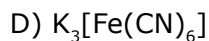
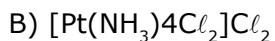
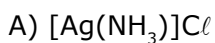


# QUÍMICA

## Química – Questão 01

O abaixamento da temperatura de congelamento da água numa solução aquosa com concentração molar de soluto igual a  $0,100 \text{ mol kg}^{-1}$  é  $0,55 \text{ }^\circ\text{C}$ . Sabe-se que a constante crioscópica da água é igual a  $1,86 \text{ }^\circ\text{C kg mol}^{-1}$ . Qual das opções abaixo contém a fórmula molecular **CORRETA** do soluto?



### Resolução:

$$\Delta t_c = k_c \cdot W \cdot i$$

$\Delta t_c$  = abaixamento da temperatura de solidificação

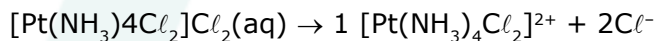
W = concentração  $\text{mol.kg}^{-1}$

i = fator de Van't Hoff

$$\Delta t_c = k_c \cdot W \cdot i$$

$$0,55 \text{ }^\circ\text{C} = 1,86 \text{ }^\circ\text{C.kg.mol}^{-1} \cdot 0,100 \text{ mol.kg}^{-1} \cdot i \Rightarrow i = 3$$

A dissociação do  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]\text{Cl}_2$  em água leva à formação de 3 partículas, segundo a equação a seguir:



**Gabarito:** Letra **B**

## Química – Questão 02

Qual das opções apresenta uma substância que, ao reagir com um agente oxidante ([O]), em excesso, produz um ácido carboxílico?

A) 2-propanol

C) Ciclobutano

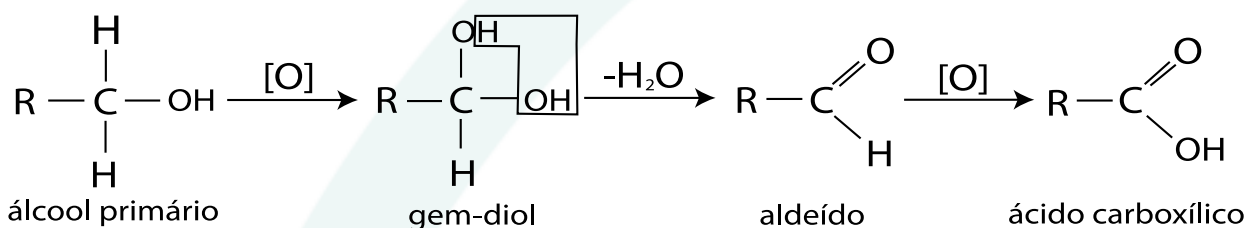
E) Etanol

B) 2-metil-2-propanol

D) Propanona

### Resolução:

A sequência a seguir mostra uma oxidação de um álcool primário, com um agente oxidante em excesso, formando um ácido carboxílico.



O álcool primário é o etanol e sua oxidação forma ácido acético.

**Gabarito:** Letra **E**

## Química – Questão 03

Uma solução líquida é constituída de 1,2-dibromo etileno ( $C_2H_2Br_2$ ) e 2,3-dibromo propeno ( $C_3H_4Br_2$ ). A  $85\text{ }^\circ\text{C}$ , a concentração do 1,2-dibromo etileno nesta solução é igual a 0,40 (mol/mol). Nessa temperatura, as pressões de vapor saturantes do 1,2-dibromo etileno e do 2,3- dibromo propeno puros são, respectivamente, iguais a 173 mmHg e 127 mmHg. Admitindo que a solução tem comportamento ideal, é **CORRETO** afirmar que a concentração (em mol/mol) de 2,3-dibromo propeno na fase gasosa é igual a

A) 0,40

C) 0,48

E) 0,60

B) 0,42

D) 0,52

### RESOLUÇÃO:

Fração molar do 1,2-dibromoetileno =  $x_A = 0,40$

Fração molar do 2,3-dibromopropeno =  $x_B$

Como  $x_A + x_B = 1 \Rightarrow x_B = 0,60$

Pressão de vapor saturante para A = 173 mmHg

Pressão de vapor saturante para B = 127 mmHg

Na fase gasosa da solução, temos:

$P_A = x_A \cdot P_{\text{vapor saturante}}$

$P_A = 0,40 \cdot 173 \text{ mmHg} = 69,2 \text{ mmHg}$

$P_B = x_B \cdot P_{\text{vapor saturante}}$

$P_B = 0,60 \cdot 127 \text{ mmHg} = 76,2 \text{ mmHg}$

$P_{\text{total}} = P_A + P_B$

$P_{\text{total}} = 69,2 + 76,2 = 145,2 \text{ mmHg}$

Fração molar no vapor é calculada por

$x_A = P_A / P_{\text{total}} = 69,2 \text{ mmHg} / 145,2 \text{ mmHg} = 0,42$

$x_B = P_B / P_{\text{total}} = 76,2 \text{ mmHg} / 145,2 \text{ mmHg} = 0,52$

A concentração em mol/mol (fração molar no vapor) do 2,3-dibromopropeno é 0,52.

**Gabarito:** Letra **D**

## Química – Questão 04

Uma mistura de azoteto de sódio,  $\text{NaN}_3(\text{c})$ , e de óxido de ferro (III),  $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{c})$ , submetida a uma centelha elétrica, reage muito rapidamente, produzindo, entre outras substâncias, nitrogênio gasoso e ferro metálico. Na reação entre o azoteto de sódio e o óxido de ferro (III) misturados em proporções estequiométricas, a relação (em mol/mol)  $\text{N}_2(\text{g}) / \text{Fe}_2\text{O}_3(\text{c})$  é igual a

A) 1/2

C) 3/2

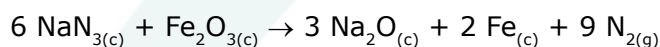
E) 9

B) 1

D) 3

### RESOLUÇÃO:

A equação balanceada que representa a reação é



A proporção entre  $\text{N}_{2(\text{g})}$  e  $\text{Fe}_2\text{O}_{3(\text{c})}$  é de 9 mol / 1 mol = 9

**Gabarito:** Letra **E**

## Química – Questão 05

Uma determinada substância cristaliza no sistema cúbico. A aresta da célula unitária dessa substância é representada por  $Z$ , a massa específica por  $\mu$  e a massa molar por  $\bar{M}$ . Sendo  $N_{av}$  igual ao número de Avogadro, qual é a expressão algébrica que permite determinar o número de espécies que formam a célula unitária desta substância?

A)  $\frac{Z^3 \mu}{\bar{M}}$

C)  $\frac{Z^3}{\mu}$

E)  $\frac{Z^3 \mu N_{av}}{\bar{M}}$

B)  $\frac{Z^3 \bar{M}}{\mu}$

D)  $\frac{Z^3 \bar{M} N_{av}}{\mu}$

### Resolução:

O volume de uma célula cúbica é:  $v = z^3$ .

O volume de 1 mol é a massa molar / massa específica é  $V = \text{massa molar} / \mu$ .

O número de células cúbicas em 1 mol de substância é  $N = V / v = \text{massa molar} / (\mu \cdot z^3)$ .

O número de espécies que formam a célula unitária =  $N_{av} / N = N_{av} / [\text{massa molar} / (\mu \cdot z^3)]$ .

O número de espécies que formam a célula unitária =  $N_{av} \cdot \mu \cdot z^3 / \text{massa molar}$ .

**Gabarito:** Letra **E**

## Química – Questão 06

Sabendo que o estado fundamental do átomo de hidrogênio tem energia igual a  $-13,6$  e V, considere as seguintes afirmações:

- I. O potencial de ionização do átomo de hidrogênio é igual a  $13,6$  e V.
- II. A energia do orbital no átomo de hidrogênio é igual a  $-13,6$  e V.
- III. A afinidade eletrônica do átomo de hidrogênio é igual a  $-13,6$  e V.
- IV. A energia do estado fundamental da molécula de hidrogênio,  $H_2(g)$ , é igual a  $-(2 \times 13,6)$  e V.
- V. A energia necessária para excitar o elétron do átomo de hidrogênio do estado fundamental para o orbital  $2s$  é menor do que  $13,6$  e V.

Das afirmações feitas, estão **ERRADAS**

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

### RESOLUÇÃO:

- I. O potencial de ionização do átomo de hidrogênio é igual a  $13,6$ eV. ( V ) São necessários  $13,6$ eV para retirar do hidrogênio, o elétron que se encontra no estado fundamental.
- II. A energia do orbital  $1s$  no átomo de hidrogênio é igual a  $-13,6$ eV. ( V ) É a energia do nível 1.
- III. A afinidade eletrônica do átomo de hidrogênio é igual a  $-13,6$ eV. ( F ) Este valor é o inverso da energia de ionização e não a afinidade eletrônica.
- IV. A energia do estado fundamental da molécula de hidrogênio,  $H_{2(g)}$ , é igual a  $-(2 \times 13,6)$ eV.( F ) Quando há formação de ligação química, ocorre liberação de energia, estabilizando a molécula.
- V. A energia necessária para excitar o elétron do átomo de hidrogênio do estado fundamental para o orbital  $2s$  é menor do que  $13,6$ eV. ( V ) As energias dos níveis 2 e 1 são calculadas como se segue.

$$E_n = -13,6 / n^2, \text{ (em eV)}$$

$$E_2 = -13,6 / 2^2 = -3,4 \text{ eV}$$

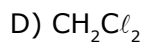
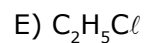
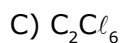
$$E_1 = -13,6 / 1^2 = -13,6 \text{ eV}$$

$$\Delta E = E_2 - E_1 = [(-3,4 \text{ eV}) - (-13,6 \text{ eV})] = 10,2 \text{ eV}$$

**Gabarito:** Letra **D**

## Química – Questão 07

Qual das substâncias a seguir apresenta o menor valor de pressão de vapor saturante na temperatura ambiente?



### Resolução:

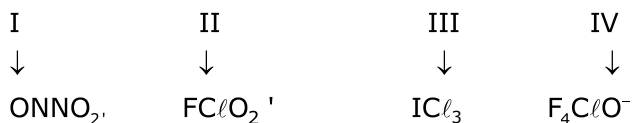
A substância que apresenta menor pressão de vapor é aquela que é menos volátil, ou seja, a de maior temperatura de ebulição. Das substâncias em questão, a de maior temperatura de ebulição é o hexacloroetano ( $\text{C}_2\text{Cl}_6$ ), por apresentar um maior volume molecular, portanto, interações mais intensas.

**Gabarito:** Letra **C**



## Química – Questão 08

Considere as seguintes espécies químicas no estado gasoso, bem como os respectivos átomos assinalados pelos algarismos romanos:



Os orbitais híbridos dos átomos assinalados por I, II, III e IV são, respectivamente,

- A) sp<sup>2</sup>, sp<sup>3</sup>, dsp<sup>3</sup> e d<sup>2</sup>sp<sup>3</sup>                      C) sp<sup>3</sup>, dsp<sup>3</sup>, d<sup>2</sup>sp<sup>3</sup> e sp<sup>3</sup>                      E) sp, dsp<sup>3</sup>, sp<sup>3</sup> e dsp<sup>3</sup>
- B) sp<sup>2</sup>, sp<sup>2</sup>, sp<sup>3</sup> e dsp<sup>3</sup>                      D) sp<sup>3</sup>, sp<sup>2</sup>, dsp<sup>3</sup> e d<sup>2</sup>sp<sup>3</sup>

### RESOLUÇÃO:

O N faz 1 ligação simples, 1 dupla e uma dativa ⇒ hibridação sp<sup>2</sup>.

O Cl faz 1 ligação simples, 2 dativas e possui 1 par de elétrons não ligantes ⇒ hibridação sp<sup>3</sup>.

O I faz 3 ligações simples e possui 2 pares de elétrons não ligantes ⇒ hibridação dsp<sup>3</sup>.

O Cl faz 4 ligações simples e possui 1 par de elétrons não ligantes ⇒ hibridação d<sup>2</sup>sp<sup>3</sup>.

**Gabarito:** Letra **A**

## Química – Questão 09

Na pressão de 1 atm, a temperatura de sublimação do  $\text{CO}_2$  é igual a 195 K. Na pressão de 67 atm, a temperatura de ebulição é igual a 298 K. Assinale a opção que contém a afirmação **CORRETA** sobre as propriedades do  $\text{CO}_2$ .

- A) A pressão do ponto triplo está acima de 1 atm.
- B) A temperatura do ponto triplo está acima de 298 K.
- C) A uma temperatura acima de 298 K e na pressão de 67 atm, tem-se que o estado mais estável do  $\text{CO}_2$  é o líquido.
- D) Na temperatura de 195 K e pressões menores do que 1 atm, tem-se que o estado mais estável do  $\text{CO}_2$  é o sólido.
- E) Na temperatura de 298 K e pressões maiores do que 67 atm, tem-se que o estado mais estável do  $\text{CO}_2$  é o gasoso.

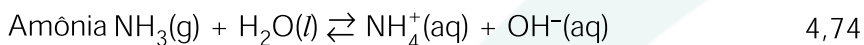
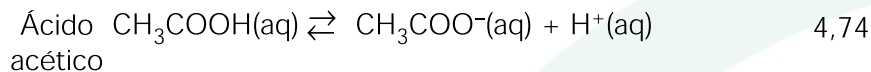
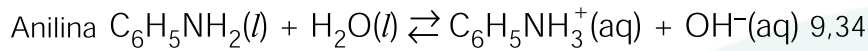
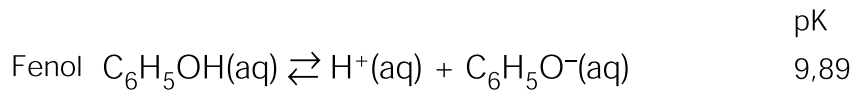
### RESOLUÇÃO:

Se a sublimação ocorre a 1 atm, o ponto triplo está acima dessa pressão.

**Gabarito:** Letra **A**

## Química – Questão 10

Considere os equilíbrios químicos a seguir e seus respectivos valores de pK ( $pK = -\log K$ ), válidos para a temperatura de 25 °C (K representa constante de equilíbrio químico).



Na temperatura de 25 °C e numa razão de volumes  $\leq 10$ , misturam-se pares de soluções aquosas de mesma concentração.

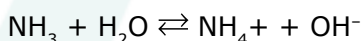
Assinale a opção que apresenta o par de soluções aquosas que, ao serem misturadas, formam uma solução tampão com pH próximo de 10.

- A)  $C_6H_5OH_{(aq)} / C_6H_5NH_{2(aq)}$ .
- B)  $C_6H_5NH_{2(aq)} / C_6H_5NH_3Cl_{(aq)}$ .
- C)  $CH_3COOH_{(aq)} / NaCH_3COO_{(aq)}$ .
- D)  $NH_{3(aq)} / NH_4Cl_{(aq)}$ .
- E)  $NaCH_3COO_{(aq)} / NH_4Cl_{(aq)}$ .

