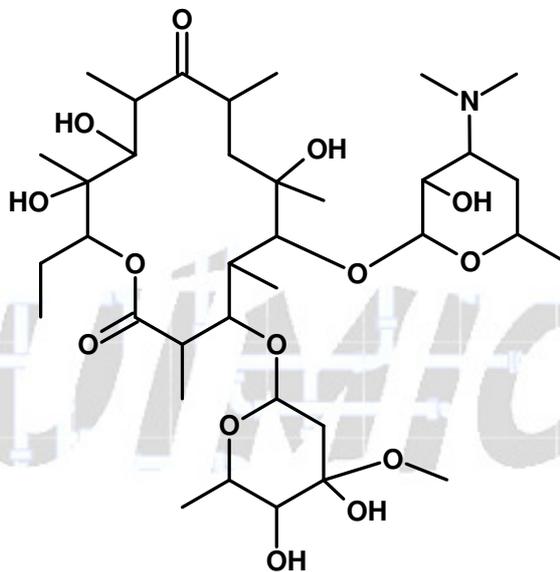


QUESTÕES OBJETIVAS

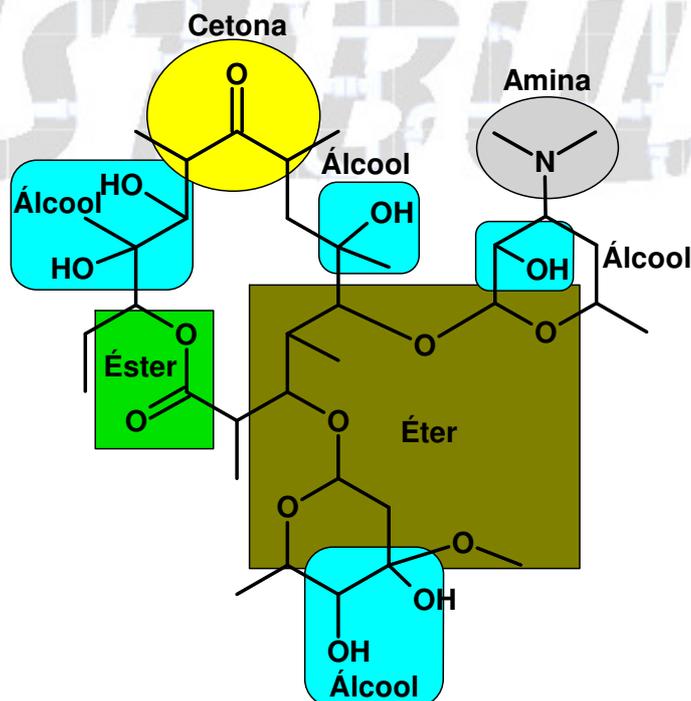
**Teste 01** – A eritromicina é uma substância antibacteriana do grupo dos macrolídeos muito utilizada no tratamento de diversas infecções. Dada a estrutura da eritromicina abaixo, assinale a alternativa que corresponde às funções orgânicas presentes.



- (A) Álcool, nitrila, amida, ácido carboxílico.
- (B) Álcool, cetona, éter, aldeído, amina.
- (C) Amina, éter, éster, ácido carboxílico, álcool.
- (D) Éter, éster, cetona, amina, álcool.
- (E) Aldeído, éster, cetona, amida, éter.

**Resolução: alternativa D**

Teremos:



**Teste 02** – Um volume  $V_1$  de uma solução aquosa de  $HCl$   $6 \text{ mol/L}$  contém inicialmente uma massa  $m_0$  de íons  $Fe^{3+}$ .

São realizadas  $n$  extrações utilizando, em cada uma delas, o mesmo volume  $V_2$  de éter etílico, o qual é um solvente seletivo para  $FeCl_3$ . Sabendo que o coeficiente de partição do ferro entre o éter e a solução aquosa de  $HCl$  vale  $K$ , qual das expressões abaixo é equivalente à massa de íons  $Fe^{3+}$  remanescente na fase aquosa ao final do processo? Suponha que a extração do soluto não altera o volume da solução de  $HCl$ .

(A)  $m_0 \left( \frac{6KV_1}{KV_2 + V_1} \right)^n$

(B)  $m_0 \left( \frac{KV_1}{V_2 + KV_1} \right)^n$

(C)  $m_0 \left( \frac{6KV_1}{V_2 + V_1} \right)^n$

(D)  $m_0 \left( \frac{V_1}{V_2 + 6KV_1} \right)^n$

(E)  $m_0 \left( \frac{V_1}{KV_2 + V_1} \right)^n$

**Resolução: alternativa E**

$K$ : coeficiente de partição do ferro entre o éter e a solução aquosa de  $HCl$   $0,6 \text{ mol/L}$ .

$m_0$ : massa inicial de cátions  $Fe^{3+}$  na solução aquosa  $6 \text{ mol/L}$  de  $HCl$ .

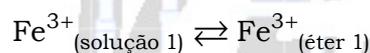
$V_1$ : volume de uma solução aquosa de  $HCl$   $0,6 \text{ mol/L}$ .

$V_2$ : volume de éter etílico utilizado em cada extração de cátions  $Fe^{3+}$ .

Solução 1 – Primeira extração:

$$[Fe^{3+}_{(solução\ 1)}] = \frac{m_{Fe^{3+}(solução\ 1)}}{M_{Fe} \times V_1}$$

$$[Fe^{3+}_{(éter\ 1)}] = \frac{m_{Fe^{3+}(éter\ 1)}}{M_{Fe} \times V_2}$$



$$K = \frac{[Fe^{3+}_{(éter\ 1)}]}{[Fe^{3+}_{(solução\ 1)}]} = \frac{\frac{m_{Fe^{3+}(éter\ 1)}}{M_{Fe} \times V_2}}{\frac{m_{Fe^{3+}(solução\ 1)}}{M_{Fe} \times V_1}} \Rightarrow K = \frac{V_1}{V_2} \times \frac{m_{Fe^{3+}(éter\ 1)}}{m_{Fe^{3+}(solução\ 1)}}$$

$$m_{Fe^{3+}(éter\ 1)} = \frac{KV_2}{V_1} \times m_{Fe^{3+}(solução\ 1)}$$

$$m_0 = m_{Fe^{3+}(éter\ 1)} + m_{Fe^{3+}(solução\ 1)}$$

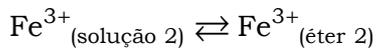
$$m_0 = \frac{KV_2}{V_1} \times m_{Fe^{3+}(solução\ 1)} + m_{Fe^{3+}(solução\ 1)} \Rightarrow m_0 = m_{Fe^{3+}(solução\ 1)} \left( \frac{KV_2 + V_1}{V_1} \right)$$

$$m_{Fe^{3+}(solução\ 1)} = m_0 \times \frac{V_1}{KV_2 + V_1}$$

Solução 2 – Segunda extração :

$$[\text{Fe}^{3+}_{(\text{solução } 2)}] = \frac{m_{\text{Fe}^{3+}_{(\text{solução } 2)}}}{M_{\text{Fe}} \times V_1}$$

$$[\text{Fe}^{3+}_{(\text{éter } 2)}] = \frac{m_{\text{Fe}^{3+}_{(\text{éter } 2)}}}{M_{\text{Fe}} \times V_2}$$



$$K = \frac{[\text{Fe}^{3+}_{(\text{éter } 2)}]}{[\text{Fe}^{3+}_{(\text{solução } 2)}]} = \frac{\frac{m_{\text{Fe}^{3+}_{(\text{éter } 2)}}}{M_{\text{Fe}} \times V_2}}{\frac{m_{\text{Fe}^{3+}_{(\text{solução } 2)}}}{M_{\text{Fe}} \times V_1}}$$

$$K = \frac{V_1}{V_2} \times \frac{m_{\text{Fe}^{3+}_{(\text{éter } 2)}}}{m_{\text{Fe}^{3+}_{(\text{solução } 2)}}}$$

$$m_{\text{Fe}^{3+}_{(\text{éter } 2)}} = \frac{KV_2}{V_1} \times m_{\text{Fe}^{3+}_{(\text{solução } 2)}}$$

$$m_{\text{Fe}^{3+}_{(\text{solução } 1)}} = m_{\text{Fe}^{3+}_{(\text{éter } 2)}} + m_{\text{Fe}^{3+}_{(\text{solução } 2)}}$$

$$m_0 \times \frac{V_1}{KV_2 + V_1} = \frac{KV_2}{V_1} \times m_{\text{Fe}^{3+}_{(\text{solução } 2)}} + m_{\text{Fe}^{3+}_{(\text{solução } 2)}}$$

$$m_0 \times \frac{V_1}{KV_2 + V_1} = m_{\text{Fe}^{3+}_{(\text{solução } 2)}} \left( \frac{V_1 + KV_2}{V_1} \right)$$

$$m_{\text{Fe}^{3+}_{(\text{solução } 2)}} = m_0 \times \left( \frac{V_1}{KV_2 + V_1} \right)^2$$

Para "n" extrações, vem :

$$m_{\text{Fe}^{3+}_{(\text{solução } n)}} = m_0 \times \left( \frac{V_1}{KV_2 + V_1} \right)^n$$

**Teste 03** – Um pesquisador verificou, em uma determinada posição geográfica, por meio da análise de amostras de água do mar extraídas do local, que a massa específica média da água do mar era 1,05 g/mL, a concentração média de espécies dissolvidas era 0,80 mol/L e a temperatura média era de 290 K. O mesmo pesquisador, com o objetivo de colher água doce em seu estudo, planeja envolver, com uma membrana semipermeável ideal, uma das extremidades abertas de um longo tubo, a qual será imersa na água do mar. A que profundidade mínima, em metros, o tubo deveria ser imerso?

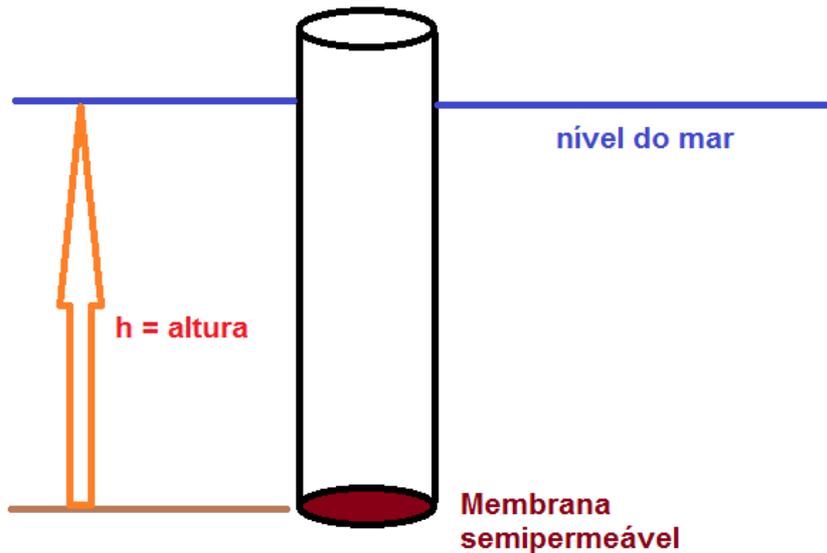
- (A) 1930,0.
- (B) 183,4.
- (C) 73,7.
- (D) 19,4.
- (E) 9,7.

Dados :

$$R = 0,08 \frac{\text{atm.L}}{\text{K.mol}} = 8,3 \frac{\text{J}}{\text{K.mol}} = 62,3 \frac{\text{mmHg.L}}{\text{K.mol}}$$

$$g = 10,0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Resolução: alternativa B



A água pura entrará através da membrana semipermeável.

O equilíbrio será alcançado quando a pressão osmótica da água do mar se igualar à pressão exercida pela coluna de água.

Sabemos que a pressão osmótica é dada pela relação:

$\pi$  : pressão osmótica

R : constante universal dos gases =  $8,3 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$

T : temperatura = 290 K

Concentração molar = 0,8 mol/L

Como a altura da coluna é dada em metros :

$$\text{Concentração molar} = 0,8 \frac{\text{mol}}{\text{L}} = 0,8 \frac{\text{mol}}{10^{-3}\text{m}^3} = 800 \frac{\text{mol}}{\text{m}^3}$$

Então :

$$\pi \times V = n \times R \times T$$

$$\pi = \frac{n}{V} \times R \times T$$

$$\text{Concentração molar} = \frac{n}{V}$$

$$\pi = (\text{Concentração molar}) \times R \times T$$

$$\pi = 800 \frac{\text{mol}}{\text{m}^3} \times 8,3 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1} \times 290 \text{ K}$$

$$1 \text{ J} = 1 \text{ kg} \times 1 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}$$

$$\pi = 800 \frac{\text{mol}}{\text{m}^3} \times 8,3 \text{ kg} \times 1 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} .\text{K}^{-1} .\text{mol}^{-1} \times 290 \text{ K}$$

$$\pi = 1.925.600 \frac{\text{kg}}{\text{m} \times \text{s}^2}$$

A pressão gerada pela coluna de água é dada por:

$$d: \text{densidade} = 1,05 \text{ g/mL} = 1,05 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$$

h: altura da coluna

$$g: \text{aceleração da gravidade} = 10 \text{ m/s}^2$$

$$P_{\text{coluna}} = d_{\text{água}} \times h \times g$$

$$P_{\text{coluna}} = 1,05 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times h \times 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 10,5 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \text{s}^2} \times h$$

$$P_{\text{coluna}} = 10,5 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \text{s}^2} \times h$$

$$P_{\text{coluna}} = \pi \text{ (pressão osmótica)}$$

$$10,5 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \text{s}^2} \times h = 1.925.600 \frac{\text{kg}}{\text{m} \times \text{s}^2}$$

$$h = 183,39 \text{ m}$$

**Teste 04** – Considere os compostos abaixo enumerados.

- I. Acetona;
- II. Neopentano;
- III. Fluoreto de lítio;
- IV. Etanamida;
- V. Pentano.

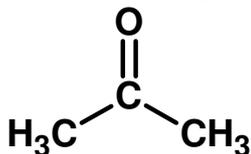
Assinale a alternativa que apresenta a sequência correta, conforme a ordem crescente de ponto de ebulição.

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

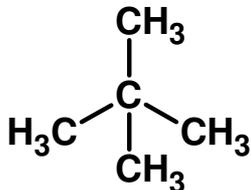
**Resolução: alternativa C**

A ligação iônica gera pontos de ebulição superiores àqueles gerados pelas forças intermoleculares. O ponto de ebulição depende dos tipos de ligação química. Quanto maiores forem as forças atrativas, maior será o ponto de ebulição.

I. Acetona (dipolo-permanente predomina):

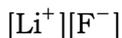


II. Neopentano (dipolo-induzido predomina; cadeia ramificada):

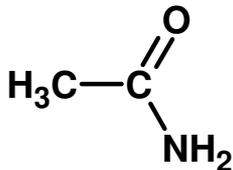


III. Fluoreto de lítio (ligação iônica):

LiF



IV. Etanamida (dipolo-permanente e ligação ou ponte de hidrogênio predominam):

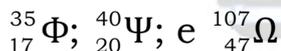


V. Pentano (dipolo-induzido predomina; cadeia aberta; maior superfície de contato em relação à cadeia ramificada de seu isômero):



Conclusão: II < V < I < IV < III.

**Teste 05** – Dados os elementos abaixo,

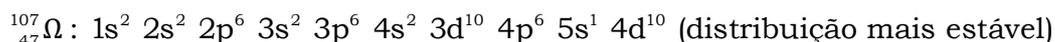
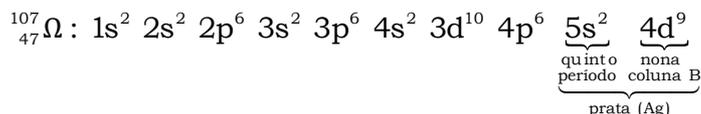
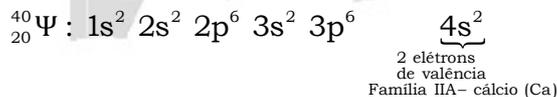


marque a alternativa correta, considerando-se as condições de 1 atm e 25 °C.

- (A)  $\Phi$  é encontrado livre na natureza na forma de gás monoatômico.
- (B)  $\Phi$  combina-se com  $\Psi$  formando um composto solúvel em água.
- (C)  $\Phi$  combina-se com  $\Omega$  formando um composto solúvel em água.
- (D)  $\Psi$  combina-se com  $\Omega$  formando um composto gasoso.
- (E)  $\Omega$  é um mau condutor de eletricidade.

**Resolução: alternativa B**

Como a tabela periódica não foi fornecida na prova, deve-se fazer a distribuição eletrônica a partir do número de prótons (Z).



Cloro não é encontrado livre na natureza na forma de gás monoatômico. O gás cloro é obtido a partir de várias reações na forma de gás diatômico ( $\text{Cl}_2$ ).

Cloro combina-se com cálcio formando um composto solúvel em água, o cloreto de cálcio  $\text{CaCl}_2$ .

Cloro combina-se com prata formando um composto insolúvel em água, o cloreto de prata ( $\text{AgCl}$ ).

Cálcio e prata poderiam formar um composto metálico.

A prata é excelente condutora de eletricidade.

**Teste 06** – Uma certa reação química a pressão e temperatura constantes apresenta uma pequena variação da Energia Livre ( $\Delta G$ ), de valor próximo de zero, uma variação positiva da entropia ( $\Delta S$ ) e uma variação negativa da entalpia ( $\Delta H$ ). Considerando-se apenas estes dados, pode-se afirmar que a reação

- (A) é espontânea, a temperatura é aproximadamente igual a  $\Delta G/\Delta H$  e ela nunca atinge o equilíbrio.
- (B) não é espontânea, a temperatura é aproximadamente igual a  $\Delta H/\Delta S$  e não há variação na composição do meio reacional.
- (C) não é espontânea, a temperatura é aproximadamente igual a  $\Delta G/\Delta H$  e há uma pequena variação na composição do meio reacional.
- (D) é espontânea, a temperatura é aproximadamente igual a  $\Delta H/\Delta S$  e há variação na composição do meio reacional.
- (E) é espontânea, a temperatura é aproximadamente igual a  $\Delta G/\Delta H$  e o equilíbrio é atingido.

**Resolução: alternativa D**

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

Onde:

$\Delta G$ : variação da energia livre de Gibbs

$\Delta H$ : variação de entalpia

$\Delta S$ : variação de entropia

T: temperatura (em Kelvin)

Quando  $\Delta G > 0$  o processo não será espontâneo.

Ou seja, só com ajuda de energia externa o processo conseguirá chegar ao final.

Quando  $\Delta G = 0$  o processo estará em equilíbrio, ou seja, não sofre alteração.

Quando  $\Delta G < 0$  o processo é espontâneo e irreversível, ou seja, o processo libera energia de modo que as moléculas finais ficarão em um nível energético menor e, portanto, mais estável.

Tem-se uma pequena variação da Energia Livre ( $\Delta G$ ), de valor próximo de zero, uma variação positiva da entropia ( $\Delta S$ ) e uma variação negativa da entalpia ( $\Delta H$ ), então  $\Delta G < 0$  e o processo é espontâneo e irreversível.

Como  $\Delta G$  apresenta valor próximo a zero:

$$0 \approx \Delta H - T \times \Delta S$$

$$T \approx \frac{\Delta H}{\Delta S}$$

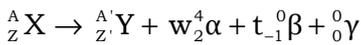
O meio reacional tende espontaneamente ao equilíbrio, no sentido da reação direta, consequentemente há variação na composição do meio reacional.

**Teste 07** – Um isótopo radioativo **X** transforma-se em um elemento estável **Y** após reações de desintegração radioativa com emissão de radiação  $\alpha$ , radiação  $\beta$  negativa e radiação  $\gamma$ . Assinale a alternativa correta.

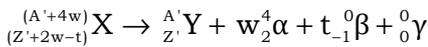
- (A) A diferença entre os números de massa de **X** e de **Y** será igual à diferença entre o dobro do número de partículas  $\alpha$  emitidas e o número de partículas  $\beta$  emitidas.
- (B) A emissão da radiação  $\gamma$  altera o número atômico de **X**.
- (C) A diferença entre os números atômicos de **X** e de **Y** será igual ao quádruplo do número de partículas  $\alpha$  emitidas.
- (D) **X** e **Y** são isótonos.
- (E) A diferença entre os números de nêutrons de **X** e de **Y** será igual à soma do dobro do número de partículas  $\alpha$  emitidas com o número de partículas  $\beta$  emitidas.

**Resolução: alternativa E**

**X** transforma-se em um elemento estável **Y** após reações de desintegração radioativa com emissão de radiação  $\alpha$ , radiação  $\beta$  negativa e radiação  $\gamma$ :



Então,



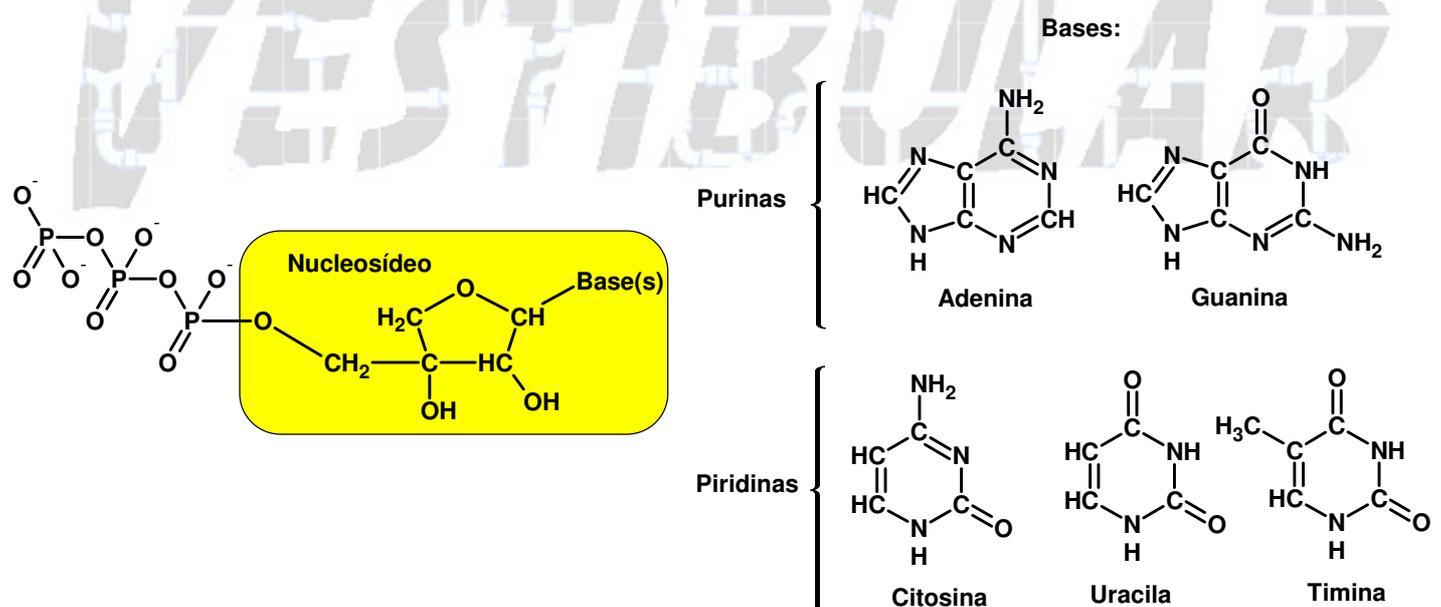
- Diferença do número de massa de X e Y =  $(A' + 4w) - (A') = 4w$ .
- A emissão  $\gamma$  não altera o número atômico de Y, pois  ${}^0_0 \gamma$ .
- Diferença do número atômico de X e Y =  $(Z' + 2w - t) - (Z') = 2w - t$ .
- X e Y não são isótonos:  
 Número de nêutrons de X =  $(A' + 4w) - (Z' + 2w - t) = A' - Z' + 2w + t$   
 Número de nêutrons de Y =  $A' - Z'$   
 Número de nêutrons de X > Número de nêutrons de Y.
- $\Delta_{(\text{Nêutrons X e Y})} = (A' - Z' + 2w + t) - (A' - Z') = 2w + t$ .

**Teste 08** – Assinale a alternativa correta.

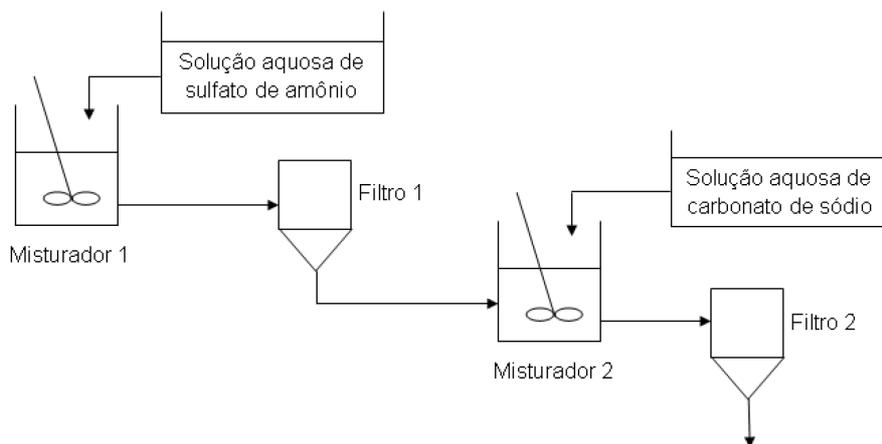
- (A) A hidrólise total de um nucleotídeo resulta em uma base nitrogenada heterocíclica, um monossacarídeo e um íon fosfato.
- (B) As bases nitrogenadas encontradas nos nucleotídeos do DNA são: adenina, uracila, citosina e guanina.
- (C) Watson e Crick descobriram que o RNA possui uma estrutura de dupla hélice, estando as hélices ligadas entre si por ligações de hidrogênio entre pares de bases nitrogenadas.
- (D) O pareamento de bases nitrogenadas em um ácido nucleico é específico: uma adenina se liga somente a outra adenina, uma citosina a outra citosina e assim por diante.
- (E) A replicação do RNA é a responsável pela transmissão do código genético.

**Resolução: alternativa A**

Um nucleotídeo é formado pela reação de esterificação entre ácido fosfórico, açúcar (ribose, desoxirribose, etc.) e uma base nitrogenada (adenina, citosina, guanina, timina ou uracila).



**Teste 09** – Considere as etapas sequenciais de mistura/filtração do processo não contínuo a seguir.



No Misturador 1, antes da adição de 100 mL de uma solução aquosa de sulfato de amônio 20 g/L, encontram-se 100 mL de uma solução aquosa composta por massas iguais de nitrato de prata, nitrato cúprico e nitrato de chumbo (II), de concentração total 60 g/L.

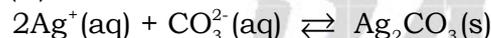
Ao Misturador 2, que contém o material passante do Filtro 1, adicionam-se 100 mL de uma solução aquosa de carbonato de sódio 40 g/L e uma pequena quantidade de uma solução de hidróxido de sódio objetivando o adequado ajuste do pH de precipitação para, em seguida, proceder a filtração.

Sobre os produtos de filtração, pode se dizer que:

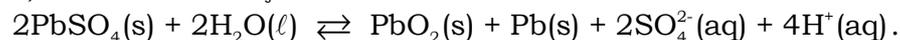
(A) o precipitado retido no Filtro 2 é uma mistura heterogênea.

(B) o precipitado retido no Filtro 1, conhecido como galena, é um sólido iônico resultante da reação:  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2(\text{aq}) + (\text{NH}_4)_2\text{S}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{PbS}(\text{s}) + 2\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{aq})$ .

(C) no misturador 2 observam-se os seguintes equilíbrios iônicos:



(D) o chumbo no estado sólido pode ser obtido espontaneamente através do sólido retido no Filtro 1, conforme a reação comum às baterias de chumbo:



(E) o precipitado retido no Filtro 2 é um sólido molecular, metaestável, com baixo ponto de fusão e com excelentes propriedades de condução térmica e elétrica.

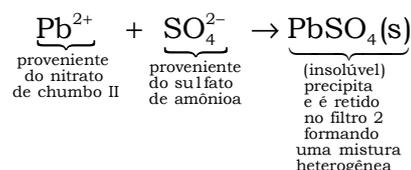
### Resolução: alternativa A

Solução aquosa de sulfato de amônio  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ : presença de amônio indica solubilidade em água.

Solução aquosa de sulfato de sódio  $(\text{Na}_2\text{SO}_4)$ : presença de sódio (metal da família IA) indica solubilidade em água.

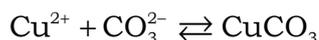
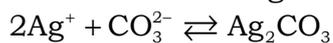
Misturador 1: 100 mL de uma solução aquosa composta por massas iguais de nitrato de prata  $(\text{AgNO}_3)$ , nitrato cúprico  $(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2)$  e nitrato de chumbo (II)  $(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2)$ , de concentração total 60 g/L.

Ao misturador 1 é adicionada uma solução aquosa de sulfato de amônio  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ , então:



Misturador 2: contém o material passante do Filtro 1, mais 100 mL de uma solução aquosa de carbonato de sódio 40 g/L e uma pequena quantidade de uma solução de hidróxido de sódio

objetivando o adequado ajuste do pH de precipitação para, em seguida, proceder a filtração, observam-se os seguintes equilíbrios iônicos:



O chumbo no estado sólido ( $\text{Pb}_{(s)}$ ) **não** pode ser obtido espontaneamente, a redução do  $\text{Pb}^{2+}$  não é um processo espontâneo.

O precipitado retido no Filtro 2 é um sólido iônico ( $\text{Ag}_2\text{CO}_3$  ou  $\text{CuCO}_3$ ).

**Teste 10** – Considere a rota sintética descrita na sequência abaixo onde cada etapa ocorre em temperatura e pressão adequadas:

**1ª. Etapa:** o composto **A** ( $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}$ ) sofre oxidação em solução básica de permanganato de potássio. O produto gerado, após neutralizado, é o ácido benzoico;

**2ª. Etapa:** o ácido benzoico reage com etanol em solução ácida, produzindo o composto **B** e água;

**3ª. Etapa:** o composto **B** sofre forte redução com hidreto de lítio-alumínio em éter, gerando dois produtos que, depois de neutralizados, formam então o composto **C** e o etanol.

Considerando as etapas supracitadas, são feitas as seguintes afirmações:

I) o composto **A** e o composto **C** são isômeros.

II) o composto **B** é um éster.

III) o composto **B** é o acetato de benzila.

Com base na análise das afirmações acima, assinale a opção correta.

(A) Todas as afirmações são falsas.

(B) Apenas as afirmações I e II são verdadeiras.

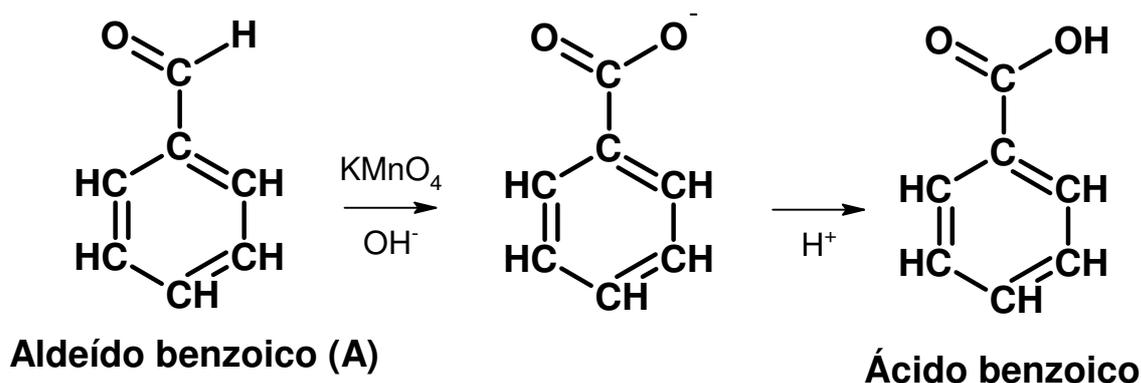
(C) Existe apenas uma afirmação verdadeira.

(D) Apenas as afirmações II e III são verdadeiras.

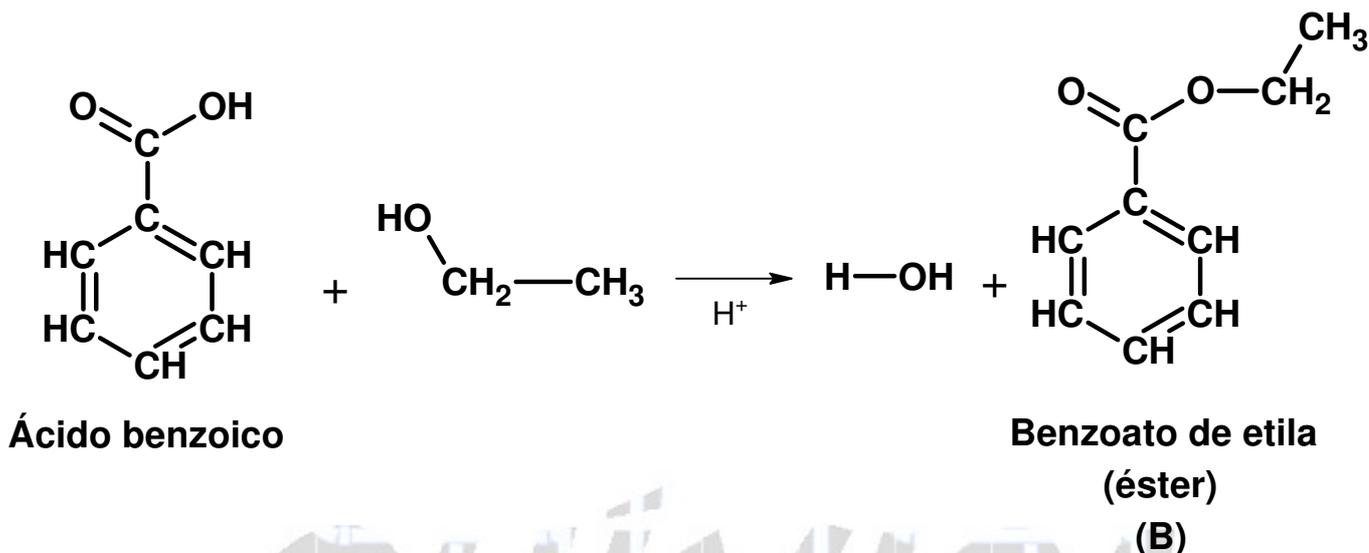
(E) Todas as afirmações são verdadeiras.

**Resolução: alternativa C**

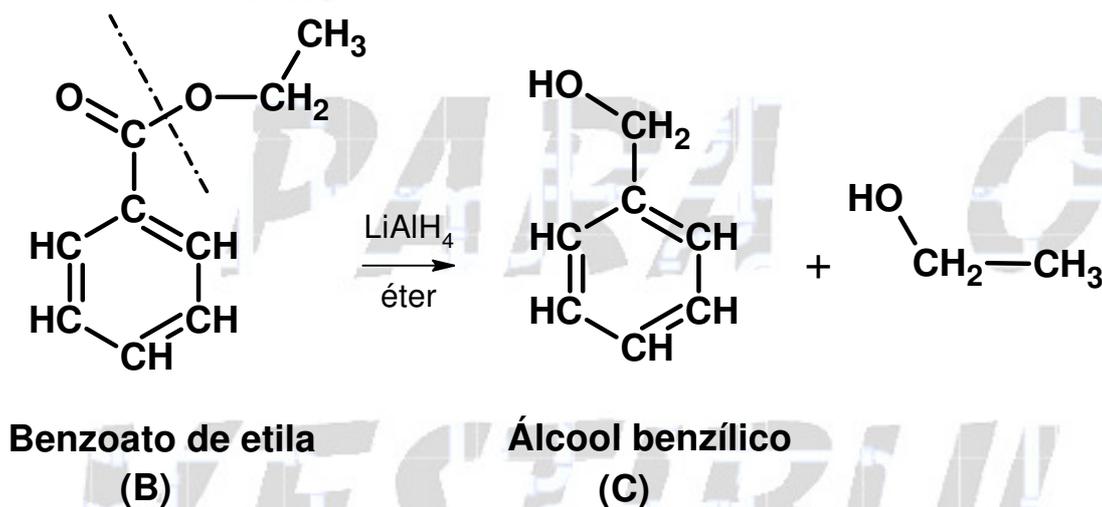
**1ª. Etapa:** o composto **A** ( $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}$  - Aldeído benzoico) sofre oxidação em solução básica de permanganato de potássio ( $\text{KMnO}_4$ ). O produto gerado, após neutralizado, é o ácido benzoico ( $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2$ ):



2ª. Etapa: o ácido benzoico reage com etanol em solução ácida, produzindo o composto **B** e água:



3ª. Etapa: o composto **B** (benzoato de etila) sofre forte redução com hidreto de lítio-alumínio ( $LiAlH_4$ ) em éter, gerando dois produtos que, depois de neutralizados, formam então o composto **C** e o etanol:



Conclusão:

I) o composto **A** ( $C_7H_6O$ ) e o composto **C** ( $C_7H_8O$ ) **não** são isômeros, pois apresentam fórmulas moleculares diferentes.

II) o composto **B** é um éster (benzoato de etila).

III) o composto **B** é o benzoato de etila.

## QUESTÕES DISSERTATIVAS

### DADOS

#### Informações de Tabela Periódica

Elemento	H	C	N	O	F	Al	Cl	Zn	Sn	I
Massa atômica (u)	1,00	12,0	14,0	16,0	19,0	27,0	35,5	65,0	118,7	127,0
Número atômico	1	6	7	8	9	13	17	30	50	53

#### Constantes:

Constante de Faraday = 96500 C.mol<sup>-1</sup>

Constante Universal dos Gases = 82,058 cm<sup>3</sup>.atm.K<sup>-1</sup>.mol<sup>-1</sup> = 0,082 atm.L. K<sup>-1</sup>.mol<sup>-1</sup>

Número de Avogadro: N<sub>A</sub> = 6,0 × 10<sup>23</sup> mol<sup>-1</sup>

log 3 = 0,50      ln 2 = 0,7      √3 = 1,7      √30 = 1,7

#### Dados:

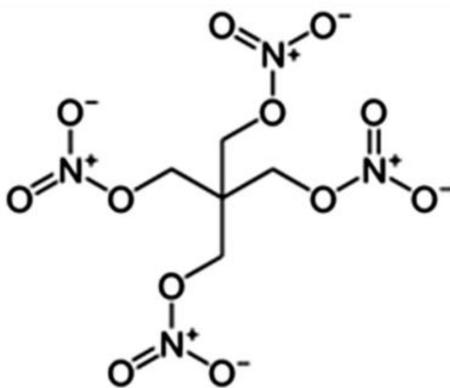
Massa específica do estanho = 7 g.cm<sup>-3</sup>

Calor de combustão do monóxido de carbono (a 298 K e 1 atm) = -283 kJ.mol<sup>-1</sup>

T(K) = T(°C) + 273

Substância	CO	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>
Calor específico médio C <sub>P</sub> (kJ.mol <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup> )	0,03	0,04	0,03	0,03

**Questão 01** – Uma amostra de 1,264 g de Nitropenta, uma substância sólida explosiva cuja fórmula estrutural é dada abaixo, é detonada num vaso fechado resistente de 0,050 dm<sup>3</sup> de volume interno, pressurizado com a quantidade estequiométrica de oxigênio puro, a 300 K, necessária para a combustão completa. Calcule a pressão inicial do vaso, considerando o comportamento dos gases como ideal.



#### Resolução:

C<sub>5</sub>H<sub>8</sub>N<sub>4</sub>O<sub>12</sub> (nitropenta)

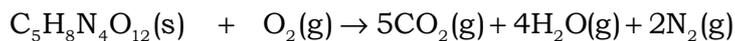
C<sub>5</sub>H<sub>8</sub>N<sub>4</sub>O<sub>12</sub> = 316 g/mol

Combustão completa : C<sub>5</sub>H<sub>8</sub>N<sub>4</sub>O<sub>12</sub>(s) + O<sub>2</sub>(g) → 5CO<sub>2</sub>(g) + 4H<sub>2</sub>O(g) + 2N<sub>2</sub>(g).

$$R = 82,058 \text{ cm}^3 \cdot \text{atm} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$V = 0,050 \text{ dm}^3 = 0,050 \times (10 \text{ cm})^3 = 50 \text{ cm}^3$$

$$T = 300 \text{ K}$$



$$316 \text{ g} \text{ ————— } 1 \text{ mol}$$

$$1,264 \text{ g} \text{ ————— } n_{\text{O}_2}$$

$$n_{\text{O}_2} = 0,004 \text{ mol}$$

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

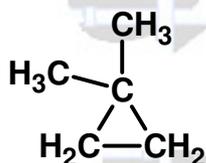
$$P \times 50 = 0,004 \times 82,058 \times 300$$

$$P = 1,969392 \text{ atm} \approx 1,969 \text{ atm}$$

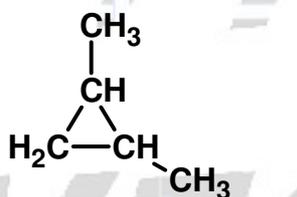
**Questão 02** - Desenhe as fórmulas estruturais espaciais de todos os isômeros do dimetilciclopropano, escrevendo as respectivas nomenclaturas IUPAC.

**Resolução:**

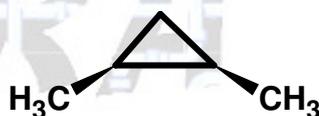
Fórmula molecular:  $\text{C}_5\text{H}_{10}$



1,1-dimetil-ciclopropano



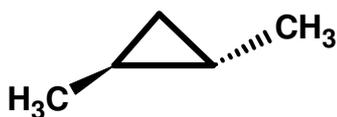
1,2-dimetil-ciclopropano



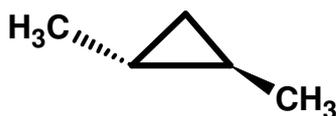
cis-1,2-dimetil-ciclopropano



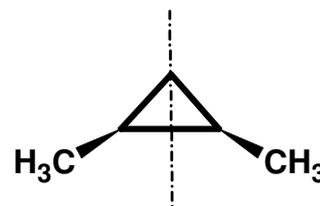
trans-1,2-dimetil-ciclopropano



d-1,2-dimetil-ciclopropano



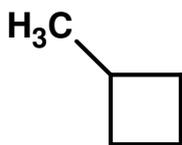
l-1,2-dimetil-ciclopropano



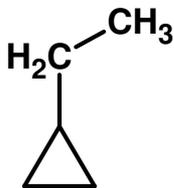
meso-1,2-dimetil-ciclopropano



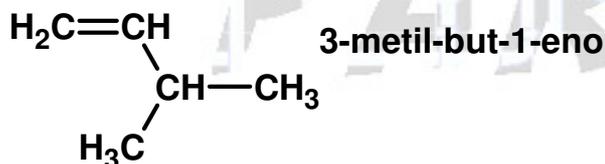
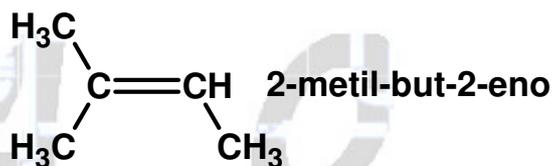
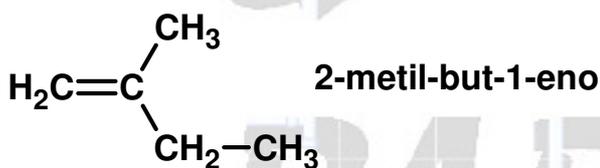
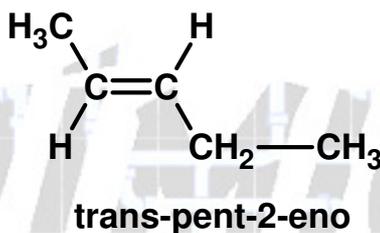
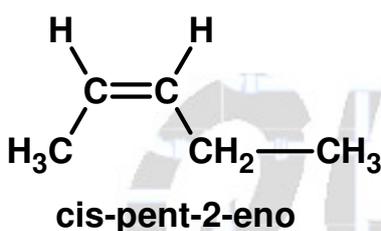
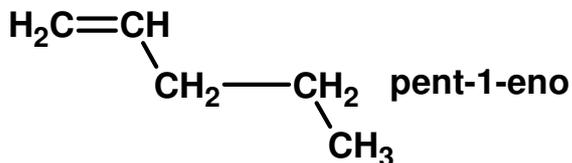
ciclopentano



metil-ciclobutano



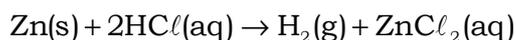
etil-ciclopropano



**Questão 03** – Tomou-se uma amostra de 130 g de zinco metálico para reagir com uma solução aquosa diluída de ácido clorídrico em quantidade estequiométrica. Dessa reação, observou-se a formação de gás, que foi aquecido a 227 °C e transportado para um balão fechado de 50 L. Esse balão continha, inicialmente, iodo em fase gasosa a 227 °C e 3,28 atm. Após o equilíbrio, verificou-se que a constante de equilíbrio  $K_c$  a 227 °C é igual a 160. Considerando que a temperatura permaneceu constante durante o processo, determine a pressão final total no balão.

**Resolução:**

Zinco metálico reage com solução de ácido clorídrico da seguinte maneira:



1 mol    2 mols    1 mol    1 mol

$$n_{\text{Zn}} = n_{\text{H}_2} = \frac{m}{M}$$

$$n_{\text{Zn}} = \frac{130}{65,0} = 2 \text{ mols}$$

$$n_{\text{H}_2} = 2 \text{ mols}$$

Para o  $I_2(g)$ :

$$P_{I_2} = 3,38 \text{ atm}; T = 227 + 273 = 500 \text{ K}; R = 0,082 \text{ atm.L.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$$

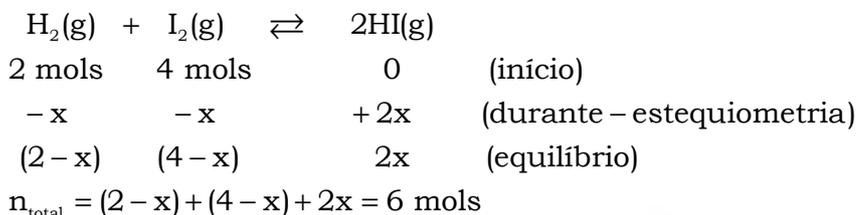
$$V = 50 \text{ L}$$

$$P_{I_2} \times V = n_{I_2} \times R \times T$$

$$3,28 \times 50 = n_{I_2} \times 0,082 \times 500$$

$$n_{I_2} = 4 \text{ mols}$$

Então,

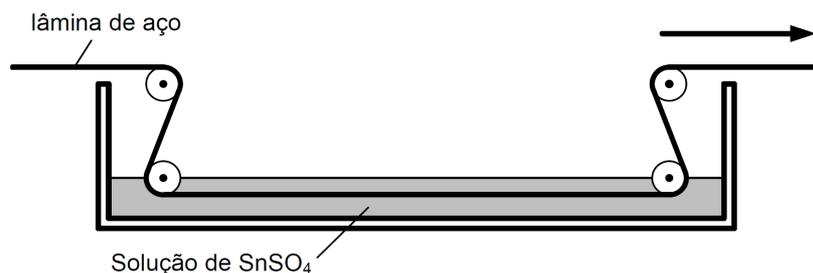


$$P_{\text{final}} \times V = n_{\text{total}} \times R \times T$$

$$P_{\text{final}} \times 50 = 6 \times 0,082 \times 500$$

$$P_{\text{final}} = 4,92 \text{ atm}$$

**Questão 04** – O esquema abaixo representa um projeto para uma instalação de estanhagem eletrolítica contínua de lâminas de aço alimentada por uma bobina de 1,0 m de largura.



Os dados operacionais da instalação são os seguintes:

- I) o eletrólito utilizado é uma solução ácida de sulfato estânico;
- II) o estanho é depositado em ambas as faces da chapa;
- III) o potencial utilizado para a eletrólise é de 3,0 V;
- IV) a densidade de corrente aplicada é de 25 A/m<sup>2</sup>;
- V) o rendimento da deposição é de 96,5 %;
- VI) a velocidade de deslocamento da chapa é de 2 m/s;
- VII) a espessura do filme de estanho formado em cada face deve ser de 8,48 μm; e
- VIII) o diâmetro dos roletes pode ser desprezado.

Partindo desses dados, determine:

- a) o comprimento da lâmina imerso no eletrólito da célula; e
- b) o consumo de energia em kWh por km de lâmina estanhada.

**Resolução:**

- a) Dimensões da chapa na qual o estanho será depositado:  
 comprimento da lâmina imerso no eletrólito da célula = c  
 espessura do filme de estanho formado em cada face = 8,48 μm  $8,48 \times 10^{-6} \text{ m}$

largura da bobina = 1,0 m

Duas faces imersas:

$V_{Sn} = \text{comprimento} \times \text{espessura} \times \text{largura}$

$$V_{Sn} = 2 \times c \times 8,48 \times 10^{-6} \times 1,0 = 2 \times 8,48 \times 10^{-6} c$$

Massa específica do estanho =  $7 \text{ g.cm}^{-3} = 7 \text{ g.}(10^{-2} \text{ m})^{-3}$

Massa específica do estanho =  $7 \times 10^{-6} \text{ m}^{-3}$

$$\text{Massa específica}_{Sn} = \frac{m}{V_{Sn}}$$

$$m_{Sn} = \text{Massa específica}_{Sn} \times V_{Sn}$$

$$m_{Sn} = 7 \times 10^{-6} \times 2 \times 8,48 \times 10^{-6} c$$

$$m_{Sn} = 14 \times 8,48 \times 10^{-6} c \text{ g}$$

Teremos:



$$2 \text{ mols } e^{-} \text{ ——— } 118,7 \text{ g}$$

$$2 \times 96.500 \text{ C ——— } 118,7 \text{ g}$$

$$Q \text{ ——— } 14 \times 8,48 \times 10^{-6} c \text{ g}$$

$$Q = \frac{2 \times 96.500 \times 14 \times 8,48 \times 10^{-6} c}{118,7} \text{ C}$$

densidade da corrente ( $d_c$ ) =  $25 \text{ A/m}^2$

rendimento da deposição =  $96,5 \%$

$$i = d_c \times A_{\text{deposição de Sn}} \times \frac{96,5}{100}$$

$$i = 25 \times 2 \times 1,0 \times c \times \frac{96,5}{100}$$

$$i = 48,25 c \text{ A}$$

$$Q = i \times t$$

$$\frac{2 \times 96.500 \times 14 \times 8,48 \times 10^{-6} c}{118,7} \text{ C} = 48,25 c \times t$$

$$t = 4.000,67 \approx 4.000 \text{ s}$$

$$\text{velocidade de deslocamento da chapa} = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

$$\text{velocidade de deslocamento da chapa} = 2 \text{ m/s}$$

$$2 = \frac{c}{4.000} \Rightarrow c = 8.000 \text{ m}$$

b) Sabe-se que:

U : potencial utilizado

i : corrente elétrica

P : potência

E : energia

$\Delta t$  : tempo

1 km = 1.000 m

$$P = U \times i$$

$$P = \frac{E}{\Delta t}$$

$$\frac{E}{\Delta t} = U \times i \Rightarrow E = U \times i \times \Delta t$$

$$U = 3,0 \text{ V}$$

$$\text{largura} = 1,0 \text{ m}$$

$$1 \text{ km} = 1.000 \text{ m (quilômetro de lâmina esanhada)}$$

Tem-se 2 faces, então :

$$i = (\text{densidade de corrente}) \times 2 \text{ faces} \times \text{largura} \times (\text{quilômetro de lâmina esanhada})$$

$$i = 25 \times 2 \times 1,0 \times 1.000 = 50.000 \text{ A}$$

$$\Delta t = 4.000 \text{ s}$$

$$E = U \times i \times \Delta t = 3,0 \times 50.000 \times 4.000 = 600 \times 10^6 \text{ J}$$

$$1 \text{ kWh} = 1000 \times \frac{\text{J}}{\text{s}} \times 3.600 \text{ s} = 3,6 \times 10^6 \text{ J}$$

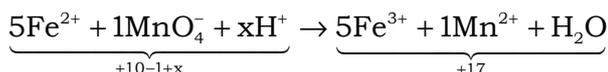
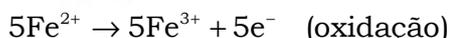
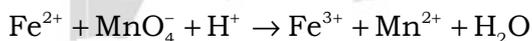
$$\frac{600 \times 10^6 \text{ J}}{3,6 \times 10^6 \text{ J}} = 166,66666$$

$$\text{Consumo de energia em kWh} = 166,67 \text{ kWh}$$

**Questão 05** – Uma pequena indústria farmacêutica constatou que a água destinada aos seus processos produtivos encontrava-se contaminada por ferro. O técnico responsável pelo laboratório de controle de qualidade coletou uma amostra de 50,0 mL da água de processo e realizou uma titulação com solução padronizada 0,025 mol/L de  $\text{KMnO}_4$ , em meio ácido. À medida que a reação progredia, o técnico observou que a coloração violeta-escuro, característica da solução de permanganato de potássio adicionada, tornava-se rapidamente clara, sinalizando a redução do  $\text{MnO}_4^{1-}$  a  $\text{Mn}^{2+}$  por  $\text{Fe}^{2+}$ . Após a adição de 40,0 mL de titulante, a cor violeta do permanganato de potássio passou a prevalecer, indicando que todos os íons  $\text{Fe}^{2+}$  haviam sido consumidos ao serem oxidados a  $\text{Fe}^{3+}$ . A seguir, a amostra foi tratada com zinco metálico, de modo que todos os íons  $\text{Fe}^{3+}$  foram convertidos em íons  $\text{Fe}^{2+}$ . Em uma última etapa, foram adicionados 60,0 mL da mesma solução de  $\text{KMnO}_4$ , oxidando todos os íons  $\text{Fe}^{2+}$  a  $\text{Fe}^{3+}$ . Determine as concentrações molares dos íons  $\text{Fe}^{2+}$  e  $\text{Fe}^{3+}$  na amostra inicial.

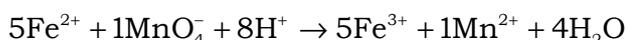
**Resolução:**

Foi realizada uma titulação com solução padronizada 0,025 mol/L de  $\text{KMnO}_4$ , em meio ácido. À medida que a reação progredia, o técnico observou que a coloração violeta-escuro, característica da solução de permanganato de potássio adicionada, tornava-se rapidamente clara, sinalizando a redução do  $\text{MnO}_4^{1-}$  a  $\text{Mn}^{2+}$  por  $\text{Fe}^{2+}$ . Após a adição de 40,0 mL de titulante, a cor violeta do permanganato de potássio passou a prevalecer, então:



$$+10 - 1 + x = +17$$

$$x = 8$$

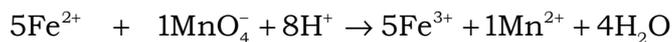


$$[\text{MnO}_4^-] = 0,025 \text{ mol/L}$$

$$V_{\text{primeira titulação}} = 40,0 \text{ mL} = 0,04 \text{ L}$$

$$n_{\text{MnO}_4^-} = [\text{MnO}_4^-] \times V_{\text{primeira titulação}}$$

$$n_{\text{MnO}_4^-} = 0,025 \times 0,04 = 0,001 \text{ mol}$$

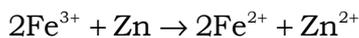


$$5 \text{ mols} \text{ ——— } 1 \text{ mol}$$

$$n_{\text{Fe}^{2+}} \text{ ——— } 0,001 \text{ mol}$$

$$n_{\text{Fe}^{2+}} = 0,005 \text{ mol}$$

A amostra foi tratada com zinco metálico, de modo que todos os íons  $\text{Fe}^{3+}$  foram convertidos em íons  $\text{Fe}^{2+}$ . Em uma última etapa, foram adicionados 60,0 mL da mesma solução de  $\text{KMnO}_4$ , oxidando todos os íons  $\text{Fe}^{2+}$  a  $\text{Fe}^{3+}$ :

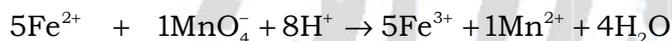


$$[\text{MnO}_4^-] = 0,025 \text{ mol/L}$$

$$V_{\text{segunda titulação}} = 60,0 \text{ mL} = 0,06 \text{ L}$$

$$n_{\text{MnO}_4^-} = [\text{MnO}_4^-] \times V_{\text{segunda titulação}}$$

$$n_{\text{MnO}_4^-} = 0,025 \times 0,06 = 0,0015 \text{ mol}$$



$$5 \text{ mols} \text{ ——— } 1 \text{ mol}$$

$$n_{\text{Fe}^{2+}} \text{ ——— } 0,0015 \text{ mol}$$

$$n_{\text{Fe}^{2+} \text{ (total)}} = 0,0075 \text{ mol}$$

$$n_{\text{Fe}^{2+} \text{ (primeira titulação)}} = 0,005 \text{ mol}$$

$$n_{\text{Fe}^{3+}} = n_{\text{Fe}^{2+} \text{ (total)}} - n_{\text{Fe}^{2+} \text{ (primeira titulação)}}$$

$$n_{\text{Fe}^{3+}} = 0,0075 - 0,005 = 0,0025 \text{ mol}$$

$$V = 50 \text{ mL} = 0,05 \text{ L}$$

$$[\text{Fe}^{3+}] = \frac{n}{V} \Rightarrow [\text{Fe}^{3+}] = \frac{0,0025 \text{ mol}}{0,05 \text{ L}} = 0,05 \text{ mol/L}$$

$$[\text{Fe}^{3+}] = 0,05 \text{ mol/L}$$

**Questão 06** – O oxigênio 15, um isótopo radioativo, é utilizado na tomografia por emissão de pósitrons para avaliar a perfusão sanguínea e o consumo de oxigênio em distintas regiões do cérebro. Sabendo que uma amostra com 7,5 g desse isótopo radioativo ( $^{15}_8\text{O}$ ) produz  $1,0 \times 10^{23}$  emissões de radiação por minuto, determine o tempo para que essa amostra passe a produzir  $2,5 \times 10^{22}$  emissões de por minuto.

### Resolução:

A partir de inúmeros experimentos os cientistas descobriram que a velocidade ( $v$ ) de desintegração é proporcional à quantidade de átomos radioativos ( $N$ ) presentes no sistema. Ou seja,

$$\frac{v}{N} = C \text{ ou } v = C \times N$$

$C$  adquire um valor fixo para cada tipo de isótopo radioativo.

Então:

$$n_{\text{15}_8\text{O}} = \frac{m}{M} = \frac{7,5 \text{ g}}{15 \text{ g.mol}^{-1}} = 0,5 \text{ mol}$$

$$N_A = 6 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

$$v = 1,0 \times 10^{23} \frac{\text{emissões}}{\text{min}}$$

$$N = n_{\text{15}_8\text{O}} \times N_A \Rightarrow N = 0,5 \times 6 \times 10^{23}$$

$$C = \frac{v}{N}$$

$$C = \frac{1,0 \times 10^{23} \text{ emissões.min}^{-1}}{0,5 \times 6 \times 10^{23}} \Rightarrow C = \frac{1}{3} \text{ emissões.min}^{-1}$$

Como a curva de desintegração radioativa é exponencial, podemos usar a cinética de desintegração de primeira ordem:

$$N = N_0 \times e^{-Ct}$$

Onde:

N: quantidade de átomos não desintegrados.

$N_0$ : quantidade de inicial de átomos radioativos.

$$N = 2,5 \times 10^{22} \text{ emissões.min}^{-1}$$

$$N_0 = 1,0 \times 10^{23} \text{ emissões.min}^{-1}$$

$$C = \frac{1}{3} \text{ emissões.min}^{-1}$$

$$N = N_0 \times e^{-Ct}$$

$$2,5 \times 10^{22} = 1,0 \times 10^{23} \times e^{-\frac{1}{3}t}$$

A partir da informação fornecida no cabeçalho,  $\ln 2 = 0,7$ , adaptamos :

$$e^{\frac{1}{3}t} = \frac{1,0 \times 10^{23}}{2,5 \times 10^{22}}$$

$$e^{\frac{1}{3}t} = 4$$

$$e^{\frac{1}{3}t} = 2^2$$

Aplicando  $\ln$ , vem :

$$\ln e^{\frac{1}{3}t} = \ln 2^2$$

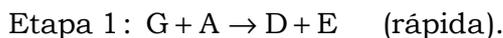
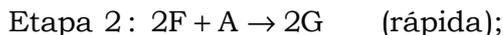
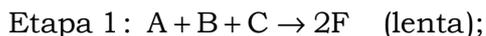
$$\ln e^{\frac{1}{3}t} = 2 \times \ln 2$$

$$\frac{1}{3}t = 2 \times \ln 2$$

$$\frac{1}{3}t = 2 \times 0,7$$

$$t = 4,2 \text{ min}$$

**Questão 07** – Estudos cinéticos demonstram que a reação  $4A + B + C \rightarrow 2D + 2E$  ocorre em três etapas, segundo o mecanismo a seguir.



Os dados cinéticos de quatro experimentos conduzidos à mesma temperatura são apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1 – Dados cinéticos da reação em estudo**

Experimento	Velocidade inicial (mol.L <sup>-1</sup> .s <sup>-1</sup> )	Concentração inicial das espécies químicas (mol.L <sup>-1</sup> )				
		A	B	C	F	G
1	90	9	3	3	2	2
2	60	9	2	3	2	1
3	120	9	3	4	1	1
4	30	3	3	3	0,5	0,5

Determine:

- a equação da velocidade da reação;
- a ordem global da reação;
- o valor da constante de velocidade.

Observação: a tabela da prova original trazia o valor 3 para a velocidade do experimento 4. Se este valor for utilizado, a constante de velocidade do quarto experimento será diferente dos outros três, o que é incoerente.

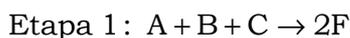
Tabela original:

Experimento	Velocidade inicial (mol.L <sup>-1</sup> .s <sup>-1</sup> )	Concentração inicial das espécies químicas (mol.L <sup>-1</sup> )				
		A	B	C	F	G
1	90	9	3	3	2	2
2	60	9	2	3	2	1
3	120	9	3	4	1	1
4	3	3	3	3	0,5	0,5

**Resolução:**

**1) Resolução a partir da tabela original:**

A velocidade da reação é determinada pela etapa lenta. Então:



$$v = k[A]^a[B]^b[C]^c$$

Utilizando os experimentos e aplicando a fórmula da velocidade, teremos:

Experimento	Velocidade inicial (mol.L <sup>-1</sup> .s <sup>-1</sup> )	Concentração inicial das espécies químicas (mol.L <sup>-1</sup> )				
		A	B	C	F	G
1	90	9	3	3	2	2
2	60	9	2	3	2	1
3	120	9	3	4	1	1
4	3	3	3	3	0,5	0,5

$$v = k[A]^a[B]^b[C]^c$$

$$\left\{ \begin{array}{l} 90 = k \times 9^a \times 3^b \times 3^c \quad \text{(I)} \\ 60 = k \times 9^a \times 2^b \times 3^c \quad \text{(II)} \\ 120 = k \times 9^a \times 3^b \times 4^c \quad \text{(III)} \\ 3 = k \times 3^a \times 3^b \times 3^c \quad \text{(IV)} \end{array} \right.$$

Dividindo (I) por (II):

$$\frac{90}{60} = \frac{k}{k} \times \frac{9^a}{9^a} \times \frac{3^b}{2^b} \times \frac{3^c}{3^c}$$

$$\frac{3^1}{2^1} = \frac{3^b}{2^b} \Rightarrow b = 1$$

Dividindo (I) por (III):

$$\frac{90}{120} = \frac{k}{k} \times \frac{9^a}{9^a} \times \frac{3^b}{3^b} \times \frac{3^c}{4^c}$$

$$\frac{3^1}{4^1} = \frac{3^c}{4^c} \Rightarrow c = 1$$

Dividindo (I) por (IV):

$$\frac{90}{3} = \frac{k}{k} \times \frac{9^a}{3^a} \times \frac{3^b}{3^b} \times \frac{3^c}{3^c}$$

$$\frac{90}{3} = \frac{9^a}{3^a} \Rightarrow \frac{90}{3} = 3^a$$

$$3^a = 30 \Rightarrow 3^a = 3 \times 10$$

Do cabeçalho:  $\log 3 = 0,50$

Aplicando log, vem:

$$\log 3^a = \log(3 \times 10) \Rightarrow \log 3^a = \log 3 + \log 10 \Rightarrow a \log 3 = \log 3 + \log 10$$

$$a \times 0,50 = 0,50 + 1$$

$$a = \frac{1,5}{0,50} \Rightarrow a = 3$$

Conclusão:  $v = k[A]^3[B]^1[C]^1$ .

b) A ordem global da reação global seria dada por  $a + b + c = 3 + 1 + 1 = 5$ .

c) A partir dos valores de v, a, b, c podemos calcular o valor de k:

Para o primeiro experimento, vem:

$$v = 90 \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$$

$$a = 3; b = 1; c = 1$$

$$v = k[A]^a[B]^b[C]^c$$

$$90 = k \times 9^3 \times 3^1 \times 3^1$$

$$k = \frac{30 \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}}{3^7 (\text{mol.L}^{-1})^5}$$

$$k = 0,0137 \frac{\text{s}^{-1}}{(\text{mol.L}^{-1})^4}$$

Para o segundo experimento, vem :

$$v = 60 \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$$

$$a = 3; b = 1; c = 1$$

$$v = k[A]^a[B]^b[C]^c$$

$$60 = k \times 9^3 \times 2^1 \times 3^1$$

$$k = \frac{30 \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}}{3^7 (\text{mol.L}^{-1})^5}$$

$$k = 0,0137 \frac{\text{s}^{-1}}{(\text{mol.L}^{-1})^4}$$

Para o terceiro experimento, vem :

$$v = 120 \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$$

$$a = 3; b = 1; c = 1$$

$$v = k[A]^a[B]^b[C]^c$$

$$120 = k \times 9^3 \times 3^1 \times 4^1$$

$$k = \frac{30 \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}}{3^7 (\text{mol.L}^{-1})^5}$$

$$k = 0,0137 \frac{\text{s}^{-1}}{(\text{mol.L}^{-1})^4}$$

Para o quarto experimento, vem :

$$v = 3 \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1} \text{ (valor da tabela original)}$$

$$a = 3; b = 1; c = 1$$

$$v = k[A]^a[B]^b[C]^c$$

$$3 = k \times 3^3 \times 3^1 \times 3^1$$

$$k = \frac{1 \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}}{3^4 (\text{mol.L}^{-1})^5}$$

$$k = 0,0123456 \frac{\text{s}^{-1}}{(\text{mol.L}^{-1})^4}$$

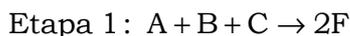
$$0,0123456 \frac{\text{s}^{-1}}{(\text{mol.L}^{-1})^4} \neq 0,0137 \frac{\text{s}^{-1}}{(\text{mol.L}^{-1})^4}$$

Conclusão : o valor da velocidade do experimento 4 não é 3.

Houve erro de digitação na tabela.

## 2) Resolução a partir da tabela corrigida:

A velocidade da reação é determinada pela etapa lenta. Então:



$$v = k[A]^a[B]^b[C]^c$$

Utilizando os experimentos e aplicando a fórmula da velocidade, teremos:

Experimento	Velocidade inicial (mol.L <sup>-1</sup> .s <sup>-1</sup> )	Concentração inicial das espécies químicas (mol.L <sup>-1</sup> )				
		A	B	C	F	G
1	90	9	3	3	2	2
2	60	9	2	3	2	1
3	120	9	3	4	1	1
4	30	3	3	3	0,5	0,5

$$v = k[A]^a[B]^b[C]^c$$

$$\begin{cases} 90 = k \times 9^a \times 3^b \times 3^c & \text{(I)} \\ 60 = k \times 9^a \times 2^b \times 3^c & \text{(II)} \\ 120 = k \times 9^a \times 3^b \times 4^c & \text{(III)} \\ 30 = k \times 3^a \times 3^b \times 3^c & \text{(IV)} \end{cases}$$

Dividindo (I) por (II):

$$\frac{90}{60} = \frac{k}{k} \times \frac{9^a}{9^a} \times \frac{3^b}{2^b} \times \frac{3^c}{3^c}$$

$$\frac{3^1}{2^1} = \frac{3^b}{2^b} \Rightarrow b = 1$$

Dividindo (I) por (III):

$$\frac{90}{120} = \frac{k}{k} \times \frac{9^a}{9^a} \times \frac{3^b}{3^b} \times \frac{3^c}{4^c}$$

$$\frac{3^1}{4^1} = \frac{3^c}{4^c} \Rightarrow c = 1$$

Dividindo (I) por (IV):

$$\frac{90}{30} = \frac{k}{k} \times \frac{9^a}{3^a} \times \frac{3^b}{3^b} \times \frac{3^c}{3^c}$$

$$\frac{90}{30} = \frac{9^a}{3^a} \Rightarrow \frac{90}{30} = 3^a$$

$$3^a = 3 \Rightarrow 3^a = 3^1$$

$$a = 1$$

Conclusão:  $v = k[A]^1[B]^1[C]^1$ .

b) A ordem global da reação global seria dada por  $a + b + c = 1 + 1 + 1 = 3$ .

c) A partir dos valores de  $v$ ,  $a$ ,  $b$ ,  $c$  podemos calcular o valor de  $k$ :

Para o primeiro experimento, vem:

$$v = 90 \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$$

$$a = 1; b = 1; c = 1$$

$$v = k[A]^a[B]^b[C]^c$$

$$90 = k \times 9^1 \times 3^1 \times 3^1$$

$$k = \frac{10 \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}}{9^1 (\text{mol.L}^{-1})^3}$$

$$k = 1,111 \frac{\text{s}^{-1}}{(\text{mol.L}^{-1})^2}$$

Para o segundo experimento, vem :

$$v = 60 \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$$

$$a = 1; b = 1; c = 1$$

$$v = k[A]^a[B]^b[C]^c$$

$$60 = k \times 9^1 \times 2^1 \times 3^1$$

$$k = \frac{10 \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}}{9^1 (\text{mol.L}^{-1})^5}$$

$$k = 1,111 \frac{\text{s}^{-1}}{(\text{mol.L}^{-1})^2}$$

Para o terceiro experimento, vem :

$$v = 120 \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$$

$$a = 1; b = 1; c = 1$$

$$v = k[A]^a[B]^b[C]^c$$

$$120 = k \times 9^1 \times 3^1 \times 4^1$$

$$k = \frac{10 \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}}{9^1 (\text{mol.L}^{-1})^5}$$

$$k = 1,111 \frac{\text{s}^{-1}}{(\text{mol.L}^{-1})^2}$$

Para o quarto experimento, vem :

$$v = 30 \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1} \text{ (valor da tabela original)}$$

$$a = 1; b = 1; c = 1$$

$$v = k[A]^a[B]^b[C]^c$$

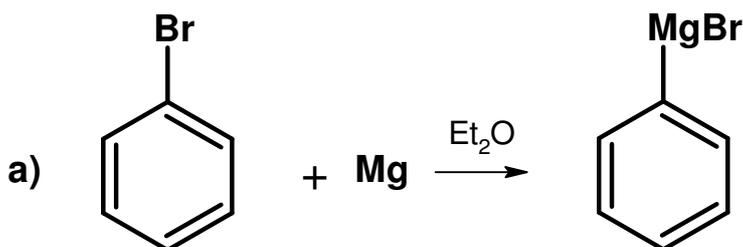
$$30 = k \times 3^1 \times 3^1 \times 3^1$$

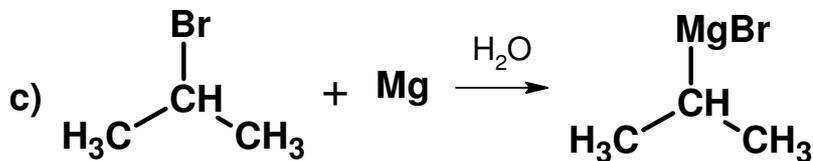
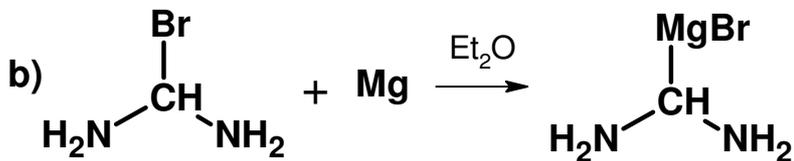
$$k = \frac{30 \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}}{3^3 (\text{mol.L}^{-1})^5}$$

$$k = 1,111 \frac{\text{s}^{-1}}{(\text{mol.L}^{-1})^4}$$

$$\text{Conclusão : } k = 1,111 \frac{\text{s}^{-1}}{(\text{mol.L}^{-1})^4}.$$

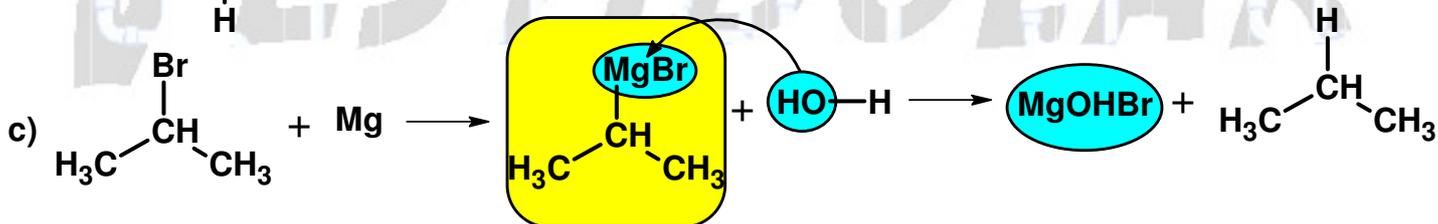
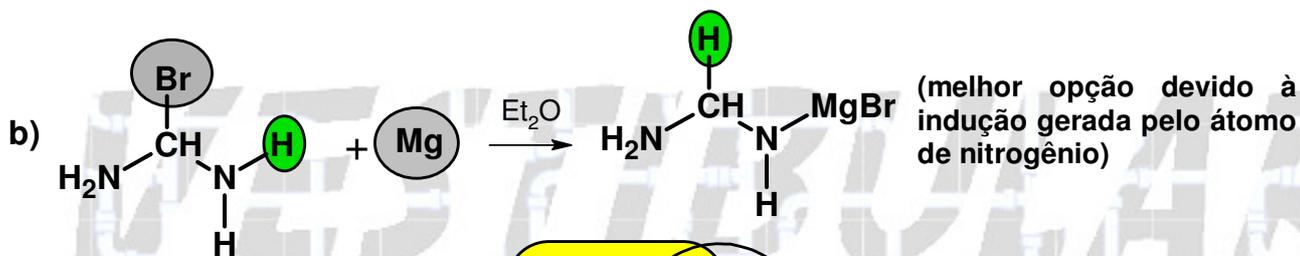
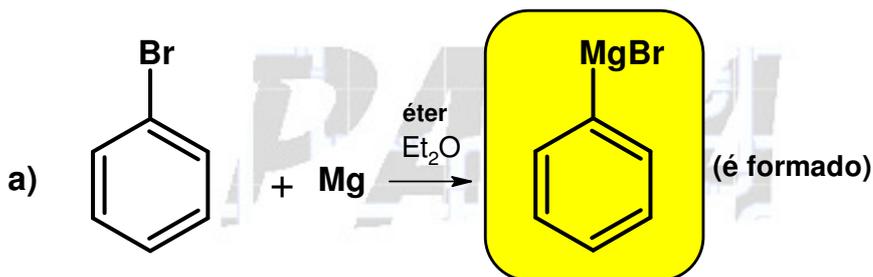
**Questão 08** - Os reagentes de Grignard são normalmente preparados pela reação de um haleto orgânico e magnésio metálico, em temperaturas não superiores a 50 °C. Das quatro reações indicadas abaixo, apenas duas ocorrem realmente.



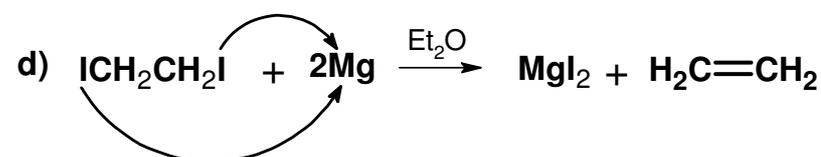


Cite os dois reagentes de Grignard que são realmente formados. Considerando as reações desses reagentes com formaldeído em excesso, em solução de éter etílico e posterior acidificação, escreva as fórmulas estruturais dos álcoois formados.

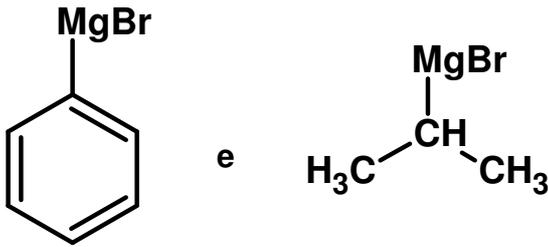
**Resolução:**



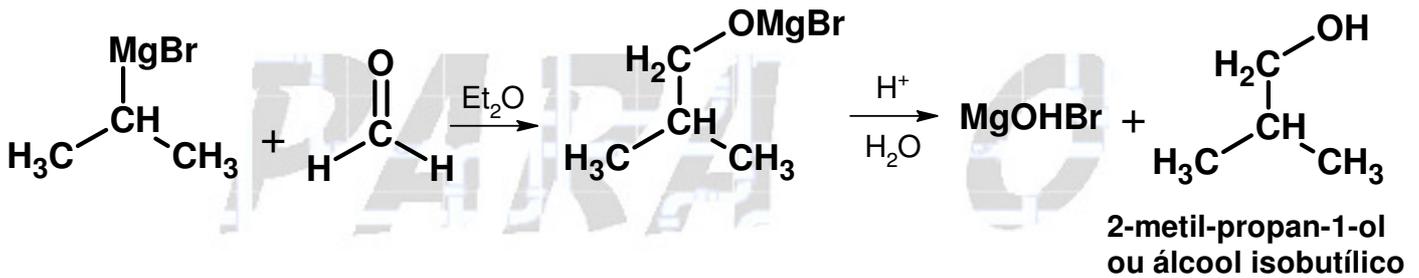
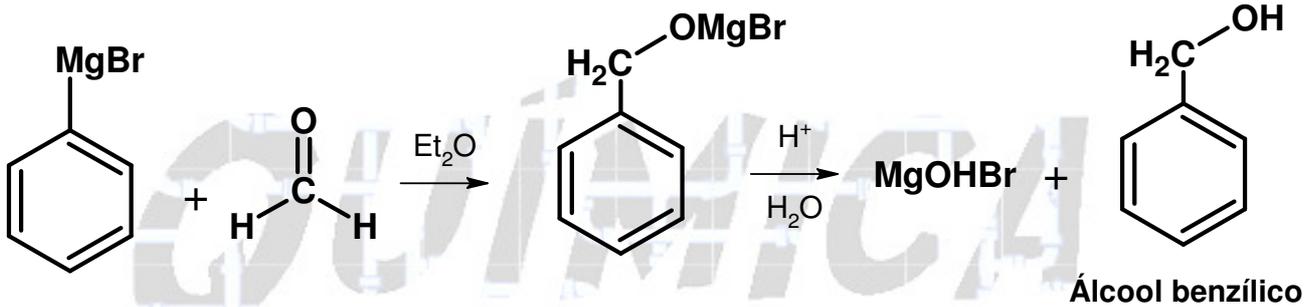
(formado, porém instável na presença de água, na presença de éter seria mais viável)



Reações dos seguintes reagentes:



com formaldeído em excesso, em solução de éter etílico e posterior acidificação, apresentando as fórmulas estruturais dos álcoois formados:



**Questão 09** – O poli(metacrilato de butila) é um polímero solúvel em clorofórmio. A 100 kPa, o clorofórmio tem ponto de fusão (PF) igual a 210 K e ponto de ebulição (PE) igual a 334 K, e apresenta estados de agregação definidos conforme o diagrama de fases apresentado na Figura 1.

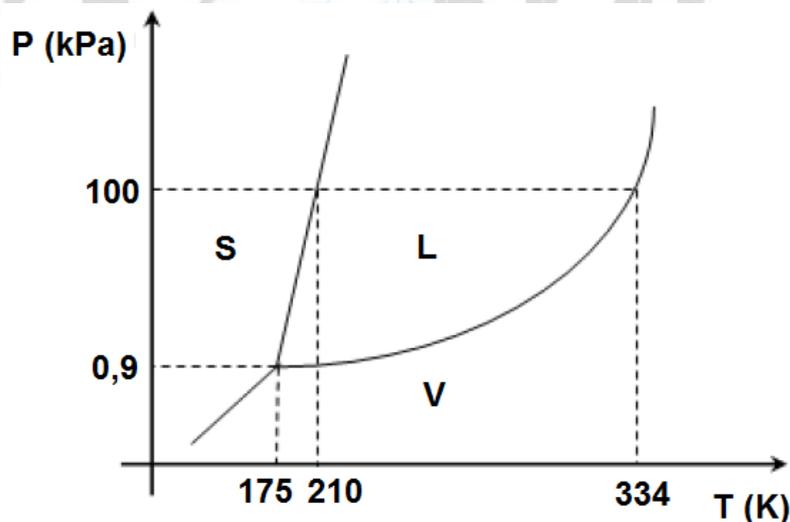


Figura 1

Observe agora, a Figura 2 que representa o clorofórmio confinado em um dispositivo fechado imerso em um banho térmico na situação de equilíbrio térmico e mecânico, e a Figura 3, que apresenta o diagrama de fases de uma solução diluída de poli(metacrilato de butila) em clorofórmio.

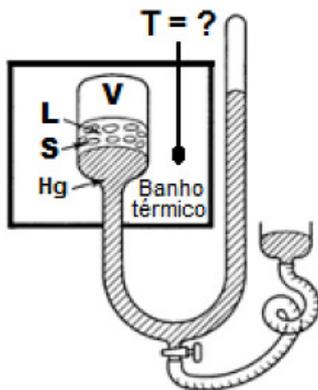


Figura 2

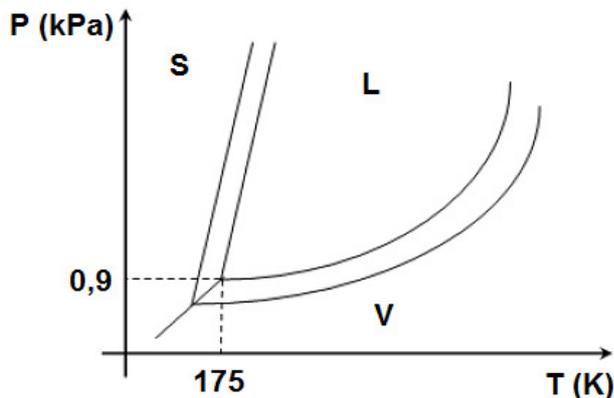


Figura 3

Considere que o clorofórmio tem calor de fusão ( $\Delta H_{\text{fusão}}$ ) constante e independente da pressão e da temperatura, e que a Equação 1 se aplica ao seu equilíbrio sólido-líquido, em que  $\Delta P$  = variação de pressão na transição,  $\Delta T$  = variação de temperatura na transição,  $T_{\text{fusão}}$  = temperatura de fusão (K) e  $\Delta V_{\text{fusão}}$  = variação de volume na fusão.

$$\frac{\Delta P}{\Delta T} = \frac{\Delta H_{\text{fusão}}}{T_{\text{fusão}} \Delta V_{\text{fusão}}} \quad \text{Equação 1}$$

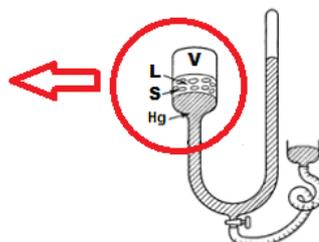
Com base nas informações acima:

- determine a temperatura do banho térmico na Figura 2. Justifique sua resposta;
- faça o esboço da Figura 3 no **Caderno de Soluções** e indique os pontos de fusão (PF) e de ebulição (PE) da solução diluída de poli(metacrilato de butila) em clorofórmio, a 100 kPa;
- justifique, com base na Equação 1, porque o processo de solidificação do clorofórmio é acompanhado de redução de volume.

**Resolução:**

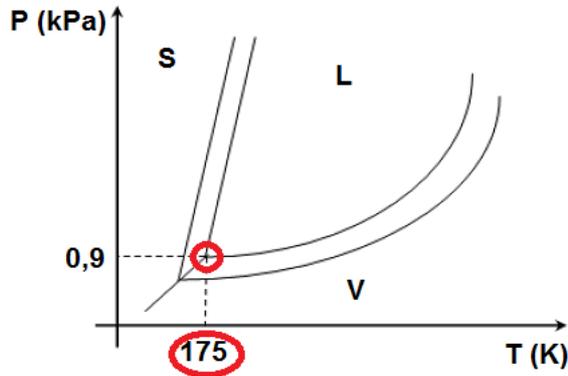
- De acordo com a figura 2:

Coexistência dos três estados de agregação (S, L e G)



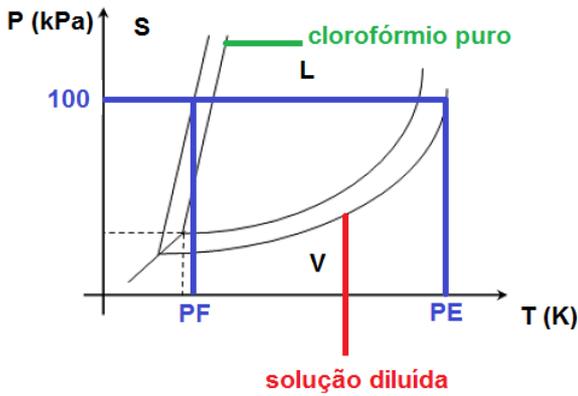
Isto significa que o ponto triplo foi atingido.

De acordo com a figura 3, isto ocorre aos 175 K.



b) Pontos de fusão (PF) e de ebulição (PE) da solução diluída de poli(metacrilato de butila) em clorofórmio, a 100 kPa:

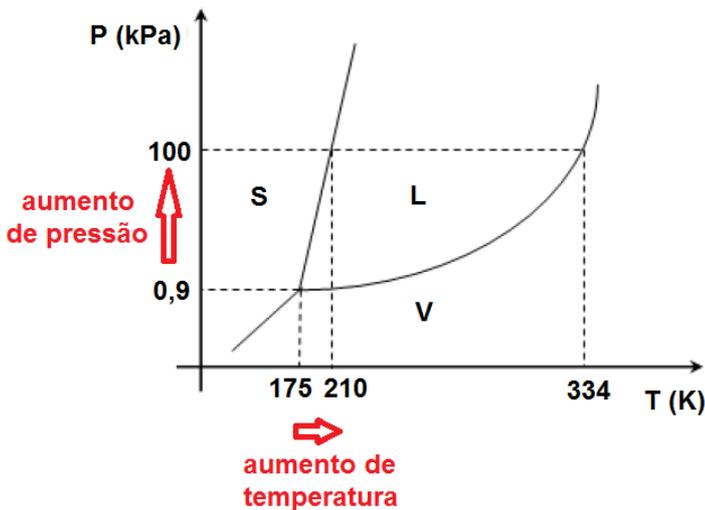
Figura 3



c) Equação 1:

$$\frac{\Delta P}{\Delta T} = \frac{\Delta H_{\text{fusão}}}{T_{\text{fusão}} \Delta V_{\text{fusão}}}$$

Figura 1



Ocorre aumento de pressão e de temperatura, logo  $\frac{\Delta P}{\Delta T} > 0$ .

A fusão é uma mudança de estado endotérmica, logo  $\Delta H_{\text{fusão}} > 0$  e  $T_{\text{fusão}} > 0$ .

$$\frac{\Delta P}{\Delta T} = \frac{\Delta H_{\text{fusão}}}{T_{\text{fusão}} \Delta V_{\text{fusão}}} \Rightarrow \Delta V_{\text{fusão}} = \frac{\Delta H_{\text{fusão}} \times \Delta T}{T_{\text{fusão}} \Delta P} \Rightarrow \Delta V_{\text{fusão}} > 0$$

A solidificação é o inverso da fusão, logo  $\Delta V_{\text{solidificação}} < 0$  (redução de volume).

**Questão 10** – Monóxido de carbono a 473 K é queimado, sob pressão atmosférica, com 90 % em excesso de ar seco, em base molar, a 773 K. Os produtos da combustão abandonam a câmara de reação a 1273 K. Admita combustão completa e considere que 1 mol de ar é constituído por 0,20 mol de oxigênio e 0,80 mol de nitrogênio. Calcule a quantidade de energia, em kJ, que é liberada no decorrer da reação, por mol de monóxido de carbono queimado. Considere que os gases apresentam comportamento ideal.

**Resolução:**

**Dados fornecidos no cabeçalho da prova:**

Calor de combustão do monóxido de carbono (a 298 K e 1 atm) = -283 kJ.mol<sup>-1</sup>

Substância	CO	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>
Calor específico médio C <sub>P</sub> (kJ.mol <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup> )	0,03	0,04	0,03	0,03

$$Q = C \times n \times \Delta T$$

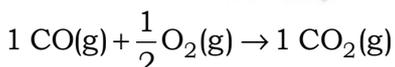
Onde :

C' = calor molar

n = número de mols

ΔT = variação de temperatura

Tem - se 90 % em excesso de ar seco :



$$0,5 \text{ mol O}_2 \text{ ————— } n_{\text{N}_2}$$

$$0,2 \text{ mol O}_2 \text{ ————— } 0,8 \text{ mol N}_2$$

$$n_{\text{N}_2} = 2 \text{ mols}$$

Tem - se 90 % em mol de excesso de ar seco.

$$n_{\text{O}_2 \text{ excesso}} = 0,90 \times 0,5 \text{ mol} = 0,45 \text{ mol}$$

$$n_{\text{N}_2} = 2 \text{ mols} + 0,90 \times 2 \text{ mols} = 3,8 \text{ mols}$$

Energia absorvida pelo o excesso de O<sub>2</sub> passando de 773 K (ar seco) a 1273 K ::

$$n_{\text{O}_2} = 0,45 \text{ mol}$$

$$C_{\text{O}_2} = 0,03$$

$$\Delta T_{\text{O}_2} = 1273 - 773 = 500 \text{ K}$$

$$Q_{\text{O}_2} = 0,03 \times 0,45 \times 500 = +6,75 \text{ kJ}$$

Energia absorvida pelo nitrogênio de 773 K (ar seco) a 1273 K :

$$n_{\text{N}_2} = 3,8 \text{ mol}$$

$$C_{\text{N}_2} = 0,03$$

$$\Delta T_{\text{N}_2} = 1273 - 773 = 500 \text{ K}$$

$$Q_{\text{N}_2} = 0,03 \times 3,8 \times 500 = +57,0 \text{ kJ}$$

As entalpias de formação podem ser medidas em diferentes temperaturas. As entalpias padrão de uma reação em diferentes temperaturas podem ser medidas a partir Calor específico médio C<sub>P</sub>, a pressão constante:  $\Delta H(T_2) = \Delta H(T_1) + \Delta n \times C_P \times \Delta T$ .

Então,

$$\Delta H_1 = -283 \text{ kJ}$$

$$H_2 = H_1 + \Delta n \times C_p \times \Delta T$$

$$\text{Observação: } \Delta T = T_{\text{alterada}} - T_{\text{padrão}} \Rightarrow \Delta T = T_{\text{alterada}} - 298 \text{ K (25}^\circ\text{C)}$$

Para um mol de  $\text{CO}_2$  (produto;  $T = 1273 \text{ K}$ ):

$$H_{\text{CO}_2} = H_{\text{CO}_2}^0 + 1 \times 0,04 \times (1273 - 298) = H_{\text{CO}_2}^0 + 1 \times 0,04 \times 975 = H_{\text{CO}_2}^0 + 39 \text{ kJ}$$

Para o 1 mol de  $\text{CO}$  (reagente;  $T' = 473 \text{ K}$ ):

$$H_{\text{CO}} = H_{\text{CO}}^0 + 1 \times 0,03 \times (473 - 298) = H_{\text{CO}}^0 + 1 \times 0,03 \times 175 = H_{\text{CO}}^0 + 5,25 \text{ kJ}$$

Para 0,5 mol de  $\text{O}_2$  (reagente;  $T'' = 773 \text{ K}$ ):

$$H_{\text{O}_2} = H_{\text{O}_2}^0 + 1 \times 0,03 \times (773 - 298) = H_{\text{O}_2}^0 + 0,5 \times 0,03 \times 475 = H_{\text{O}_2}^0 + 7,125 \text{ kJ}$$

$$\Delta H_2 = H_{\text{produtos}} - H_{\text{reagentes}}$$

$$\Delta H_2 = H_{\text{CO}_2}^0 + 39 \text{ kJ} - (+H_{\text{CO}}^0 + 5,25 + H_{\text{O}_2}^0 + 7,125 \text{ kJ})$$

$$\Delta H_2 = \underbrace{H_{\text{CO}_2}^0 - (H_{\text{CO}}^0 + H_{\text{O}_2}^0)}_{\Delta H_1} + 39 - 5,25 - 7,125$$

$$\Delta H_2 = \Delta H_1 + 26,625$$

$$\Delta H_2 = -283 + 26,625 = -256,375 \text{ kJ}$$

$E$  = energia liberada no decorrer da reação

$$E = \Delta H_2 + Q_{\text{O}_2} + Q_{\text{N}_2}$$

$$E = -256,375 + 6,75 + 57$$

$$E = -192,625 \text{ kJ}$$