

# QUÍMICA

## Química – Questão 01

Considere uma amostra nas condições ambientes que contém uma mistura racêmica constituída das substâncias dextrógira e levógira do tartarato duplo de sódio e amônio.

Assinale a opção que contém o método mais **ADEQUADO** para a separação destas substâncias.

- A) Catação
- B) Filtração
- C) Destilação
- D) Centrifugação
- E) Levigação

### **RESOLUÇÃO:**

O procedimento de catação é o mais adequado uma vez que os cristais da substância levógira são visualmente diferentes dos cristais da substância dextrógira. Os outros procedimentos não permitiriam a separação, pois as propriedades de solubilidade nos solventes comuns, ponto de fusão, ponto de ebulição e densidade são idênticas para as duas substâncias.

Em 1848, Louis Pasteur, em seus estudos sobre fermentações, observou que os sais de ácido tartárico cristalizavam de maneiras distintas e, usando uma pinça (catação), separou os cristais geometricamente inversos.

### **RESPOSTA: A**

## Química – Questão 02

Considere os seguintes óxidos (I, II, III, IV e V):

I. CaO

II. N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

III. Na<sub>2</sub>O

IV. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

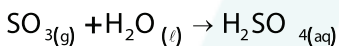
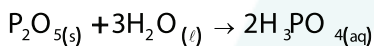
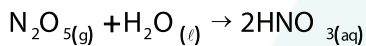
V. SO<sub>3</sub>

Assinale a opção que apresenta os óxidos que, quando dissolvidos em água pura, tornam o meio ácido.

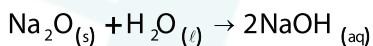
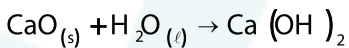
- A) Apenas I e IV.
- B) Apenas I, III e V.
- C) Apenas II e III.
- D) Apenas II, IV e V.
- E) Apenas III e V.

### RESOLUÇÃO:

N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e SO<sub>3</sub> são anidridos, isto é, óxidos ácidos que reagem com água formando ácidos de Arrhenius como mostram as equações:

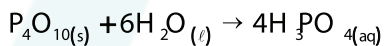


Os outros dois óxidos são básicos, ou seja, produzem bases ao reagirem com a água, de acordo com o mostrado nas equações:



### OBSERVAÇÃO:

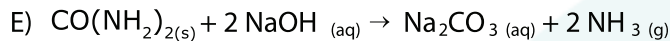
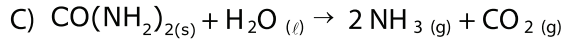
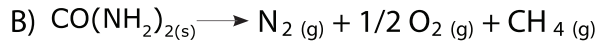
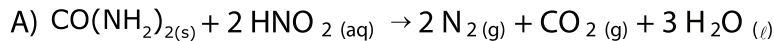
A fórmula P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> é uma simplificação de P<sub>4</sub>O<sub>10</sub>. Assim, a equação de reação deste anidrido com a água deve ser



### RESPOSTA: D

## Química – Questão 03

Assinale a opção que apresenta a equação química que representa uma reação envolvendo a ureia  $[\text{CO}(\text{NH}_2)_2]$  que **NÃO** ocorre sob aquecimento a  $90\text{ }^\circ\text{C}$  e pressão de 1 atm.



### RESOLUÇÃO:

- Alternativa A: Verdadeira

A ureia reage com ácido nitroso, com formação de dióxido de carbono e nitrogênio. Essa reação constitui uma forma útil de destruir o excesso de ácido nitroso nas diazotações.

- Alternativa B: Falsa

A decomposição térmica da ureia ocorre em temperatura superior a  $90\text{ }^\circ\text{C}$  e origina, em meio úmido,  $\text{CO}_2$  e  $\text{NH}_3$ . A reação apresentada é termodinamicamente desfavorável.

- Alternativa C: Verdadeira

A ureia sofre hidrólise com formação de amônia e gás carbônico. A reação pode ter velocidade aumentada pelo uso da enzima urease.

- Alternativa D: Verdadeira

A ureia sofre hidrólise em meio ácido com formação de amônio e gás carbônico.

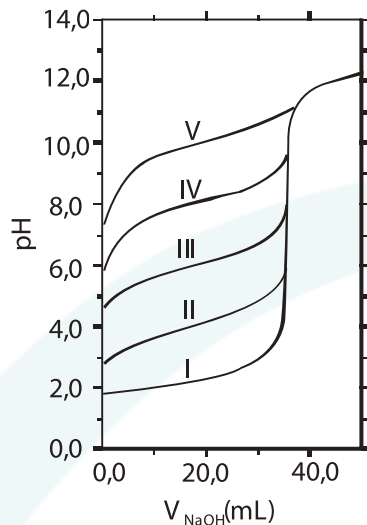
- Alternativa E: Verdadeira

A ureia sofre hidrólise em meio básico com formação de carbonato de amônio.

### RESPOSTA: B

## Química – Questão 04

São fornecidas as seguintes informações a respeito de titulação ácido-base:



- A) A figura mostra as curvas de titulação de 30,0 mL de diferentes ácidos (I, II, III, IV e V), todos a  $0,10 \text{ mol L}^{-1}$ , com uma solução aquosa  $0,10 \text{ mol L}^{-1}$  em NaOH.
- B) O indicador fenolftaleína apresenta o intervalo de mudança de cor entre pH 8,0 a 10,0, e o indicador vermelho de metila, entre pH 4,0 a 6,0.

Considerando estas informações, é **CORRETO** afirmar que

- A) o indicador vermelho de metila é mais adequado que a fenolftaleína para ser utilizado na titulação do ácido IV.
- B) o indicador vermelho de metila é mais adequado que a fenolftaleína para ser utilizado na titulação do ácido V.
- C) o ácido III é mais forte que o ácido II.
- D) os dois indicadores (fenolftaleína e vermelho de metila) são adequados para a titulação do ácido I.
- E) os dois indicadores (fenolftaleína e vermelho de metila) são adequados para a titulação do ácido III.

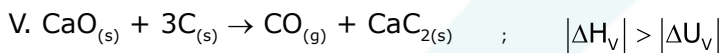
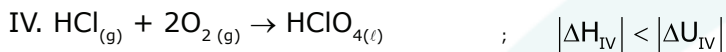
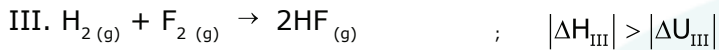
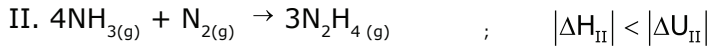
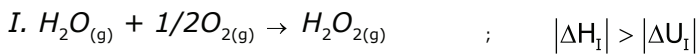
### RESOLUÇÃO:

A força dos ácidos pode ser inferida a partir do pH do meio no início da titulação. Quanto maior o pH da solução, menor sua  $[\text{H}_3\text{O}^{1+}]$ . Assim, a ordem crescente de acidez é dada por  $V < IV < III < II < I$ . O indicador fenolftaleína, de viragem básica, pode ser usado na titulação de ácido fraco por base forte já que o sal formado, neste caso, tem caráter básico. Este indicador pode ser usado também na titulação de ácidos mais fortes por bases fortes apesar do sal formado aqui ter caráter neutro. O ligeiro excesso que teríamos que utilizar da base para alcançar a faixa de viragem não representa muita coisa em termos de volume de solução básica. Podemos fazer tal afirmação diante da constatação de que, próximo ao ponto de equivalência (viragem), pequenas adições de base provocam grandes variações de pH.

**RESPOSTA: D**

## Química – Questão 05

Considere as seguintes afirmações a respeito da variação, em módulo, da entalpia ( $\Delta H$ ) e da energia interna ( $\Delta U$ ) das reações químicas, respectivamente representadas pelas equações químicas seguintes, cada uma mantida a temperatura e pressão constantes:



Das afirmações acima, estão **CORRETAS**

- A) apenas I, II e V.
- B) apenas I, III e IV.
- C) apenas II, IV e V.
- D) apenas III e V.
- E) todas.

### RESOLUÇÃO:

I. INCORRETA

$$\Delta H = \Delta U + \Delta nRT$$

$$|\Delta H_I| = |\Delta U_I| - \frac{1}{2}RT$$

$$|\Delta H_I| < |\Delta U_I|$$

II. CORRETA

$$|\Delta H_{II}| = |\Delta U_{II}| - 2RT$$

$$|\Delta H_{II}| < |\Delta U_{II}|$$

III. INCORRETA

$$|\Delta H_{III}| = |\Delta U_{III}|$$

IV. CORRETA

$$|\Delta H_{IV}| = |\Delta U_{IV}| - 3RT$$

$$|\Delta H_{IV}| < |\Delta U_{IV}|$$

V. CORRETA

$$|\Delta H_V| = |\Delta U_V| + 1RT$$

$$|\Delta H_V| > |\Delta U_V|$$

**RESPOSTA: C**

## Química – Questão 06

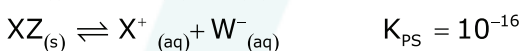
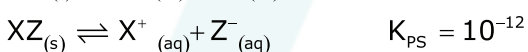
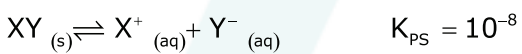
Considere as afirmações a seguir, todas relativas à temperatura de 25 °C, sabendo que os produtos de solubilidade das substâncias hipotéticas XY, XZ e XW são, respectivamente, iguais a  $10^{-8}$ ,  $10^{-12}$  e  $10^{-16}$ , naquela temperatura.

- I. Adicionando-se  $1 \times 10^{-3}$  mol do ânion W proveniente de um sal solúvel a 100 mL de uma solução aquosa saturada em XY sem corpo de fundo, observa-se a formação de um sólido.
- II. Adicionando-se  $1 \times 10^{-3}$  mol do ânion Y proveniente de um sal solúvel a 100 mL de uma solução aquosa saturada em XW sem corpo de fundo, não se observa a formação de sólido.
- III. Adicionando-se  $1 \times 10^{-3}$  mol de XZ sólido a 100 mL de uma solução aquosa contendo  $1 \times 10^{-3}$  mol  $L^{-1}$  de um ânion Z proveniente de um sal solúvel, observa-se um aumento da quantidade de sólido.
- IV. Adicionando-se uma solução aquosa saturada em XZ sem corpo de fundo a uma solução aquosa saturada em XZ sem corpo de fundo, observa-se a formação de um sólido.

Das afirmações acima, está(ão) **CORRETA(S)**

- A) apenas I e II.
- B) apenas I e III.
- C) apenas II.
- D) apenas III e IV.
- E) apenas IV.