### RESOLUÇÃO:

Soluções tampão são aquelas que resistem à variação de pH, mesmo com a adição de pequenas quantidades de um ácido ou de uma base fortes. Podem ser formadas por um ácido fraco e seu sal derivado de uma base forte ou de uma base fraca e seu sal derivado de um ácido forte.

Para se obter um tampão com  $pH = 10$ , ou seja, um tampão básico, devemos colocar amônia com amônio. Observe as equações a seguir:



$$K_b = \frac{[NH_4^+] \cdot [OH^-]}{[NH_3]} \Rightarrow [OH^-] = K_b \cdot \frac{[NH_3]}{[NH_4^+]}$$

Aplicando log nos dois termos da equação, teremos

$$pOH = pK_b + \log \frac{[NH_4^+]}{[NH_3]}$$

Em um tampão a  $[NH_4^+]$  deve ser praticamente a mesma da  $[NH_3]$ . Assim,

$$\log \frac{[NH_4^+]}{[NH_3]} \cong \log 1 = 0 \text{ e } pOH \cong pK_b$$

Como o  $pK_b$  da amônia é 4,74, o  $pOH \cong 4,74$  e o  $pH$  é próximo de 10

**Gabarito:** Letra D

## Química – Questão 11

A decomposição química de um determinado gás A (g) é representada pela equação:  $A(g) \rightarrow B(g) + C(g)$ . A reação pode ocorrer numa mesma temperatura por dois caminhos diferentes (I e II), ambos com lei de velocidade de primeira ordem. Sendo  $v$  a velocidade da reação,  $k$  a constante de velocidade,  $\Delta H$  a variação de entalpia da reação e  $t_{1/2}$  o tempo de meia-vida da espécie A, é **CORRETO** afirmar que

A)  $\Delta H_I < \Delta H_{II}$

C)  $k_I = \frac{[B] \cdot [C]}{[A]}$

E)  $\frac{v_I}{v_{II}} = \frac{k_{II}}{k_I}$

B)  $\frac{k_I}{k_{II}} = \frac{(t_{1/2})_{II}}{(t_{1/2})_I}$

D)  $v_{II} = k_{II} = \frac{[B] \cdot [C]}{[A]}$

### RESOLUÇÃO:

caminho I  $\Rightarrow V_I = k_I \cdot [A]^1$

caminho II  $\Rightarrow V_{II} = k_{II} \cdot [A]^1$

$\ln([A_t] / A_o) = -kt$  ( para equação de 1ª ordem)

Se  $[A_o] = 100\%$  e  $[A_t] = 50\%$ , temos que  $t = t_{1/2}$  (tempo de meia-vida)

Logo, para o caminho I, temos

$\ln([A_t] / A_o) = -k_I t \Rightarrow \ln(50 / 100) = -k_I \cdot (t_{1/2})_I$  (A) e para o caminho II, temos

$\ln([A_t] / A_o) = -k_{II} t \Rightarrow \ln(50 / 100) = -k_{II} \cdot (t_{1/2})_{II}$  (B)

Dividindo A por B, vamos obter a resposta do item B.

**Gabarito:** Letra **B**

## Química – Questão 12

Para minimizar a possibilidade de ocorrência de superaquecimento da água durante o processo de aquecimento, na pressão ambiente, uma prática comum é adicionar pedaços de cerâmica porosa ao recipiente que contém a água a ser aquecida. Os poros da cerâmica são preenchidos com ar atmosférico, que é vagarosamente substituído por água antes e durante o aquecimento. A respeito do papel desempenhado pelos pedaços de cerâmica porosa no processo de aquecimento da água, são feitas as seguintes afirmações:

- I. A temperatura de ebulição da água é aumentada.
- II. A energia de ativação para o processo de formação de bolhas de vapor de água é diminuída.
- III. A pressão de vapor da água não é aumentada.
- IV. O valor da variação de entalpia de vaporização da água é diminuído.

Das afirmações acima está(ão) **ERRADA(S)**

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

### **RESOLUÇÃO:**

- I. A temperatura de ebulição da água é aumentada. (F) - A adição de pedaços de cerâmica porosa no processo de aquecimento da água não aumenta nem diminui a temperatura de ebulição.
- II. A energia de ativação para o processo de formação de bolhas de vapor de água é diminuída. (V) - Durante o aquecimento, o processo de formação de bolhas será facilitado devido a presença do ar nos poros da cerâmica.
- III. A pressão de vapor da água não é aumentada. (F) - Ocorrerá formação de maior quantidade de bolhas, levando a um aumento da pressão do vapor.
- IV. O valor da variação de entalpia de vaporização da água é diminuído. (F) - O  $\Delta H$  de vaporização da água continua o mesmo.

**Gabarito:** Letra **B**

## Química – Questão 13

Considere as seguintes comparações de calores específicos dos respectivos pares das substâncias indicadas.

I. tetracloreto de carbono ( $\ell$ , 25°C) > metanol ( $\ell$ , 25 °C).

II. água pura ( $\ell$ , -5 °C) > água pura (s, -5 °C).

III. alumina (s, 25 °C) > alumínio (s, 25 °C).

IV. isopor (s, 25 °C) > vidro de janela (s, 25 °C).

Das comparações feitas, está(ão) **CORRETA(S)**

A) apenas I e II.

C) apenas II.

E) apenas IV.

B) apenas I, II e III.

D) apenas III e IV.

### RESOLUÇÃO:

As comparações I e III estariam corretas caso fossem feitas as comparações por mol de cada substância.

As substâncias no estado líquido normalmente apresentam calor específico maior que seu estado sólido. Entretanto a água pura, líquida, a -5 °C, encontra-se em um estado metaestável no qual pequenas variações de energia podem levar a grandes variações de temperatura, ou seja, um baixo calor específico.

O isopor é, reconhecidamente, um ótimo isolante térmico devido ao seu elevado calor específico.

**Gabarito:** Letra **E**

## Química – Questão 14

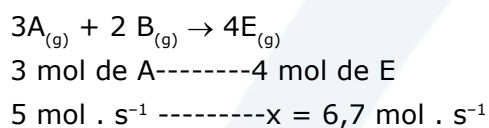
Considere a reação representada pela equação química  $3A_{(g)} + 2B_{(g)} \rightarrow 4E_{(g)}$ . Esta reação ocorre em várias etapas, sendo que a etapa mais lenta corresponde à reação representada pela seguinte equação química:  $A_{(g)} + C_{(g)} \rightarrow D_{(g)}$ . A velocidade inicial desta última reação pode ser expressa por

$-\frac{\Delta[A]}{\Delta t} = 5,0 \text{ mol s}^{-1}$ . Qual é a velocidade inicial da reação ( $\text{mol s}^{-1}$ ) em relação à espécie E?

- A) 3,8                      C) 6,7                      E) 60  
B) 5,0                      D) 20

### RESOLUÇÃO:

Para o processo Global:



**Gabarito:** Letra C

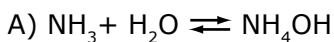
## Química – Questão 15

Indique a opção que contém a equação química de uma reação ácido-base na qual a água se comporta como base.

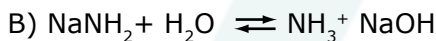
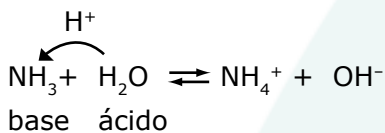
- A)  $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4\text{OH}$ .  
B)  $\text{NaNH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{NaOH}$ .  
C)  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NaHCO}_3 + \text{NaOH}$ .  
D)  $\text{P}_2\text{O}_5 + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{H}_3\text{PO}_4$ .  
E)  $\text{TiCl}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{TiO}_2 + 4\text{HCl}$ .

### RESOLUÇÃO:

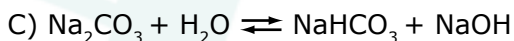
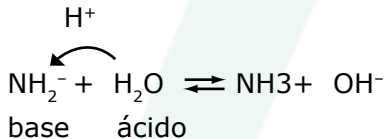
Segundo Brønsted, **ácido** é a espécie que cede prótons ( $\text{H}^+$ ) e **base** é a espécie que recebe prótons ( $\text{H}^+$ ).



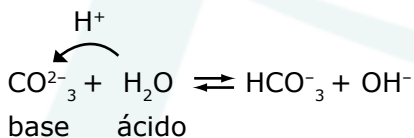
equação iônica



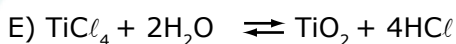
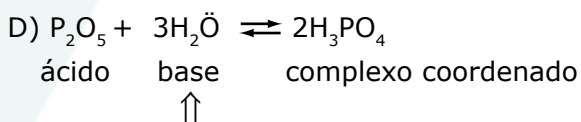
equação iônica



equação iônica



Segundo Lewis, **ácido** é a espécie que recebe par de elétrons e **base** é a espécie que cede par de elétrons.



O cloreto de titânio é um líquido que se hidrolisafacilmente, produzindo gás clorídrico ( $\text{HCl}$ ); nesse caso, a água não atua como ácido.



## Química – Questão 16

Dois compartimentos, 1 e 2, têm volumes iguais e estão separados por uma membrana de paládio, permeável apenas à passagem de hidrogênio. Inicialmente, o compartimento 1 contém hidrogênio puro (gasoso) na Pressão  $P_{\text{H}_2, \text{puro}} = 1 \text{ atm}$ , enquanto que o compartimento 2 contém uma mistura de hidrogênio e nitrogênio, ambos no estado gasoso, com pressão total  $P_{\text{mist}} = (P_{\text{H}_2} + P_{\text{N}_2}) = 1 \text{ atm}$ . Após o equilíbrio termodinâmico entre os dois compartimentos ter sido atingido, é **CORRETO** afirmar que

A)  $P_{\text{H}_2, \text{puro}} = 0$ .

C)  $P_{\text{H}_2, \text{puro}} = P_{\text{mist}}$ .

E)  $P_{\text{compartimento 2}} = 2 \text{ atm}$ .

B)  $P_{\text{H}_2, \text{puro}} = P_{\text{N}_2, \text{mist}}$ .

D)  $P_{\text{H}_2, \text{puro}} = P_{\text{H}_2, \text{mist}}$ .

### RESOLUÇÃO:

Inicialmente, a pressão do hidrogênio puro é maior do que a pressão do hidrogênio na mistura. Isso faz com que a passagem de  $\text{H}_{2(g)}$  do compartimento 1 para o 2 ocorra com maior velocidade inicial do que a passagem de  $\text{H}_{2(g)}$  do compartimento 2 para o 1. A pressão do  $\text{H}_{2(g)}$  no compartimento 1 irá diminuir e, no compartimento 2, aumentar, até se tornarem iguais, ou seja, até que o equilíbrio termodinâmico seja atingido.

**Gabarito:** Letra **D**

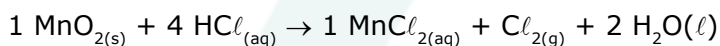
## Química – Questão 17

A uma determinada quantidade de dióxido de manganês sólido, adicionou-se um certo volume de ácido clorídrico concentrado até o desaparecimento completo do sólido. Durante a reação química do sólido com o ácido observou-se a liberação de um gás (Experimento 1). O gás liberado no Experimento 1 foi borbulhado em uma solução aquosa ácida de iodeto de potássio, observando-se a liberação de um outro gás com coloração violeta (Experimento 2). Assinale a opção que contém a afirmação **CORRETA** relativa às observações realizadas nos experimentos acima descritos.

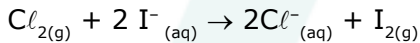
- A) No Experimento 1, ocorre formação de  $H_{2(g)}$ .
- B) No Experimento 1, ocorre formação de  $O_{2(g)}$ .
- C) No Experimento 2, o pH da solução aumenta.
- D) No Experimento 2, a concentração de iodeto na solução diminui.
- E) Durante a realização do Experimento 1, a concentração de íons manganês presentes no sólido diminui.

### RESOLUÇÃO:

No experimento 1, ocorre a reação representada pela equação:



O gás cloro produzido em 1 reage com os íons iodeto ( $I^-$ ), oxidando-os. A equação do processo é

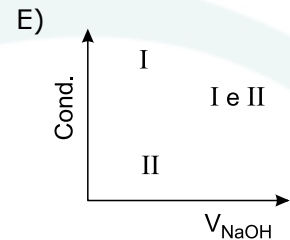
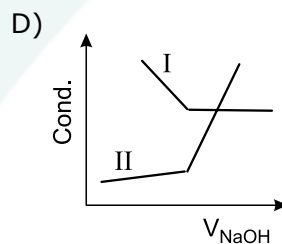
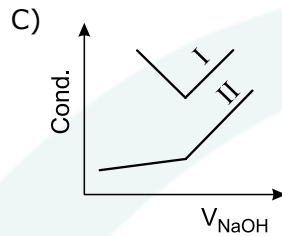
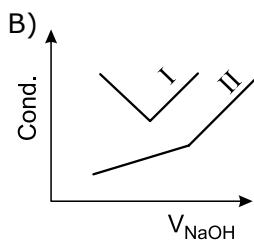
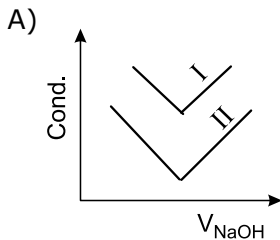


Portanto, a concentração de iodeto diminui na solução.

**Gabarito:** Letra **D**

## Química – Questão 18

Duas soluções aquosas (I e II) contêm, respectivamente, quantidades iguais (em mol) e desconhecidas de um ácido forte,  $K \gg 1$ , e de um ácido fraco,  $K \cong 10^{-10}$  ( $K$  = constante de dissociação do ácido). Na temperatura constante de 25 °C, essas soluções são tituladas com uma solução aquosa 0,1 mol L<sup>-1</sup> de NaOH. A titulação é acompanhada pela medição das respectivas condutâncias elétricas das soluções resultantes. Qual das opções a seguir contém a figura com o par de curvas que **MELHOR** representa a variação da condutância elétrica (Cond.) com o volume de NaOH ( $V_{\text{NaOH}}$ ) adicionado às soluções I e II, respectivamente?



### Resolução:

Solução I: O ácido forte está quase 100% dissociado e apresenta íons  $\text{H}^+_{(\text{aq})}$  com a condutância elétrica elevada. À medida que acontece a titulação com NaOH, há a substituição do cátion  $\text{H}^+$ , pelo cátion  $\text{Na}^+$ , de condutância menor. Como isso, a solução apresentará uma diminuição da condutância elétrica durante a titulação. A partir do ponto de equivalência, a condutância da solução aumentará com o excesso de NaOH, predominando íons  $\text{OH}^-$ , derivados da dissociação da base.

Solução II: O ácido fraco está pouco dissociado e apresenta poucos íons  $\text{H}^+_{(\text{aq})}$  e predomínio do nãoeletrólito em relação aos eletrólitos; logo, a condutância elétrica é baixa. À medida que ocorre a titulação, formam-se eletrólitos, os íons  $\text{Na}^+$ , responsáveis pelo aumento da condutância elétrica durante a titulação. A partir do ponto de equivalência, a condutância da solução aumentará com o excesso de NaOH, predominando íons  $\text{OH}^-$ , derivados da dissociação da base.

**Gabarito:** Letra C

## Química – Questão 19

Num cilindro, provido de um pistão móvel sem atrito, é realizada a combustão completa de carbono (grafita). A temperatura no interior do cilindro é mantida constante desde a introdução dos reagentes até o final da reação. Considere as seguintes afirmações:

- I. A variação da energia interna do sistema é igual a zero.
- II. O trabalho realizado pelo sistema é igual a zero.
- III. A quantidade de calor trocada entre o sistema e a vizinhança é igual a zero.
- IV. A variação da entalpia do sistema é igual à variação da energia interna.

Destas afirmações, está(ão) **CORRETA(S)**

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

### RESOLUÇÃO:

Quando a pressão constante, temos

$$\Delta H = \Delta U + P\Delta V \text{ (I)}$$

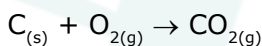
$\Delta H$  = variação de entalpia

$\Delta U$  = variação de energia interna

$\Delta V$  = variação de volume do sistema

$P\Delta V$  = trabalho elástico

Na equação de combustão completa:



$$P\Delta V = \Delta nRT$$

$$\text{Como } \Delta n = n_{\text{prod}} - n_{\text{reag}} = 1\text{mol } CO_2 - 1\text{mol } O_2 = \text{zero}$$

Temos  $P\Delta V = \text{zero}$

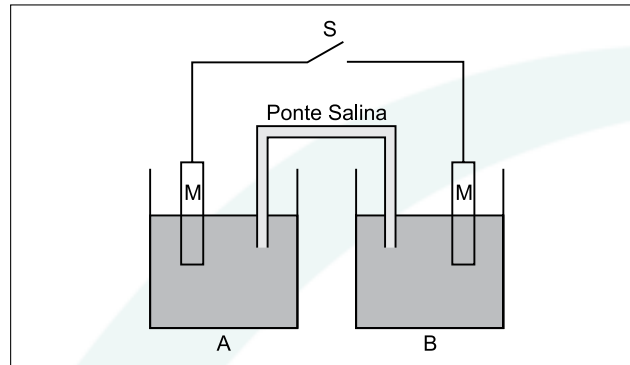
Assim, na equação (I)  $\Delta H = \Delta U$

- I. A variação da energia interna do sistema é igual a zero. (F) – Como  $\Delta H$  é menor do que zero,  $\Delta U$  também é menor do que zero.
- II. O trabalho realizado pelo sistema é igual a zero. (V) –  $P\Delta V = \text{zero}$
- III. A quantidade de calor trocada entre o sistema e a vizinhança é igual a zero. (F) – O calor liberado é absorvido pela vizinhança, pois, como a reação é realizada sob pressão constante, o calor trocado corresponde ao seu  $\Delta H$ , que é menor do que zero.
- IV. A variação da entalpia do sistema é igual à variação da energia interna. (V) –  $\Delta H = \Delta U$

**Gabarito:** Letra **D**

## Química – Questão 20

Considere o elementogalvânico mostrado na figura seguinte. O semielemento A contém uma solução aquosa, isenta de oxigênio,  $0,3 \text{ mol L}^{-1}$  em  $\text{Fe}^{2+}$  e  $0,2 \text{ mol L}^{-1}$  em  $\text{Fe}^{3+}$ . O semielemento B contém uma solução aquosa, também isenta de oxigênio,  $0,2 \text{ mol L}^{-1}$  em  $\text{Fe}^{2+}$  e  $0,3 \text{ mol L}^{-1}$  em  $\text{Fe}^{3+}$ . M é um condutor metálico (platina). A temperatura do elemento galvânico é mantida constante num valor igual a  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ .



A partir do instante em que a chave "S" é fechada, considere as seguintes afirmações:

- I. O sentido convencional de corrente elétrica ocorre do semielemento B para o semielemento A.
- II. Quando a corrente elétrica for igual a zero, a relação de concentrações  $[\text{Fe}^{3+}_{(\text{aq})}] / [\text{Fe}^{2+}_{(\text{aq})}]$  tem o mesmo valor tanto no semi-elemento A como no semi-elemento B.
- III. Quando a corrente elétrica for igual a zero, a concentração de  $\text{Fe}^{2+} (\text{aq})$  no semi-elemento A será menor do que  $0,3 \text{ mol L}^{-1}$ .
- IV. Enquanto o valor da corrente elétrica for diferente de zero, a diferença de potencial entre os dois semielementos será maior do que  $0,118 \log (3/2)$ .
- V. Enquanto corrente elétrica fluir pelo circuito, a relação entre as concentrações  $[\text{Fe}^{3+}_{(\text{aq})}] / [\text{Fe}^{2+}_{(\text{aq})}]$  permanece constante nos dois semielementos.

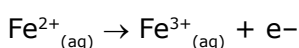
Das afirmações feitas, estão **CORRETAS**

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

### RESOLUÇÃO:

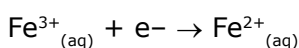
Nessa pilha de concentração, as semirreações ocorrerão no sentido de se obter uma razão  $[\text{Fe}^{2+}] / [\text{Fe}^{3+}]$  de mesmo valor para ambos os eletrodos.

Durante a descarga da pilha, no eletrodo A, a  $[\text{Fe}^{2+}]$  diminuirá e a  $[\text{Fe}^{3+}]$  aumentará. A semirreação de oxidação que ocorre no ânodo, o pólo negativo, é



Durante a descarga da pilha, no eletrodo B, a  $[\text{Fe}^{2+}]$  aumentará e a  $[\text{Fe}^{3+}]$  diminuirá.

A semirreação de redução que ocorre no cátodo, pólo positivo, é



O fluxo de elétrons, pelo circuito externo, será do eletrodo A para o eletrodo B e, com isso, a corrente elétrica convencional terá sentido oposto, indo do semielemento B para o semielemento A.

Na descarga da pilha, a concentração, em mol/L, de  $\text{Fe}^{2+}$  está diminuindo. Logo, quando a pilha se esgotar, a  $[\text{Fe}^{2+}]$  será menor do que  $0,3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ .

Pela equação de Nernst podemos calcular o  $\Delta\varepsilon$  do início da reação:

$$\varepsilon_A = \varepsilon_0 - 0,0591 \log \left( \frac{[\text{Fe}^{3+}]}{[\text{Fe}^{2+}]} \right)$$

$$\varepsilon_B = \varepsilon_0 - 0,0591 \log \left( \frac{[\text{Fe}^{2+}]}{[\text{Fe}^{3+}]} \right)$$

$$- 0,0591 \log \left( \frac{[\text{Fe}^{3+}]}{[\text{Fe}^{2+}]} \right) = + 0,0591 \log \left( \frac{[\text{Fe}^{2+}]}{[\text{Fe}^{3+}]} \right)$$

$$\Delta\varepsilon = \varepsilon_B - \varepsilon_A = 2 \cdot (0,0591) \log (3 / 2)$$

$$\Delta\varepsilon = 0,118 \log (3 / 2) \text{ (início)}$$

À medida que a pilha descarrega, o  $\Delta\varepsilon$  diminui.

**Gabarito:** Letra **A**

## Química – Questão 21

Quando submersos em “águas profundas”, os mergulhadores necessitam voltar lentamente à superfície para evitar a formação de bolhas de gás no sangue.

- I. **EXPLIQUE** o motivo da NÃO formação de bolhas de gás no sangue quando o mergulhador desloca-se de regiões próximas à superfície para as regiões de “águas profundas”.
- II. **EXPLIQUE** o motivo da NÃO formação de bolhas de gás no sangue quando o mergulhador desloca-se muito lentamente de regiões de “águas profundas” para as regiões próximas da superfície.
- III. **EXPLIQUE** o motivo da FORMAÇÃO de bolhas de gás no sangue quando o mergulhador desloca-se muito rapidamente de regiões de “águas profundas” para as regiões próximas da superfície.

### Resolução:

- I. À medida que o mergulhador se desloca de regiões próximas à superfície para as regiões de “águas profundas”, a pressão aumenta, aumentando a solubilidade do gás no sangue e dificultando a formação de bolhas de gás.
- II. Quando o mergulhador se desloca muito lentamente de regiões de “águas profundas” para as regiões próximas da superfície, a pressão diminui lentamente e, com isso, a solubilidade do gás no sangue também diminui lentamente, evitando a formação de bolhas.
- III. Quando o mergulhador sobe rapidamente para a superfície, a solubilidade do gás no sangue diminui bruscamente, levando à formação de bolhas.

## Química – Questão 22

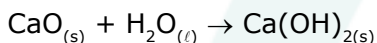
**DESCREVA** um processo que possa ser utilizado na preparação de álcool etílico absoluto, 99,5% (m/m), a partir de álcool etílico comercial, 95,6% (m/m). Sua descrição deve conter:

- i) A justificativa para o fato da concentração de álcool etílico comercial ser 95,6% (m/m).
- ii) O esquema da aparelhagem utilizada e a função de cada um dos componentes desta aparelhagem.
- iii) Os reagentes utilizados na obtenção do álcool etílico absoluto.
- iv) As equações químicas balanceadas para as reações químicas envolvidas na preparação do álcool etílico absoluto.
- v) Sequência das etapas envolvidas no processo de obtenção do álcool etílico absoluto.

### **RESOLUÇÃO:**

O álcool comercial 95,6% (m/m) em massa, corresponde a uma mistura azeotrópica. Ou seja, a temperatura de ebulição é constante, não podendo ser separado da água por destilação fracionada.

A obtenção do álcool absoluto, 99,5% (m/m), deve ser feita com a utilização da cal viva misturando o álcool comercial, 95,6%, com esse óxido em um balão e aquecendo a mistura. A equação a seguir representa a reação.



O  $\text{Ca(OH)}_{2(s)}$  conhecido como hidróxido de cálcio, é insolúvel em álcool, e fica depositado no fundo do balão. Com o aquecimento sairá vapor de álcool que deve ser condensado em um aparelho denominado condensador. Entre o condensador e o frasco de recolhimento adapta-se um dessecador, contendo cloreto de cálcio anidro, com a função de absorver, do meio ambiente, vapor de água. Já no estado líquido, o álcool que agora é 99,5% em massa (m/m), deve ser recolhido em um frasco que possa ser fechado com rolha de borracha.



## Química – Questão 23

**DETERMINE** a massa específica do ar úmido, a 25 °C e pressão de 1 atm, quando a umidade relativa do ar for igual a 60%. Nessa temperatura, a pressão de vapor saturante da água é igual a 23,8 mmHg. Assuma que o ar seco é constituído por  $N_{2(g)}$  e  $O_{2(g)}$  e que as concentrações dessas espécies no ar seco são iguais a 79 e 21% (v/v), respectivamente.

### RESOLUÇÃO:

Pressão do vapor de  $H_2O$  no ar com 60% de umidade

100% de umidade-----23,8 mmHg

60% de umidade-----x = 14,28 mmHg

Pressão do ar seco = 760 - 14,28 = 745,72 mmHg

21% de  $O_2$  = 0,21

79% de  $N_2$  = 0,79

Pressão parcial do  $O_2$  = 0,21 x 745,72 = 156,6mmHg

Pressão parcial do  $N_2$  = 0,79 x 745,72 = 589,1mmHg

$M = [xH_2O \cdot M(H_2O)] + [xO_2 \cdot M(O_2)] + [xN_2 \cdot M(N_2)]$

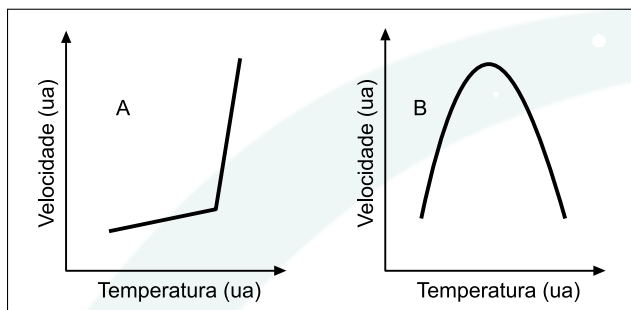
$M = ((14,28 / 760) \cdot 18) + ((156,6 / 760) \cdot 32) + ((589,1 / 760) \cdot 28) = 28,6 \text{ g.mol}^{-1}$

$PV = nRT \Rightarrow PV = (m / M) RT \Rightarrow PM = (m / V) RT \Rightarrow PM = dRT \Rightarrow d = PM / RT$

$d = (1 \text{ atm} \cdot 28,6 \text{ g.mol}^{-1}) / (0,082 \text{ atm.L.mol}^{-1}.K^{-1} \cdot 298 \text{ K}) = 1,17 \text{ g.L}^{-1}$

## Química – Questão 24

A figura seguinte apresenta esboços de curvas representativas da dependência da velocidade de reações químicas com a temperatura. Na Figura A é mostrado como a velocidade de uma reação de combustão de explosivos depende da temperatura. Na Figura B é mostrado como a velocidade de uma reação catalisada por enzimas depende da temperatura. **JUSTIFIQUE**, para cada uma das Figuras, o efeito da temperatura sobre a velocidade das respectivas reações químicas.



### RESOLUÇÃO:

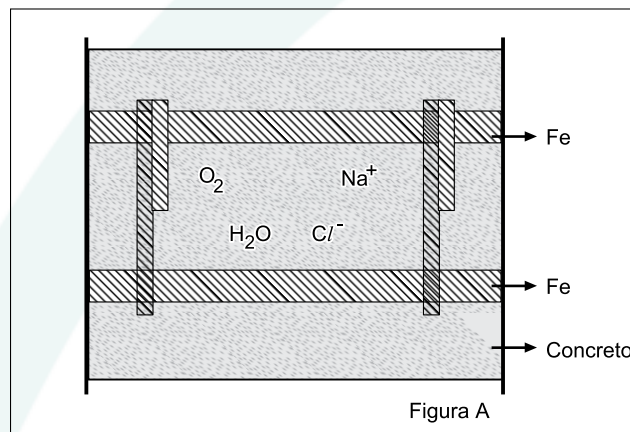
No gráfico A, observa-se um aumento brando da velocidade até ser atingida a energia de ativação da reação. A partir desse ponto, o aumento brusco da rapidez da reação indica uma reação de combustão explosiva.

No gráfico B observa-se, no início, um grande aumento da velocidade mesmo com pequeno aumento da temperatura. Esse aumento deve-se à ação da enzima, que age em uma faixa restrita de temperatura. Com o aumento da temperatura a enzima é desnaturada (sofre decomposição), não influenciando mais na rapidez da reação.

## Química – Questão 25

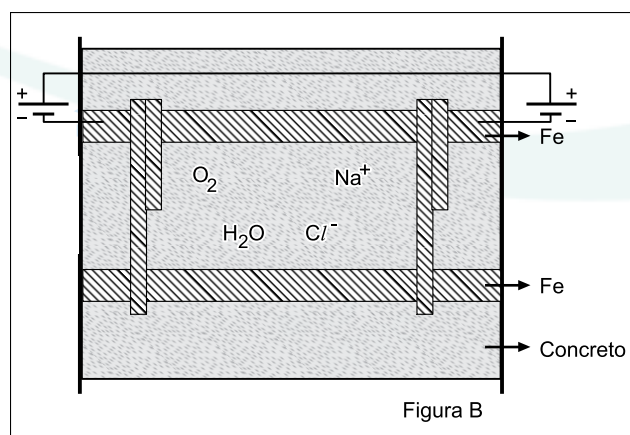
A corrosão da ferragem de estruturas de concreto ocorre devido à penetração de água através da estrutura, que dissolve cloretos e/ou sais provenientes da atmosfera ou da própria decomposição do concreto. Essa solução eletrolítica em contacto com a ferragem forma uma célula de corrosão. A Figura A, adiante, ilustra esquematicamente a célula de corrosão formada. No caderno de soluções, faça uma cópia desta figura no espaço correspondente à resposta a esta questão. Nesta cópia,

- I) **IDENTIFIQUE** os componentes da célula de corrosão que funcionam como ânodo e cátodo durante o processo de corrosão e
- II) **ESCREVA** as meia-reações balanceadas para as reações anódicas e catódicas.



A Figura B, adiante, ilustra um dos métodos utilizados para a proteção da ferragem metálica contra corrosão. No caderno de soluções, faça uma cópia desta figura, no espaço correspondente à resposta a esta questão. Nesta cópia,

- I) **IDENTIFIQUE** os componentes da célula eletrolítica que funcionam como ânodo e cátodo durante o processo de proteção contra corrosão e
- II) **ESCREVA** as meia-reações balanceadas para as reações anódicas e catódicas.



**SUGIRA** um método alternativo para proteção da ferragem de estruturas de concreto contra corrosão.

## RESOLUÇÃO:

Figura A

i

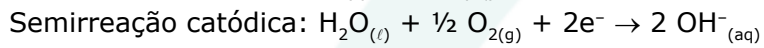
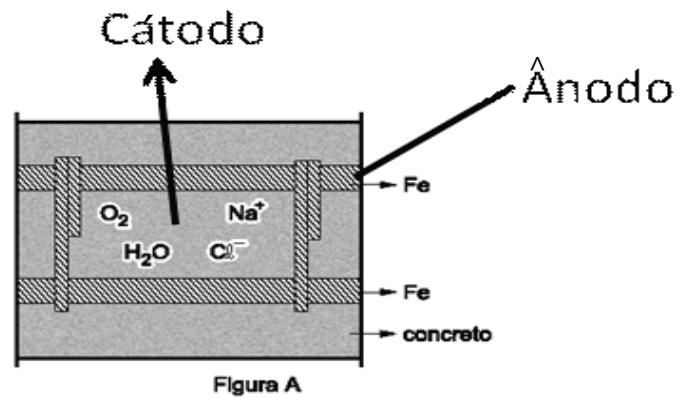
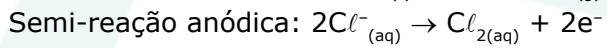
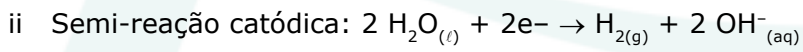
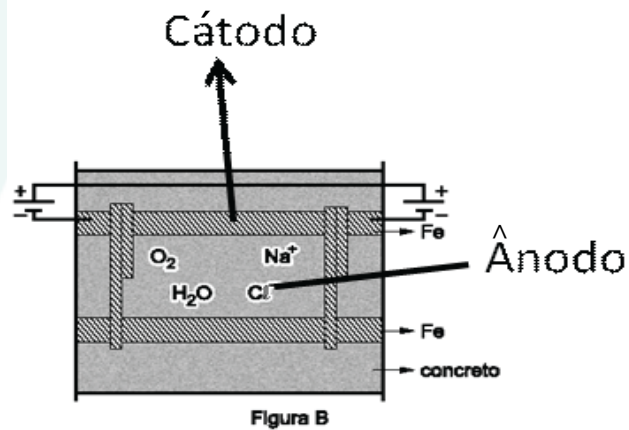


Figura B

i



## Química – Questão 26

**ESCREVA** a estrutura de Lewis para cada uma das moléculas seguintes, prevendo a geometria molecular (incluindo os ângulos de ligação) e os orbitais híbridos no átomo central.

- A)  $\text{XeOF}_4$
- B)  $\text{XeOF}_2$
- C)  $\text{XeO}_4$
- D)  $\text{XeF}_4$

**RESOLUÇÃO:**

- A) Xe hibridação  $d^2sp^3$  geometria: pirâmide de base quadrada
- B) Xe hibridação  $dsp^3$  geometria: forma de T
- C) Xe hibridação  $sp^3$  geometria: tetragonal (tetraédrica)
- D) Xe hibridação  $d^2sp^3$  geometria: quadrado plano

## Química – Questão 27

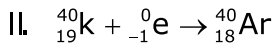
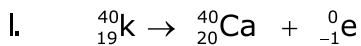
**EXPLIQUE** por que a temperatura de hidrogenação de cicloalcanos, catalisada por níquel metálico, aumenta com o aumento da quantidade de átomos de carbono presentes nos cicloalcanos.

**RESOLUÇÃO:**

Quanto menor o ângulo no ciclo-alcano, maior a facilidade de ruptura do ciclo, portanto, menor a temperatura necessária para a reação de hidrogenação. A maior tensão ocorre no ciclopropano (3 carbonos) e, com o aumento do número de carbonos o ângulo diminui, a tensão também e a temperatura para a hidrogenação será maior.

## Química – Questão 28

O tempo de meia-vida ( $t_{1/2}$ ) do decaimento radioativo do potássio  $^{40}_{19}\text{K}$  é igual a  $1,27 \times 10^9$  anos. Seu decaimento envolve os dois processos representados pelas equações seguintes:



O processo representado pela equação I é responsável por 89,3% do decaimento radioativo do  $^{40}_{19}\text{K}$  enquanto que o representado pela equação II contribui com os 10,7% restantes. Sabe-se, também, que a razão em massa de  $^{40}_{18}\text{Ar}$  e  $^{40}_{19}\text{K}$  pode ser utilizada para a datação de materiais geológicos.

**DETERMINE** a idade de uma rocha, cuja razão em massa de  $^{40}_{18}\text{Ar} / ^{40}_{19}\text{K}$  é igual a 0,95. Mostre os cálculos e raciocínios utilizados.

### RESOLUÇÃO:

Para 100g de K, 89,3g desintegram-se, produzindo Ca, e 10,7g produzem Ar.

$$89,3 \text{ g de K} \rightarrow x \text{ P} \rightarrow 89,3 / 2^x \text{ g de K}$$

$$10,7 \text{ g de K} \rightarrow x \text{ P} \rightarrow 10,7 / 2^x \text{ g de K}$$

$$10,7 \text{ g} - (10,7 / 2^x) \text{ g de Ar}$$

$$m_{\text{Ar}} / m_{\text{K}} = 0,95$$

$$[10,7 \text{ g} - (10,7 / 2^x) \text{ g de Ar}] / [89,3 / 2^x \text{ g de K} + 10,7 / 2^x \text{ g de K}] = 0,95$$

$$2^x = 9,88$$

$$\text{Como } 9,88 \cong 10$$

Temos:

$$x \log 2 = \log 10$$

$$x = \log 10 / \log 2 = 1 / 0,3 = 3,3$$

$$\text{Idade da rocha: } 3,3 \times 1,27 \times 10^9 \text{ anos} = 4,2 \times 10^9 \text{ anos}$$

## Química – Questão 29

Os seguintes experimentos foram realizados para determinar se os cátions  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Sb}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$  e  $\text{Cr}^{3+}$  eram espécies constituintes de um sólido de origem desconhecida e solúvel em água.

- A) Uma porção do sólido foi dissolvida em água, obtendo-se uma solução aquosa chamada de X.
- B) A uma alíquota de X foram adicionadas algumas gotas de solução aquosa concentrada em ácido clorídrico, não sendo observada nenhuma alteração visível na solução.
- C) Sulfeto de hidrogênio gasoso, em quantidade suficiente para garantir a saturação da mistura, foi borbulhado na mistura resultante do Experimento B, não sendo observada nenhuma alteração visível nessa mistura.
- D) A uma segunda alíquota de X foi adicionada, gota a gota, solução aquosa concentrada em hidróxido de amônio. Inicialmente, foi observada a turvação da mistura e posterior desaparecimento dessa turvação por adição de mais gotas da solução de hidróxido de amônio.

A respeito da presença ou ausência dos cátions  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Sb}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$  e  $\text{Cr}^{3+}$ , o que se pode concluir após as observações realizadas no

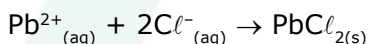
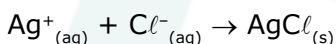
- i) experimento B?
- ii) experimento C?
- iii) experimento D?

Sua resposta deve incluir equações químicas balanceadas para as reações químicas observadas e mostrar os raciocínios utilizados.

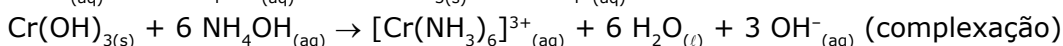
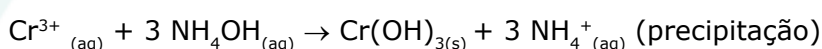
Qual(ais) dentre os cátions  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Sb}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$  e  $\text{Cr}^{3+}$  está(ão) presente(s) no sólido?

### RESOLUÇÃO:

- i. Experimento B: adição de algumas gotas de solução concentrada de  $\text{HCl}_{(aq)}$  não causa alteração, o que indica a ausência apenas de  $\text{Ag}^+$  e  $\text{Pb}^{2+}$ , capazes de formar precipitados com  $\text{Cl}^-$ , segundo as equações a seguir:



- ii. Experimento C: borbulhamento de  $\text{H}_2\text{S}_{(g)}$  não causa alteração visível. Isso indica ausência dos cátions  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Pb}^{2+}$  e  $\text{Sb}^{2+}$ , que formam precipitados em presença de  $\text{H}_2\text{S}$ .
- iii. Experimento D: Inicialmente, observa-se turvação da mistura (precipitado), e a adição de mais hidróxido de amônio leva ao desaparecimento da turvação (desaparecimento do precipitado), o que leva a concluir que o cátion presente é o  $\text{Cr}^{3+}$ , que reage de acordo com as equações:



De acordo com as experiências realizadas, o sólido pode conter ou não o cátion  $\text{Ba}^{2+}$  e apresenta  $\text{Cr}^{3+}$ .



## Química – Questão 30

Um elemento galvânico, chamado de I, é constituído pelos dois eletrodos seguintes, separados por uma membrana porosa:

IA. Chapa de prata metálica, praticamente pura, mergulhada em uma solução  $1 \text{ mol L}^{-1}$  de nitrato de prata.

IB. Chapa de zinco metálico, praticamente puro, mergulhada em uma solução  $1 \text{ mol L}^{-1}$  de sulfato de zinco. Um outro elemento galvânico, chamado de II, é constituído pelos dois seguintes eletrodos, também separados por uma membrana porosa:

IIA. Chapa de cobre metálico, praticamente puro, mergulhada em uma solução  $1 \text{ mol L}^{-1}$  de sulfato de cobre.

IIB. Chapa de zinco metálico, praticamente puro, mergulhada em uma solução  $1 \text{ mol L}^{-1}$  de sulfato de zinco.

Os elementos galvânicos I e II são ligados em série de tal forma que o eletrodo IA é conectado ao IIA, enquanto o eletrodo IB é conectado ao IIB. As conexões são feitas através de fios de cobre. A respeito desta montagem

I) **FAÇA** um desenho esquemático dos elementos galvânicos I e II ligados em série. Neste desenho **INDIQUE**:

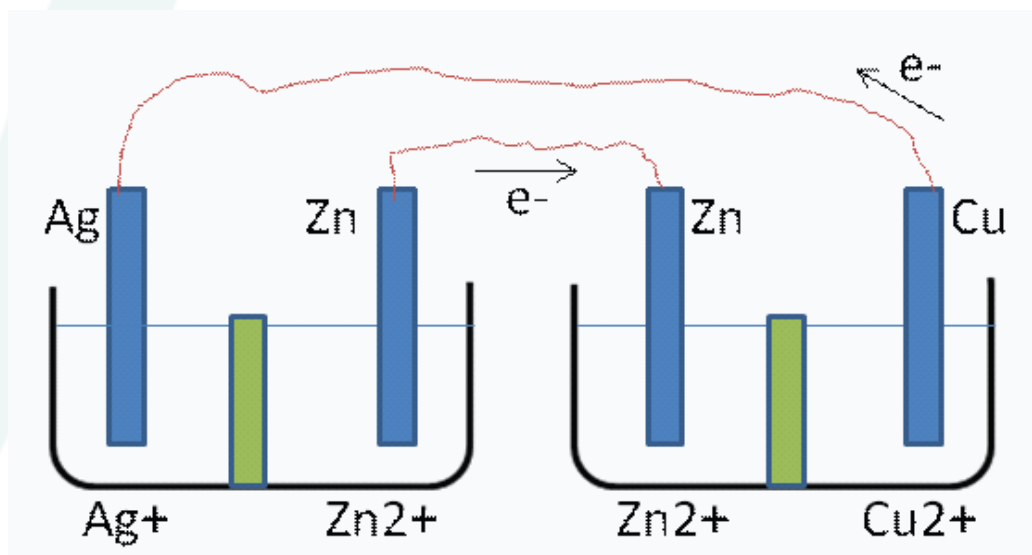
II) quem é o elemento ativo (aquele que fornece energia elétrica) e quem é o elemento passivo (aquele que recebe energia elétrica),

III) o sentido do fluxo de elétrons,

IV) a polaridade de cada um dos eletrodos: IA, IB, IIA e IIB e

V) as meia-reações eletroquímicas balanceadas para cada um dos eletrodos.

**RESOLUÇÃO:**

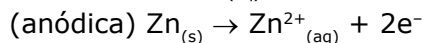
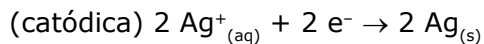


A fem do elemento galvânico I (prata-zinco) é maior que a do elemento galvânico II (zinco-cobre).

#### Elemento galvânico I

Funciona como gerador (elemento ativo), polo positivo (eletrodo de prata), polo negativo (eletrodo de zinco).

Semiequações:



O sentido do fluxo de elétrons será do polo negativo do elemento I para o polo negativo do elemento II.

#### Elemento galvânico II

Funciona como receptor (elemento passivo), polo negativo (eletrodo de zinco), polo positivo (eletrodo de cobre).

Semiequações:

