

CONSTANTES

Constante de Avogadro = $6,02 \times 10^{23} \cdot \text{mol}^{-1}$

Constante de Faraday (F) = $9,65 \times 10^4 \text{ C mol}^{-1} = 9,65 \times 10^4 \text{ A s mol}^{-1} = 9,65 \times 10^4 \text{ J V}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

Volume molar de gás ideal = 22,4 L (CNTP)

Carga elementar = $1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$

Constante dos gases (R) = $8,21 \times 10^{-2} \text{ atmLK}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 8,31 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

= $62,4 \text{ mmHg LK}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 1,98 \text{ cal K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

Constante gravitacional (g) = $9,81 \text{ m/s}^2$

DEFINIÇÕES

Pressão = 1 atm = 760 mmHg = $101325 \text{ N/m}^2 = 760 \text{ Torr}$
 $1 \text{ N} = 1 \text{ kgm/s}^2$

Condições normais de temperatura e pressão (CNTP) :
 0°C e 760 mmHg

Condições ambientes: 25°C e 1 atm.

Condições-padrão: 25°C , 1 atm, concentração das soluções: 1 mol/L (rigorosamente: atividade unitária das espécies), sólido com estrutura cristalina mais estável nas condições de pressão e temperatura em questão.

(s) ou (c) = sólido cristalino; (l) ou (ℓ) = líquido; (g) = gás;

(aq) = aquoso; (graf) = grafite; (CM) = circuito metálico;

(conc) = concentrado; (ua) = unidades arbitrárias; [A] = concentração da espécie química A em mol/L.

Elemento Químico	Número Atômico	Massa Molar (g/mol)	Elemento Químico	Número Atômico	Massa Molar (g/mol)
H	1	1,01	C ℓ	17	35,45
Be	4	9,01	K	19	39,10
B	5	10,81	Ca	20	40,08
C	6	12,01	Fe	26	55,85
N	7	14,01	Cu	29	63,55
O	8	16,00	Zn	30	65,39
F	9	19,00	As	33	74,92
Na	11	22,99	Br	35	79,91
Mg	12	24,31	Ag	47	107,87
Al	13	26,98	Cd	48	112,41
P	15	30,97	Sn	50	118,71
S	16	32,06	I	53	126,90
			Pt	78	195,08

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



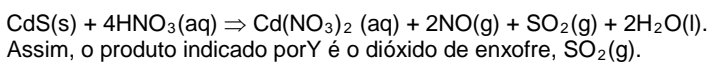
Pode-se afirmar que, na equação química não balanceada, a espécie Y é:

- a) $\text{Cd}(\text{HSO}_4)$ b) CdSO_4 c) SO_3 d) SO_2 e) S

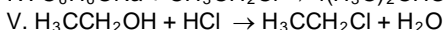
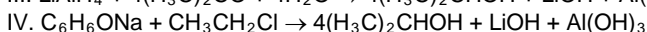
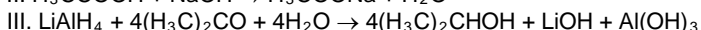
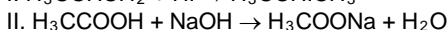
Solução: Alternativa D

A reação de óxido-redução apresenta a redução do nitrogênio do ácido nítrico e a oxidação do enxofre do sulfeto de cádmio.

O balanceamento correto da equação é:



02. Considere as reações químicas representadas pelas equações abaixo:

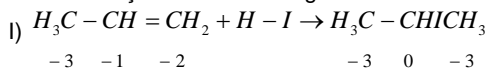


Assinale a opção que apresenta as equações químicas que configuram reações de óxido-redução.

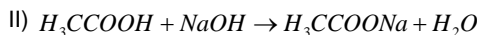
- a) Apenas I e II b) Apenas I e III
 c) Apenas II e IV d) Apenas III e IV e) Apenas V

Solução: Alternativa B

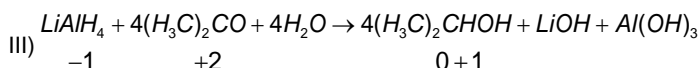
Para verificar se a reação é de óxido-redução, deve-se analisar se houve variação no NOX de algum elemento.



Nessa reação de eliminação, **houve mudança de NOX** dos carbonos 1 e 2.



Neste caso **não houve variação de NOX**, pois o carbono 1 permanece com NOX=3 e o carbono 2 com NOX=-3. Trata-se de uma simples hidrólise alcalina.



Esta é **uma reação de redução de cetona** a álcool secundário. O hidreto (NOX=-1) foi oxidado assumindo o NOX=+1, enquanto o carbono da carbonila diminuiu seu NOX de +2 para zero. Portanto, houve reação de óxido-redução.

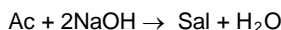
As equações **IV e V são reações de substituição simples** em que não há variação de NOX de qualquer elemento, assim, **apenas I e III são reações de óxido-redução**.

03. Uma amostra de ácido dicarboxílico com 0,104g 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?

- a) $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$ b) $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_4$ c) $\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_4$ d) $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_4$ e) $\text{C}_5\text{H}_8\text{O}_4$

Solução: Alternativa B

Como o ácido possui dois hidrogênio ionizáveis e o hidróxido de sódio é uma monobase, a reação de neutralização do ácido dicarboxílico por NaOH é dada por:



Foram gastos 20 cm³ (20 mL) de uma solução 0,1 mol.L⁻¹ da solução de NaOH. Essa quantidade corresponde a 0,002 mols de base, pois:

$$\text{Molaridade} = \text{No. Mols} / \text{Volume}$$

$$\text{N. mols} = 0,1 \text{ mol.L}^{-1} \times 0,02 \text{ L} = 0,002 \text{ mols de base}$$

Pela proporção estequiométrica, podemos observar que o número de mols de ácido será a metade do número de mols de base. Assim, deduzimos que o número de mols de ácido é igual a 0,001 mols.

Usando:

$$\text{No. mols} = \text{massa} / \text{massa molar}$$

$$0,001 \text{ mols} = 0,104 \text{ gramas} / \text{massa molar}$$

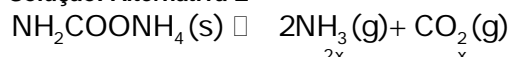
$$\text{Massa molar} = 104 \text{ gramas}$$

Que corresponde a fórmula $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_4$

04. Carbamato de amônio sólido ($\text{NH}_2\text{COONH}_4$) decompõe-se em amônia e dióxido de carbono, ambos gasosos. Considere que uma amostra de carbamato de amônio sólido esteja em equilíbrio químico com $\text{CO}_2(g)$ e $\text{NH}_3(g)$ na temperatura de 50°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) $4/27 P^3$

Solução: Alternativa E



As pressões parciais de amônia e dióxido de carbono no equilíbrio

$$\text{serão } \frac{2P}{3} \text{ e } \frac{P}{3}, \text{ onde P é a pressão total do sistema, porque } 2x+x=P.$$

$$K_p = p^2\text{NH}_3 \times p\text{CO}_2$$

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

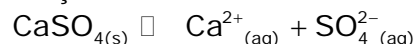
05. Considere cinco frascos contendo, cada um, uma solução aquosa saturada de sulfato de cálcio em equilíbrio químico com seu corpo de fundo. A cada um dos cinco frascos é adicionada uma solução aquosa saturada, sem corpo de fundo, de um dos seguintes sais, respectivamente:

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

Solução: Alternativa C



$$K_{ps} = [\text{Ca}^{2+}] \cdot [\text{SO}_4^{2-}]$$

Em I, as concentrações molares $[\text{Ca}^{2+}]$ e $[\text{SO}_4^{2-}]$ não são

alteradas, uma vez que a solução adicionada é saturada. Nada ocorre em IV e V, uma vez que não houve adição de íon comum.

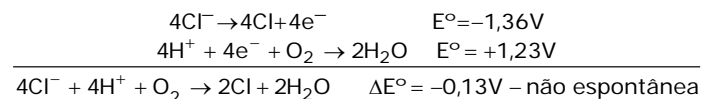
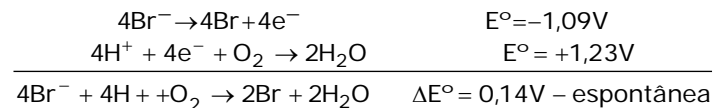
Em II e III ocorre precipitação de mais CaSO_4 , pois foram adicionados os íons comuns Ca^{2+} e SO_4^{2-} , respectivamente.

06. 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) $2 \text{Cl}^-(\text{aq}) + 2\text{H}^+(\text{aq}) + 1/2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\ell) + \text{Cl}_2(\text{g})$
b) $4 \text{Br}^-(\text{aq}) + \text{O}_2(\text{g}) + 4\text{H}^+(\text{aq}) \rightarrow 2 \text{Br}_2(\ell) + 2 \text{H}_2\text{O}(\ell)$
c) $\text{Cl}^-(\text{aq}) + 3/2 \text{O}_2(\text{g}) + \text{H}^+(\text{aq}) \rightarrow \text{HCO}_3^-(\text{aq})$
d) $2 \text{Br}^-(\text{aq}) + 2\text{H}^+(\text{aq}) \rightarrow \text{Br}_2(\ell) + \text{H}_2(\text{g})$
e) $2 \text{Cl}^-(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\ell) + 1/2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{HO}^-(\text{aq}) + \text{Cl}_2(\text{g})$

Solução: Alternativa B

No frasco resultante da mistura entre as duas soluções, os ânions Cl^- e Br^- se fazem presentes. Todavia, como o cloro é um elemento mais eletronegativo que o Bromo, temos que seu potencial de oxidação tende a ser menor. Desta forma para que o cloro sofra oxidação, o brometo deverá tê-lo sofrido anteriormente. Em (termos) do potenciais, temos:



07. Assinale a opção CORRETA que corresponde à variação da concentração de íons Ag^+ provocada pela adição, a 25°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: $K_{PS\text{AgBr}(298\text{K})} = 5,3 \times 10^{-13}$.

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

Solução: Alternativa D

Na solução aquosa saturada de AgBr , a concentração dos íons é dada por:

$$K_{PS\text{AgBr}} = 5,3 \cdot 10^{-13} = [\text{Ag}^+]_{\text{eq1}} \cdot [\text{Br}^-]_{\text{eq1}}$$

Como a solução foi formada pela dissolução do sal no solvente puro, $[\text{Ag}^+]_{\text{eq1}} = [\text{Br}^-]_{\text{eq1}}$

Então: $[\text{Ag}^+]_{\text{eq1}} = [\text{Br}^-]_{\text{eq1}} = K_{PS\text{AgBr}}^{1/2} = \sqrt{53 \cdot 10^{-7}} \text{ M}$ para 1 litro de solução.

A adição da solução de NaBr aumenta o volume total de solução para 2 litros. O quadro a seguir apresenta as informações.

n	$\text{AgBr}(s) \rightleftharpoons$	$\text{Ag}^+(\text{aq}) +$	$\text{Br}^-(\text{aq})$
Início	N	$K_{PS\text{AgBr}}^{1/2}$	$K_{PS\text{AgBr}}^{1/2} + 0,02$
Reage	+x	-x	-x
Equilíbrio 2	$N+x$	$K_{PS\text{AgBr}}^{1/2} - x$	$K_{PS\text{AgBr}}^{1/2} + 0,02 - x$

No equilíbrio 2, vale a relação:

$$K_{PS\text{AgBr}} = 5,3 \cdot 10^{-13} = [\text{Ag}^+]_{\text{eq2}} \cdot [\text{Br}^-]_{\text{eq2}}$$

Assim,

$$K_{PS\text{AgBr}} = 5,3 \cdot 10^{-13} = \left(\frac{K_{PS\text{AgBr}}^{1/2} - x}{2}\right) \left(\frac{K_{PS\text{AgBr}}^{1/2} + 0,02 - x}{2}\right)$$

$$5,3 \cdot 10^{-13} = \left(\frac{\sqrt{5,3 \cdot 10^{-13}} - x}{2}\right) \left(\frac{\sqrt{5,3 \cdot 10^{-13}} + 0,02 - x}{2}\right)$$

$$5,3 \cdot 10^{-13} = \left(\frac{\sqrt{53 \cdot 10^{-7}} - x}{2}\right) \left(\frac{\sqrt{53 \cdot 10^{-7}} - x + 0,02}{2}\right)$$

$$\text{Fazendo } \left(\frac{\sqrt{53 \cdot 10^{-7}} - x}{2}\right) = y, \text{ tem-se: } 5,3 \cdot 10^{-13} = y^2 + 0,01 \cdot y$$

Considerando, $y \ll 0,01$ e resolvendo a equação, encontra-se:

$$y = [\text{Ag}^+]_{\text{eq2}} = 5,3 \cdot 10^{-11}$$

A variação da concentração de prata é dada por:

$$[\text{Ag}^+]_{\text{eq2}} - [\text{Ag}^+]_{\text{eq1}} = -\sqrt{53 \cdot 10^{-7}} \text{ M} \approx -7 \cdot 10^{-7} \text{ M}$$

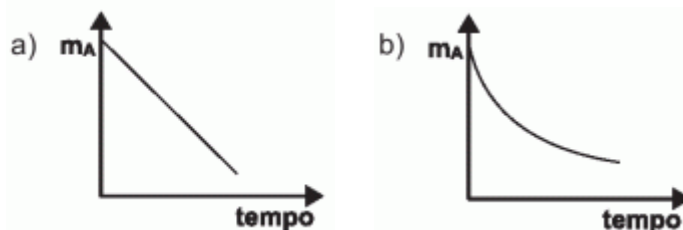
08. O processo físico de transformação do milho em pipoca pode ser um exemplo de reação química. Se for assim entendido, qual é a ordem dessa reação, considerando um rendimento do processo de 100%?

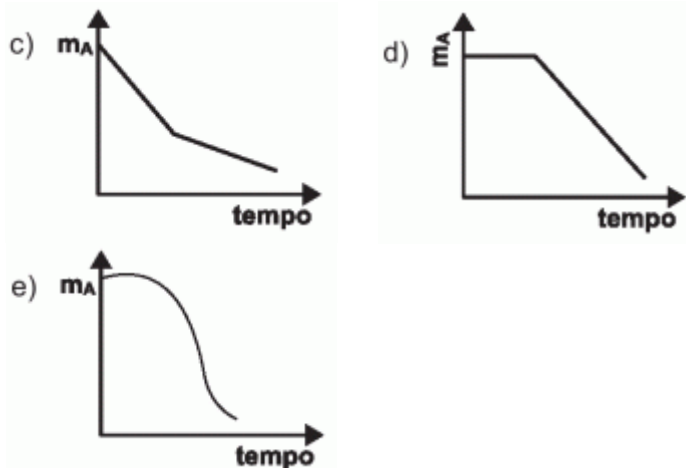
- a) zero b) um c) dois d) três e) pseudozero

Solução: Alternativa B

Considerando que na formação da pipoca a partir do milho ocorre uma transformação na qual a quantidade de pipoca gerada é tanto maior quanto maior for o número de grãos do milho, podemos fazer uma analogia com uma reação química cuja velocidade é maior quanto maior a concentração/pressão parcial dos reagentes. Desta maneira, em $t = 0$, temos uma velocidade máxima e esta velocidade diminui ao longo do tempo com a diminuição do número de grãos de milho. Além disso, a transformação que ocorre não depende dos choques entre uma partícula de milho e outra (como seria um típico mecanismo de uma reação de uma ordem superior). Portanto, pode-se fazer uma analogia entre a transformação de milho em pipoca com uma reação cuja cinética seja de 1ª. ordem.

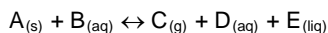
09. A reação hipotética $\text{A}(s) + \text{B}(aq) \rightarrow \text{C}(g) + \text{D}(aq) + \text{E}(liq)$ é autocatalisada por $\text{C}(g)$. Considerando que essa reação ocorre em sistema fechado, volume constante e sob atmosfera inerte, assinale a opção que apresenta a curva que melhor representa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





Solução: Alternativa E

Conforme dados do enunciado, o sistema é fechado com volume constante. A reação em questão é:



Como o enunciado informa que a reação é autocatalisada pela espécie $C_{(g)}$, concluímos que a velocidade inicial da decomposição de $A_{(sólido)}$ é relativamente pequena. Conforme a reação se processa, temos a formação do catalisador (e produto) $C_{(g)}$. A velocidade de decomposição de $A_{(s)}$ aumenta rapidamente pela presença do catalisador. Porém, como a reação é reversível, próximo ao equilíbrio temos que a velocidade de decomposição da espécie $A_{(s)}$ começa a se igualar com a velocidade da formação de $A_{(s)}$. (produtos formando novamente os reagentes), conseqüentemente, a massa da espécie $A_{(s)}$ tende a ficar constante.

10. 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

Solução: Alternativa D

I - A temperatura de equilíbrio será dada por

$$\theta = \frac{C_1\theta_1 + C_2\theta_2}{C_1 + C_2}$$

Onde C_1 e C_2 são as capacidades térmicas dos dois líquidos e θ_1 e

θ_2 as suas temperaturas iniciais.

II - Em solução ideais, volumes são aditivos.

III - A pressão de vapor de solução ideal será dada por

$$p = p_1x_1 + p_2x_2$$

onde p_1 e p_2 são as pressões de vapor dos líquidos puros e x_1 e x_2 as respectivas frações molares. Como p_1x_1 e p_2x_2 são as pressões parciais de vapor da solução, III é verdadeira.

11. Uma tubulação de aço enterrada em solo de baixa resistividade elétrica é protegida catodicamente 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 m²;
- II. Densidade de corrente de proteção: 10 mA/m²

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 $Fe^{2+}(aq)$. 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

Solução: Alternativa D



Corrente de proteção:

$$\frac{10mA}{m^2} \times 480m^2 = 4800mA = 4,80A \text{ em } 1h.$$

Ou seja: $Q = 4,80 \times 3600s = 17280 C$

Para o ferro:

$$96500C \times 2 \text{ _____ } 56g \text{ de Fe corroídos}$$

$$17280C \text{ _____ } m$$

$$m = 5,01g$$

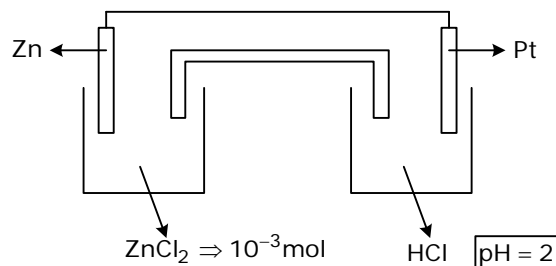
12. Considere um elemento galvânico formado pelos dois eletrodos (I e II), abaixo especificados e mantidos separados por uma ponte salina:

- Eletrodo I: chapa retangular de zinco metálico parcialmente mergulhada em uma solução aquosa $1,0 \times 10^{-3}mol$ de cloreto de zinco;
- Eletrodo II: chapa retangular de platina metálica parcialmente mergulhada em uma solução aquosa de ácido clorídrico de pH = 2, isenta de oxigênio e sob pressão parcial de gás hidrogênio de 0,5 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 $E^{\circ}_{Zn^{2+}/Zn} = -0,76V$ (EPH).

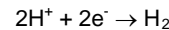
- a) 0,54
- b) 0,64
- c) 0,74
- d) 0,84
- e) 0,94

Solução: Alternativa C

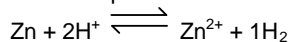


$$E^{\circ}_H = 0,00V$$

$$E^{\circ}_{Zn^{2+}/Zn} = -0,76V$$



Zn doa e⁻ para o H



$$\Delta E = \Delta E - \frac{0,059}{2} \log \frac{[H_2][Zn^{2+}]}{[H^+]^2}$$

$$\Delta E = 0,76 - \frac{0,059}{2} \log \frac{[H_2]10^{-3}}{[10^{-2}]^2}$$

$$\Delta E = 0,76 - 0,0295 \cdot 1 - 0,0295 \cdot \log[H_2]$$

$$\Delta E = 0,73 - 0,0295 \log [H_2] \rightarrow \Delta E = 0,73 - 0,0295 \log \frac{1}{2}$$

$$\Delta E = 0,73 - 0,0295 \log 2^{-1} \rightarrow \Delta E = 0,73 + 0,0295 \log 2$$

$$\Delta E = 0,74$$

13. 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 cal g⁻¹ K⁻¹; calor específico da água líquida = 1 cal g⁻¹ K⁻¹.

- a) -4°C b) -3°C c) 0°C d) $+3^{\circ}\text{C}$ e) $+4^{\circ}\text{C}$

Solução: Alternativa C

A quantidade de calor necessária à fusão de todo o gelo é dada por:

$$Q_1 = m_G \cdot L = 300.80 = 24000 \text{ cal}$$

Já o calor liberado pelos 400g de água a 55°C para baixar a 0°C é dado por:

$$Q_2 = m.c.\Delta T = 400.1.(0 - 55) = -22000 \text{ cal}$$

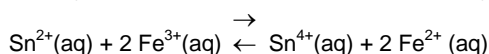
Como a quantidade de calor liberado (Q_2) é menor que a quantidade necessária à fusão do gelo (Q_1), no equilíbrio, coexistirão gelo e água a 0°C .

A quantidade de gelo restante pode ser calculada por:

$$Q_{\text{ÁGUA}} + Q_{\text{FUSÃO}} = 0 \Rightarrow m_A \cdot c_A \cdot (T_{\text{EQ}} - T_{0,A}) + \Delta m_G \cdot L = 0 \Rightarrow$$

$$400 \cdot 1 \cdot (0 - 55) + \Delta m_G \cdot 80 = 0 \Rightarrow \Delta m_G = 275 \text{ g. Logo, a massa de gelo restante é } m_G' = 25 \text{ g.}$$

14. 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:

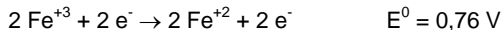
$$E^{\circ}_{\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}} = -0,44 \text{ V}; \quad E^{\circ}_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}} = -0,04 \text{ V}$$

$$E^{\circ}_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}} = 0,76 \text{ V}; \quad E^{\circ}_{\text{Sn}^{4+}/\text{Sn}^{2+}} = -0,15 \text{ V}$$

- a) 10^{21} b) 10^{18} c) 10^{15} d) 10^{12} e) 10^9

Solução: Alternativa A

As reações parciais da reação química são dadas por:



Assim o potencial padrão é dado por:

$$\Delta E^{\circ} = E^{\circ}_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}} - E^{\circ}_{\text{Sn}^{4+}/\text{Sn}^{2+}} = 0,76 - 0,15 = 0,61 \text{ V}$$

Conhecendo a equação de Nernst:

$$\Delta E = \Delta E^{\circ} - \frac{0,059}{n} \log \left(\frac{[\text{produtos}]}{[\text{reagentes}]} \right)$$

Onde n é o número de mols de elétrons por mol da reação em questão (no caso 2 mols)

No equilíbrio, temos $\Delta G = 0$, assim, a diferença de potencial é nula, pois $\Delta G = -n \cdot F \cdot \Delta E$, logo:

$$0 = 0,61 - \frac{0,059}{2} \log \left(\frac{[\text{Sn}^{4+}]_{\text{eq}} \cdot [\text{Fe}^{2+}]_{\text{eq}}^2}{[\text{Sn}^{2+}]_{\text{eq}} \cdot [\text{Fe}^{3+}]_{\text{eq}}^2} \right) \Rightarrow \log \left(\frac{[\text{Sn}^{4+}]_{\text{eq}} \cdot [\text{Fe}^{2+}]_{\text{eq}}^2}{[\text{Sn}^{2+}]_{\text{eq}} \cdot [\text{Fe}^{3+}]_{\text{eq}}^2} \right) = 20,7$$

Como $k_{\text{eq}} = \frac{[\text{Sn}^{4+}]_{\text{eq}} \cdot [\text{Fe}^{2+}]_{\text{eq}}^2}{[\text{Sn}^{2+}]_{\text{eq}} \cdot [\text{Fe}^{3+}]_{\text{eq}}^2} = 10^{20,7}$, conclui-se que sua ordem de grandeza é 10^{21}

15. 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

Solução: Alternativa A

Semicondutor é um material cuja condutividade elétrica situa-se entre os condutores e os isolantes (quimicamente o que distingue mesmo um semicondutor é o fato de que sua condutividade aumenta com a temperatura). Semicondutores são constituídos geralmente por Silício. Entretanto, geralmente os semicondutores vem acompanhados com uma dose de impureza que altera sensivelmente suas propriedades e aumenta sua condutividade. Ao processo de adição de impureza denominamos dopagem. Dopados, semicondutores são largamente utilizados em eletrônica (lembre do Vale do Silício na Califórnia)

Em um semicondutor do tipo n, a corrente é transportada por elétrons em uma banda quase vazia. Os elétrons adicionais fornecidos pelos átomos dopantes, ricos em elétrons, entram na banda de condução onde podem agir como transportadores de corrente.

Em um semicondutor do tipo p, a condução é o resultado da falta de elétron em uma banda quase cheia de elétron. Os átomos dopantes, pobres em elétrons, removem com eficiência alguns elétrons da banda de valência e os "buracos" formados tornam móveis os elétrons remanescentes e permitem a condução de eletricidade pela banda de valência.

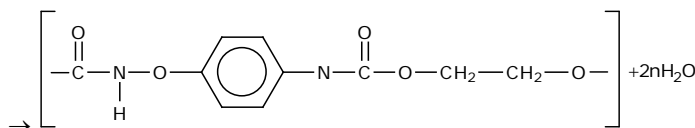
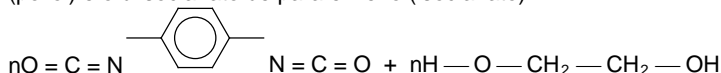
Em geral, os dopantes do tipo p são os da família 13 (Alumínio, Boro) e do tipo n da família 15 (Fósforo).

16. 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 polioli com:

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

Solução: Alternativa A

O poliuretano é formado pela condensação entre a 1,2-etanodiol (poliol) e o diisocianato de parafenileno (isocianato)



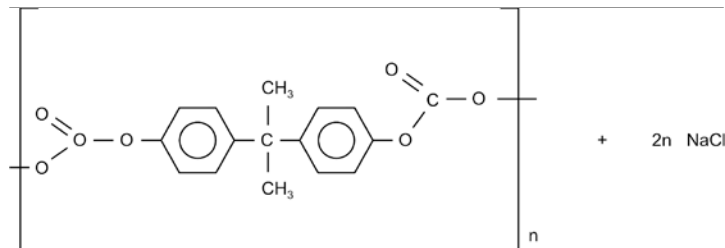
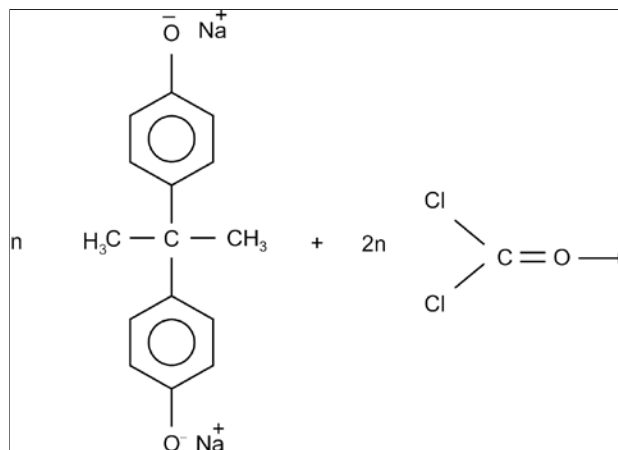
17. Assinale a opção que contém o polímero que, por ser termoplástico e transparente, pode ser empregado na fabricação de pára-brisa de aeronaves.

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

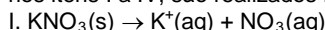
Solução: Alternativa D

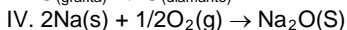
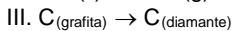
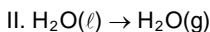
Policarbonatos são polímeros formados por grupos funcionais unidos por grupos carbonato ($-\text{O}-(\text{C}=\text{O})-\text{O}-$).

No caso, tem-se a reação entre fosgênio, COCl_2 , e dipara fenoxi-sódio - 2 - propano:



18. 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

Solução: Alternativa C

Analisando as proposições temos:

II – A variação de energia interna é diferente de zero, pois a energia das moléculas no estado gasoso é maior que no estado líquido.

III – O grafite é um alótropo mais estável que o dinamite por isso suas energias internas não são iguais, o que implica em $\Delta V \neq 0$.

19. 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) $\Delta H_f (Br_2(g)) = 0$ e) $\Delta H_f (Cl_2(g)) = 0$

Solução: Alternativa D

A entalpia-padrão de formação de uma substância simples tem por referência ($\Delta H_f = 0$) o seu estado físico mais estável a 25°C e 1 atm. Portanto, a única substância cujo estado físico mais estável difere do apresentado é o bromo (Br_2), que é líquido nessas condições.

AS QUESTÕES DISSERTATIVAS, NUMERADAS DE 21 A 30, DEVEM SER RESPONDIDAS NO CADERNO DE SOLUÇÕES.

20. 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

Solução: Alternativa A

A pólvora negra é composta por 75% de salitre ($NaNO_3$), 15% de carvão e 10% de enxofre. O principal componente - o salitre - é um componente que era muito utilizado por alquimistas da época medieval, por acreditarem em suas propriedades mágicas - justamente o seu alto poder de combustão e explosão. Ao longo dos séculos, esta composição da pólvora negra sofreu algumas alterações, consoante os fins a que se destinavam, surgindo a pólvora de caça, de minas e de guerra. Foi descoberta pelos chineses no século XIII, e depois espalhada pelo mundo. Ainda podem ser utilizados outros nitratos em sua composição, como o nitrato de potássio, com a função de liberar oxigênio.

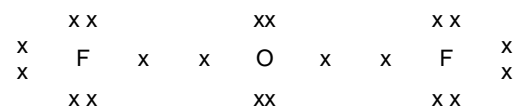
Já o trinitrotolueno (TNT) é preparado pela nitração do tolueno e faz parte de várias misturas explosivas, porém não é componente da pólvora negra, uma vez que foi sintetizado pela primeira vez no século XX.

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

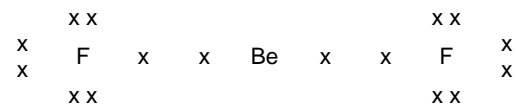
- a) Dê as estruturas de Lewis e as geometrias moleculares de cada uma das moléculas.
b) Indique as moléculas que devem apresentar caráter polar.

Solução:

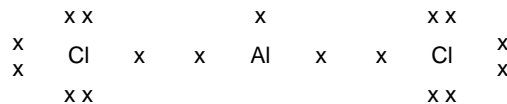
OF_2 - Geometria angular e molécula polar (possui momento de dipolo diferente de zero).



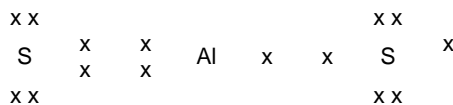
BeF_2 : Geometria linear e molécula apolar (possui momento de dipolo igual a zero)



$AlCl_2$: Geometria: angular e molécula polar



AlS_2 : Geometria: linear e molécula apolar



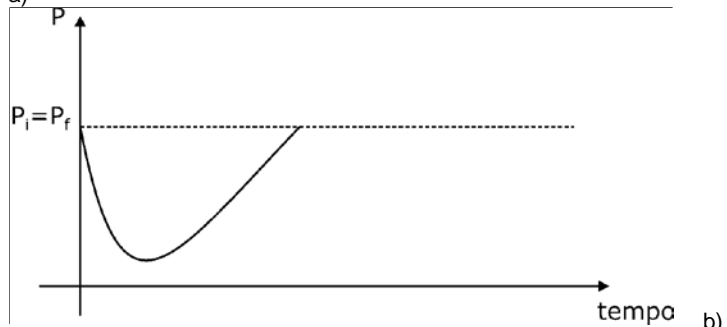
22. Um cilindro provido de pistão móvel, que se desloca sem atrito e cuja massa é desprezível, foi parcialmente preenchido com água líquida. Considere que o sistema atinge o equilíbrio químico à temperatura T e pressão P_i . Num dado momento, o sistema é perturbado por uma elevação brusca do pistão, 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.

A elevação brusca do pistão provoca um súbito aumento do volume, fazendo a pressão cair bruscamente. A evaporação da água irá restabelecer esta pressão, que só depende da temperatura.

Solução:

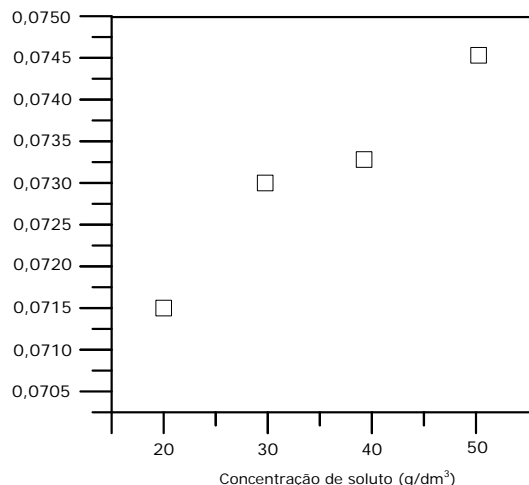
a)



Como dito, a pressão de vapor só depende da temperatura.

23. 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 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.



Solução:

O gráfico é aproximadamente a reta de equação

$$\frac{\pi}{C} = \frac{RT}{M} + bc$$

Considerando que a aproximação linear dos pontos obtidos experimentalmente liguem os pontos extremos, temos:

$$b = \frac{0,07425 - 0,7175}{50 - 20} = 8,33 \times 10^{-5}$$

Então, para $\frac{\pi}{C} = 0,07425$ e $C = 50$:

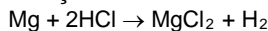
$$0,07425 = \frac{8,21 \times 10^{-2} \times 293,15}{M} + 8,33 \times 10^{-5} \cdot 50$$

$$\Rightarrow M = 343 \text{ g/mol}$$

$$B = 8,33 \times 10^{-5} \text{ e } M = 343 \text{ g/mol}$$

24. Em um laboratório, a 20 °C e utilizando um sistema adequado, H₂(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 mol L⁻¹ em HCl. Um manômetro indicou que a pressão no interior do recipiente que contém o H₂(g) era de 756,7 Torr. Sabendo-se que pressão de vapor d'água a 20 °C é 17,54 Torr e o volume de H₂(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 magnésio reaja com o HCl.

Solução:



0,3g 1L

liga 0,1mol/L

1) $P = 756,7 \text{ Torr}$

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

$$756,7 = 17,54 + P_{\text{H}_2}$$

$$P_{\text{H}_2} = 739,16 \text{ Torr}$$

2) $1 \text{ atm} = 760 \text{ Torr}$

$$x = 739,16 \text{ Torr}$$

$$x = 0,97 \text{ atm}$$

3) $PV = nRT$

$$0,97 \cdot 0,2 = n \cdot 0,082 \cdot 293$$

$$n = 0,008 \text{ mol}$$

4) $1 \text{ mol Mg} - 2 \text{ mol HCl} - 1 \text{ mol H}_2$

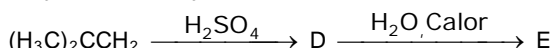
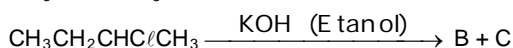
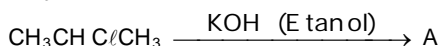
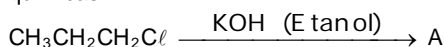
$$24 \text{ g} - 2 \text{ mol HCl} - 1 \text{ mol H}_2$$

$$0,192 \text{ g} - \frac{0,016 \text{ mol HCl}}{\downarrow} - 0,008 \text{ mol H}_2$$

em excesso

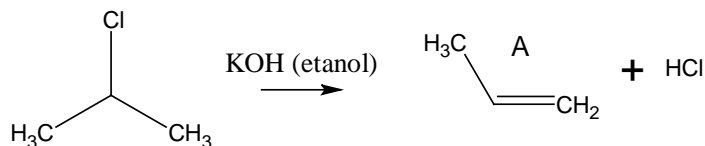
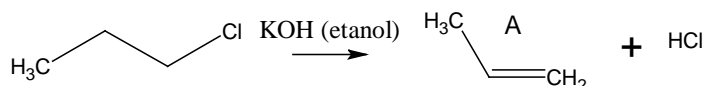
$$5) \frac{0,192 \text{ g}}{0,3} = 0,64 \rightarrow 64\%$$

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

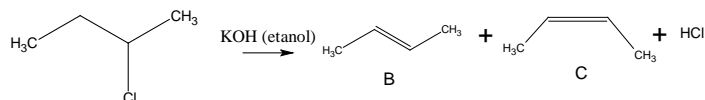


Solução:

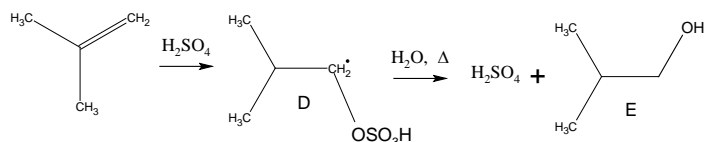
Nas duas primeiras reações acontecerá a eliminação de HCl para a formação do mesmo produto



Na terceira reação, também ocorrerá eliminação de HCl. Considerando a regra de Saytzeff, serão formados os alcenos isômeros mais ramificados.



Na quarta reação, ocorrerá adição de ácido sulfúrico, seguida de formação de álcool.



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.

Solução:

Como não conhecemos a pressão inicial do gás em cada situação, pressão esta que varia ao longo da transformação, não podemos calcular o trabalho realizado pelo gás diretamente. Também não sabemos se o gás é monoatômico ou não, de modo que não podemos calcular a variação de energia interna por expressões do tipo

$$\Delta U = \frac{3}{2} nR\Delta T. \text{ Assim, contornaremos este problema da seguinte}$$

maneira, levando em consideração que o processo é quase-estático. Note que em ambas as transformações, a pressão inicial do gás é maior que a pressão atmosférica (o que causa a expansão). O trabalho realizado **pelo gás** pode ser expresso como o negativo do trabalho realizado **contra o gás**, ou seja, o trabalho realizado pelo ar exterior ao cilindro, que está à pressão P:

$$\tau_{\text{GÁS}} = -\tau_{\text{AR}}$$

Sendo a variação de volume do gás dada por $\Delta V_{\text{GÁS}} = 2V - V = V$ (expansão), a variação de volume correspondente do ar será $\Delta V_{\text{AR}} = -\Delta V_{\text{GÁS}} = -V$ (contração).

Para o ar, a contração foi isobárica nos dois casos (à pressão constante P), de modo que:

$$\tau_{\text{GÁS}} = -\tau_{\text{AR}} = -P \cdot \Delta V_{\text{AR}} = -P \cdot (-V) = P \cdot V$$

Isto é, o trabalho realizado pelo gás nos dois casos foi o mesmo, sendo dado por:

$$\tau_I = \tau_{II} = P \cdot V$$

Em I, como a transformação é isotérmica (temperatura constante), a variação de energia interna é nula.

$$\Delta U_1 = 0$$

Além disso, pela 1ª Lei da Termodinâmica, temos:

$$Q_1 = \tau_1 + \Delta U_1 = P \cdot V + 0 \Rightarrow Q_1 = P \cdot V$$

Em II, como a transformação é adiabática:

$$Q_2 = 0$$

E logo, pela 1ª Lei da Termodinâmica, vem que:

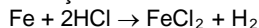
$$Q_2 = \tau_2 + \Delta U_2 \Rightarrow 0 = P \cdot V + \Delta U_2 \Rightarrow \Delta U_2 = -P \cdot V$$

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:

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

Solução:

A reação entre o ferro metálico e o ácido clorídrico é dada por:



Podemos verificar que para cada átomo de ferro oxidado temos a formação de uma molécula de H₂.

O enunciado informa que foram consumidos 3,0 x 10¹⁵ átomos de ferro. Assim, concluímos que o se formaram 3,0x 10¹⁵ moléculas de H₂ gasoso.

Calculando o No. de mols

$$\begin{aligned} 6,02 \times 10^{23} & \text{--- 1 mol} \\ 3,0 \times 10^{15} & \text{--- x mol} \\ X & = 4,98 \times 10^{-9} \\ X & \sim 5 \times 10^{-9} \text{ mols de H}_2 \end{aligned}$$

O volume máximo da bolha será quando ela estiver na interface entre o líquido e a atmosfera. Calculando o volume do gás (considerando comportamento ideal):

$$\begin{aligned} PV & = nRT \\ 1 \times V & = 5 \times 10^{-9} \times 0,082 \times 298 \\ V & = 1,22 \times 10^{-9} \text{ Litros} \end{aligned}$$

Massa de gás na bolha:

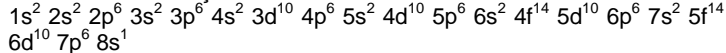
$$5 \times 10^{-9} \text{ mols} \times 2 \text{ g/mol} = 1,0 \times 10^{-8} \text{ gramas}$$

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 c elemento químico M apresentava um comportamento químico semelhante aos elementos que constituem a sua família (grupo).

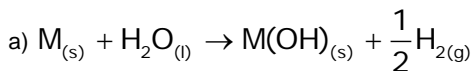
- Escreva a equação balanceada da reação entre o elemento M em estado sólido com a água (se ocorrer).
- O carbonato do elemento M seria solúvel em água? Justifique a sua resposta.

Solução:

Fazendo a distribuição eletrônica:



Ou seja, M pertence à família 1.



b) Se o elemento químico M apresentar um comportamento químico semelhante ao dos elementos que constituem a sua família, o

carbonato do elemento M será solúvel, como são os carbonatos alcalinos.

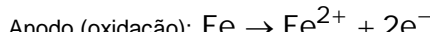
29. Durante a realização de um estudo de corrosão, foi montado um sistema constituído por um elemento galvânico com as seguintes características:

- Anodo de ferro e catodo de platina;
- Área de exposição ao meio corrosivo de ambos os eletrodos igual a 100,0 cm²
- 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.

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

Solução:



$$\text{Área corroída: } 100 \text{ cm}^2 = 1,00 \text{ dm}^2$$

$$\text{Massa corroída por dia (1 dia = 86400 s) = 0,350g}$$

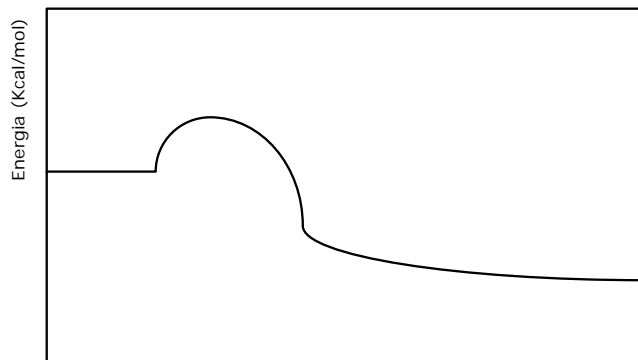
Assim:

$$\begin{aligned} 56g \text{ de Fe} & \text{--- } 2 \times 96500C \\ 0,350g & \text{--- } Q \end{aligned}$$

$$Q = 1206,25C \therefore i = \frac{1206,25}{86400} = 0,01396A$$

Resposta: 0,01396 A

30. A reação de combustão 2SO₂ (g) + O₂(g) → 2SO₃(g) é lenta e pode ser representada pela figura:



Caminho da reação

Esta mesma reação pode ser catalisada pelo NO₂(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 NO₂(g).

Solução:

