

## 1ª QUESTÃO

Um metal M forma o sal  $MCl_2$ . A eletrólise desse sal fundido, com uma corrente igual a 0,4 A durante 6,7 horas produziu 4,38 gramas do metal sólido.

Determine qual elemento da Tabela Periódica é o metal M.

**Assunto:** Eletroquímica (Eletrólise – Leis de Faraday)

Esta é uma questão clássica de eletrólise em que se deve utilizar as leis de Faraday da eletrólise que relacionam o tempo (t), a massa depositada (m), a corrente (i), o número de elétrons (n) e a massa molar do composto (M), conforme vista abaixo:

$$m = \frac{Mit}{nF} \quad \therefore M = \frac{mnF}{it}$$

Convertendo o tempo para segundos por análise dimensional, teremos:

$$6,7h = 6,7h \left( \frac{60min}{1h} \right) \left( \frac{60s}{1min} \right) = 24120 s$$

Substituindo os valores na equação acima:

$$M = \frac{4,38g \times 96480 Cmol^{-1} \times 2}{0,4 Cs^{-1} \times 24120 s} \quad \therefore M = 87,6 gmol^{-1}$$

Portanto, observando a tabela periódica, podemos ver que esta massa molar corresponde ao elemento químico estrôncio (Sr).

Obs: F é a constante de Faraday, cujo valor aproximado é de 96480 C/mol. Além disso, recorde que A (ampere) = C (coulomb) / (segundo).

## 2ª QUESTÃO

Uma molécula orgânica A, de fórmula molecular  $C_5H_{11}Cl$ , sofre desidro-halogenação formando B. Quando B sofre ozonólise, gera formaldeído. Quando B sofre reação de hidratação, produz o composto C, o qual não reage com  $KMnO_4$  em meio ácido.

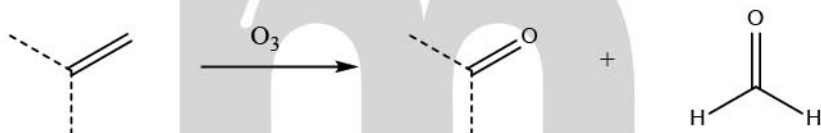
Determine:

- a função orgânica presente no composto C;
- as estruturas moleculares de A, B e C.

### Assunto: Reações Orgânicas.

Vamos partir nossa solução do composto B que possui fórmula  $C_5H_{10}$  (visto que passou por desidroalogenação).

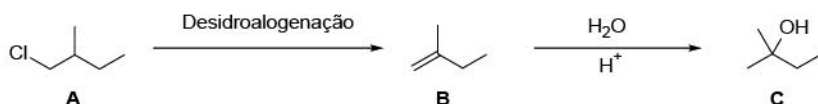
Como a ozonólise forma formaldeído, sabemos que a dupla está na extremidade de uma cadeia.



Além disso, como o produto B não pode ser oxidado após hidrólise, isso mostra que o produto C é um álcool terciário.



Com isso, a única possibilidade para os compostos A, B e C é,



### 3ª QUESTÃO

O acetato de linalila é um composto orgânico que contém átomos de carbono, hidrogênio e oxigênio na razão 6:10:1, respectivamente.

Sabe-se que cada molécula de acetato de linalila:

- i) contém dois átomos de oxigênio;
- ii) possui cadeia principal com oito átomos de carbono;
- iii) representa um dieno não conjugado nas posições 1 e 6;
- iv) tem duas metilas em uma mesma extremidade de cadeia;
- v) tem uma metila e o grupo acetato ligados ao carbono alílico, não terminal, de menor impedimento espacial.

Diante dessas informações, apresente:

- a) a fórmula estrutural plana do acetato de linalila;
- b) o polímero possivelmente formado considerando somente a reação de poliadição na dupla ligação mais substituída.

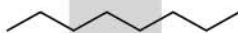
COLEGIO **master** *Resolve*  
INSIRA NO COLEGIO: EDUCAÇÃO NA VIDA.

**Assunto:** Cálculo de Fórmulas + Orgânica.

a)

Como a fórmula empírica é  $C_6H_{10}O$  e a molécula possui dois oxigênios então a fórmula real deve ser  $C_{12}H_{20}O_2$ . Agora vamos para os itens,

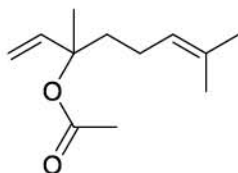
I. O composto tem 8 carbonos na cadeia principal.