### RESOLUÇÃO:



#### I. VERDADEIRA

$$[X^+][Y^-] = 10^{-8}$$

$$[X^+] = [Y^-] = 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[W^-] = 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$Q_{ps} (XW) = [X^+][W^-]$$

$$Q_{ps} (XW) = 10^{-4} \cdot 10^{-4}$$

$$Q_{ps} (XW) = 10^{-8}$$

$$Q_{ps} (XW) > K_{ps} (XW)$$

Então ocorre precipitação do sólido XW.

#### II. VERDADEIRA

$$[X^+][W^-] = 10^{-16}$$

$$[X^+] = [W^-] = 10^{-8} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[Y^-] = 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$Q_{ps} (XY) = [X^+][Y^-]$$

$$Q_{ps} (XY) = 10^{-8} \cdot 10^{-4}$$

$$Q_{ps} (XY) = 10^{-12}$$

$$Q_{ps} (XY) < K_{ps} (XY)$$

Não há formação de sólido.

#### III. FALSA

O sal tem coeficiente de solubilidade extremamente baixo.

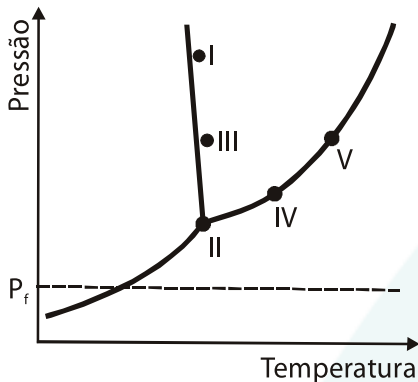
#### IV. FALSA

Não há formação de sólido, visto que as soluções são saturadas. A mistura resultante é uma solução saturada de XZ de volume maior, se comparado aos volumes das soluções iniciais.

**RESPOSTA: A**

## Química – Questão 07

O diagrama de fases da água está representado na figura. Os pontos indicados (I, II, III, IV e V) referem-se a sistemas contendo uma mesma massa de água líquida pura em equilíbrio com a(s) eventual(ais) fase(s) termodinamicamente estável(eis) em cada situação. Considere, quando for o caso, que os volumes iniciais da fase vapor são iguais. A seguir, mantendo-se as temperaturas de cada sistema constantes, a pressão é reduzida até  $P_f$ . Com base nestas informações, assinale a opção que apresenta a relação **ERRADA** entre os números de mol de vapor de água ( $n$ ) presentes nos sistemas, quando a pressão é igual a  $P_f$ .



- A)  $n_I < n_{III}$
- B)  $n_I < n_{IV}$
- C)  $n_{III} < n_{II}$
- D)  $n_{III} < n_V$
- E)  $n_{IV} < n_V$

### RESOLUÇÃO:

Ponto I = sistema constituído apenas pela fase líquida ( $n_{(l)}$ )

Ponto II = sistema constituído pelas fases líquida, sólida e vapor ( $n_{(s)} + n_{(l)} + n_{(v)}$ )

Ponto III = sistema constituído apenas pela fase líquida ( $n_{(l)}$ )

Ponto IV = sistema constituído pelas fases líquida e vapor ( $n_{(l)} + n_{(v)}$ )

Ponto V = sistema constituído pelas fases líquida e vapor ( $n_{(l)} + n_{(v)}$ )

Como os sistemas possuem a mesma massa de água líquida, a contribuição dessa fase para a quantidade em mol de vapor d'água à pressão  $P_f$  será a mesma e igual a  $n_{(l)}$ .

Se considerarmos a fase vapor como gás ideal  $PV = nRT$ , a volume constante, temos

$$n = \frac{P \cdot V}{RT}, \text{ ou seja, } n \propto \frac{P}{T}$$

Pelo esboço do gráfico, a variação de pressão de II para IV é menor do que a variação de temperatura, portanto

$$\frac{P_{II}}{T_{II}} > \frac{P_{IV}}{T_{IV}} \text{ e } n_{(v)II} > n_{(v)IV}.$$

A partir do esboço do gráfico, a variação de pressão de II para V é menor do que a variação de temperatura, portanto

$$\frac{P_{II}}{T_{II}} > \frac{P_V}{T_V} \text{ e } n_{(v)II} > n_{(v)V}.$$

Contudo a mesma análise gráfica não nos permite distinguir, com precisão, qual variação, de temperatura ou de pressão é maior, logo  $n_{(v)IV} \cong n_{(v)V}$ .

O sistema é o único que possui uma contribuição para o valor de  $n$  originária de uma fase sólida.

Portanto, a sequência crescente dos valores de "n" na pressão  $P_f$  e, respectivas, temperaturas, é

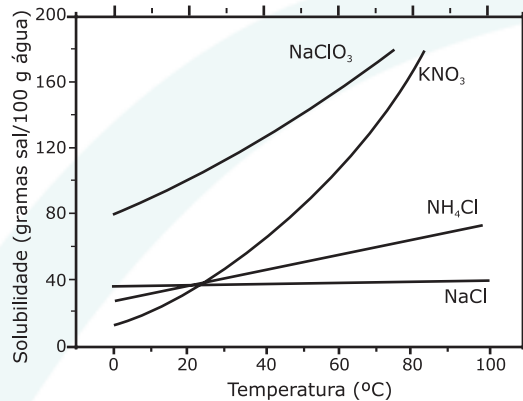
$$n_I = n_{III} < n_{IV} \cong n_V < n_{II}$$

**RESPOSTA: A**



## Química – Questão 08

Considere um calorímetro adiabático e isotérmico, em que a temperatura é mantida rigorosamente constante e igual a 40 °C. No interior deste calorímetro, é posicionado um frasco de reação cujas paredes permitem a completa e imediata troca de calor. O frasco de reação contém 100 g de água pura a 40 °C. Realizam-se cinco experimentos, adicionando uma massa  $m_1$  de um sal X ao frasco de reação. Após o estabelecimento do equilíbrio termodinâmico, adiciona-se ao mesmo frasco uma massa  $m_2$  de um sal Y e mede-se a variação de entalpia de dissolução ( $\Delta H$ ). Utilizando estas informações e as curvas de solubilidade apresentadas na figura, excluindo quaisquer condições de metaestabilidade, assinale a opção que apresenta a correlação **CORRETA** entre as condições em que cada experimento foi realizado e o respectivo  $\Delta H$ .



- A) Experimento 1: X = KNO<sub>3</sub> ;       $m_1 = 60$  g ;      Y = KNO<sub>3</sub> ;       $m_2 = 60$  g ;  $\Delta H > 0$   
B) Experimento 2: X = NaClO<sub>3</sub> ;       $m_1 = 40$  g ;      Y = NaClO<sub>3</sub> ;       $m_2 = 40$  g ;  $\Delta H > 0$   
C) Experimento 3: X = NaCl ;       $m_1 = 10$  g ;      Y = NaCl ;       $m_2 = 10$  g ;  $\Delta H < 0$   
D) Experimento 4: X = KNO<sub>3</sub> ;       $m_1 = 60$  g ;      Y = NaClO<sub>3</sub> ;       $m_2 = 60$  g ;  $\Delta H = 0$   
E) Experimento 5: X = KNO<sub>3</sub> ;       $m_1 = 60$  g ;      Y = NH<sub>4</sub>Cl ;       $m_2 = 60$  g ;  $\Delta H < 0$

### RESOLUÇÃO:

ALTERNATIVA A: INCORRETO

Experimento 1:

O coeficiente de solubilidade do KNO<sub>3</sub>, a 40 °C, é igual a 60 g / 100 g H<sub>2</sub>O.

A massa adicionada desse sal referente a  $m_1$  não dissolverá em 100 g de água pura, pois a solução, produzida após a adição de 60 g de KNO<sub>3</sub>, já estava saturada.

A dissolução é endotérmica ( $\Delta H > 0$ )

ALTERNATIVA B: CORRETO

Experimento 2:

O coeficiente de solubilidade do NaClO<sub>3</sub> é igual a 120 g / 100 g H<sub>2</sub>O, a 40 °C. Então é possível dissolver 80 g desse sal em água. A dissolução é endotérmica ( $\Delta H > 0$ ).

ALTERNATIVA C: INCORRETO

O coeficiente de solubilidade do NaCl, a 40 °C, é aproximadamente igual a 30 g / 100 g H<sub>2</sub>O. Então, 20 g desse sal pode ser dissolvida em 100 g H<sub>2</sub>O. No entanto, a dissolução do NaCl é ligeiramente endotérmica ( $\Delta H > 0$ ).

ALTERNATIVA D: INCORRETO

Ocorre a dissolução de 60 g de KNO<sub>3</sub> e 60 g de NaClO<sub>3</sub>. No entanto, a dissolução de ambos os sais é endotérmica ( $\Delta H > 0$ ).

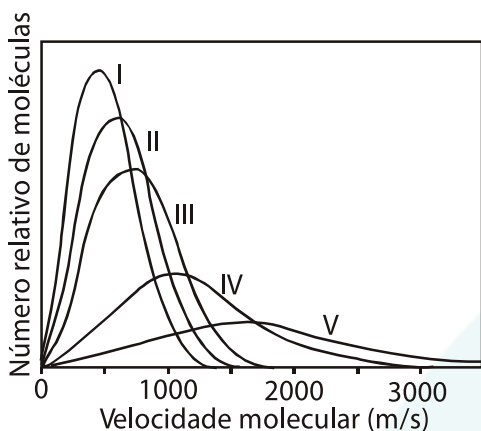
ALTERNATIVA E: INCORRETO

Ocorre dissolução total de 60 g de KNO<sub>3</sub> e dissolução parcial de NH<sub>4</sub>Cl. No entanto, a dissolução desses sais é endotérmica ( $\Delta H > 0$ ).

**RESPOSTA: B**

## Química – Questão 09

A figura mostra cinco curvas de distribuição de velocidade molecular para diferentes gases (I, II, III, IV e V) a uma dada temperatura. Assinale a opção que relaciona **CORRETAMENTE** a curva de distribuição de velocidade molecular a cada um dos gases.



- A) I = H<sub>2</sub>, II = He, III = O<sub>2</sub>, IV = N<sub>2</sub> e V = H<sub>2</sub>O.
- B) I = O<sub>2</sub>, II = N<sub>2</sub>, III = H<sub>2</sub>O, IV = He e V = H<sub>2</sub>.
- C) I = He, II = H<sub>2</sub>, III = N<sub>2</sub>, IV = O<sub>2</sub> e V = H<sub>2</sub>O.
- D) I = N<sub>2</sub>, II = O<sub>2</sub>, III = H<sub>2</sub>, IV = H<sub>2</sub>O e V = He.
- E) I = H<sub>2</sub>O, II = N<sub>2</sub>, III = O<sub>2</sub>, IV = H<sub>2</sub> e V = He.

### RESOLUÇÃO:

Gases com massas molares diferentes devem ter a mesma energia cinética média em uma certa temperatura. Portanto, o gás de maior massa molar deve apresentar velocidade média mais baixa.

A velocidade média das moléculas é um tanto maior que a velocidade mais frequente (corresponde ao máximo da curva de distribuição), pois as curvas são não simétricas em torno do respectivo máximo. Sendo assim, podemos ordenar as velocidades médias:

$$V_I < V_{II} < V_{III} < V_{IV} < V_V$$

e também as massas molares:

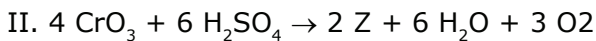
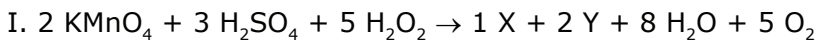
$$M_{H_2} < M_{He} < M_{H_2O} < M_{N_2} < M_{O_2}$$

Portanto, a opção que relaciona corretamente a curva de distribuição de velocidade molecular a cada um dos gases é a B.

**RESPOSTA: B**

## Química – Questão 10

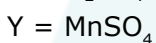
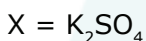
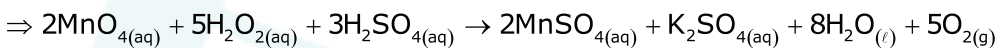
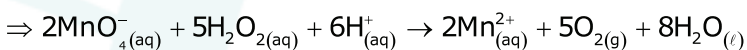
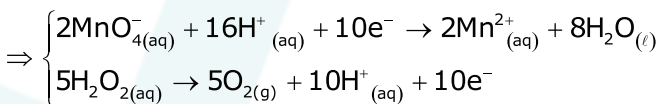
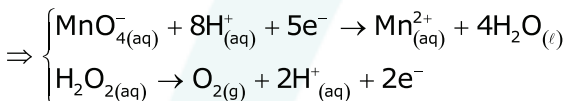
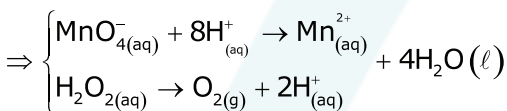
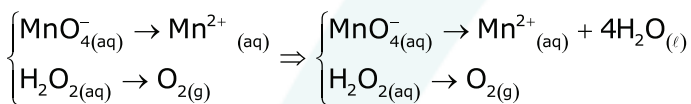
Considere as respectivas reações químicas representadas pelas seguintes equações químicas:



Em relação às equações químicas I, II e III, é **CORRETO** afirmar que

- A) o produto X é  $\text{KHSO}_4$ .
- B) o produto Y é  $\text{Mn}(\text{SO}_4)_2$ .
- C) o produto Z é  $\text{CrSO}_4$ .
- D) o peróxido de hidrogênio atua como agente oxidante.
- E) os produtos Z e W representam o mesmo composto químico.

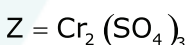
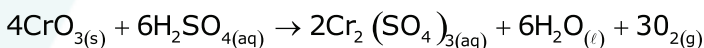
### RESOLUÇÃO:



Agente oxidante =  $\text{KMnO}_4$

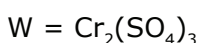
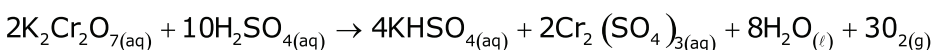
Agente redutor =  $\text{H}_2\text{O}_2$

II. Considerando que o  $\text{Cr}^{6+}$  do  $\text{CrO}_3$  é reduzido a  $\text{Cr}^{3+}$  e  $\text{O}^{2-}$  do  $\text{CrO}_3$  é oxidado a  $\text{O}_2 \text{(g)}$ , temos



Agente oxidante e redutor =  $\text{CrO}_3 \text{(s)}$

III. Considerando que  $\text{Cr}^{6+}$  do  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  é reduzido a  $\text{Cr}^{3+}$  e  $\text{O}^{2-}$  do  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  é oxidado a  $\text{O}_2$ , temos



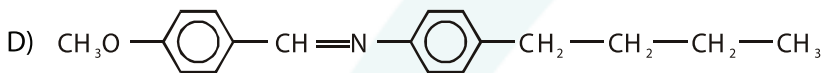
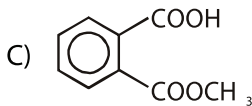
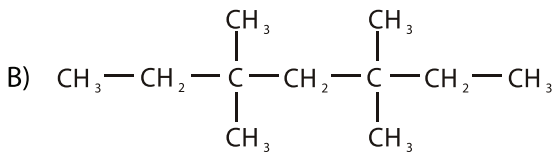
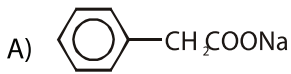
Agente oxidante e redutor =  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \text{(aq)}$

**RESPOSTA: E**



## Química – Questão 11

Assinale a opção que apresenta a substância que pode exibir comportamento de cristal líquido, nas condições ambientes.



### RESOLUÇÃO:

As substâncias citadas nos itens A, C e E são sólidas nas condições ambiente. A substância A é um cristal sólido iônico formado por ânions carboxilatos e cátions sódio numa rede cristalina definida. A substância C é o ácido acetil-salicílico (aspirina), um cristal sólido constituído por moléculas unidas por interações ligação de hidrogênio e dipolos-induzidos. A substância E é um cristal sólido cujas forças de coesão são do tipo ligação de hidrogênio e dipolos-induzidos também.

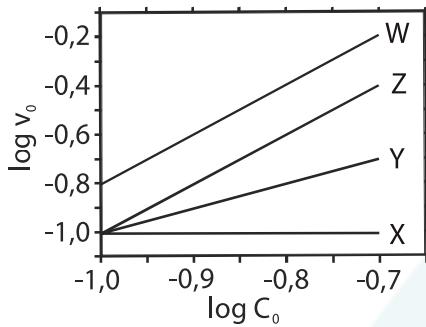
Já as substâncias B e D merecem estudo à parte. A substância B é constituída de alcanos em que as moléculas contém número de carbonos característico de formação de líquido à temperatura ambiente. Líquidos comuns são isotrópicos, pois suas propriedades, por exemplo viscosidade, não dependem da direção da medida. Porém a substância D é constituída de moléculas na forma de um bastão. Elas estão paralelas e podem se movimentar umas sobre as outras ao longo de seus eixos, porém este movimento é dificultado em outras direções não recebendo então o título de isotrópica. Ou seja, é um líquido (há fluidez) mas também há um pouco de ordem molecular de um sólido.

Os cristais líquidos são formados por moléculas compridas, razoavelmente rígidos e com dipolos permanentes. O sistema conjugado da função enamina entre os dois anéis aromáticos confere a rigidez necessária e o grupo metoxila, a polaridade.

### RESPOSTA: D

## Química – Questão 12

Considere quatro séries de experimentos em que quatro espécies químicas (X, Y, Z e W) reagem entre si, à pressão e temperatura constantes. Em cada série, fixam-se as concentrações de três espécies e varia-se a concentração ( $C_0$ ) da quarta. Para cada série, determina-se a velocidade inicial da reação ( $v_0$ ) em cada experimento. Os resultados de cada série são apresentados na figura, indicados pelas curvas X, Y, Z e W, respectivamente. Com base nas informações fornecidas, assinale a opção que apresenta o valor **CORRETO** da ordem global da reação química.



- A) 3
- B) 4
- C) 5
- D) 6
- E) 7

### RESOLUÇÃO:

As ordens parciais da reação em relação aos reagentes podem ser calculadas a partir dos dados do gráfico e correspondem aos coeficientes angulares das curvas:

→ ordem parcial em relação ao reagente X é igual a zero, pois a variação da concentração de X não determina variação na velocidade inicial da reação.

a = ordem parcial em relação ao reagente X

$$a = 0$$

→ ordem parcial em relação ao reagente Y = b

$$b = \operatorname{tg}\theta_1 = \frac{(-0,8) - (-1,0)}{(-0,8) - (-1,0)} = \frac{0,2}{0,2} = 1$$

→ ordem parcial em relação ao reagente Z = c

$$c = \operatorname{tg}\theta_2 = \frac{(-0,6) - (-1,0)}{(-0,8) - (-1,0)} = \frac{0,4}{0,2} = 2$$

→ ordem parcial em relação ao reagente W = d

$$d = \operatorname{tg}\theta_3 = \frac{(-0,4) - (-0,8)}{(-0,8) - (-1,0)} = \frac{0,4}{0,2} = 2$$

→ ordem global = a + b + c + d

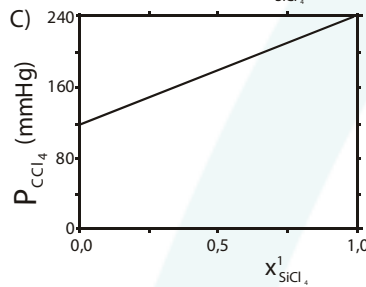
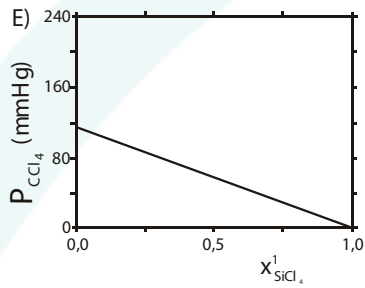
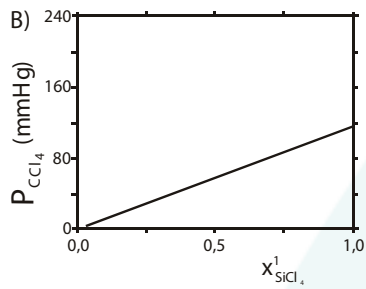
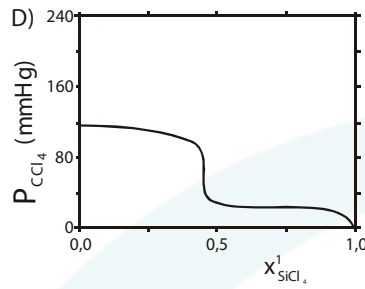
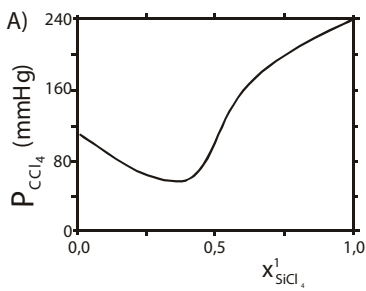
$$\text{ordem global da reação} = 0 + 1 + 2 + 2 = 5$$

→ Lei de velocidade:  $v = k [Y][Z]^2[W]^2$

**RESPOSTA: C**

## Química – Questão 13

Considere soluções de  $\text{SiCl}_4 / \text{CCl}_4$  de frações molares variáveis, todas a 25 °C. Sabendo que a pressão de vapor do  $\text{CCl}_4$  a 25 °C é igual a 114,9 mmHg, assinale a opção que mostra o gráfico que **MELHOR** representa a pressão de vapor de  $\text{CCl}_4$  ( $P_{\text{CCl}_4}$ ) em função da fração molar de  $\text{SiCl}_4$  no líquido ( $x_{\text{SiCl}_4}^1$ ).



### Resolução:

Se em um sistema for colocado inicialmente apenas  $\text{CCl}_4$  líquido, a pressão de vapor do  $\text{CCl}_4$  é igual a 114,9 mmHg, pois a fração molar do  $\text{SiCl}_4$  é igual a zero. Quando a fração molar do  $\text{SiCl}_4$  na solução aumenta, diminui a fração molar do  $\text{CCl}_4$  e, conseqüentemente, a pressão de vapor do  $\text{CCl}_4$  no sistema diminui. Se em um sistema, apenas existir  $\text{SiCl}_4$  líquido, a pressão de vapor do  $\text{CCl}_4$  é zero.

### Resposta: E

## Química – Questão 14

Um recipiente fechado, mantido a volume e temperatura constantes, contém a espécie química X no estado gasoso a pressão inicial  $P_0$ . Esta espécie decompõe-se em Y e Z de acordo com a seguinte equação química:  $X_{(g)} \rightarrow 2Y_{(g)} + 1/2Z_{(g)}$ . Admita que X, Y e Z tenham comportamento de gases ideais. Assinale a opção que apresenta a expressão **CORRETA** da pressão (P) no interior do recipiente em função do andamento da reação, em termos da fração  $\alpha$  de moléculas de X que reagiram.

A)  $P = [1 + (1/2) \alpha] P_0$

B)  $P = [1 + (2/2) \alpha] P_0$

C)  $P = [1 + (3/2) \alpha] P_0$

D)  $P = [1 + (4/2) \alpha] P_0$

E)  $P = [1 + (5/2) \alpha] P_0$

### RESOLUÇÃO:

Mantido o volume e a temperatura constantes, a pressão de um gás ideal é diretamente proporcional à quantidade de matéria desse gás. Portanto, se consumirmos  $n \cdot \alpha$  mols de X a pressão será reduzida de  $P_0 \cdot \alpha$ .

Início	$P_0$	0	0
Transformação	$- P_0 \cdot \alpha$	$+ 2P_0 \cdot \alpha$	$+ 1/2 P_0 \cdot \alpha$
Final	$P_0 (1 - \alpha)$	$2P_0 \cdot \alpha$	$1/2 P_0 \cdot \alpha$

A pressão total final é igual à soma das pressões parciais dos gases na mistura reacional:

$$P = P_{Xf} + P_{Yf} + P_{Zf}$$

$$P = P_0 (1 - \alpha) + 2P_0 \alpha + 1/2 P_0 \alpha$$

$$P = P_0 (1 - \alpha + 2 \alpha + 1/2 \alpha)$$

$$\mathbf{P = P_0 (1 + 3/2 \alpha)}$$

**RESPOSTA: C**



## Química – Questão 15

Um elemento galvânico é constituído pelos eletrodos a seguir especificados, ligados por uma ponte salina e conectados a um multímetro de alta impedância.

**Eletrodo a:** Placa de chumbo metálico mergulhada em uma solução aquosa  $1 \text{ mol L}^{-1}$  de nitrato de chumbo.

**Eletrodo b:** Placa de níquel metálico mergulhada em uma solução aquosa  $1 \text{ mol L}^{-1}$  de sulfato de níquel.

Após estabelecido o equilíbrio químico nas condições-padrão, determina-se a polaridade dos eletrodos. A seguir, são adicionadas pequenas porções de KI sólido ao **Eletrodo a**, até que ocorra a inversão de polaridade do elemento galvânico. Dados eventualmente necessários: Produto de solubilidade de  $\text{PbI}_2$ :  $K_{\text{ps}}(\text{PbI}_2) = 8,5 \times 10^{-9}$  Potenciais de eletrodo em relação ao eletrodo padrão de hidrogênio nas condições-padrão:

$$E_{\text{Pb}/\text{Pb}^{2+}}^0 = -0,13\text{V}; E_{\text{Ni}/\text{Ni}^{2+}}^0 = -0,25\text{V}; E_{\text{I}^-/\text{I}_2}^0 = 0,53\text{V}$$

Assinale a opção que indica a concentração **CORRETA** de KI, em  $\text{mol L}^{-1}$ , a partir da qual se observa a inversão de polaridade dos eletrodos nas condições-padrão.

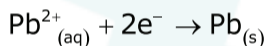
- A)  $1 \times 10^{-2}$
- B)  $1 \times 10^{-3}$
- C)  $1 \times 10^{-4}$
- D)  $1 \times 10^{-5}$
- E)  $1 \times 10^{-6}$

### RESOLUÇÃO:

Pela equação de Nerst, temos para o chumbo:

$$E = E^0 - \frac{0,05916}{n} \cdot \log \frac{1}{[\text{Pb}^{2+}]}$$

Pois,



Haverá uma inversão de polaridade quando  $E_{\text{Pb}/\text{Pb}^{2+}}^0 < E_{\text{Ni}/\text{Ni}^{2+}}^0$

$$\therefore E_{\text{Pb}/\text{Pb}^{2+}}^0 < -0,25\text{V}$$

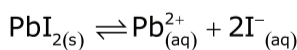
$$E_{\text{Pb}/\text{Pb}^{2+}} = E_{\text{Pb}/\text{Pb}^{2+}}^0 - \frac{0,05916}{2} \cdot \log \frac{1}{[\text{Pb}^{2+}]} < -0,25$$

$$-0,13 - \frac{0,05916}{2} \cdot \log [\text{Pb}^{2+}]^{-1} < -0,25$$

$$\log [\text{Pb}^{2+}] < \frac{-0,25 + 0,13}{0,02958} \Rightarrow \log [\text{Pb}^{2+}] < -4,06$$

$$[\text{Pb}^{2+}] < 10^{-4,06} \text{ mol/L}$$

Como o equilíbrio de solubilidade para o  $\text{PbI}_2$  é representado por



$$K_{\text{ps}} = [\text{Pb}^{2+}] \cdot [\text{I}^-]^2$$

$$8,5 \cdot 10^{-9} = 10^{-4,06} \cdot [\text{I}^-]^2$$

$$[\text{I}^-] = \sqrt{8,5 \cdot 10^{-5}}$$

$$[\text{I}^-] = 0,009$$

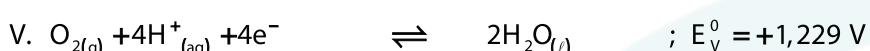
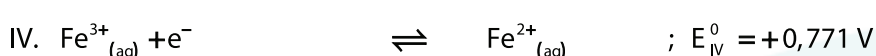
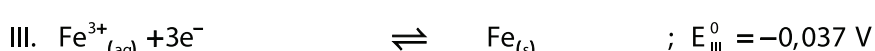
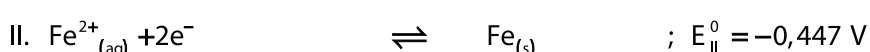
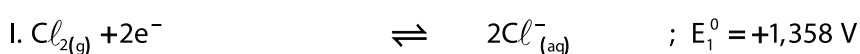
$$[\text{I}^-] = 1 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$$

Ou seja, para diminuirmos a concentração de  $\text{Pb}^{2+}_{(\text{aq})}$  a um valor inferior a  $10^{-4,06} \text{ mol/L}$ , devido a precipitação de  $\text{PbI}_2$  é necessária a adição mínima de  $1 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$  de  $\text{I}^{-}_{(\text{aq})}$  e, conseqüentemente, de  $\text{KI}_{(\text{aq})}$ .

**RESPOSTA: A**

## Química – Questão 16

São dadas as semiequações químicas seguintes e seus respectivos potenciais elétricos na escala do eletrodo de hidrogênio nas condições padrão:



Com base nestas informações, assinale a opção que contém a afirmação **CORRETA**, considerando as condições-padrão.

A) A formação de  $\text{FeCl}_2$  a partir de  $\text{Fe}$  fundido e  $\text{Cl}_2$  gasoso apresenta  $\Delta H > 0$ .

B) Tanto a eletrólise ígnea do  $\text{FeCl}_{2(\text{s})}$  quanto a do  $\text{FeCl}_{3(\text{s})}$ , quando realizadas nas mesmas condições experimentais, produzem as mesmas quantidades em massa de  $\text{Fe}_{(\text{s})}$ .

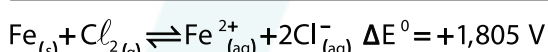
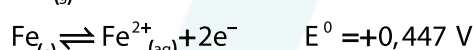
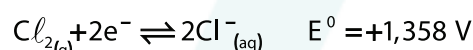
C) Uma solução aquosa de  $\text{FeCl}_2$  reage com uma solução aquosa de ácido clorídrico, gerando  $\text{H}_{2(\text{g})}$ .

D) Borbulhando  $\text{Cl}_{2(\text{g})}$  em uma solução aquosa de  $\text{Fe}^{2+}$ , produz-se 1 mol de  $\text{Fe}^{3+}$  para cada mol de  $\text{Cl}^-$  em solução.

E)  $\text{Fe}^{2+}$  tende a se oxidar em solução aquosa ácida quando o meio estiver aerado.

### RESOLUÇÃO:

A) **INCORRETA.**



Esse fenômeno é espontâneo ( $\Delta G < 0$ ) e ocorre com diminuição de entropia ( $\Delta S < 0$ ), devido à conversão do sistema de líquido + gás ( $\text{Fe} + \text{Cl}_2$ ) para sólido ( $\text{FeCl}_2$ ) inferimos que  $\Delta H < 0$ , pois

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

$$\Delta H = \Delta G + T\Delta S$$

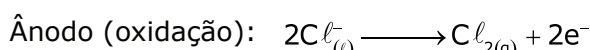
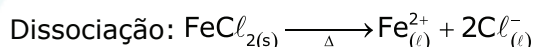
$$- = (-) + (+)$$

ou seja, a soma de duas parcelas negativa é negativa.

Obs.: para resolvermos o item, utilizamos os potenciais do ferro em solução aquosa, apesar de a pergunta ser sobre a formação do  $\text{FeCl}_2$  a partir do ferro fundido, pois essa informação não foi fornecida.

B) **INCORRETA.**

A eletrólise ígnea do  $\text{FeCl}_{2(\text{s})}$  pode ser descrita pelo seguinte conjunto de equações:



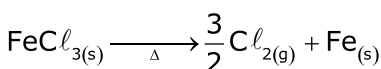
Processo global:

Para cada mol de  $\text{Fe}_{(\text{s})}$  produzido são consumidos 2 mol de elétrons.

Já a eletrólise ígnea de  $\text{FeCl}_{3(\text{s})}$  pode ser descrita pelo seguinte conjunto de equações:



Processo Global:



Para cada mol de  $\text{Fe}_{(\text{s})}$  produzido são consumidos 3 mol de elétrons.

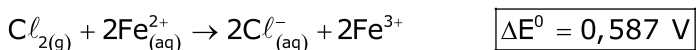
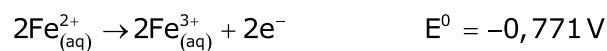
As quantidades em massa de  $\text{Fe}_{(\text{s})}$  só serão as mesmas se a carga entregue à eletrólise do  $\text{FeCl}_{3(\text{s})}$  for 1,5 vezes maior do que a entregue à eletrólise do  $\text{FeCl}_{2(\text{s})}$ .

C) **INCORRETA.**

A mistura de uma solução de  $\text{FeCl}_2$  com uma solução de ácido clorídrico é não reacional, pois apresentam o mesmo ânion e não estabelecem processo de dupla troca.

D) **INCORRETA.**

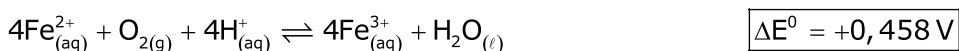
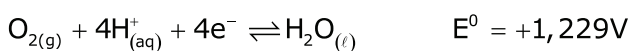
O processo é descrito pelas seguintes semirreações:



Do ponto de vista da estequiometria (para cada mol de  $\text{Cl}^-$  obtido, um mol de  $\text{Fe}^{3+}$  poderia ser produzido) e da espontaneidade do processo, a alternativa está correta. No entanto, quando se borbulhar gás cloro em água corre a reação  $\text{Cl}_{2(\text{g})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{e})} \rightleftharpoons \text{HCl}_{(\text{aq})} + \text{HClO}_{(\text{aq})}$ . Então, a estequiometria não é exatamente 1:1, pois haverá  $\text{Cl}^-$  proveniente da redução do  $\text{Cl}_{2(\text{g})}$ .

E) **CORRETA.**

A oxidação de íons  $\text{Fe}^{2+}$  em solução aquosa ácida aerada é espontânea, pois  $\Delta E^0 > 0$ .

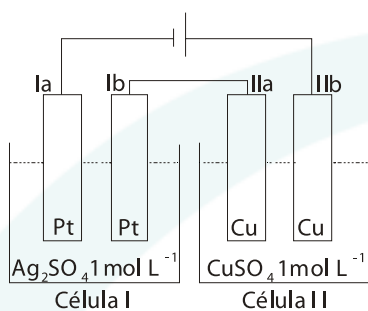


**RESPOSTA: E**

## Química – Questão 17

Duas células (I e II) são montadas como mostrado na figura. A célula I contém uma solução aquosa  $1 \text{ mol L}^{-1}$  em sulfato de prata e duas placas de platina. A célula II contém uma solução aquosa  $1 \text{ mol L}^{-1}$  em sulfato de cobre e duas placas de cobre. Uma bateria fornece uma diferença de potencial elétrico de 12 V entre os eletrodos Ia e IIb, por um certo intervalo de tempo.

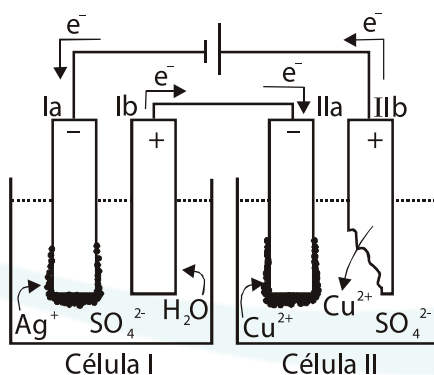
Assinale a opção que contém a afirmativa **ERRADA** em relação ao sistema descrito.



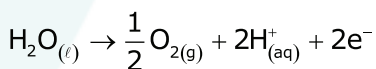
- A) Há formação de  $\text{O}_{2(g)}$  no eletrodo Ib.  
 B) Há um aumento da massa do eletrodo Ia.  
 C) A concentração de íons  $\text{Ag}^+$  permanece constante na célula I.  
 D) Há um aumento de massa do eletrodo IIa.  
 E) A concentração de íons  $\text{Cu}^{2+}$  permanece constante na célula II.

### RESOLUÇÃO:

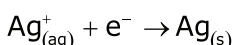
O esquema a seguir indica o fluxo de elétrons, a polaridade dos eletrodos e o fluxo de reagentes em relação aos eletrodos das células I e II, conectadas em série.



A) **CERTA**. No eletrodo Ib (ânodo da célula I), ocorrerá a oxidação do oxigênio da água descrita pela equação:



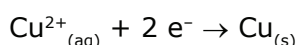
B) **CERTA**. No eletrodo Ia (cátodo da célula I), ocorre a redução dos íons prata descrita pela equação:



A prata metálica se deposita na superfície do eletrodo, aumentando a massa do mesmo.

C) **ERRADA**. De acordo com a resolução do item B, os íons  $\text{Ag}^+_{(aq)}$  são consumidos para originar  $\text{Ag}_{(s)}$ , diminuindo, assim, a sua concentração na célula I.

D) **CERTA**. No eletrodo IIa (cátodo da célula II), ocorre a redução dos íons  $\text{Cu}^{2+}_{(aq)}$  descrita pela equação:



O cobre metálico formado se deposita na superfície do eletrodo IIa, aumentando sua massa.

E) **CERTA**. De acordo com a resolução do item D, os íons  $\text{Cu}^{2+}_{(aq)}$  são consumidos. Todavia no eletrodo IIb ocorrerá a oxidação do  $\text{Cu}_{(s)}$ , que possui preferência de descarga em relação à  $\text{H}_2\text{O}_{(l)}$ . Esses processos são descritos pelas seguintes equações:



Para cada íon  $\text{Cu}^{2+}_{(aq)}$  gerado no eletrodo IIb, um íon  $\text{Cu}^{2+}_{(aq)}$  será consumido no eletrodo IIa, mantendo constante a concentração desses íons.

**RESPOSTA: C**

## Química – Questão 18

Considere as afirmações seguintes, todas relacionadas a átomos e íons no estado gasoso.

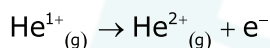
- I. A energia do íon  $\text{Be}^{2+}$ , no seu estado fundamental, é igual à energia do átomo de He neutro no seu estado fundamental.
- II. Conhecendo a segunda energia de ionização do átomo de He neutro, é possível conhecer o valor da afinidade eletrônica do íon  $\text{He}^{2+}$ .
- III. Conhecendo o valor da afinidade eletrônica e da primeira energia de ionização do átomo de Li neutro, é possível conhecer a energia envolvida na emissão do primeiro estado excitado do átomo de Li neutro para o seu estado fundamental.
- IV. A primeira energia de ionização de íon  $\text{H}^-$  é menor do que a primeira energia de ionização do átomo de H neutro.
- V. O primeiro estado excitado do átomo de He neutro tem a mesma configuração eletrônica do primeiro estado excitado do íon  $\text{Be}^{2+}$ .

Então, das afirmações acima, estão **CORRETAS**

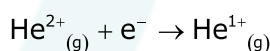
- A) apenas I e III.
- B) apenas I, II e V.
- C) apenas I e IV.
- D) apenas II, IV e V.
- E) apenas III e V.

### RESOLUÇÃO:

- **Afirmativa I: Incorreta** – A energia do átomo não depende apenas da configuração eletrônica, mas também da carga nuclear.
- **Afirmativa II: Correta** – Uma vez que o processo que envolve a segunda ionização do He mostrada a seguir

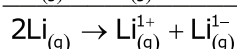
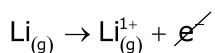
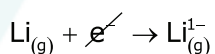


é o inverso da anionização do cátion  $\text{He}^{2+}$ , como mostra a equação:



Assim, a quantidade de calor trocado nos dois processos é idêntica.

- **Afirmativa III: Incorreta**



O conhecimento de tais valores só permite concluir alguma coisa a respeito do calor trocado quando elétrons são transferidos de um átomo de Li para o outro.

- **Afirmativa IV: Correta** – A carga nuclear efetiva sobre os elétrons de  $\text{H}^{1-}$  é menor que em H neutro pois, no primeiro, a blindagem ocorre. Assim, é mais fácil remover elétrons de  $\text{H}^{1-}$ .

- **Afirmativa V: Correta** – Quando o Be perde dois elétrons forma um cátion com a configuração  $1s^2$ , idêntica à do gás nobre He.

**RESPOSTA: D**

## Química – Questão 19

Uma reação química hipotética é representada pela seguinte equação:  $X_{(g)} + Y_{(g)} \rightarrow 3Z_{(g)}$ . Considere que esta reação seja realizada em um cilindro provido de um pistão, de massa desprezível, que se desloca sem atrito, mantendo-se constantes a pressão em 1 atm e a temperatura em 25 °C. Em relação a este sistema, são feitas as seguintes afirmações:

- I. O calor trocado na reação é igual à variação de entalpia.
- II. O trabalho realizado pelo sistema é igual a zero.
- III. A variação da energia interna é menor do que a variação da entalpia.
- IV. A variação da energia interna é igual a zero.
- V. A variação da energia livre de Gibbs é igual à variação de entalpia.

Então, das afirmações anteriores, estão **CORRETAS**

- A) apenas I, II e IV.
- B) apenas I e III.
- C) apenas II e V.
- D) apenas III e IV.
- E) apenas III, IV e V.

### RESOLUÇÃO:

#### I. CORRETA

A variação de entalpia de uma reação química é a quantidade de energia trocada entre sistema e vizinhanças, à pressão constante.

#### II. INCORRETA

A reação química ocorre com variação de volume dos gases. Como se verifica expansão gasosa, o sistema reacional transfere energia, sob a forma de trabalho, para as vizinhanças.

#### III. CORRETA

$$|\Delta H| = |\Delta U| + \Delta nRT$$

$$|\Delta H| = |\Delta U| + 1RT$$

$$|\Delta U| = |\Delta H| - RT$$

$$|\Delta U| < |\Delta H|$$

#### IV. INCORRETA

$$|\Delta U| = |\Delta H| - RT$$

## V. INCORRETA

$\Delta G$  = variação de energia livre de Gibbs

$\Delta H$  = variação de entalpia

$\Delta S$  = variação de entropia

Equação de energia livre de Gibbs:

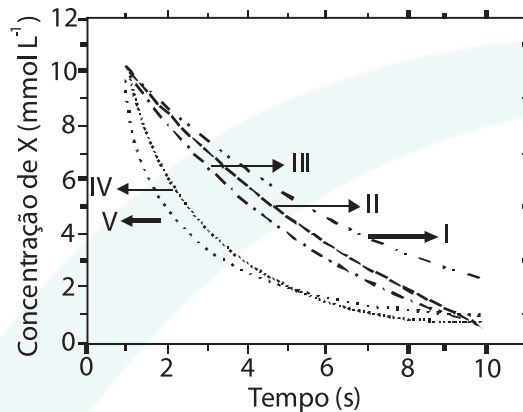
$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

Considerando que  $\Delta H \neq 0$ ,  $\Delta S \neq 0$  (ocorre, aumento da desordem do sistema) e a temperatura é diferente de 0 K, não se pode afirmar que a variação de energia livre de Gibbs é igual à variação de entalpia.

**RESPOSTA: B**

## Química – Questão 20

A figura apresenta cinco curvas (I, II, III, IV e V) da concentração de uma espécie X em função do tempo. Considerando uma reação química hipotética representada pela equação  $X_{(g)} \rightarrow Y_{(g)}$ , assinale a opção **CORRETA** que indica a curva correspondente a uma reação química que obedece a uma lei de velocidade de segunda ordem em relação à espécie X.



- A) Curva I
- B) Curva II
- C) Curva III
- D) Curva IV
- E) Curva V

### RESOLUÇÃO:

A lei de velocidade de uma reação de segunda ordem pode ser representada pela equação

$$v = k[X]^2$$

No início do processo reacional, o coeficiente angular da curva concentração de X em função do tempo é maior, visto que a velocidade é fortemente dependente da concentração de X. Quando a reação atinge a etapa final, o coeficiente angular da curva é baixo, pois a concentração de X é pequena. Através da lei integrada da reação de segunda ordem, constata-se que a curva que melhor representa essa reação é uma hipérbole.

Veja:

$$\frac{1}{[X]} = kt$$

$$[X] \cdot t = \frac{1}{k}$$

Logo, a curva V (hipérbole) corresponde a uma reação de segunda ordem.

**RESPOSTA: E**

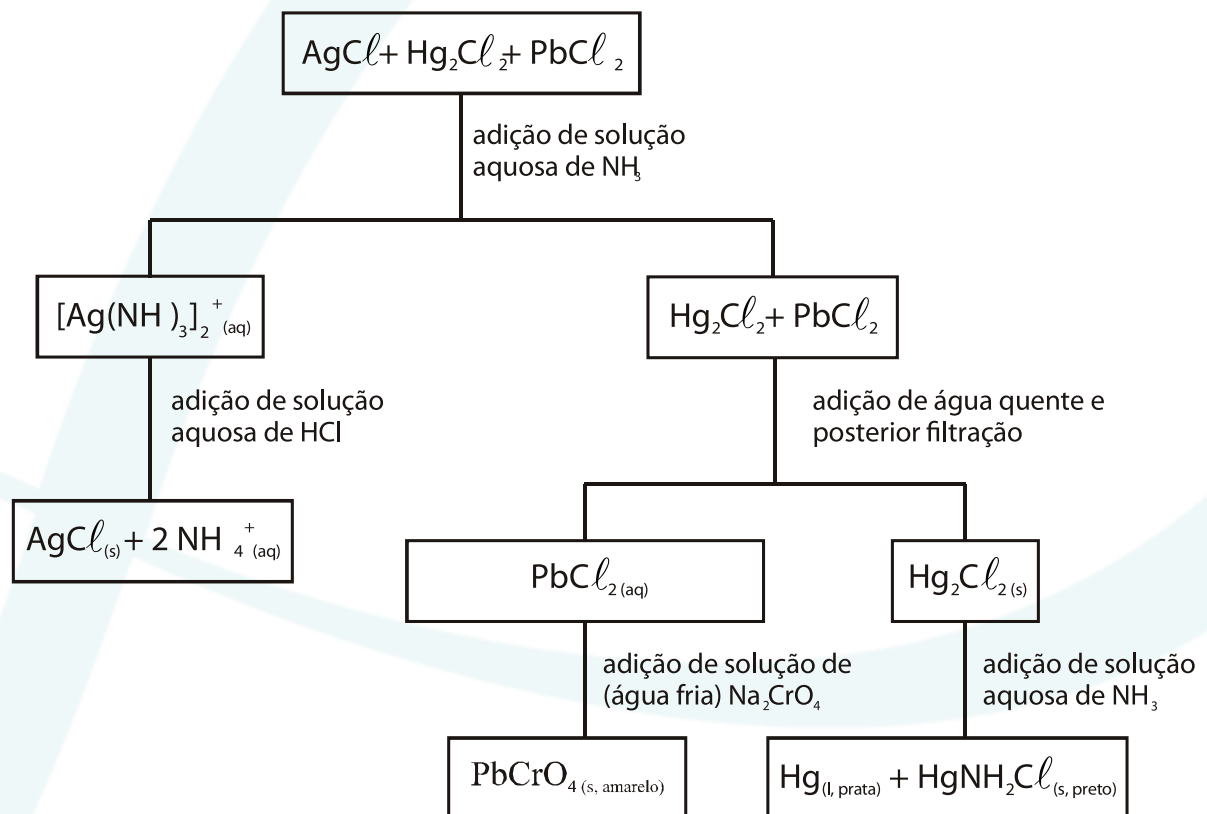
## Química – Questão 21

Considere as informações a seguir:

- A)  $\text{PbCrO}_{4(s)}$  é um sólido amarelo que é solúvel em água quente.  
B)  $\text{AgCl}_{(s)}$  forma um cátion de prata solúvel em solução aquosa de  $\text{NH}_3$ .  
C) O sólido branco  $\text{PbCl}_2(s)$  é solúvel em água quente, mas os sólidos brancos  $\text{AgCl}_{(s)}$  e  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2(s)$  não o são.  
D) Uma solução aquosa contendo o cátion de prata do item B), quando acidulada com  $\text{HCl}$ , forma o sólido  $\text{AgCl}_{(s)}$ .  
E)  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2(s)$  forma uma mistura insolúvel contendo  $\text{Hg}_{(l)}$ , que tem cor prata, e  $\text{HgNH}_2\text{Cl}_{(s)}$ , que é preto, em solução aquosa de  $\text{NH}_3$ .

Uma amostra sólida consiste em uma mistura de cloretos de  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Hg}_2^{2+}$  e  $\text{Pb}^{2+}$ . **APRESENTE** uma seqüência de testes experimentais para identificar os íons  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Hg}_2^{2+}$  e  $\text{Pb}^{2+}$  presentes nesta amostra.

### RESOLUÇÃO:



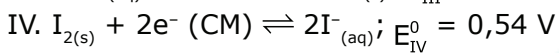
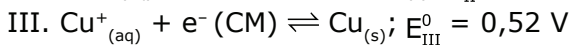
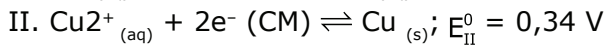
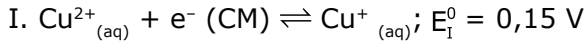


## Química – Questão 22

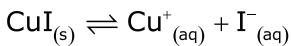
**CALCULE** o valor do potencial elétrico na escala do eletrodo de hidrogênio nas condições-padrão ( $E^0$ ) da semiequação química  $\text{CuI}_{(s)} + e^- (\text{CM}) \rightleftharpoons \text{Cu}_{(s)} + \text{I}^-_{(\text{aq})}$ .

Dados eventualmente necessários: Produto de solubilidade do  $\text{CuI}_{(s)}$ :  $K_{\text{ps}} (\text{CuI}) = 1,0 \times 10^{-12}$

Semiequações químicas e seus respectivos potenciais elétricos na escala do eletrodo de hidrogênio nas condições-padrão ( $E^0$ ):



### RESOLUÇÃO:



$$K_{\text{ps}} = [\text{Cu}^+] \cdot [\text{I}^-]$$

$$\therefore K_{\text{ps}} = [\text{Cu}^+]^2$$

$$[\text{Cu}^+] = \sqrt{K_{\text{ps}}}$$

$$[\text{Cu}^+] = \sqrt{1 \cdot 10^{-12}}$$

$$[\text{Cu}^+] = 1 \cdot 10^{-6} \text{ mol/L}$$

Como



Pela equação de Nerst a 25 °C, temos

$$E = E^0 - \frac{0,05916}{n} \cdot \log \frac{1}{[\text{Cu}^+]}$$

$$E = 0,52 - \frac{0,5916}{1} \cdot \log \frac{1}{1 \cdot 10^{-6}}$$

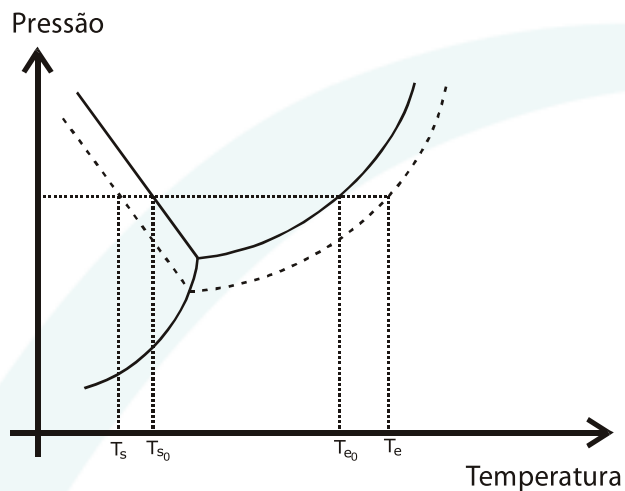
$$E = 0,52 - 0,355$$

$$E = 0,165 \text{ V}$$

## Química – Questão 23

**ESBOCE** graficamente o diagrama de fases (pressão *versus* temperatura) da água pura (linhas cheias). Neste mesmo gráfico, **ESBOCE** o diagrama de fases de uma solução aquosa 1 mol kg<sup>-1</sup> em etilenoglicol (linhas tracejadas).

**RESOLUÇÃO:**



$T_{s_0}$  = temperatura de solidificação do solvente puro.

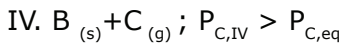
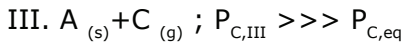
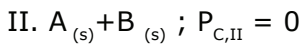
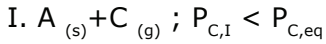
$T_s$  = temperatura de solidificação do solvente da solução de etilenoglicol.

$T_{e_0}$  = temperatura de ebulição do solvente puro.

$T_e$  = temperatura de ebulição do solvente da solução de etilenoglicol.

## Química – Questão 24

Uma reação química genérica pode ser representada pela seguinte equação:  $A_{(s)} \rightleftharpoons B_{(s)} + C_{(g)}$ . Sabe-se que, na temperatura  $T_{eq}$ , esta reação atinge o equilíbrio químico, no qual a pressão parcial de C é dada por  $P_{C,eq}$ . Quatro recipientes fechados (I, II, III e IV), mantidos na temperatura  $T_{eq}$ , contêm as misturas de substâncias e as condições experimentais especificadas a seguir:



Para cada um dos recipientes, o equilíbrio químico citado pode ser atingido? **JUSTIFIQUE** suas respostas.

### RESOLUÇÃO:

Recipiente I: o equilíbrio pode ser atingido. Como a pressão parcial de  $C_{(g)}$  inicialmente é menor do que a pressão parcial de  $C_{(g)}$  no equilíbrio, o reagente  $A_{(s)}$  pode se transformar em  $B_{(s)}$  e  $C_{(g)}$ . Dessa forma, ocorre aumento da pressão parcial de  $C_{(g)}$  que poderá se tornar igual à pressão de  $C_{(g)}$  no equilíbrio.

Recipiente II: o equilíbrio pode ser atingido. O reagente  $A_{(s)}$  pode decompor e produzir  $B_{(s)}$  e  $C_{(g)}$ . Então, a pressão parcial de  $C_{(g)}$  se torna igual à pressão parcial de  $C_{(g)}$  no equilíbrio, mesmo diante da pressão parcial inicial nula de  $C_{(g)}$ .

Recipiente III: o equilíbrio não pode ser atingido. Como a pressão parcial inicial de  $C_{(g)}$  é muito maior do que a pressão parcial de  $C_{(g)}$  no equilíbrio há a necessidade de consumo de  $C_{(g)}$ . Entretanto, isso não é possível diante da ausência do sólido B na mistura inicial.

Recipiente IV: o equilíbrio pode ser atingido. Como a pressão parcial de  $C_{(g)}$  na mistura inicial é maior do que a pressão parcial de  $C_{(g)}$  no equilíbrio, haverá consumo dessa espécie química. Tal fenômeno é possível, pois a mistura inicial contém o sólido B. O equilíbrio é então atingido quando a pressão parcial de  $C_{(g)}$  atingir o valor da pressão parcial de  $C_{(g)}$  característica do equilíbrio.

## Química – Questão 25

Uma substância A apresenta as seguintes propriedades:

Temperatura de fusão a 1 atm =  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$

Temperatura de ebulição a 1 atm =  $85\text{ }^{\circ}\text{C}$

Varição de entalpia de fusão =  $180\text{ J g}^{-1}$

Varição de entalpia de vaporização =  $500\text{ J g}^{-1}$

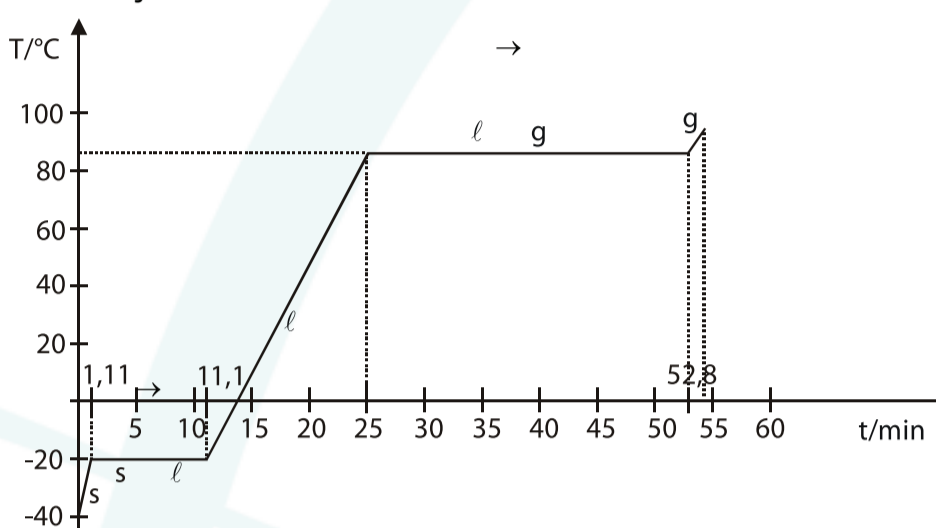
Calor específico de  $A_{(s)} = 1,0\text{ J g}^{-1}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$

Calor específico de  $A_{(l)} = 2,5\text{ J g}^{-1}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$

Calor específico de  $A_{(g)} = 0,5\text{ J g}^{-1}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$

À pressão de 1 atm, uma amostra sólida de 25 g da substância A é aquecida de  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  até  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ , a uma velocidade constante de  $450\text{ J min}^{-1}$ . Considere que todo calor fornecido é absorvido pela amostra. **CONSTRUA** o gráfico de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) versus tempo (min) para todo o processo de aquecimento considerado, indicando claramente as coordenadas dos pontos iniciais e finais de cada etapa do processo. **MOSTRE** os cálculos necessários.

### RESOLUÇÃO:



#### I. Aquecimento de $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ até $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$

$$1,0\text{ J} \quad \text{_____} \quad 1\text{ g}$$

$$x \quad \text{_____} \quad 25\text{ g}$$

$$x = 25\text{ J}$$

$$25\text{ J} \quad \text{_____} \quad 1\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$y \quad \text{_____} \quad 20\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$y = 500\text{ J}$$

$$450\text{ J} \quad \text{_____} \quad 60\text{ s (1 min)}$$

$$500\text{ J} \quad \text{_____} \quad z$$

$$Z = 66,7\text{ s} \approx 1,11\text{ min}$$

#### II. Fusão da substância A

$$180\text{ J} \quad \text{_____} \quad 1\text{ g}$$

$$x \quad \text{_____} \quad 25\text{ g}$$

$$x = 4500\text{ J} \therefore \boxed{10,00\text{ min}} \text{ já que } 450\text{ J/min.}$$

#### III. Aquecimento de $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ até $85\text{ }^{\circ}\text{C}$

$$2,5\text{ J} \quad \text{_____} \quad 1\text{ g}$$

$$y \quad \text{_____} \quad 25\text{ g}$$

$$y = 62,5\text{ J}$$

$$62,5\text{ J} \quad \text{_____} \quad 1\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$z \quad \text{_____} \quad 105\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$z = 6562,50\text{ J}$$

$$450\text{ J} \quad \text{_____} \quad 1\text{ min}$$

$$6562,5\text{ J} \quad \text{_____} \quad t$$

$$\boxed{t = 14,60\text{ min}}$$

#### IV. Ebulição da substância A

$$500\text{ J} \quad \text{_____} \quad 1\text{ g}$$

$$x \quad \text{_____} \quad 25\text{ g}$$

$$x = 12500\text{ J}$$

$$450\text{ J} \quad \text{_____} \quad 1\text{ min}$$

$$12500\text{ J} \quad \text{_____} \quad y$$

$$\boxed{y = 27,78\text{ min}}$$

#### V. Aquecimento de A de $85\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$

$$0,5\text{ J} \quad \text{_____} \quad 1\text{ g}$$

$$x \quad \text{_____} \quad 25\text{ g}$$

$$x = 12,5\text{ J}$$

$$12,5\text{ J} \quad \text{_____} \quad 1\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t \quad \text{_____} \quad 15\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\boxed{t = 187,5\text{ J}}$$

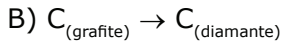
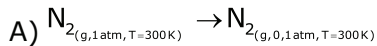
$$450\text{ J} \quad \text{_____} \quad 1\text{ min}$$

$$187,5\text{ J} \quad \text{_____} \quad u$$

$$\boxed{u = 0,42\text{ min}}$$

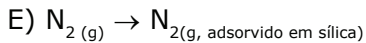
## Química – Questão 26

Para cada um dos processos listados a seguir, **INDIQUE** se a variação de entropia será maior, menor ou igual a zero. **JUSTIFIQUE** suas respostas.



C) solução supersaturada  $\rightarrow$  solução saturada

D) sólido amorfo  $\rightarrow$  sólido cristalino



### RESOLUÇÃO:

A) À temperatura constante, a diminuição da pressão ocorrerá com o aumento de volume. Ocorre, então, o aumento da desordem, visto o aumento da liberdade das moléculas, logo a **entropia aumenta**:  $\Delta S > 0$ .

B) No grafite, os elétrons  $\pi$  se encontram **deslocalizados** pelos anéis planares formadores das lâminas de grafite. Já no diamante, os elétrons não apresentam a mesma mobilidade e se encontram localizados entre os núcleos de carbonos, formando as ligações sigma. Há diminuição na desordem e portanto  $\Delta S < 0$ .

C) Na solução supersaturada, o número de partículas de soluto dispersas no solvente é maior que o número de partículas de soluto na solução saturada. Com a diminuição do número de partículas dispersas no solvente há aumento do grau de liberdade, portanto  $\Delta S > 0$ .

D) O grau de liberdade das espécies, num sólido amorfo, é maior que num sólido cristalino de estrutura bem definida, portanto  $\Delta S < 0$ .

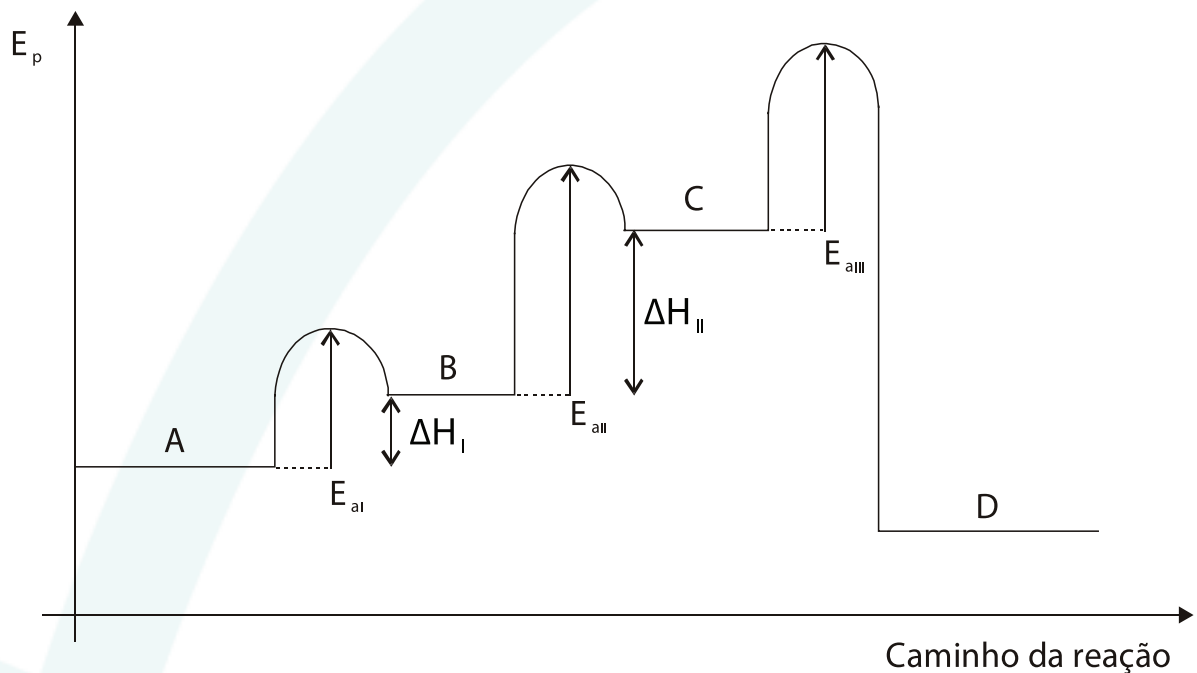
E) Comparando um sistema em que moléculas de nitrogênio estão na fase gasosa e um sistema em que estas moléculas estão adsorvidas em sílica, haverá diminuição do grau de desordem dada a menor mobilidade das entidades, logo  $\Delta S < 0$ .

## Química – Questão 27

A equação química hipotética  $A \rightarrow D$  ocorre por um mecanismo que envolve as três reações unimoleculares seguintes (I, II e III). Nestas reações,  $\Delta H_i$  representa as variações de entalpia, e  $E_{ai}$ , as energias de ativação.

- I.  $A \rightarrow B$ ; rápida,  $\Delta H_I$ ,  $E_{aI}$
- II.  $B \rightarrow C$ ; lenta,  $\Delta H_{II}$ ,  $E_{aII}$
- III.  $C \rightarrow D$ ; rápida,  $\Delta H_{III}$ ,  $E_{aIII}$

**TRACE** a curva referente à energia potencial em função do caminho da reação  $A \rightarrow D$ , admitindo que a reação global  $A \rightarrow D$  seja exotérmica e considerando que  $\Delta H_{II} > \Delta H_I > 0$ ;  $E_{aI} < E_{aIII}$ .



- I)  $A \rightarrow B$  .rápida  $\Rightarrow$  Energia de ativação **baixa**.  
.Endotérmica  $\Rightarrow \Delta H_I > 0$
- II)  $B \rightarrow C$  .lenta  $\Rightarrow$  Energia de ativação **alta**.  
.Endotérmica  $\Rightarrow \Delta H_{II} > 0$  e  $\Delta H_{II} > \Delta H_I$
- III)  $C \rightarrow D$  .rápida  $\Rightarrow$  Energia de ativação **baixa** porém maior que  $E_{aI}$ .  
.Exotérmica: pois a reação global é exotérmica.

$$\text{Logo: } \begin{cases} \Delta H_{II} > \Delta H_I > 0 \\ E_{aI} < E_{aIII} < E_{aII} \\ A \rightarrow D \Delta H < 0 \end{cases}$$

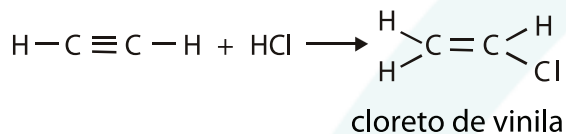
## Química – Questão 28

São realizadas reações químicas do acetileno com ácido clorídrico, ácido cianídrico, ácido acético e cloro, nas proporções estequiométricas de 1:1.

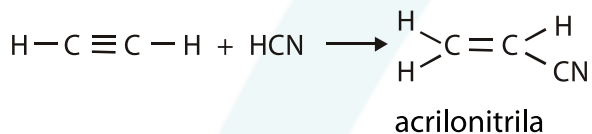
- A) **MOSTRE** as equações químicas que representam cada uma das reações químicas especificadas.  
B) **INDIQUE** quais dos produtos formados podem ser utilizados como monômeros na síntese de polímeros.  
C) **DÊ** os nomes dos polímeros que podem ser formados a partir dos monômeros indicados no item B).

### RESOLUÇÃO:

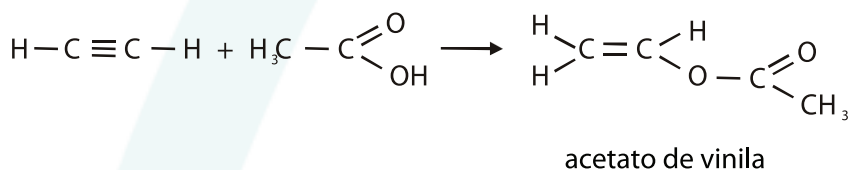
A) • Acetileno + ácido clorídrico



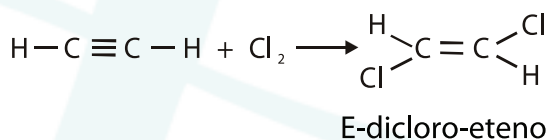
• Acetileno + ácido cianídrico



• Acetileno + ácido acético:



• Acetileno + cloro



B) Todos os produtos formados nas reações citadas no item A podem ser utilizados como monômeros. Com o uso de iniciador de polimerização (radical, catiônico ou aniônico), as espécies (cloreto de vinila, acrilonitrila, acetato de vinila e E-dicloro-eteno) poderão ter as ligações  $\pi$  rompidas de forma homolítica ou heterolítica, iniciando a polimerização.

C) • PVC (policloreto de vinila)

- Poliacrilonitrila (orlon, acrilan)
- PVA (poliacetato de vinila)
- Poli (trans-dicloro-eteno)

## Química – Questão 29

São descritos, a seguir, dois experimentos e respectivas observações envolvendo ossos limpos e secos provenientes de uma ave.

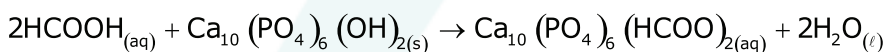
- I. Um osso foi imerso em uma solução aquosa 10 % (v/v) em ácido fórmico. Após certo tempo, observou-se que o mesmo havia se tornado flexível.
- II. Um outro osso foi colocado em uma cápsula de porcelana e submetido a aquecimento em uma chama de bico de Bunsen. Após um longo período de tempo, observou-se que o mesmo se tornou frágil e quebradiço.

A) **EXPLIQUE** as observações descritas nos dois experimentos.

B) Baseando-se nas observações anteriores, preveja o que acontecerá se um terceiro osso limpo e seco for imerso em uma solução aquosa 1 mg L<sup>-1</sup> em fluoreto de sódio e, a seguir, em uma solução aquosa a 10 % (v/v) em ácido fórmico. **JUSTIFIQUE** a sua resposta.

### RESOLUÇÃO:

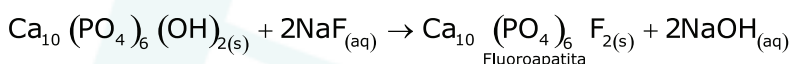
A) No experimento I, ácido fórmico reage com a hidroxiapatita, presente no osso, com formação de produtos solúveis em água. A equação representa a reação



A rigidez do osso depende da presença de hidroxiapatita, consumida na reação. Como a solução ácida é de baixa concentração e não provoca hidrólise das proteínas (colágeno) que garante a flexibilidade do osso, o mesmo perde a sustentação e se torna flexível.

No experimento II, o aquecimento produz a desnaturação de proteínas do osso, que constituem a matéria orgânica do mesmo. Logo, o osso perde a flexibilidade e se torna duro e quebradiço, em decorrência da presença de hidroxiapatita, uma substância cristalina e iônica.

B) Fluoreto de sódio reage com hidroxiapatita, formando a fluoroapatita, de acordo com a reação



A fluoroapatita é mais resistente ao ataque ácido que a hidroxiapatita. Então, o osso não se tornará flexível frente ao ácido fórmico.

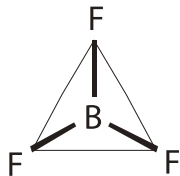


## Química – Questão 30

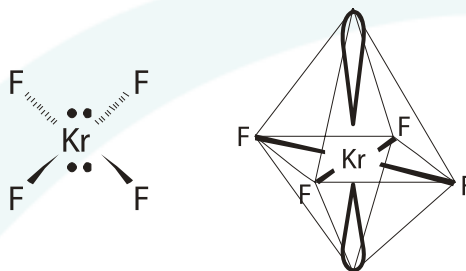
Considere as seguintes espécies no estado gasoso:  $\text{BF}_3$ ,  $\text{SnF}_3^{1-}$ ,  $\text{BrF}_3$ ,  $\text{KrF}_4$  e  $\text{BrF}_5$ . Para cada uma delas, qual é a hibridização do átomo central e qual o nome da geometria molecular?

### RESOLUÇÃO:

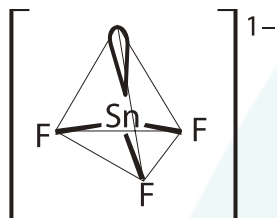
$\text{BF}_3 \Rightarrow sp^2$  – Trigonal Plana



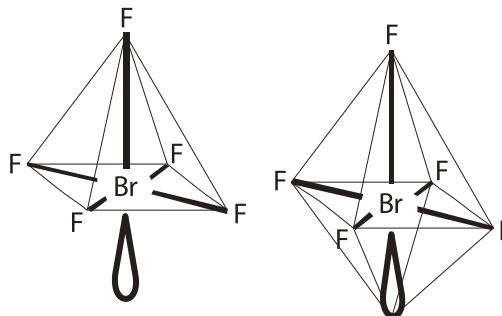
$\text{KrF}_4 \Rightarrow sp^3d^2$  – Quadrado Planar



$\text{SnF}_3^{1-} \Rightarrow sp^3$  – Piramidal



$\text{BrF}_5 \Rightarrow sp^3d^2$  – Piramidal de Base Quadrada



$\text{BrF}_3 \Rightarrow sp^3d$  – Forma T

