uma da outra.

- I) **Falso.** O fato de a mistura ser uma solução ideal não significa que a temperatura final é a média aritmética das temperaturas dos líquidos puros.
- II) **Verdadeiro.** O comportamento dos líquidos na solução ideal é igual ao dos líquidos puros, os volumes são aditivos.
- III) **Verdadeiro.** Para uma solução ideal vale a lei de Raoult.

11 D

Uma tubulação de aço enterrada em solo de baixa resistividade elétrica é protegida catódicamente contra corrosão, pela aplicação de corrente elétrica proveniente de um gerador de corrente contínua. Considere os seguintes parâmetros:

- I. Área da tubulação a ser protegida: 480 m^2 ;
- II. Densidade de corrente de proteção: 10 mA/m^2

Considere que a polaridade do sistema de proteção catódica seja invertida pelo período de 1 hora. Assinale a opção CORRETA que expressa a massa, em gramas, de ferro consumida no processo de corrosão, calculada em função de íons $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$. Admita que a corrente total fornecida pelo gerador será consumida no processo de corrosão da tubulação.

- a) 1×10^{-3}
- b) 6×10^{-2}
- c) 3×10^{-1}
- d) 5
- e) 20

Resolução

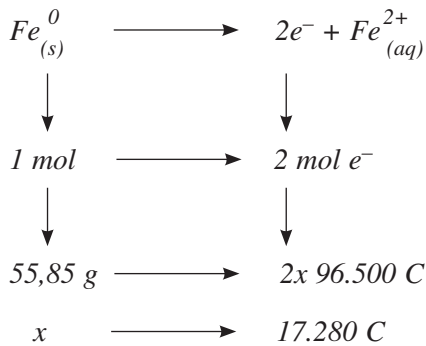
I) Cálculo da corrente de proteção na tubulação:

$$\begin{aligned} 10 \text{ mA} & \text{ ————— } 1 \text{ m}^2 \\ i & \text{ ————— } 480 \text{ m}^2 \\ i & = 4.800 \text{ mA} = 4,8 \text{ A} \end{aligned}$$

II) Cálculo da carga (Q) utilizada:

$$\begin{aligned} Q & = i \cdot t \\ Q & = 4,8 \text{ A} \cdot 3.600 \text{ s} = 17.280 \text{ C} \end{aligned}$$

III) Cálculo da massa de ferro corroída:



$$x = 5,00 \text{ g}$$

12 C

Considere um elemento galvânico formado pelos dois eletrodos (I e II), abaixo especificados e mantidos separados por uma ponte salina:

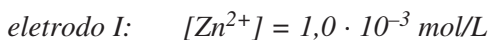
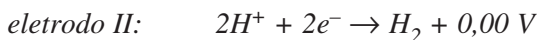
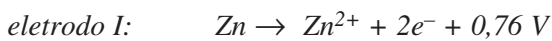
- Eletrodo I: chapa retangular de zinco metálico parcialmente mergulhada em uma solução aquosa $1,0 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$ de cloreto de zinco;
- Eletrodo II: chapa retangular de platina metálica parcialmente mergulhada em uma solução aquosa de ácido clorídrico de $\text{pH} = 2$, isenta de oxigênio e sob pressão parcial de gás hidrogênio de $0,5 \text{ atm}$.

Assinale a opção CORRETA que expressa o valor calculado aproximado, na escala do eletrodo padrão de hidrogênio (EPH), da força eletromotriz, em volt, desse elemento galvânico atuando à temperatura de 25°C , sabendo-se que $\log 2 = 0,3$ e $E^\circ_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}} = -0,76 \text{ V}$ (EPH).

- 0,54
- 0,64
- 0,74
- 0,84
- 0,94

Resolução

A equação química que ocorre entre os dois eletrodos é:



Usando a equação de Nernst:

$$\Delta E = \Delta E^0 - \frac{0,0591}{n} \cdot \log Q$$

$$\Delta E = +0,76 - \frac{0,0591}{2} \cdot \frac{[\text{Zn}^{2+}]p_{\text{H}_2}}{[\text{H}^+]^2}$$

$$\Delta E = +0,76 - \frac{0,0591}{2} \cdot \frac{1,0 \cdot 10^{-3} \cdot 0,5}{(10^{-2})^2}$$

$$\Delta E = +0,74 \text{ V}$$

13 C

300 gramas de gelo a 0°C foram adicionados a 400 gramas de água a 55°C . Assinale a opção CORRETA para a temperatura final do sistema em condição adiabática.

Dados: calor de fusão do gelo = 80 cal g^{-1} ; calor específico do gelo = $0,50 \text{ cal g}^{-1} \text{ K}^{-1}$; calor específico da água líquida = $1 \text{ cal g}^{-1} \text{ K}^{-1}$.

- -4°C
- -3°C
- 0°C
- $+3^\circ\text{C}$
- $+4^\circ\text{C}$

Resolução

Cálculo da quantidade de calor necessário para fundir 300 gramas de gelo.

$$Q = mL$$

$$Q = 300\text{g} \cdot 80 \frac{\text{cal}}{\text{g}} \quad Q = 24000 \text{ cal}$$

Cálculo da temperatura final da água, considerando que todo gelo derreteu:

$$Q = mc \Delta t$$

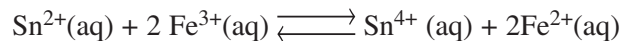
$$-24000 \text{ cal} = 400\text{g} \cdot 1 \frac{\text{cal}}{\text{g}^\circ\text{C}} (t_f - 55^\circ\text{C})$$

$$t_f = -5^\circ\text{C}$$

Concluimos que não houve a fusão total dos 300 gramas de gelo; portanto, temos gelo e água líquida numa temperatura de 0°C (gelo \rightleftharpoons água).

14 A

Assinale o valor da constante de equilíbrio, nas condições-padrão, da reação química descrita pela seguinte equação:



Dados eventualmente necessários: Potenciais de eletrodo em relação ao eletrodo padrão de hidrogênio nas condições-padrão:

$$E^\circ_{\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}} = -0,44 \text{ V}$$

$$E^\circ_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}} = -0,04 \text{ V}$$

$$E^\circ_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}} = 0,76 \text{ V}$$

$$E^\circ_{\text{Sn}^{4+}/\text{Sn}^{2+}} = 0,15 \text{ V}$$

- 10^{21}
- 10^{18}
- 10^{15}
- 10^{12}
- 10^9

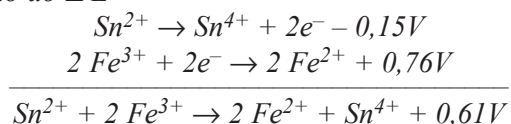
Resolução

A equação de Nernst é:

$$\Delta E = \Delta E^0 - \frac{0,0591}{n} \log Q$$

Quando $\Delta E = 0$, $Q = Kc$.

Cálculo do ΔE°



$$0 = 0,61 - \frac{0,0591}{2} \log Kc$$

$$21 = \log Kc$$

$$Kc = 10^{21}$$

15 A

Qual das opções abaixo apresenta o elemento químico que é utilizado como dopante para a confecção do semicondutor tipo-p?

- a) Boro b) Fósforo c) Enxofre
d) Arsênio e) Nitrogênio

Resolução

Silício, Si, dopado com elementos do grupo IIIA(13), tais como B, Al, Ga ou In, é denominado um semicondutor do tipo p, por serem os vazios positivos os responsáveis pela semicondutividade.

A dopagem de um cristal de silício com esses elementos produz uma estrutura cristalina na qual se encontram alguns átomos com apenas três elétrons de valência. O lugar onde o quarto elétron de valência está ausente é denominado de vazio eletrônico ou simplesmente vazio.

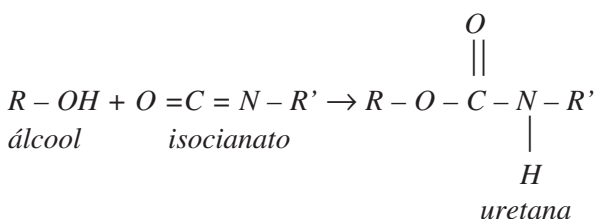
16 A

O explosivo plástico conhecido como PBX é constituído de uma parte polimérica, normalmente um poliuretano. A formação do poliuretano é atribuída à reação entre um poliol com

- a) um isocianato.
b) uma amina.
c) uma anilina.
d) uma estearina.
e) uma oleína.

Resolução

Uma uretana é produzida quando o álcool reage com um isocianato.



Como o explosivo PBX é constituído de uma parte polimérica (poliuretano) temos:



17 D

Assinale a opção que contém o polímero que, por ser termoplástico e transparente, pode ser empregado na fabricação de pára-brisas de aeronaves.

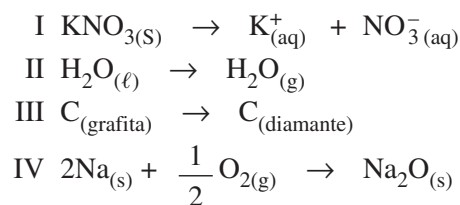
- a) polietileno
b) polipropileno
c) poli (tetrafluoroetileno)
d) policarbonato
e) poli (álcool vinílico)

Resolução

Um policarbonato é um polímero de alta força de impacto, termoplástico e transparente, tornando-se útil na fabricação de capacetes de segurança para ciclistas, caixas de laptop, artigos moldados e na fabricação de pára-brisa de aeronaves.

18 E

Considere que os quatro processos químicos, descritos a seguir nos itens I a IV, são realizados isobárica e isotermicamente:



Qual das opções abaixo contém os processos químicos cuja variação de energia interna é nula?

- a) Apenas I e II
b) Apenas I, II e III
c) Apenas II e III
d) Apenas III e IV
e) Nenhum processo

Resolução

Em todos os quatro processos, a energia interna inicial é diferente da energia interna final, portanto a variação de energia interna é diferente de zero.

19 D

Assinale a opção ERRADA que apresenta (em KJ/mol) a entalpia padrão de formação (ΔH_f) da substância a 25 °C.

- a) $\Delta H_f (H_2(g)) = 0$
b) $\Delta H_f (F_2(g)) = 0$
c) $\Delta H_f (N_2(g)) = 0$

d) $\Delta H_f(\text{Br}_2(\text{g})) = 0$

e) $\Delta H_f(\text{Cl}_2(\text{g})) = 0$

Resolução

Substâncias simples na forma alotrópica mais estável, a 25 °C, apresentam entalpia padrão de formação igual a zero.

O Br_2 a 25 °C encontra-se no estado líquido e, portanto, $\Delta H_f(\text{Br}_2(\text{g}))$ é diferente de zero.

20  **A**

Qual das substâncias abaixo não é empregada na fabricação da pólvora negra?

- a) trinitrotolueno
- b) enxofre
- c) carvão
- d) nitrato de sódio
- e) nitrato de potássio

Resolução

Pólvora negra é formada por carvão, enxofre e salitre (nitrato de sódio e nitrato de potássio).

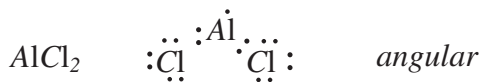
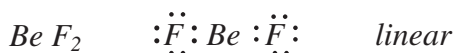
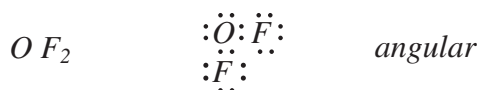
21 

Considere as seguintes moléculas no estado gasoso: OF_2 , BeF_2 , AlCl_2 e AlS_2 .

- a) Dê as estruturas de Lewis e as geometrias moleculares de cada uma das moléculas.
- b) Indique as moléculas que devem apresentar caráter polar.

Resolução

a) As estruturas de Lewis e as geometrias moleculares das moléculas:



b) As moléculas angulares OF_2 e AlCl_2 apresentam caráter polar.

22 

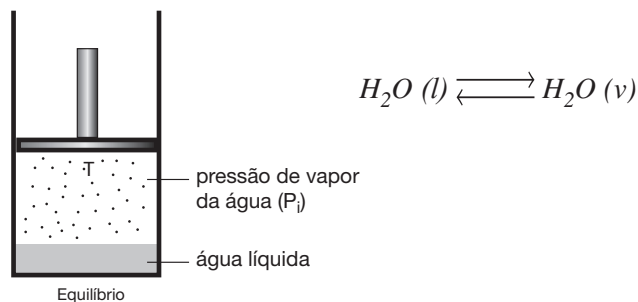
Um cilindro provido de pistão móvel, que se desloca sem atrito e cuja massa é desprezível, foi parcialmente preenchido com água líquida. Considere que o sistema

atinge o equilíbrio químico à temperatura T e pressão P_i . Num dado momento, o sistema é perturbado por uma elevação brusca do pistão, atingindo novo equilíbrio a uma pressão P_f e à mesma temperatura T . Considere que água líquida permanece no sistema durante todo o processo.

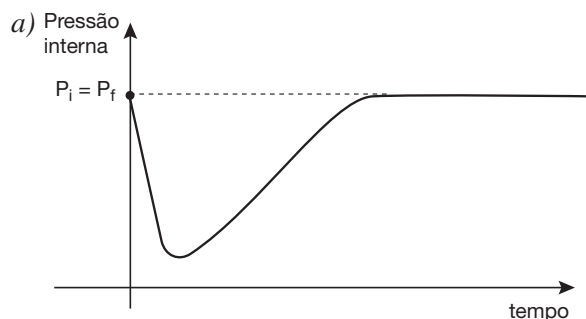
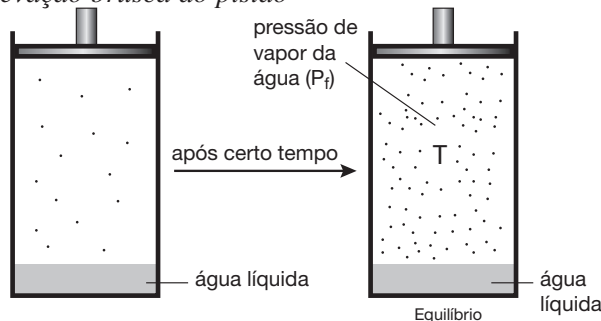
- a) Esboce um gráfico da pressão interna no interior do cilindro versus tempo considerando o intervalo de tempo compreendido entre os dois equilíbrios químicos. Indique no gráfico as pressões P_i e P_f .
- b) A pressão final, P_f , será maior, menor ou igual à pressão inicial, P_i ? Justifique.

Resolução

Situação inicial no equilíbrio:

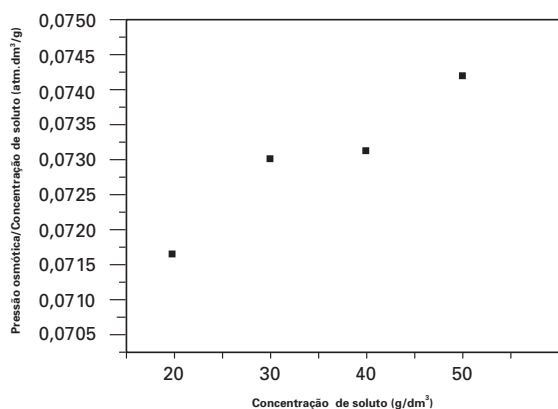


Elevação brusca do pistão

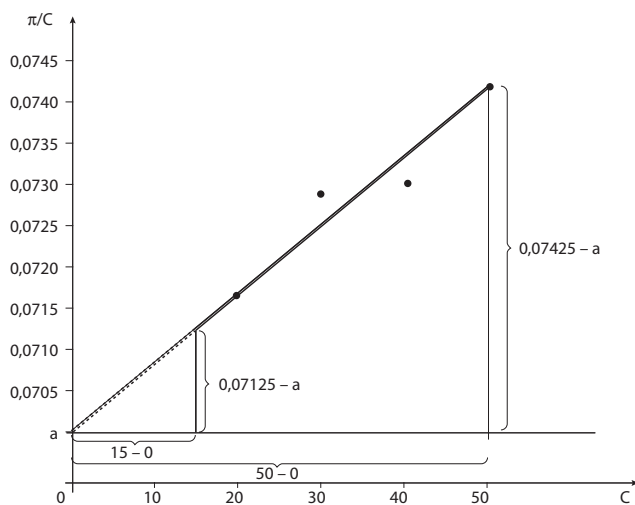


b) Logo após a elevação brusca do pistão (aumento do volume do recipiente contendo vapor d'água) ocorrerá diminuição de pressão de vapor da água. Como a temperatura do sistema é mantida constante e a pressão de vapor de um líquido só depende da temperatura, a tendência do sistema é atingir novamente o equilíbrio com a evaporação de água líquida para atingir a pressão P_f que será igual à pressão P_i .

A equação $\Pi = \frac{RT}{M}C + bC^2$ é uma expressão semi-empírica utilizada para a determinação de massas molares de solutos, M , presentes em soluções reais. Nesta fórmula, Π é a pressão osmótica, em atm; C , a concentração de soluto, em g/dm^3 ; R , a constante universal dos gases; T , a temperatura da solução e b , uma constante. O gráfico abaixo mostra valores experimentais de Π/C versus C para uma solução aquosa a 20°C de um soluto desconhecido. Determine o coeficiente linear do gráfico e, com esse valor, determine a massa molar do soluto.



Resolução



- Cálculo do coeficiente linear considerando reta média.

Por semelhança de triângulos, do gráfico:

$$\frac{50 - 0}{15 - 0} = \frac{0,07425 - a}{0,07125 - a}$$

$$a = 0,07$$

- Cálculo da massa molar

$$\pi = \frac{R \cdot T}{M} \cdot C + b \cdot C^2$$

$$\frac{\pi}{C} = \frac{R \cdot T}{M} + \frac{b}{C} \cdot C$$

$$y = a + b \cdot x$$

↙ coeficiente linear

$$0,07 \frac{\text{atm} \cdot \text{dm}^3}{\text{g}} = \frac{8,21 \cdot 10^{-2} \text{ atm L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 293 \text{ K}}{M}$$

$$M = 343,65 \text{ g/mol}$$

24

Em um laboratório, a 20°C e utilizando um sistema adequado, $\text{H}_2(\text{g})$ foi obtido através da reação entre uma amostra de uma liga de 0,3 g de magnésio e um litro de uma solução aquosa $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ em HCl. Um manômetro indicou que a pressão no interior do recipiente que contém o $\text{H}_2(\text{g})$ era de 756,7 Torr. Sabendo-se que a pressão de vapor d'água a 20°C é 17,54 Torr e o volume de $\text{H}_2(\text{g})$ obtido foi 0,200 L, determine a pureza da amostra da liga de magnésio (massa de magnésio x 100/massa total da amostra), considerando que somente o magnésio reaja com o HCl.

Resolução

- * cálculo da pressão do H_2 :

$$P_T = p_{\text{H}_2} + p_{\text{H}_2\text{O}}$$

$$756,70 \text{ Torr} = p_{\text{H}_2} + 17,54 \text{ Torr}$$

$$p_{\text{H}_2} = 739,16 \text{ torr}$$

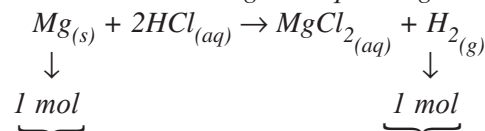
- * cálculo da quantidade de matéria, em mols, de H_2 :

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

$$739,16 \text{ Torr} \cdot 0,200 \text{ L} = n \cdot 62,4 \text{ Torr} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 293 \text{ K}$$

$$n \cong 0,0081 \text{ mol}$$

- * cálculo da massa de magnésio que reagiu:



$$\begin{array}{ccc} 24,31 \text{ g} & \text{-----} & \text{1 mol} \\ y \text{ g} & \text{-----} & 0,00811 \text{ mol} \end{array}$$

$$y \cong 0,2g$$

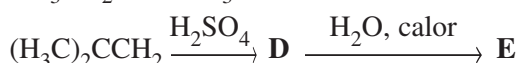
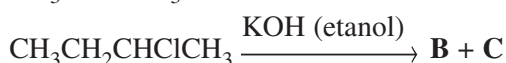
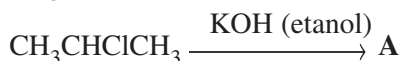
* cálculo da pureza da amostra de magnésio:

$$\frac{0,3}{0,2g} \frac{100\%}{z\%}$$

$$z \cong 66,67\%$$

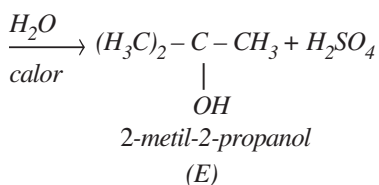
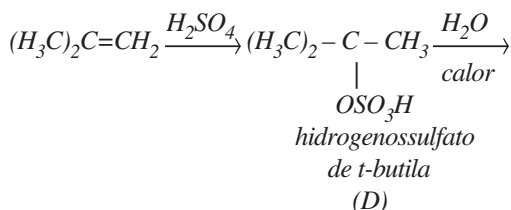
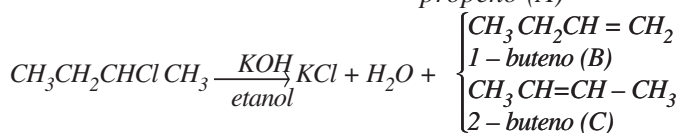
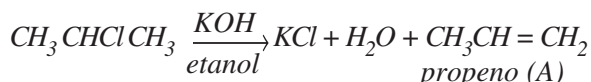
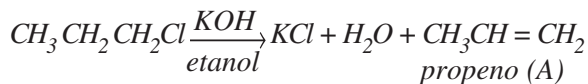
25

Apresente as respectivas fórmulas químicas estruturais das espécies químicas (A, B, C, D, E) presentes nas seguintes equações químicas:



Resolução

Temos as seguintes reações



26

Dois cilindros (I e II) são providos de pistões, cujas massas são desprezíveis e se deslocam sem atrito. Um mol de um gás ideal é confinado em cada um dos cilindros I e II. São realizados, posteriormente, dois tipos de expansão, descritos a seguir:

a) No cilindro I, é realizada uma expansão isotérmica à temperatura T, de um volume V até um volume 2V, contra uma pressão externa constante P.

b) No cilindro II, é realizada uma expansão adiabática, de um volume V até um volume 2V, contra uma pressão externa constante P.

Determine os módulos das seguintes grandezas: variação da energia interna, calor trocado e trabalho realizado para os dois tipos de expansão.

Resolução

Cilindro I \Rightarrow Expansão Isotérmica

Processo Isotérmico $\Rightarrow \Delta U = 0$

Trabalho é calculado pela expressão:

$$W = \int p dV \quad e \quad p = \frac{nRT}{V} \quad \text{logo,}$$

$$W = \int_V^{2V} nRT \cdot \frac{dV}{V} \Rightarrow W = nRT \ln \left(\frac{2V}{V} \right)$$

$$W = nRT \ln 2$$

Utilizando a primeira lei da termodinâmica:

$$\Delta U = Q + W \Rightarrow Q = -W \Rightarrow Q = -nRT \ln 2$$

$$|Q| = nRT \ln 2$$

Cilindro II: Expansão Adiabática $\Rightarrow Q = 0$

Cálculo do ΔU :

$$\text{Gás ideal} \Rightarrow \Delta U = \frac{3}{2} nR\Delta T \quad \text{ou} \quad \Delta U = \frac{3}{2} \Delta PV$$

$$\text{Logo: } \Delta U = \frac{3}{2} P \cdot (2V - V) \Rightarrow \Delta U = \frac{3}{2} PV$$

Utilizando a 1ª lei da termodinâmica:

$$\Delta U = Q + W \Rightarrow \Delta U = W \Rightarrow W = \frac{3}{2} PV$$

27

Uma chapa de ferro é colocada dentro de um reservatório contendo solução aquosa de ácido clorídrico. Após um certo tempo observa-se a dissolução do ferro e formação de bolhas gasosas sobre a superfície metálica. Uma bolha gasosa, de massa constante e perfeitamente esférica, é formada sobre a superfície do metal a 2,0 metros de profundidade. Calcule:

a) o volume máximo dessa bolha de gás que se expandiu até atingir a superfície do líquido, admitindo-se que a temperatura é mantida constante e igual a 25 °C e que a base do reservatório está posicionada ao nível do mar.

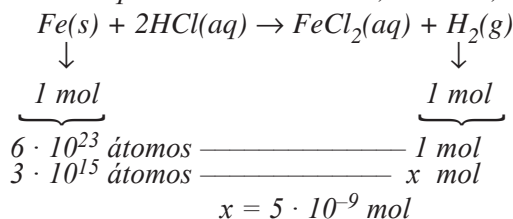
b) a massa de gás contida no volume em expansão da bolha.

Sabe-se que no processo corrosivo que originou a formação da bolha de gás foram consumidos $3,0 \times 10^{15}$ átomos de ferro.

Dado: massa específica da solução aquosa de HCl é igual a 1020 kg m^{-3} na temperatura de 25°C .

Resolução

* cálculo da quantidade de matéria, em mols, de H_2 .



a) O enunciado pode dar margem a duas interpretações diferentes:

1ª – Cálculo do volume final da bolha de H_2 (volume máximo):

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

$$1 \text{ atm} \cdot V = 5 \cdot 10^{-9} \text{ mol} \cdot 8,21 \cdot 10^{-2} \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 298 \text{ K}$$

$$V \cong 1,22 \cdot 10^{-7} \text{ L}$$

2ª – Cálculo da expansão da bolha de H_2 :

$$\Delta V = V_{\text{final}} - V_{\text{inicial}}$$

Para calcularmos o volume inicial, necessitamos determinar a pressão exercida a 2m de profundidade, na solução:

$$P = P_{\text{atm}} + P_{\text{solução}}$$

A pressão da coluna de líquido é dada por $\mu \cdot g \cdot h$

$$P_{\text{solução}} = 1020 \cdot 9,81 \cdot 2 \rightarrow 20012 \text{ Nm}^{-2}$$

$$P_{\text{solução}} = \frac{20012}{101325} \rightarrow 0,197 \text{ atm} \cong 0,2 \text{ atm}$$

$$\text{Portanto: } P = 1 \text{ atm} + 0,2 \text{ atm} = 1,2 \text{ atm}$$

– cálculo do volume inicial da bolha:

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

$$1,2 \text{ atm} \cdot V = 5 \cdot 10^{-9} \text{ mol} \cdot 8,21 \cdot 10^{-2} \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 298 \text{ K}$$

$$V \cong 1,02 \cdot 10^{-7} \text{ L}$$

Assim temos:

$$\Delta V \cong 1,22 \cdot 10^{-7} \text{ L} - 1,02 \cdot 10^{-7} \text{ L}$$

$$\Delta V = 2 \cdot 10^{-8} \text{ L}$$

$$\text{b) } 1^\text{a} - 1 \text{ mol de } \text{H}_2 \text{ ---} 2,02 \text{ g} \\ 5 \cdot 10^{-9} \text{ mol de } \text{H}_2 \text{ ---} y \text{ g} \\ y \cong 1,01 \cdot 10^{-8} \text{ g}$$

2ª – Densidade do gás na bolha na superfície:

$$d = \frac{1,01 \cdot 10^{-8} \text{ g}}{1,22 \cdot 10^{-7} \text{ L}} = 0,083 \text{ g/L}$$

Massa no volume expandido:

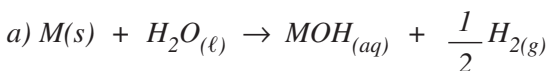
$$m = \Delta V \cdot d = 2 \cdot 10^{-8} \text{ L} \cdot 0,083 \text{ g/L} = 1,66 \cdot 10^{-9} \text{ g}$$

28

Suponha que um pesquisador tenha descoberto um novo elemento químico, M, de número atômico 119, estável, a partir da sua separação de um sal de carbonato. Após diversos experimentos foi observado que o elemento químico M apresentava um comportamento químico semelhante aos elementos que constituem a sua família (grupo).

- Escreva a equação balanceada da reação entre o elemento M em estado sólido com a água (se ocorrer).
- O carbonato do elemento M seria solúvel em água? Justifique a sua resposta.

Resolução



O elemento M de número atômico 119 deve pertencer ao grupo 1 (IA) da tabela periódica, portanto seu comportamento é semelhante ao dos metais alcalinos.

- Sim, porque apresentando comportamento semelhante aos metais alcalinos, seus sais são sempre solúveis.

29

Durante a realização de um estudo de corrosão, foi montado um sistema constituído por um elemento galvânico com as seguintes características:

- Ânodo de ferro e cátodo de platina;
- Área de exposição ao meio corrosivo de ambos os eletrodos igual a $100,0 \text{ cm}^2$;
- Circuito eletrolítico mantido por ponte salina;
- Eletrodos interconectados por fio de cobre;
- Eletrólito formado por solução aquosa ácida, livre de oxigênio atmosférico.

Considerando que ocorre perda de massa do eletrodo de ferro, calcule a corrente de corrosão (em ampère) equivalente ao fluxo de elétrons no sistema, decorrente do processo de dissolução metálica, se esse metal apresentar uma taxa de corrosão uniforme de 350 mdd .

$$\text{Dado: } \text{mdd} = \frac{\text{mg}}{\text{dm}^2 \cdot \text{dia}} \quad (\text{miligrama por decímetro quadrado por dia, de ferro metálico corroído})$$

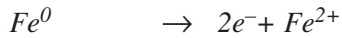
Resolução

– Cálculo da massa de ferro corroída em 1 dia

taxa de corrosão: $350 \text{ mg de Fe} \text{ --- } 1 \text{ dm}^2 \text{ como } 1 \text{ dm}^2 = 100 \text{ cm}^2$, e a área de exposição é de 100 cm^2 , então

$$\boxed{M_{\text{Fe}} = 350 \text{ mg}}$$

– Cálculo da carga elétrica



$$55,85 \text{ g} \quad \text{---} \quad 2 \cdot 9,65 \cdot 10^4 \text{ C}$$

$$350 \cdot 10^{-3} \quad \text{---} \quad Q$$

$$Q = 1209,5 \text{ C}$$

– Cálculo da corrente

$$Q = i \cdot t$$

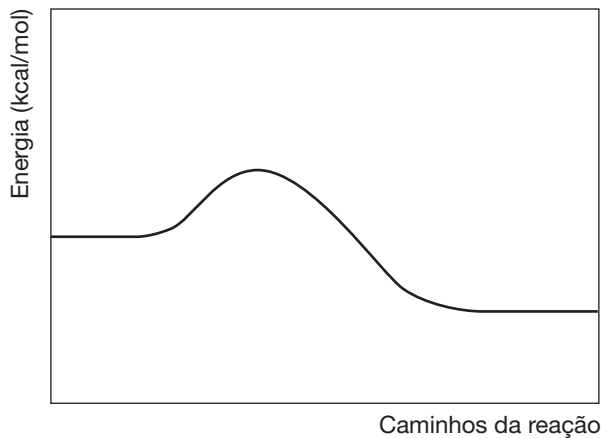
$$1209,5 = i \cdot 86400$$

$$i = 0,014 \text{ A}$$

30

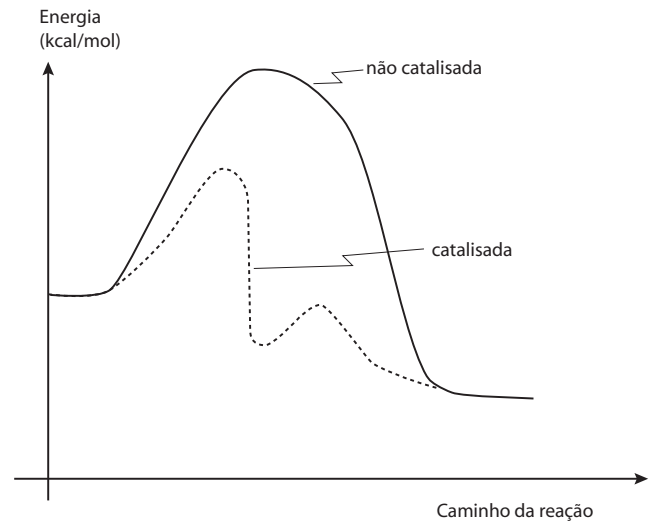


A reação de combustão $2SO_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2SO_3(g)$ é lenta e pode ser representada pela figura abaixo:



Esta mesma reação pode ser catalisada pelo $NO_2(g)$ em duas etapas, sendo que a primeira é bem mais lenta que a segunda. Numa mesma figura, esboce o perfil da curva da reação não-catalisada e da reação catalisada pelo $NO_2(g)$.

Resolução



A reação catalisada apresenta menor energia de ativação que a não catalisada.

Na reação catalisada, como a 1ª etapa é bem mais lenta que a 2ª etapa, a energia de ativação da 1ª etapa é maior que da 2ª etapa.