

**ELITE**  
**PRÉ-VESTIBULAR**  
**c a m p i n a s**

**ELITE RESOLVE**

**ITA QUÍMICA**

**2008**

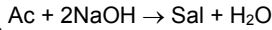
**[www.elitecampinas.com.br](http://www.elitecampinas.com.br)**

**(19) 3251-1012**



**Resolução 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 cm<sup>3</sup> (20 mL) de uma solução 0,1 mol.L<sup>-1</sup> da solução de NaOH.

O número de mols de base é:

$$n = 0,1 \frac{mol}{L} \cdot 20 \cdot 10^{-3} L = 2 \cdot 10^{-3} mol$$

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 1.10<sup>-3</sup> mols.

Como a massa correspondente a esta quantidade de diácido é 0,104 g, temos:

$$n = \frac{m}{M} \Rightarrow 1 \cdot 10^{-3} = \frac{0,104}{M} \Rightarrow M = 104 g / mol$$

Temos assim que a fórmula entre as alternativas que corresponde a esta massa molar é C<sub>3</sub>H<sub>4</sub>O<sub>4</sub>

**QUESTÃO 04**

Carbamato de amônio sólido (NH<sub>2</sub>COONH<sub>4</sub>) 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<sub>2(g)</sub> e NH<sub>3(g)</sub> 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<sup>2</sup>                      c) P<sup>3</sup>  
d) 2/9 P<sup>2</sup>                e) 4/27 P<sup>3</sup>

**Resolução Alternativa E**

A reação citada no enunciado pode ser representada pela seguinte equação:



Como o carbamato de amônio é sólido e ambos os produtos são gases, a constante de equilíbrio pode ser calculada através da seguinte expressão:

$$K_P = p_{NH_3}^2 \cdot p_{CO_2}$$

A pressão total no interior do sistema é igual à soma das pressões parciais de cada componente (Lei de Dalton):

$$P = p_{NH_3} + p_{CO_2}$$

Por estequiometria, sabe-se que:

$$p_{NH_3} = 2 \cdot p_{CO_2}$$

Então, temos que:

$$P = 2 \cdot p_{CO_2} + p_{CO_2} \Rightarrow p_{CO_2} = \frac{P}{3}$$

Logo, a constante pode ser calculada da seguinte forma:

$$K_P = (2 \cdot p_{CO_2})^2 \cdot p_{CO_2} = 4 \cdot (p_{CO_2})^3$$

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

**QUESTÃO 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:

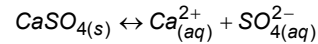
- I. CaSO<sub>4</sub>                      II. CaCl<sub>2</sub>                      III. MgSO<sub>4</sub>  
IV. NaCl                      V. KNO<sub>3</sub>

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 Alternativa C**

Em uma solução aquosa saturada de sulfato de cálcio com corpo de fundo, ocorre o equilíbrio representado pela seguinte equação:



Logo, para aumentar a massa do sulfato de cálcio sólido, é preciso que se aumente a concentração de um dos íons (Ca<sup>2+</sup> ou SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) para que o equilíbrio seja deslocado para a esquerda. Portanto, a adição das soluções dos sais IV e V não favorecerão a formação do precipitado, pois não fornecem os íons necessários.

Através da adição da solução saturada de sulfato (I) de cálcio, a concentração dos íons Ca<sup>2+</sup> ou SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> não aumenta. Isto porque, apesar de se aumentar o número de mol dos íons, aumenta-se também o volume da solução.

Desta forma, somente as soluções dos sais II e III favorece a formação do sulfato de cálcio sólido, pois fornecem os íons Ca<sup>2+</sup> e SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, respectivamente.

**QUESTÃO 06**

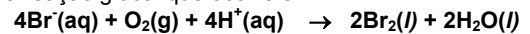
Um frasco contém uma solução aquosa de brometo de sódio e outro frasco, uma solução aquosa de ácido clorídrico saturada nos gases componentes do ar atmosférico. O conteúdo de cada um dos frascos é misturado e ocorre uma reação química. Qual das opções abaixo contém a equação química que melhor representa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

- a) 2Cl<sup>-</sup>(aq) + 2H<sup>+</sup>(aq) + 1/2 O<sub>2</sub>(g) → H<sub>2</sub>O(l) + Cl<sub>2</sub>(g)  
b) 4Br<sup>-</sup>(aq) + O<sub>2</sub>(g) + 4H<sup>+</sup>(aq) → 2Br<sub>2</sub>(l) + 2H<sub>2</sub>O(l)  
c) Cl<sup>-</sup>(aq) + 3/2 O<sub>2</sub>(g) + H<sup>+</sup>(aq) → HClO<sub>3</sub>(aq)  
d) 2Br<sup>-</sup>(aq) + 2H<sup>+</sup>(aq) → Br<sub>2</sub>(l) + H<sub>2</sub>(g)  
e) 2Cl<sup>-</sup>(aq) + H<sub>2</sub>O(l) + 1/2 O<sub>2</sub>(g) → 2OH<sup>-</sup>(aq) + Cl<sub>2</sub>(g)

**Resolução Alternativa B**

Para os componentes sistema reacional dado temos:

- N<sub>2(g)</sub> do ar é um gás inerte, com fraca tendência a reagir;
- O O<sub>2(g)</sub> também presente no ar é um agente oxidante forte, portanto tende a se reduzir para uma carga -2;
- Os demais componentes do ar estão presentes em pequenas proporções, podendo ser desprezados nesta análise;
- Na<sup>+</sup> é um forte redutor e já se encontra na forma oxidada, portanto não reagirá;
- Quanto aos íons dos haletos, devido à eletronegatividade, o Cl tem uma tendência maior de se manter na forma iônica do que o Br, portanto, com a redução do oxigênio, o Br<sup>-</sup> vai se oxidar a Br<sub>2</sub> enquanto o oxigênio se liga ao hidrogênio formando H<sub>2</sub>O, substância na qual apresenta carga -2, assim a reação global que ocorre é:



**QUESTÃO 07**

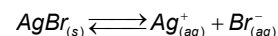
Assinale a opção CORRETA que corresponde à variação da concentração de íons Ag<sup>+</sup> provocada pela adição, a 25°C, de um litro de uma solução 0,02 mol L<sup>-1</sup> em NaBr a um litro de uma solução aquosa saturada em AgBr.

Dado: K<sub>ps</sub>AgBr(298K) = 5,3 x 10<sup>-13</sup>.

- a) 3 x 10<sup>-14</sup>  
b) 5 x 10<sup>-11</sup>  
c) 7 x 10<sup>-7</sup>  
d) 1 x 10<sup>-4</sup>  
e) 1 x 10<sup>-2</sup>

**Resolução Alternativa C**

A equação que representa a solubilização do brometo de prata é:



Como a solução está saturada, utilizando o produto de solubilidade do AgBr podemos calcular a concentração de Ag<sup>+</sup> na solução inicial ([Ag<sup>+</sup>]<sub>0</sub>), considerando que a concentração de Ag<sup>+</sup> seja igual a de Br<sup>-</sup> (proporção estequiométrica é 1:1)

$$K_{PSAgBr(298K)} = [Ag^+] \cdot [Br^-] \Rightarrow [Ag^+]_0^2 = 5,3 \cdot 10^{-13}$$

$$\Rightarrow [Ag^+]_0 \approx 7 \cdot 10^{-7} mol / L$$

Após a adição de 1L de solução aquosa de NaBr 0,02 mol/L, a concentração de Br<sup>-</sup> pode ser calculada da seguinte forma:

$$[Br^-] = \frac{n_o + n_f}{V_o + V_f} = \frac{7 \cdot 10^{-7} + 0,02}{1+1} \cong 0,01 \text{ mol/L}$$

Com esta adição, haverá precipitação de AgBr. Como a quantidade de Ag<sup>+</sup> já é pequena, na precipitação, a quantidade de Ag<sup>+</sup> precipitado é muito menor que 0,01 mol/L, sendo portanto desprezível a variação de concentração de Br<sup>-</sup>

Desta forma, a concentração de Ag<sup>+</sup> final ([Ag<sup>+</sup>]<sub>f</sub>) pode ser calculada novamente pelo produto de solubilidade:

$$K_{PS_{AgBr}(298K)} = [Ag^+] \cdot [Br^-] \Rightarrow 5,3 \cdot 10^{-13} = [Ag^+]_f \cdot 0,01$$

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

Como a concentração final de Ag<sup>+</sup> é muito menor que a concentração inicial, a variação da concentração de Ag<sup>+</sup> é:

$$[Ag^+]_f - [Ag^+]_o \cong 7 \cdot 10^{-7} \text{ mol/L}$$

### QUESTÃO 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%?

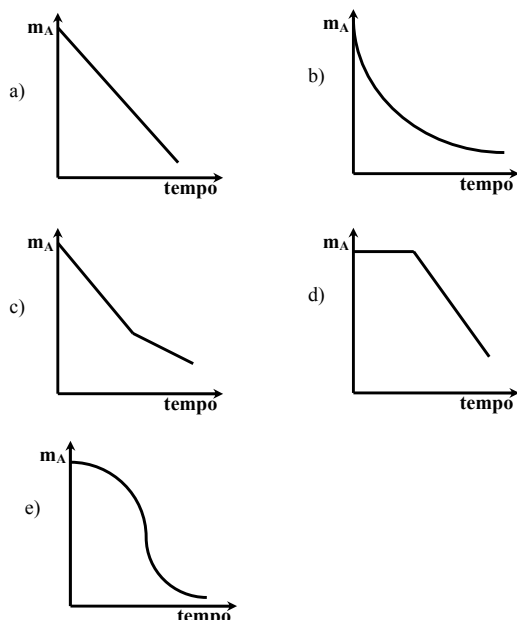
- zero
- um
- dois
- três
- pseudozero

### Resolução 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.

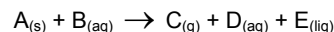
### QUESTÃO 09

A reação hipotética A(s) + B(aq) → 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 apresenta a curva que melhor representa a variação de massa de A(s), m<sub>A</sub>, em função do tempo, desde o início da reação até imediatamente antes do equilíbrio químico ser estabelecido dentro do sistema.



### Resolução Alternativa E

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



Como o enunciado informa que a reação é autocatalisada pela espécie C<sub>(g)</sub>, concluímos que no início a velocidade de decomposição de A<sub>(s)</sub> é mais baixa, ou seja, a diminuição de m<sub>A</sub> é lenta, e portanto a curva que representa a massa em função do tempo deve apresentar pequena inclinação.

Com o decorrer do tempo, forma-se o produto C<sub>(g)</sub>, que catalisa a reação. Por isso, a velocidade de decomposição de A<sub>(s)</sub> aumenta muito rapidamente, e m<sub>A</sub> diminui bruscamente, de forma que a curva fique bastante inclinada.

Porém, considerando a reação reversível, próximo ao equilíbrio a velocidade de decomposição da espécie A<sub>(s)</sub> começa a se igualar com a velocidade da formação de A<sub>(s)</sub> (produtos formando novamente os reagentes), consequentemente, m<sub>A</sub> tende a ficar constante e a curva fica novamente pouco inclinada.

O gráfico em que a curva segue o comportamento descrito acima é o da alternativa E.

### QUESTÃO 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:

- A temperatura da solução é igual à média aritmética das temperaturas dos líquidos puros.
- O volume da solução é igual à soma dos volumes dos líquidos puros.
- 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.

- Apenas I e II
- Apenas I e III
- Apenas II
- Apenas II e III
- Apenas III

### Resolução Alternativa D

I. A variação de temperatura envolvida em um fenômeno depende do calor específico e da massa das substâncias, conforme expressão:  $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ . Desta forma a temperatura de equilíbrio, só seria a média aritmética dos dois líquidos puros, se o produto da massa pelo calor específico de ambos (capacidade térmica) fosse o mesmo e se os líquidos fossem misturados em quantidades iguais. Portanto, a afirmação I está incorreta.

II. Em uma solução ideal de dois líquidos chamados A e B, as interações intermoleculares entre A e B são iguais às interações intermoleculares entre A e A e entre B e B (nos líquidos puros). Desta forma, o volume de uma solução ideal é igual à soma dos volumes dos líquidos puros. Portanto a afirmação II está correta.

Obs.: Caso as interações entre A e B fossem mais fortes, o volume da solução seria menor que a soma dos volumes dos líquidos puros, e se fossem mais fracas, o volume seria maior.

III. Pela lei de Raoult a pressão parcial de cada componente de uma solução ideal ( $P_A$ ) depende da pressão de vapor de cada componente puro ( $P_A^*$ ) e de suas frações molares, conforme a seguinte equação:

$$P_A = P_A^* \cdot x_A$$

Desta forma, a pressão total do sistema deve ser igual à soma das pressões parciais de vapor de cada componente.

**QUESTÃO 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:

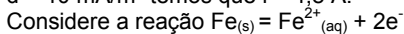
- I. Área da tubulação a ser protegida: 480 m<sup>2</sup>;
- II. Densidade de corrente de proteção: 10 mA/m<sup>2</sup>

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<sup>2+</sup>(aq). Admita que a corrente total fornecida pelo gerador será consumida no processo de corrosão da tubulação.

- a) 1 x 10<sup>-3</sup>
- b) 6 x 10<sup>-2</sup>
- c) 3 x 10<sup>-1</sup>
- d) 5
- e) 20

**Resolução Alternativa D**

Na inversão da polaridade, temos a corrente calculada, a partir da área A = 480 m<sup>2</sup> e da densidade de corrente d = 10 mA/m<sup>2</sup> temos que i = 4,8 A.



Temos que em 1h (3600s) a carga total transportada é dada por:

$$\Delta Q = i \cdot \Delta t = 4,8 \cdot 3600 = 17.280 \text{ C}$$

Calculando o número de mols de elétrons, temos, a partir da constante de Faraday:

$$\begin{array}{l} 1 \text{ mol de } e_s^- \quad \text{---} \quad 96500 \text{ C} \\ x \text{ mol de } e_s^- \quad \text{---} \quad 17280 \text{ C} \end{array}$$

$$x = 0,179 \text{ mol } e_s^-$$

Da reação, temos a proporção entre elétrons e íons formados:

$$\begin{array}{l} 2 \text{ mols de } e_s^- \quad \text{---} \quad 1 \text{ mol de } Fe^{2+} \\ 0,18 \text{ mols de } e_s^- \quad \text{---} \quad y \text{ mol de } Fe^{2+} \end{array}$$

$$y = 0,09 \text{ mol } Fe^{2+}$$

Assim, a massa de íons Fe<sup>2+</sup> formada (e também de Fe consumido) é dada por:

$$\begin{array}{l} m = n \cdot M = 0,09 \cdot 56 \\ m = 5,0 \text{ g} \end{array}$$

**QUESTÃO 12**

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

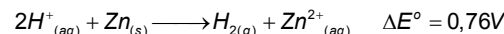
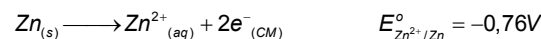
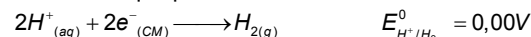
- Eletrodo I: chapa retangular de zinco metálico parcialmente mergulhada em uma solução aquosa 1,0 x 10<sup>-3</sup> mol L<sup>-1</sup> de cloreto de zinco;
- Eletrodo II: chapa retangular de platina metálica parcialmente mergulhada em uma solução aquosa de ácido clorídrico de pH=2, isenta de oxigênio 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 log2=0,3 e E<sup>o</sup><sub>Zn<sup>2+</sup>/Zn</sub> = -0,76

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

**Resolução Alternativa C**

Assumindo que para a célula montada teremos as seguintes reações:



Note que a diferença de potencial do elemento galvânico não será a padrão (nem o sentido das reações necessariamente é o dado, visto que as concentrações e pressão parciais dos participantes não são as padrões).

Conhecendo a equação de Nersnt podemos calcular a diferença de potencial para as condições dadas:

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

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

Como a atividade é calculada pela relação entre a concentração e a concentração padrão (1 mol/L) para participantes em solução ou pela relação entre a pressão e a pressão padrão (1 atm) para participantes em fase gasosa, e assume valor unitário para reagentes sólidos temos:

$$\Delta E = 0,76 - \frac{0,059}{2} \log \left( \frac{[Zn^{2+}] \cdot p_{H_2}}{[Zn^{2+}]_{padr\tilde{a}o} \cdot p_{H_2, padr\tilde{a}o}} \cdot \frac{[H^+]_{padr\tilde{a}o}^2}{[H^+]^2} \right)$$

$$\Delta E = 0,76 - \frac{0,059}{2} \log \left( \frac{10^{-3} \cdot 0,5}{(10^{-2})^2} \right)$$

$$\Delta E = 0,76 - 0,0295 \cdot (\log(10^1) + \log(2^{-1}))$$

$$\Delta E = 0,76 - 0,0295 \cdot (1 - \log 2)$$

Como temos log 2 = 0,3, temos:

$$\Delta E = 0,76 - 0,0295 \cdot 0,7 = 0,74V$$

**QUESTÃO 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<sup>-1</sup>; calor específico do gelo = 0,50 cal g<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup>; calor específico da água líquida = 1 cal g<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup>.

- a) -4°C
- b) -3°C
- c) 0°C
- d) +3°C
- e) +4°C

**Resolução Alternativa C**

I. A quantidade de calor que o gelo precisa para se fundir totalmente é dada por:

$$\begin{array}{l} Q_1 = m_G \cdot L_F = 300 \cdot 80 = 24000 \text{ cal} \\ Q_1 = 24 \text{ kcal.} \end{array}$$

II. A quantidade de calor que a água pode fornecer se resfriada de 55 °C a 0 °C é dada por:

$$\begin{array}{l} Q_2 = m_A \cdot C_A \cdot \Delta T = 400 \cdot 1 \cdot (0 - 55) = -22000 \text{ cal} \\ Q_2 = -22 \text{ kcal.} \end{array}$$

Como a quantidade de calor que o gelo precisa para se fundir completamente é maior que a quantidade de calor que a água pode fornecer para atingir a temperatura do gelo (0 °C), o equilíbrio térmico se dará à temperatura final de 0 °C, com uma mistura de gelo e água (parte do gelo não se funde).

Podemos calcular explicitamente a massa de gelo que se funde:

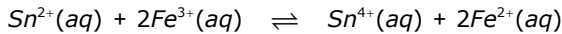
$$\begin{array}{l} Q_2 = m_F \cdot L_F \\ 22000 = m_F \cdot 80 \\ m_F = 275 \text{ g} \end{array}$$

Assim, as massas finais de gelo e água na mistura são:

$$\begin{array}{l} \text{Gelo: } 300 - 275 = 25 \text{ g} \\ \text{Água: } 400 + 275 = 675 \text{ g} \end{array}$$

**QUESTÃO 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:

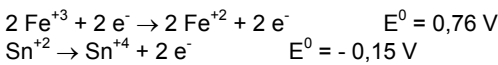
$$E^{\circ}_{\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}} = -0,44\text{V} \qquad E^{\circ}_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}} = -0,04\text{V}$$

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

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

**Resolução 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  $10^{21}$

**QUESTÃO 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

**Resolução 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 vêm acompanhados com uma pequena dose de impurezas que altera sensivelmente suas propriedades e aumenta sua condutividade. O processo de adição de impureza denomina-se dopagem. Dopados, semicondutores são largamente utilizados em eletrônica.

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).

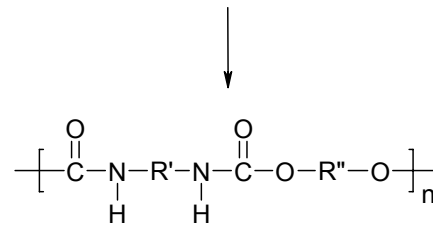
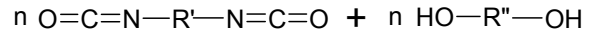
**QUESTÃO 16**

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 poliálcool com

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

**Resolução Alternativa A**

Os poliuretanos são formados a partir da reação entre monômeros que contenham dois grupos isocianatos ou mais e monômeros que contenham no mínimo dois grupos álcoois (polióis). Esta reação pode ser representada por:



**QUESTÃO 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)

**Resolução Alternativa D**

Todas as alternativas apresentam polímeros termoplásticos, entretanto, a alternativa correta pode ser encontrada analisando-se a aplicação de cada um deles:

- a) O polietileno (PE) é um polímero usado na fabricação de embalagens, sacos e filmes, além de utensílios como baldes, entre outros.
- b) O polipropileno (PP) apresenta grande resistência mecânica sendo utilizado em pára-choques de carros, em cadeiras e em carcaças de eletrodomésticos.
- c) O poli(tetrafluoroetileno) é também conhecido como teflon e tem como principal aplicação o revestimento interno de painéis para propiciar propriedades de anti-aderência.
- d) O policarbonato é encontrado em coberturas translúcidas de vitrines, lentes de óculos e CD's. É muito utilizado quando se necessita de um material praticamente inquebrável, mas transparente no caso do pára-brisa de aviões.
- e) O poli(álcool vinílico) ou PVC é amplamente utilizado na fabricação de tubos para encanamentos hidráulicos.

**QUESTÃO 18**

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

- I.  $\text{KNO}_{3(\text{s})} \rightarrow \text{K}^{+}_{(\text{aq})} + \text{NO}^{-}_{3(\text{aq})}$
- II.  $\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} \rightarrow \text{H}_2\text{O}_{(\text{g})}$
- III.  $\text{C}_{(\text{grafita})} \rightarrow \text{C}_{(\text{diamante})}$
- IV.  $2\text{Na}_{(\text{s})} + \frac{1}{2}\text{O}_{2(\text{g})} \rightarrow \text{Na}_2\text{O}_{(\text{s})}$

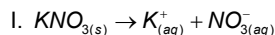
Qual das opções abaixo contém os processos químicos cuja variação de energia interna é nula?

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

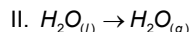
### Resolução Alternativa E

Quando um fenômeno químico ocorre de modo que as ligações químicas e/ou as interações intermoleculares são diferentes nos estados inicial e final, a energia cinética das partículas e a energia potencial das moléculas também são diferentes, de modo que a variação de energia interna seja diferente de zero ainda que o fenômeno ocorra em condições isotérmicas.

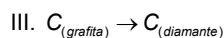
Por isso, nenhum dos processos químicos descritos apresenta variação de energia interna nula:



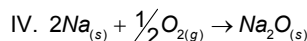
Nesta equação a energia envolvida no sistema inicial corresponde à energia do retículo do  $KNO_{3(s)}$ . Após a dissolução, ela corresponde à energia de solvatação dos íons formados.



Como se trata de uma mudança de estado, as interações intermoleculares são diferentes, sendo que elas são rompidas durante a ebulição.



A formação de diamante a partir da grafita é uma reação química em que o produto apresenta uma estrutura cristalina diferente da do reagente, de modo que a energia interna varie.



Trata-se de uma reação química em que as ligações das substâncias que atuam como reagentes são completamente diferentes das ligações dos produtos, de modo que a energia interna inicial também seja diferente da final.

**Nota:** Vale ressaltar que a variação de entalpia e a variação de energia interna se relacionam por  $\Delta H = \Delta U + p\Delta V$ . Tanto  $\Delta H$  quanto  $\Delta U$  poderiam, teoricamente ser nulos. O primeiro caso ocorreria se  $\Delta U = -p\Delta V$ , o segundo se  $\Delta H = p\Delta V$ . Na prática, em uma **reação química**, assumir que  $\Delta H = 0$  representa uma situação tão particular quanto assumir que  $\Delta U = 0$  e se fosse o caso, deveríamos ter outras premissas no enunciado para possível avaliação. Já em um **processo físico**, ambas as situações são comumente estudadas, como as duas presentes na questão 26 desta prova.

### QUESTÃO 19

Assinale a opção ERRADA que apresenta (em kJ/mol) a entalpia padrão de formação ( $\Delta H_f$ ) da substância a 25°C.

- a)  $\Delta H_f(H_2(g)) = 0$
- b)  $\Delta H_f(H_2(g)) = 0$
- c)  $\Delta H_f(N_2(g)) = 0$
- d)  $\Delta H_f(Br_2(g)) = 0$
- e)  $\Delta H_f(Cl_2(g)) = 0$

### Resolução Alternativa D

A entalpia padrão de formação é convencionada como zero quando a substância simples encontra-se na sua forma mais estável a 25°C e 1 atm de pressão. No caso da alternativa D, o  $Br_2$  a 25°C e 1 atm apresenta-se na forma líquida e não na forma gasosa como mostra a alternativa.

### QUESTÃO 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

### Resolução 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.

### QUESTÃO 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

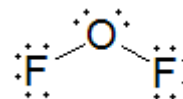
a) A partir da contagem de elétrons de cada átomo é possível encontrar a estrutura de Lewis de cada molécula:

**$OF_2$**

O: 6 e<sup>-</sup>

2F: 2 x 7 e<sup>-</sup>

Total: 20 e<sup>-</sup> = 10 pares de e<sup>-</sup>



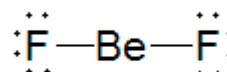
Geometria Angular

**$BeF_2$**

Be: 2 e<sup>-</sup>

2F: 2 x 7 e<sup>-</sup>

Total: 16 e<sup>-</sup> = 8 pares de e<sup>-</sup>



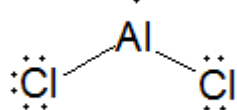
Geometria linear

**$AlCl_2$**

Al: 3 e<sup>-</sup>

2Cl: 2 x 7 e<sup>-</sup>

Total: 17 e<sup>-</sup> = 8 pares de e<sup>-</sup> + 1 e<sup>-</sup> desemparelhado



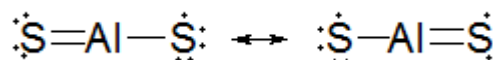
Geometria angular

**$AlS_2$**

Al: 3 e<sup>-</sup>

2S: 2 x 6 e<sup>-</sup>

Total: 15 e<sup>-</sup> = 7 pares de e<sup>-</sup> + 1 e<sup>-</sup> desemparelhado



Geometria linear

b)  $OF_2$  e  $AlCl_2$  são moléculas polares, pois apresentam geometria angular e, portanto, possuem momento de dipolo diferente de zero.  $BeF_2$  e  $AlS_2$  são moléculas polares, pois possuem momento de dipolo igual a zero devido a sua geometria linear.

**QUESTÃO 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.

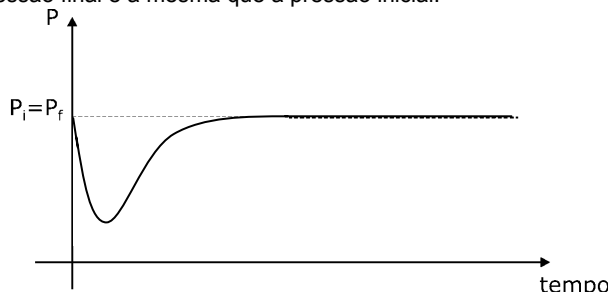
a) Esboce um gráfico da pressão interna no interior do cilindro versus tempo considerando o intervalo de tempo compreendido entre os dois equilíbrios químicos. Indique no gráfico as pressões  $P_i$  e  $P_f$ .

b) A pressão final,  $P_f$ , será maior, menor ou igual à pressão inicial,  $P_i$ ? Justifique.

**Resolução**

a e b) No intervalo considerado, como o sistema está inicialmente em equilíbrio, a pressão interna é igual à pressão externa. No pistão se encontra água líquida em equilíbrio com vapor de água. A elevação brusca do pistão provoca um súbito aumento do volume, fazendo a pressão cair bruscamente. A evaporação da água irá restabelecer esta pressão, já que no enunciado foi garantido que água líquida ainda permanece no sistema.

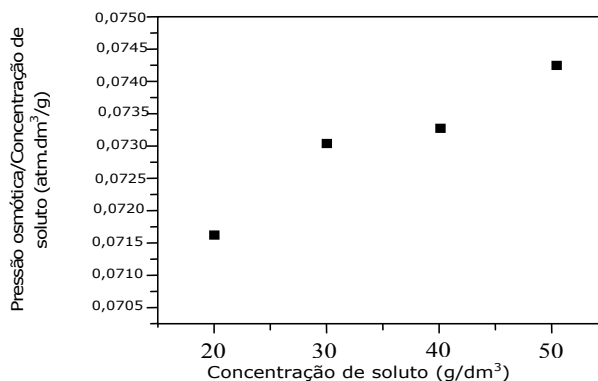
Assim, o gráfico procurado apresenta uma curva como a abaixo e a pressão final é a mesma que a pressão inicial.



**QUESTÃO 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,  $\Pi$  é a pressão osmótica, em atm; C, a concentração de soluto, em g/dm<sup>3</sup>; R, a constante universal dos gases; T, a temperatura da solução e b, uma constante. O gráfico abaixo mostra valores experimentais de  $\Pi/C$  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**

A partir da expressão do enunciado, podemos dizer que os pontos plotados devem respeitar a seguinte função linear:

$$\frac{\pi}{C} = \frac{RT}{M} + b \cdot C \quad [y(C) = L + b \cdot C]$$

Considerando que uma boa aproximação linear dos pontos obtidos experimentalmente conecte os pontos extremos, o coeficiente angular (representado por b) é dado por

$$b = tg\alpha = \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0} = \frac{0,07425 - 0,07175}{50 - 20} = 8,33 \times 10^{-5}$$

Então, utilizando o coeficiente angular calculado acima, têm-se o coeficiente linear (L) do gráfico aplicando substituindo a função nos pontos  $\frac{\pi}{C} = 0,07425$  e  $C = 50$

$$0,07425 = L + 8,33 \cdot 10^{-5} \cdot 50 \Rightarrow L = 0,07$$

Então, a partir dos valores da constante universal dos gases, da temperatura calcula-se a massa molar do soluto:

$$L = \frac{R \cdot T}{M} = \frac{8,21 \cdot 10^{-2} \cdot 293,15}{M} = 0,07$$

$$M = \frac{8,21 \cdot 10^{-2} \cdot 293,15}{0,07} \approx 343 \text{ g/mol}$$

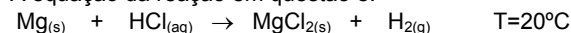
Portanto o coeficiente linear é 0,07 e a massa molar do soluto é aproximadamente 343 g/mol

**QUESTÃO 24**

Em um laboratório, a 20°C e utilizando um sistema adequado, H<sub>2</sub>(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<sup>-1</sup> em HCl. Um manômetro indicou que a pressão no interior do recipiente que contém o H<sub>2</sub>(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 H<sub>2</sub>(g) obtido foi de 0,200L, 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**

A equação da reação em questão é:



0,3g      0,1mol/L  
1 L de solução

Como a pressão total no sistema é  $P_{\text{Total}}=756,7$  Torr e a pressão de vapor da água é  $P_{\text{H}_2\text{O}} = 17,54$  Torr, assumindo que a pressão de vapor da solução seja igual à pressão de vapor da água, temos:

$$P_{\text{Total}} = P_{\text{H}_2\text{O}} + P_{\text{H}_2} \Rightarrow P_{\text{H}_2} = 756,7 - 17,54 =$$

$$739,16 \text{ Torr} = \frac{739,16}{760} \text{ atm}, \text{ portanto, } P_{\text{H}_2} = 0,97 \text{ atm}$$

Assim, considerando que o volume de H<sub>2</sub> formado é  $V_{\text{H}_2} = 0,200$  L e usando a equação de Clapeyron:

$$P_{\text{H}_2} \cdot V_{\text{H}_2} = n_{\text{H}_2} \cdot R \cdot T \Rightarrow 0,97 \cdot 0,200 = n_{\text{H}_2} \cdot 0,0821 \cdot 293, \text{ logo:}$$

$$n_{\text{H}_2} = 8,1 \cdot 10^{-3} \text{ mol de H}_2$$

Como a proporção entre o número de mols de Mg consumidos e o número de mols de H<sub>2</sub> formados é de 1:1, então  $n_{\text{Mg}}=8,1 \cdot 10^{-3}$  mol e a massa de consumida na reação é:

$$m_{\text{Mg}} = n_{\text{Mg}} \cdot M_{\text{Mg}} = 8,1 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \times 24,31 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \Rightarrow$$

$$m_{\text{Mg}} = 0,197 \text{ g}$$

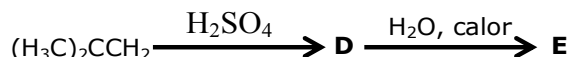
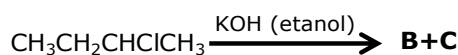
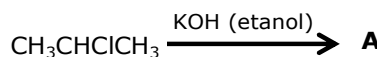
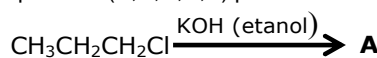
**NOTA:** Não é dito no enunciado que todo o magnésio presente na amostra teria sido consumido. Sem esta informação seria impossível determinar o grau de pureza da amostra, portanto, para determinar o grau de pureza pedido, assumimos que **todo o Mg presente na amostra teria consumido na reação.**

Assim, conclui-se que a pureza da amostra de magnésio é:

$$\frac{0,197}{0,300} \times 100 = 65,5\% \text{ de pureza}$$

**QUESTÃO 25**

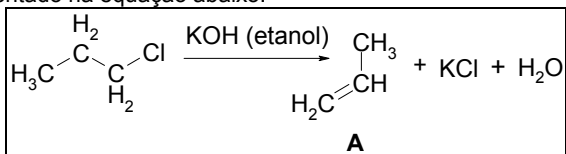
Apresente as respectivas fórmulas químicas estruturais das espécies químicas (A,B,C,D,E) presentes nas seguintes equações químicas:





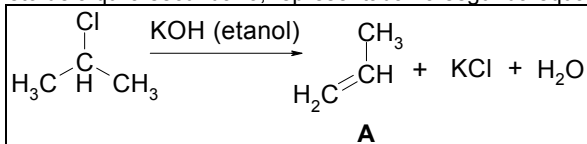
**Resolução**

Na primeira equação, ocorre a formação de um alceno (o produto A) a partir da eliminação de um haleto de alquila primário, como representado na equação abaixo:



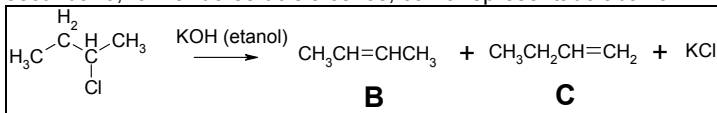
Obs.: Neste caso, não pode se tratar de uma reação de substituição, porque haletos de alquila primários não reagem desta forma quando o nucleófilo é uma base forte (como KOH).

O produto A também é formado a partir da reação de eliminação de um haleto de alquila secundário, representada na segunda equação:



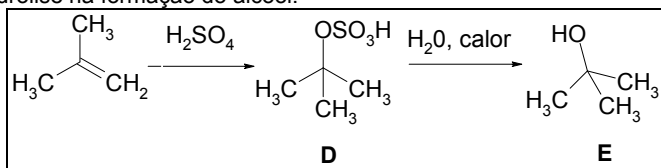
Por se tratar de um haleto de alquila secundário, também poderia ter sido formado um álcool a partir de uma reação de substituição. Entretanto, como afirma-se que o produto é A, sabemos que se trata do mesmo produto da primeira reação.

Na terceira reação, ocorre a eliminação de um haleto de alquila secundário, formando-se dois alcenos, como representado abaixo:



Mais uma, vez não foi considerada a reação de substituição que pode ocorrer com haletos de alquila secundários.

A quarta reação é referente a uma adição de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e posterior hidrólise na formação do álcool.



**QUESTÃO 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:

- 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.
- 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**

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

$$\Delta U = \frac{3}{2}nR\Delta T.$$

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:

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

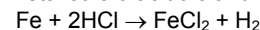
**QUESTÃO 27**

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.
- 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  $1020 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$  na temperatura de 25°C

**Resolução**

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 H<sub>2</sub>.

O enunciado informa que foram consumidos  $3,0 \times 10^{15}$  átomos de ferro. Assim, concluímos que o se formaram  $3,0 \times 10^{15}$  moléculas de H<sub>2</sub> gasoso.

Calculando o número de mols

$$\begin{array}{rcl} 6,02 \times 10^{23} & \text{---} & 1 \text{ mol} \\ 3,0 \times 10^{15} & \text{---} & x \text{ mol} \end{array}$$

$$X = 4,98 \times 10^{-9}$$

$X \cong 5 \times 10^{-9}$  mols de H<sub>2</sub> formados no processo corrosivo.

a) 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):

$$\begin{aligned} pV &= nRT \\ 1 \times V &= 5 \times 10^{-9} \times 0,082 \times 298 \\ V &= 1,22 \times 10^{-7} \text{ L} \end{aligned}$$

b) Já a massa de H<sub>2</sub> na bolha também pode ser calculada a partir de seu número de mols e sua massa molar:

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

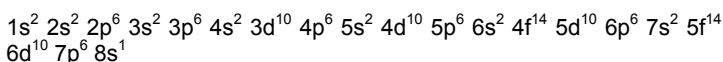
**QUESTÃO 28**

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.

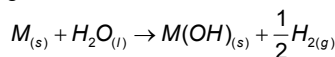
### Resolução

Fazendo a distribuição eletrônica deste novo elemento químico, temos:



Como ele apresenta sua configuração eletrônica terminada em  $ns^1$ , M pertence à família 1 (metais alcalinos).

a) Os elementos desta família tem grande afinidade com a água, gerando uma base e liberando  $H_2$ .



b) Se o elemento químico M apresentar um comportamento químico semelhante ao dos elementos que constituem a sua família, o carbonato do elemento M ( $M_2CO_3$ ) será solúvel, como são os carbonatos alcalinos.

### QUESTÃO 29

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

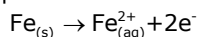
- I. Anodo de ferro e catodo de platina;
- II. Área de exposição ao meio corrosivo de ambos os eletrodos igual a  $100,00 \text{ cm}^2$ ;
- III. Circuito eletrolítico mantido por ponte salina;
- IV. Eletrodos interconectados por fio de cobre;
- V. Eletrólito formado por solução aquosa ácida, livre de oxigênio atmosférico.

Considerando que ocorre perda de massa do eletrodo 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  $350 \text{ mdd}$ .

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

### Resolução

Consideremos a reação que ocorre no ânodo (oxidação do ferro):



A partir da taxa de corrosão de ferro, sabendo que  $350 \text{ mdd} = 350 \frac{\text{mg}}{\text{dm}^2 \cdot \text{dia}}$  temos a seguinte taxa de corrosão em gramas por segundo do sistema, sabendo que a área sujeita à corrosão em questão apresenta área de  $100 \text{ cm}^2$  ( $1 \text{ dm}^2$ ):

$$350 \frac{\text{mg}}{\text{dm}^2 \cdot \text{dia}} \times \frac{1 \text{ dia}}{86400 \text{ s}} \times 1 \text{ dm}^2 \times \frac{1 \text{ g}}{1000 \text{ mg}} = 4,05 \cdot 10^{-6} \frac{\text{g}}{\text{s}}$$

Como a massa molar do ferro é  $56 \text{ g/mol}$ , temos que quantidade de átomos de ferro que passam para a solução por segundo:

$$n_{Fe} = \frac{4,05 \cdot 10^{-6}}{56} = 7,23 \cdot 10^{-8} \frac{\text{mol}}{\text{s}}$$

Assim, pela proporção de elétrons trocados por mol de ferro, temos que a quantidade de elétrons transferidos por segundo:

$$n_{e^-} = (7,23 \cdot 10^{-8} \times 2) \text{ mol} \Rightarrow n_{e^-} = (1,45 \cdot 10^{-7}) \text{ mol}$$

Assim, a carga transferida por segundo é dada, através da constante de Faraday:

$$\left. \begin{array}{l} 1,00 \text{ mol } e^- \quad - 96500 \text{ C} \\ 1,45 \cdot 10^{-7} \text{ mol } e^- \quad - \Delta Q \end{array} \right\} \Rightarrow \Delta Q = 1,40 \cdot 10^{-2} \text{ C}$$

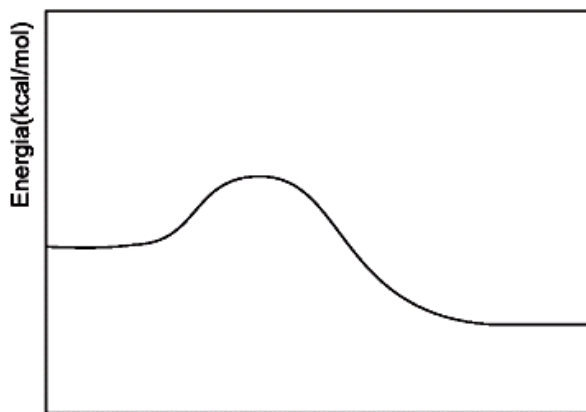
Temos portanto que a corrente elétrica é dada por:

$$i = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \Rightarrow i = \frac{1,40 \cdot 10^{-2} \text{ C}}{1 \text{ s}} \Rightarrow i = 1,40 \cdot 10^{-2} \text{ A}$$

$$i = 14,0 \text{ mA}$$

### QUESTÃO 30

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



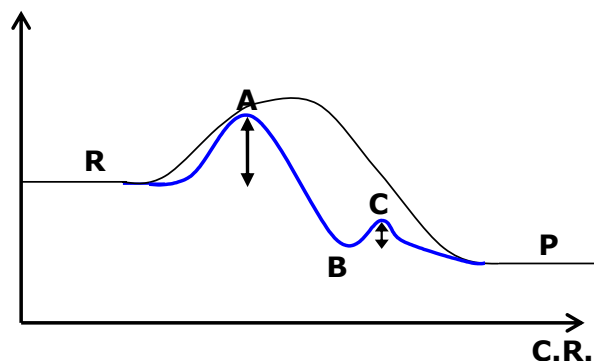
Caminho da reação

Essa 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 curvada reação não-catalisada e da reação catalisada pelo  $NO_2(g)$ .

### Resolução

A reação com catalisador na mesma fase dos reagentes, caracteriza uma catálise homogênea, onde a reação é dividida em duas etapas com velocidades distintas. Neste caso, temos que a primeira etapa (lenta) deve apresentar maior energia de ativação que a segunda (rápida), de acordo com o gráfico abaixo:

### Energia



A diferença de energia entre A (complexo ativado da primeira etapa da reação) e R (reagentes) representa a primeira energia de ativação da primeira etapa. Já a diferença de energia entre B (compostos intermediários) e C (complexo ativado da segunda etapa) representa a segunda energia de ativação.

Note também que a energia de B (compostos intermediários) pode estar em outras posições, desde que a energia de ativação da primeira etapa seja maior que a energia de ativação da segunda etapa.