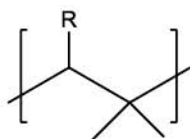
II. O composto é dieno nos carbonos 1,6 e duas metilas na ponta.



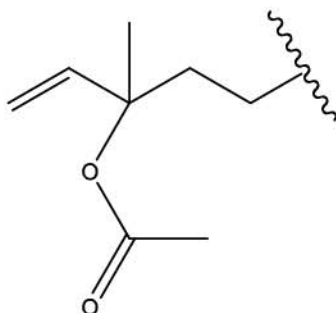
III. O composto apresenta um metil e um acetato no carbono alílico não terminal e menos impedido estericamente.



b) O polímero de adição formado é:



R =



#### 4ª QUESTÃO

Águas de rejeito de um processo industrial de pH neutro necessitam ser purificadas de um contaminante, um metal pesado, cujo sal vem dissolvido nestas águas. Sabe-se que o contaminante em questão precipita somente quando  $pH \leq 4$ , podendo ser depois retirado por sucção. Para tanto, diariamente, os efluentes são armazenados em piscinas de decantação de 200.000 L cada, sendo tratados com ácido acético, de constante de dissociação  $2,0 \times 10^{-5}$ , para diminuir o pH e obter a precipitação.

Determine a massa de ácido acético mínima necessária para tratar cada piscina.

#### Assunto: Equilíbrio Químico

i) Determinar a concentração de  $H^+$  na condição limite de pH:

$$pH = -\log([H^+]) = 4 \therefore [H^+] = 10^{-4} M$$

Essa é a concentração de íons  $H^+$  no equilíbrio

ii) Determinar a concentração de ácido acético:

$$H_3CCOOH_{(aq)} \rightleftharpoons H_3CCOO^-_{(aq)} + H^+_{(aq)}$$

Início	$C_a$	0	0
$\Delta$	-x	+x	+x
Final	$C_a - x$	x	x

Sendo  $K_a = 2 \cdot 10^{-5}$

$$K_a = \frac{[H_3CCOO^-][H^+]}{[H_3CCOOH]} = 2 \cdot 10^{-5}$$

$$2 \cdot 10^{-5} = \frac{x^2}{C_a - x}, \text{ Sendo } x = 10^{-4} \therefore 2 \cdot 10^{-5} = \frac{(10^{-4})^2}{C_a - 10^{-4}}$$

$$C_a = 6 \cdot 10^{-4} M = [H_3CCOOH]$$

iii) Determinar a massa de ácido:

$$n_{\text{ácido}} = [H_3CCOOH] \cdot V$$

$$n_{\text{ácido}} = 6 \cdot 10^{-4} \cdot 200000 = 120 \text{ mol}$$

$$m_{\text{ácido}} = n_{\text{ácido}} \cdot MM_{\text{ácido}}$$

Sendo a massa molar de ácido acético 60 g/mol:

$$m_{\text{ácido}} = 120 \cdot 60$$

$$m_{\text{ácido}} = 7,2 \text{ kg}$$

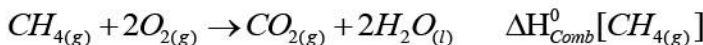
## 5ª QUESTÃO

Na queima de uma massa  $m_1$  de metano a pressão constante, ocorreu combustão completa com formação de água líquida e foram liberados 324 kJ de energia. Em outra queima, nas mesmas condições, uma massa  $m_2$  de oxigênio foi consumida e a energia liberada foi de 81 kJ.

Determine a razão entre  $m_1$  e  $m_2$ .

### Assunto: Termoquímica

Tem-se a seguinte reação de combustão do metano( $\text{CH}_4$ ):



No experimento I, em que  $\text{CH}_4$  é limitante, tem-se:

$$\Delta H_I = n_{\text{CH}_4} \cdot \Delta H_{\text{comb}}^0[\text{CH}_{4(g)}] = \left(\frac{m_1}{16}\right) \cdot \Delta H_{\text{comb}}^0[\text{CH}_{4(g)}] = -324 \text{ kJ}$$

No experimento II, em que  $\text{O}_2$  é limitante, tem-se:

$$\begin{aligned} \Delta H_{II} &= \frac{n_{\text{O}_2}}{2} \cdot \Delta H_{\text{comb}}^0[\text{CH}_{4(g)}] = \left(\frac{\frac{m_2}{32}}{2}\right) \cdot \Delta H_{\text{comb}}^0[\text{CH}_{4(g)}] = \\ &= \left(\frac{m_2}{64}\right) \cdot \Delta H_{\text{comb}}^0[\text{CH}_{4(g)}] = -81 \text{ kJ} \end{aligned}$$

Dividindo-se  $\Delta H_I$  por  $\Delta H_{II}$ , tem-se:

$$\frac{\Delta H_I}{\Delta H_{II}} = \left(\frac{-324}{-81}\right) = 4 = \frac{64m_1}{16m_2} \Rightarrow \boxed{\frac{m_1}{m_2} = 1}$$



## 6ª QUESTÃO

Para a neutralização de 0,18 g de um ácido carboxílico, são gastos 30 mL de uma solução 0,1 M de NaOH. A densidade do vapor deste ácido é trinta vezes a do hidrogênio, nas mesmas condições.

Considerando a dissociação completa desse ácido, forneça seu nome e sua estrutura molecular.

COLÉGIO **master** *Resolve*  
INSIMA NO COLÉGIO. EDUCA NA VIDA

**Assunto:** Estequiometria

$$i) d_{\text{ácido}} = 30 \cdot d_{H_2}$$

De acordo com o princípio de Avogadro:

$$\frac{d_{\text{ácido}}}{d_{H_2}} = \frac{MM_{\text{ácido}}}{MM_{H_2}}$$

$$\frac{d_{\text{ácido}}}{d_{H_2}} = 30 = \frac{MM_{\text{ácido}}}{MM_{H_2}} \therefore \frac{MM_{\text{ácido}}}{2} = 30$$

$$MM_{\text{ácido}} = 60 \text{ g mol}^{-1}$$

ii) Número de mols de NaOH:

$$n_{NaOH} = [NaOH] \cdot V$$

$$n_{NaOH} = 0,1 \cdot 0,03 = 0,003 \text{ mol}$$

No ponto de equivalência:

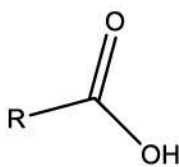
$$n_{\text{ácido}} = n_{NaOH} = 0,003 \text{ mol}$$

Massa molar do ácido:

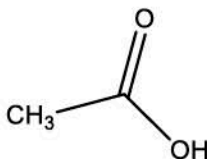
$$MM_{\text{ácido}} = \frac{0,18}{0,003} = 60 \text{ g mol}^{-1} \text{ (confirma a massa encontrada anteriormente)}$$

iii) Determinação do ácido:

Forma geral de um ácido carboxílico:



Substituindo R pelo grupo mais simples possível ( $-\text{CH}_3$ ), obteremos:



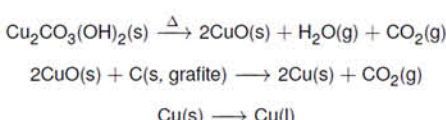
Massa molar do composto:

$$MM_{\text{ácido}} = 60 \text{ g mol}^{-1}$$

Logo, conclui-se que o ácido em questão é o Ácido Etanoico.

## 7ª QUESTÃO

O mineral malaquita  $[\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2]$ , de ocorrência natural, pode ser utilizado para a obtenção de cobre líquido a partir das 3 (três) etapas abaixo:



Como a reação global de formação de cobre líquido a partir de malaquita e carbono sólido é endotérmica, realizou-se um estudo para verificar a quantidade necessária de placas solares fotovoltaicas, para atender o seu consumo energético na indústria.

Considere que:

- i) cada placa solar fotovoltaica produz, em média, 2 MJ/h;
- ii) as energias livres de Gibbs do cobre, em kJ/mol, nas fases sólida e líquida podem ser descritas respectivamente pelas expressões em função da temperatura  $T$  (em K) abaixo, na faixa de 298 a 1358 K:

$$\begin{aligned}G_S &= -7770,5 + 130,0T - 24,1T \ln T - 2,7 \times 10^2 + 1,3 \times 10^{-7}T^3 + \frac{52478,0}{T} \\ G_L &= 5194,3 + 120,0T - 24,1T \ln T - 2,7 \times 10^2 + 1,3 \times 10^{-7}T^3 + \frac{52478,0}{T}\end{aligned}$$

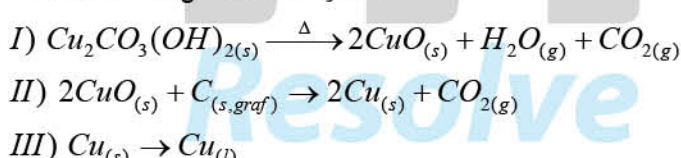
- iii) as entalpias de formação ( $\Delta H_f^\circ$ ) e as entropias molares ( $S^\circ$ ) dos compostos químicos são constantes na faixa de 298 a 1358 K.

Calcule, nesse contexto, o número mínimo de placas solares fotovoltaicas utilizadas em 1 (uma) hora para a geração de 213,36 kg de cobre líquido a partir de malaquita e carbono sólido.

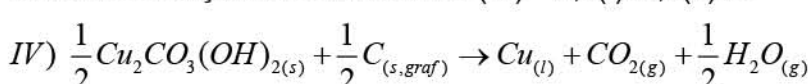
COLEGIO **master** *Resolve*  
ENSINO NO COLÉGIO. EDUCAÇÃO NA VIDA.

### Assunto: Termoquímica

Tem-se as seguintes reações:



Tomando a reação resultante como: (IV) = 0,5(I)+0,5(II)+III



Para o cálculo da entalpia da reação IV, tem-se:

$$\begin{aligned}\Delta H_{R,IV}^\circ &= \sum n \cdot \Delta H_f^\circ(\text{Produtos}) - \sum n \cdot \Delta H_f^\circ(\text{Reagentes}) = \\ &= \left\{ \frac{1}{2} \Delta H_f^\circ[\text{H}_2\text{O}(\text{g})] + \Delta H_f^\circ[\text{CO}_2(\text{g})] + \Delta H_f^\circ[\text{Cu}(\text{l})] \right\} \\ &\quad - \left\{ \frac{1}{2} \Delta H_f^\circ[\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2(\text{s})] + \frac{1}{2} \Delta H_f^\circ[\text{C}(\text{s, grafite})] \right\} = \\ &= \left[ \frac{1}{2}(-242) + (-394) + \Delta H_f^\circ[\text{Cu}(\text{l})] \right] - \left[ \frac{1}{2}(-1054) + \frac{1}{2}(0) \right]\end{aligned}$$

Pode-se encontrar o entalpia de formação do  $\text{Cu}(\text{l})$ , a partir das energias livres molares:

$$\begin{aligned}\Delta G_R^\circ &= \sum n \cdot G_m^\circ(\text{Produtos}) - \sum n \cdot G_m^\circ(\text{Reagentes}) = \\ &= G_m^\circ[\text{Cu}(\text{l})] - G_m^\circ[\text{Cu}(\text{s})] = \\ &= \left[ 5194,3 + 120,0T - 24,1T \ln(T) - 2,7 \cdot 10^2 + 1,3 \cdot 10^{-7}T^3 + \frac{52478,0}{T} \right] \\ &\quad - \left[ -7770,5 + 130,0T - 24,1T \ln(T) - 2,7 \cdot 10^2 + 1,3 \cdot 10^{-7}T^3 + \frac{52478,0}{T} \right] \\ \Delta G_R^\circ &= \underbrace{12964,8}_{\Delta H_R^\circ} - \underbrace{(10) \cdot T}_{\Delta S_R^\circ}\end{aligned}$$

Há uma inconsistência de unidades: o enunciado da questão indica que a fórmula do  $G^\circ_m$  é em  $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ , porém as ordens de grandezas obtidas para  $\Delta H^\circ_{\text{fusão}}$  e  $\Delta S^\circ_{\text{fusão}}$  do cobre, bem como o valor de entropia de fusão do cobre fornecido na folha de dados, indicam que o enunciado correto deveria ser para  $G^\circ_m$  em  $\text{J} \cdot \text{mol}^{-1}$ .

**Solução 1:** Dessa forma, seguindo o comando do enunciado atual para  $G^\circ_m$  em  $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ , tem-se:

$$\Delta H_{Fus}^\circ = \Delta H_f^\circ[\text{Cu}(\text{l})] - \underbrace{\Delta H_f^\circ[\text{Cu}(\text{s})]}_0 = \Delta H_f^\circ[\text{Cu}(\text{l})] = 12964,8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

Substituindo no  $\Delta H^\circ_{R,IV}$  tem-se:

$$\Delta H_{R,IV}^\circ = 12976,8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

Deseja-se produzir:

$$n_{\text{Cu}} = \frac{213,36 \cdot 10^3}{63,546} \text{ mol}$$

Dessa forma, para produção em 1h:

$$N_{\text{Placas}} \cdot 2 \cdot 10^3 = \left( \frac{213,36 \cdot 10^3}{63,546} \right) \cdot 12976,8$$

$$N_{\text{Placas}} = 21785,2 \text{ placas}$$

**Logo, no mínimo 21786 placas.**

**Solução 2:** Considerando o evidente erro do enunciado e utilizando  $G^\circ_m$  em  $\text{J} \cdot \text{mol}^{-1}$ , tem-se:

$$\Delta H_{Fus}^\circ = \Delta H_f^\circ[\text{Cu}(\text{l})] - \underbrace{\Delta H_f^\circ[\text{Cu}(\text{s})]}_0 = \Delta H_f^\circ[\text{Cu}(\text{l})] = 12964,8 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1}$$

Substituindo no  $\Delta H^\circ_{R,IV}$  tem-se:

$$\Delta H_{R,IV}^\circ = 25,0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

Deseja-se produzir:

$$n_{\text{Cu}} = \frac{213,36 \cdot 10^3}{63,546} \text{ mol}$$

Dessa forma, para produção em 1h:

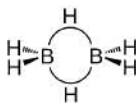
$$N_{\text{Placas}} \cdot 2 \cdot 10^3 = \left( \frac{213,36 \cdot 10^3}{63,546} \right) \cdot 25$$

$$N_{\text{Placas}} = 41,97 \text{ placas}$$

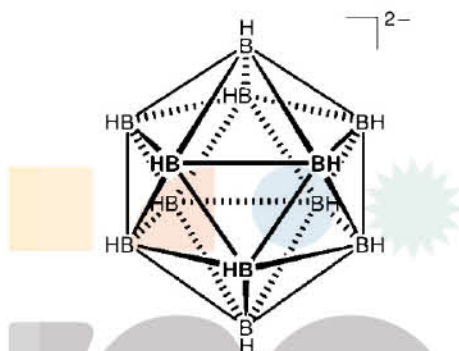
**Logo, no mínimo 42 placas.**

## 8ª QUESTÃO

O composto  $B_2H_6$  possui apenas 12 elétrons de valência compartilhados entre 8 centros atômicos. Sua estrutura molecular é representada por



em que as ligações B–H–B são diferentes das ligações covalentes típicas. Elas se estabelecem a partir de três centros atômicos que compartilham dois elétrons. Comportamento semelhante é observado no ânion dodecaborato ( $B_{12}H_{12}^{2-}$ ), o qual possui um arranjo icosaédrico, conforme ilustrado abaixo.

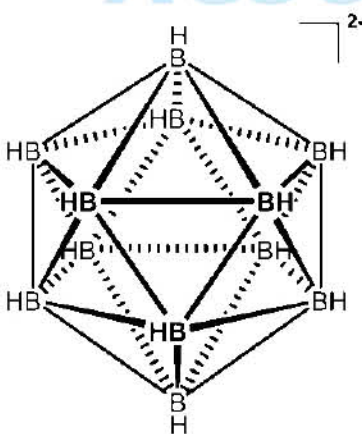


Determine a deficiência percentual de elétrons de valência do ânion dodecaborato em relação ao esperado, caso houvesse somente ligações covalentes típicas com 2 centros atômicos que compartilham 2 elétrons.

COLEGIO **master** *Resolve*  
INSINUA NO COLEGIO: EDUCAÇÃO NA VIDA

**Assunto:** Química Inorgânica

Tem-se a estrutura:



Sendo a estrutura icosaédrica, ela apresenta 12 vértices e 20 faces. Dessa forma, o número de “ligações” B-B será igual ao número de arestas da figura.

Pela relação de Euler:  $V + F = A + 2$ , tem-se:

$$12 + 20 = A + 2$$

$$A = \text{Aresta} = 30$$

Portanto, tem-se 30 ligações B-B e 12 ligações B-H. Se cada ligação covalente fosse uma ligação convencional (2c-2e), necessitaríamos de:

$$(30 + 12) \cdot 2 = 84 \text{ elétrons de valência}$$

Porém a estrutura apresenta apenas:

$$12 \cdot \underset{\substack{\text{Elétrons de} \\ \text{valência do B}}}{3} + 12 \cdot \underset{\substack{\text{Elétrons de} \\ \text{valência do H}}}{1} + 2 = 50 \text{ elétrons de valência}$$

Dessa forma, há apenas:

$$\frac{50}{84} = 59,5\% \text{ dos elétrons necessários}$$

E, portanto, 40,5% de deficiência de elétrons.



## 9ª QUESTÃO

Nas últimas décadas, tem sido observado um aumento substancial da concentração de dióxido de carbono na atmosfera terrestre. Pesquisas recentes estimam que, sem a adoção de medidas mitigadoras da emissão de poluentes, essa concentração de  $\text{CO}_2$  deve atingir cerca de 545 ppm, base molar, no ano de 2050.

- Calcule a concentração molar de  $\text{CO}_2$  dissolvido em água pura a  $25^\circ\text{C}$ , assumindo equilíbrio com a atmosfera nas condições estimadas para o ano de 2050.
- Com base na concentração obtida no item anterior, calcule o valor do pH da solução resultante.
- Considere uma solução em equilíbrio com o  $\text{CO}_2$  atmosférico. Se a temperatura for aumentada e a concentração de  $\text{CO}_2$  dissolvido for mantida constante, o pH da solução aumentará ou diminuirá? Justifique.

COLEGIO **master** *Resolve*  
INSISTA NO COLEGIO. EDUCAÇÃO NA VIDA.

### Assunto: Equilíbrio Iônico

- Cálculo da pressão de  $\text{CO}_2$  na atmosfera.

$$P_{\text{CO}_2} = \frac{545 \text{ mol}}{10^6 \text{ mol}} \cdot 1 \text{ atm} = 5,45 \cdot 10^{-4} \text{ atm}$$

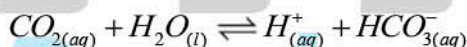
A concentração do  $\text{CO}_2$  em água é dada pela lei de Henry.

$$[\text{CO}_2]_{(aq)} = K_h \cdot P_{\text{CO}_2}$$

Substituindo os valores, temos:

$$[\text{CO}_2]_{(aq)} = 3,3 \cdot 10^{-2} \cdot 5,45 \cdot 10^{-4} = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L}$$

- Tem-se a seguinte equação para a ionização do  $\text{CO}_2$ :



Logo:

$$\Delta G_R^0 = \sum n \cdot \Delta G_f^0(\text{Produtos}) - \sum n \cdot \Delta G_f^0(\text{Reagentes}) = -RT \ln(K_{Eq})$$

$$\{\Delta G_f^0[\text{HCO}_3^-_{(aq)}] + \Delta G_f^0[\text{H}^+_{(aq)}]\} - \{\Delta G_f^0[\text{H}_2\text{O}_{(l)}] + \Delta G_f^0[\text{CO}_{2(aq)}]\} = -RT \ln(K_{Eq})$$

$$[(-586,8) + (0)] - [(-386) + (-237,1)] = -(8,3 \cdot 10^{-3}) \cdot 298 \cdot \frac{1}{0,434} \log(K_{Eq})$$

$$\log(K_{Eq}) = -6,4 \therefore K_{Eq} = 10^{-6,4}$$

Dessa forma, uma vez que  $\text{H}^+$  e  $\text{HCO}_3^-$  provém da mesma fonte:

$$K_{Eq} = \frac{[\text{H}^+][\text{HCO}_3^-]}{[\text{CO}_2]} = 10^{-6,4} = 10^{0,6} \cdot 10^{-7} = (10^{0,3})^2 \cdot 10^{-7} =$$

$$= 4 \cdot 10^{-7} = \frac{[\text{H}^+]^2}{1,8 \cdot 10^{-5}} \Rightarrow [\text{H}^+]^2 = 4 \cdot 10^{-7} \cdot 1,8 \cdot 10^{-5} = 8 \cdot 9 \cdot 10^{-13}$$

$$2 \log[\text{H}^+] = 3 \log(2) + 2 \log(3) + (-13) \log(10)$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = \boxed{5,57}$$

- Para a equação de ionização do  $\text{CO}_2$ , tem-se:

$$\Delta H_R^0 = \sum n \cdot \Delta H_f^0(\text{Produtos}) - \sum n \cdot \Delta H_f^0(\text{Reagentes}) =$$

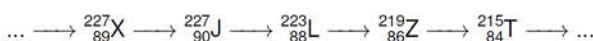
$$= \{\Delta H_f^0[\text{HCO}_3^-_{(aq)}] + \Delta H_f^0[\text{H}^+_{(aq)}]\} - \{\Delta H_f^0[\text{H}_2\text{O}_{(l)}] + \Delta H_f^0[\text{CO}_{2(aq)}]\} =$$

$$= [(-692,0) + (0)] - [(-285,8) + (-413,8)] = 7,6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

Sendo  $\Delta H_R^0$  positivo (reação endotérmica), o aumento da temperatura desloca o equilíbrio no sentido dos produtos, produzindo  $\text{H}^+$  e, portanto, aumentando sua concentração e diminuindo o pH da solução.

## 10ª QUESTÃO

Em um experimento específico, conduzido em atmosfera ambiente, pesquisadores analisaram o decaimento de uma parte de uma série radioativa, como representado abaixo.



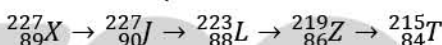
Considere as condições experimentais nas CNTP e que o tempo de meia-vida do nuclídeo **Z** é de aproximadamente 4 segundos.

Diante do exposto:

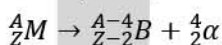
- escreva a equação estequiométrica da série radioativa, incluindo as partículas emitidas para cada desintegração, de forma a estabelecer o correto balanço das cargas elétricas e dos números de massas nucleares;
- demonstre a família radioativa a que os isótopos da série pertencem;
- para o nuclídeo Z, calcule a vida-média e a constante de decaimento do isótopo, apresentando as unidades no SI.

### Assunto: Radioatividade (Química Nuclear)

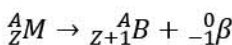
Conforme o enunciado da questão:



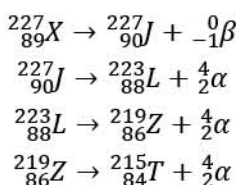
**(A)** Como sabemos, o decaimento alfa ( $\alpha$ ) corresponde a uma diminuição no número atômico em duas unidades e no número de massa em quatro unidades, pois a partícula  $\alpha$  corresponde ao núcleo do átomo de hélio ( $\text{He}^{2+}$ ). Portanto, genericamente:



Em relação ao decaimento beta ( $\beta$ ), que corresponde ao elétron ( ${}_{-1}^0e$ ), teremos um aumento em uma unidade no número atômico e nenhuma unidade no número de massa. Então, genericamente:

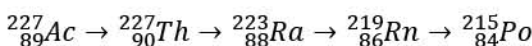


Assim sendo, fica claro que a conversão de X em J corresponde a um decaimento  $\beta$ , enquanto todos os demais decaimentos indicam decaimento  $\alpha$ , conforme explicitado nas equações balanceadas abaixo.



**(B)** Família/série do actínio ou Urânio-235.

Logo, os elementos químicos X, J, L, Z e T correspondem, respectivamente, aos seguintes elementos: Ac, Th, Ra, Rn e Po. Logo:



Como todos da família seguem a regra  $A = 4n + 3$ . Isso significa que todos pertencem a essa família.

**(C)** De acordo com a questão, o tempo de meia-vida do elemento Z é 4s. Como os decaimentos radioativos seguem uma cinética de primeira ordem, então:

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k} = \frac{0,693}{k} \therefore k = \frac{0,693}{t_{1/2}} \therefore k = \frac{0,693}{4\text{s}} \approx 0,1733\text{s}^{-1}$$

Conforme sabido, a vida média é dada pela equação abaixo, de modo que:

$$\tau = \frac{1}{k} \therefore \tau = \frac{1}{0,1733\text{s}^{-1}} \approx 5,77\text{s}$$