



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ  
Av. José de Freitas Queiroz, nº 5.0000, , - Bairro Cedro - CEP - Quixadá - CE - www.ifce.edu.br

## COMUNICADO - COMOQEP-QUI

A Comissão Organizadora Permanente Olimpíada de Química das Escolas Públicas OQEP, instituída pela **PORTARIA Nº 4093/GABR/REITORIA, DE 31 DE MAIO DE 2023** (SEI nº 5075788), vinculada à Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós Graduação e Inovação - PRPI do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Estado Ceará - IFCE, no uso de suas atribuições legais, torna público o GABARITO DEFINITIVO da FASE III das **Modalidade A** (Anexo Fase III Modalidade A (6723173)) e **Modalidade B** (Anexo Fase III Modalidade B (6723186)) da OQEP 2024.

Atenciosamente,



Documento assinado eletronicamente por **Jefferson Saraiva Ferreira**, **Presidente da Comissão**, em 14/11/2024, às 14:56, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade do documento pode ser conferida no site [https://sei.ifce.edu.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ifce.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0) informando o código verificador **6748054** e o código CRC **1250C3C0**.

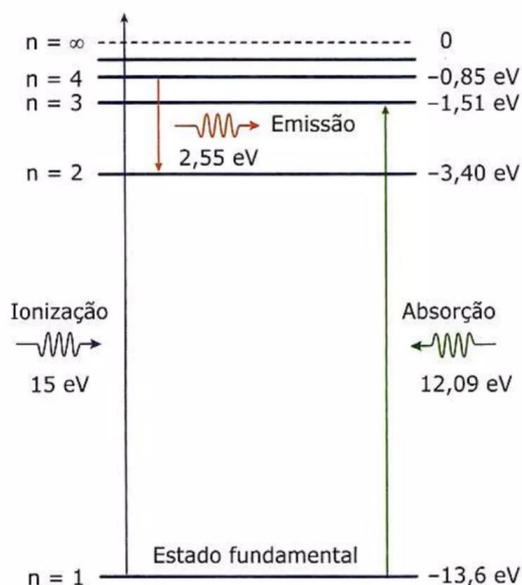
**PROVA MODALIDADE A**

**3ª FASE OQEP 2024**

**QUESTÃO 1 (100 PONTOS)**

Níveis de Energia ( $n$ ) de um elétron num átomo de hidrogênio.

$$E_n = -\frac{13,6}{n^2}$$



O modelo atômico de Bohr, proposto por Niels Bohr em 1913, foi um grande avanço para a compreensão da estrutura atômica e, especialmente, para o átomo de hidrogênio. Este modelo descreve o átomo de forma quantizada, com elétrons movendo-se em órbitas bem definidas ao redor do núcleo, cada uma com uma energia específica. A imagem acima descreve as energias em níveis eletrônicos específicos, onde,  $n$ , é número inteiro e o elétron pode absorver energia e “saltar” em diferentes valores de  $n$ , não sendo permitido permanecer entre estes níveis energéticos.

<https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/bohr-atom>

a) Pergunta-se, inicialmente, o que se observa com a energia na imagem à medida que  $n$  aumenta, explique esta variação. **(30 pontos)**

À medida que o número quântico principal (ou nível eletrônico) aumenta, a energia dos elétrons no átomo também aumenta. O que descreve com que os elétrons se encontram cada vez mais afastados do núcleo e menos fortemente atraídos por ele. O que traduz que o aumento da distância com relação ao núcleo vai diminuindo a atração eletrostática entre o núcleo e o elétron, o que provoca uma energia menos negativa (mais próxima de zero).

b) Suponha que em um determinado experimento foi descoberto em um sistema formado de gás hidrogênio, cujo elétron deste sistema encontra-se em um estado de maior energia. Em determinado instante, observou-se uma variação de energia entre estes níveis ( $n_x \rightarrow n_l$ ) igual a 13230 meV, fazendo com que o sistema emitisse

um espectro de ondas eletromagnéticas. Pergunta-se, o nível de energia ( $n_x$ ) no qual encontrou-se este elétron excitado. **(40 pontos)**.

**Conforme se observa na imagem, a Energia de um determinado nível eletrônico ( $E_n$ ) é dada por:  $E_n = -13,6/n^2$ , onde:**

**$E_n$  é a energia de um determinado nível  $n$ , onde  $n$  é o número quântico principal.**

**Dado que a variação de energia entre os níveis  $n_x$  e  $n_1$  apresenta um  $\Delta E = 13230$  meV.**

**Como sabemos que essa variação de energia ocorre entre o nível  $n_x$  (estado excitado) e  $n=1$  (estado fundamental), temos que:**

$$\Delta E = E_{n_x} - E_1$$

$$13,23 = -\frac{13,6}{n_x^2} - (-13,6)$$

$$13,23 = 13,6 \left(1 - \frac{1}{n_x^2}\right)$$

**Dividindo ambos os lados por 13,6:**

$$\frac{13,23}{13,6} = 1 - \frac{1}{n_x^2}$$

$$0,973 = 1 - \frac{1}{n_x^2}$$

**Isolando  $1/n_x^2$**

$$\frac{1}{n_x^2} = 1 - 0,973$$

$$\frac{1}{n_x^2} = 0,027$$

**Invertendo ambos os lados para encontrar  $n_x^2$ , têm-se:**

$$n_x^2 = \frac{1}{0,027}$$

$$n_x^2 \approx 37,04$$

$$n_x \approx \sqrt{37,04} \approx 6$$

**$n_x$ , no qual o elétron estava excitado é aproximadamente 6.**

está relacionada com o fator  $Z^2/n^2$ , ou seja, com a carga nuclear (número atômico rapidamente que o número quântico principal ( $n$ ), daí esperaríamos um aumento ionização, ou seja, a energia necessária para retirar um elétron do átomo em seu conserva-se uma diminuição da energia de ionização dos átomos de hidrogênio para mol e 520 kJ/mol, respectivamente). Evidencie as razões para esta diminuição

através da descrição de determinados efeitos que provocam estas variações, exemplifique. **(30 pontos)**

A diminuição da energia de ionização entre o hidrogênio e o lítio, apesar do aumento do número atômico, e conforme se descreve por  $z^2/n^2$ , o que justificaria um aumento desta energia, pode ser explicada principalmente por dois efeitos importantes: o efeito de blindagem (ou efeito de proteção) e a distância com relação ao núcleo. Para os átomos de hidrogênio ( $Z = 1$ ), existe apenas um elétron na camada 1s, então ele sente diretamente a atração do núcleo, sem nenhuma blindagem de outros elétrons. Já no caso do lítio ( $Z = 3$ ), existem três elétrons: onde dois ocupam a camada 1s (mais próxima do núcleo) e o terceiro elétron ocupa a camada 2s, mais afastada. Os dois elétrons na camada 1s "blindam" o núcleo para o elétron 2s, reduzindo a força de atração que o núcleo exerce sobre ele. Outro fator que contribui para a diminuição da energia de ionização do lítio em comparação com o hidrogênio é o aumento da distância média do elétron com relação ao núcleo. No hidrogênio, o elétron único está mais próximo do núcleo, o que permite uma atração eletrostática mais forte, o que corresponde a uma energia de ionização maior.

## QUESTÃO 2 (100 PONTOS)

### “Fósforo – um macronutriente essencial”

As principais funções do fósforo no metabolismo vegetal são a síntese de ATP (adenosina trifosfato) – principal fonte de energia para as plantas e a síntese de ácidos nucleicos – componentes do DNA e do RNA – essenciais para o crescimento e desenvolvimento vegetal. A carência de fósforo irá reduzir a maturidade das plantas e a produtividade das culturas.

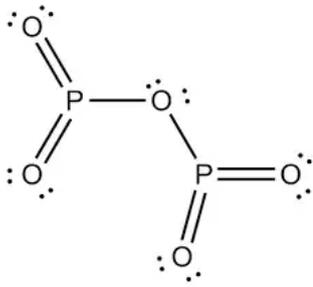
As rochas fosfáticas sedimentares representam cerca de 80% da rocha fosfática produzida no mundo. O  $P_4O_{10}$  é um sólido cristalino branco utilizado na síntese de fertilizantes fosfatados.

Com relação ao óxido de fósforo anteriormente citado, determine:

- A) A fórmula mínima ou empírica do referido sólido cristalino e o nox do fósforo no  $P_4O_{10}$   
**(15 pontos)**
- B) A estrutura de Lewis da fórmula mínima citada no item A e número de elétrons não ligantes. (Nota: na representação estrutural não deve conter ligações covalentes coordenadas).  
**(15 pontos)**
- C) A equação balanceada da reação de  $P_4O_{10}$  com  $H_2O$  na obtenção de ácido ortofosfórico.  
**(20 pontos)**
- D) A quantidade de matéria (número de mols) aproximada de fósforo, contida em 1 tonelada de rocha fosfatada que contém 50%, em massa de  $P_4O_{10}$ . Admitindo que todo fósforo da rocha esteja na forma deste óxido. (Dados massas atômicas: P=31 e O=16)  
**(30 pontos)**
- E) Determine a fórmula química dos seguintes fertilizantes:  
**(20 pontos)**
  - I. monohidrogenofosfato de diamônio
  - II. dihidrogenofosfato de potássio

### Resolução

- A) A fórmula mínima ou empírica desse óxido é  $P_2O_5$  e o nox do fósforo é +5.
- B) Estrutura de Lewis:



Nessa estrutura há 20 elétrons não ligantes (10 pares).



D) Se uma tonelada de Rocha contém 50% de  $P_4O_{10}$  logo, há 500kg desse óxido.

Cálculo do número de mols de fósforo:

$$\begin{array}{l} 1 \text{ mol de } P_4O_{10} \text{ ( 284g)} \text{ ----- } 4 \text{ mols de P (124 de P)} \\ 500 \text{ kg ----- } n \end{array}$$

Logo:  $n = 7,04 \text{ kmols de P}$  ou  $7,04 \times 10^3 \text{ mols de P}$

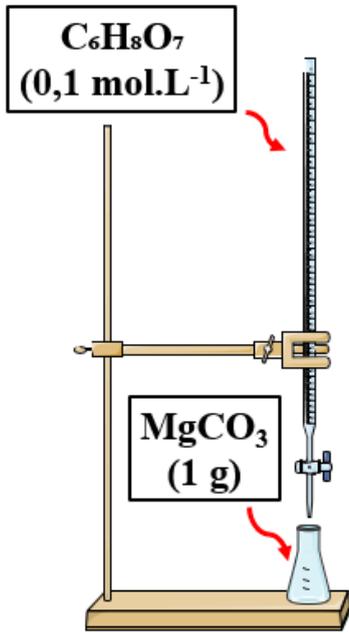
E) I. monohidrogenofosfato de diamônio:  $(NH_4)_2HPO_4$

II. dihidrogenofosfato de potássio :  $KH_2PO_4$

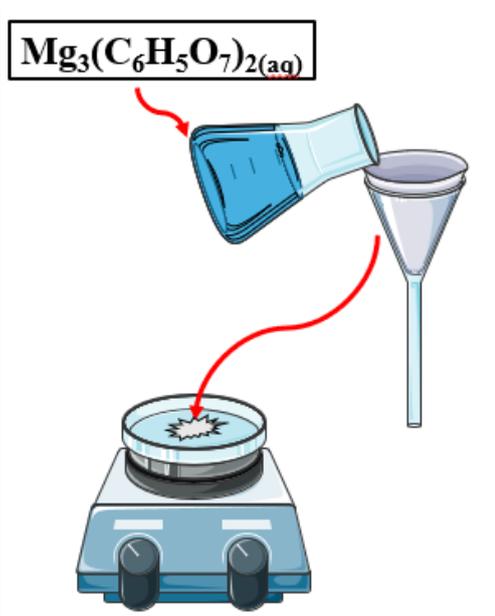
### QUESTÃO 3 (100 PONTOS)

Neste ano, aconteceram os Jogos Olímpicos em Paris. Tivemos o prazer de torcer pelas nossas ginastas, em especial por Rebeca Andrade, que conquistou a tão sonhada medalha de ouro no solo. Durante as performances, as ginastas passam um pó branco nas mãos, o carbonato de magnésio. Um experimento foi montado no laboratório, conforme ilustrado na figura, considerando que cada etapa tem um rendimento de 90%. Responda, apresentando os cálculos quando necessário, o que for solicitado.

- Desenhe a(s) estrutura(s) de lewis para o íon carbonato, apresentando as estruturas de ressonância caso existam, e prediga a geometria do íon.  
**(5 PONTOS)**
- Apresente a equação balanceada da reação que acontece na etapa I.  
**(5 PONTOS)**
- Qual o valor de massa que a balança apresentará ao final de todo o procedimento experimental considerando que o carbonato de magnésio reagirá completamente?  
**(20 PONTOS)**
- Considerando que o gás produzido não se solubiliza na solução e que o volume total da solução é igual ao volume escoado da bureta, e sabendo que o experimento foi realizado a  $25^\circ\text{C}$  em um erlenmeyer de 250 mL, determine a pressão interna atingida, assumindo que nenhum gás não escapa e que a reação ocorre com um rendimento de 90%.  
**(40 PONTOS)**
- Qual o volume que deveria ser escoado na bureta para se obter 50 mg do citrato de magnésio na etapa III.  
**(30 PONTOS)**



ETAPA I



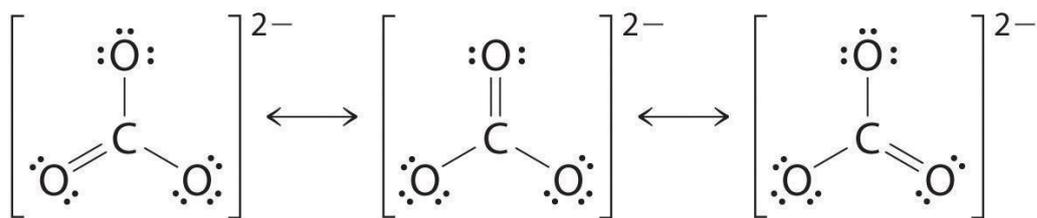
ETAPA II



ETAPA III

Resolução:

a)



Trigonal planar

b)



c)

Massas Molares em  $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$

|   |        |
|---|--------|
| MgCO <sub>3</sub>   | 84,31  |
| C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> O <sub>7</sub>                    | 192,12 |
| CO <sub>2</sub>   | 44,00  |
| H <sub>2</sub> O  | 18,01  |
| C <sub>12</sub> H <sub>10</sub> Mg <sub>3</sub> O <sub>14</sub> | 451,11 |

$$\begin{array}{l} 3 \text{ mol de MgCO}_3 \text{ ----- } 1 \text{ mol de Mg}_3(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7)_2 \\ 252,93 \text{ g de MgCO}_3 \text{ ----- } 451,11 \text{ de Mg}_3(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7)_2 \\ 1 \text{ g de MgCO}_3 \text{ ----- } X \text{ g de Mg}_3(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7)_2 \\ X = 1,78 \text{ g de Mg}_3(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7)_2 \end{array}$$

Como o rendimento de cada etapa é de 90%:

$$\text{ETAPA I: } 1,78 \text{ g} \times 0,90 = 1,60 \text{ g}$$

$$\text{ETAPA II: } 1,60 \text{ g} \times 0,90 = 1,45 \text{ g}$$

$$\text{ETAPA III: } 1,45 \text{ g} \times 0,90 = 1,30 \text{ g}$$

d) De acordo com a estequiometria:



Como 1g de  $\text{MgCO}_3$  equivalem a 0,012 mol de  $\text{MgCO}_3$ , logo serão formados 0,012 mol de  $\text{CO}_2$ . Como o rendimento é de 90%:

$$0,012 \times 0,90 = 0,011 \text{ mol de } \text{CO}_2 \text{ formados.}$$

O volume ocupado pelo gás será o volume do erlenmeyer menos o volume da solução. Para calcular o volume da solução, de acordo com a estequiometria:

$$\begin{array}{l} 3 \text{ mol de } \text{MgCO}_3 \text{ ----- } 2 \text{ mol de } \text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7 \\ 0,012 \text{ mol de } \text{MgCO}_3 \text{ ----- } X \text{ mol de } \text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7 \\ X = 0,008 \text{ mol de } \text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7 \end{array}$$

Para adicionar 0,008 mol de  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ , a partir de uma solução com concentração  $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$

$$V = 0,008 \text{ mol} / 0,1 \text{ mol.L}^{-1} = 0,08 \text{ L ou } 80 \text{ mL}$$

Assim, o volume será: 250 mL (erlenmeyer) - 80 mL (Solução) = 170 mL

Para calcular a pressão do  $\text{CO}_2$ :

$$\begin{array}{l} PV = nRT \\ P = (0,011 \text{ mol} \times 0,082 \text{ atm.L.mol}^{-1}\text{K}^{-1} \times 298,15\text{K}) / 0,170\text{L} \\ P = 1,58 \text{ atm} \end{array}$$

Agora pegamos a pressão dos outros gases, no início temos 250mL com uma pressão de 1atm e no final um volume de 170 mL, para descobrir a pressão no processo isotérmico:

$$\begin{array}{l} P_1 V_1 = P_2 V_2 \\ P_2 = (1 \text{ atm} \times 250 \text{ mL}) / 170 \text{ mL} \\ P_2 = 1,47 \text{ atm} \end{array}$$

Agora considerando a lei das pressões parciais de Dalton, basta adicionar a contribuição da pressão do  $\text{CO}_2$  produzido.

$$\begin{array}{l} P_T = 1,58 + 1,47 \\ P_T = 3,05 \text{ atm} \end{array}$$

e)

Mantendo o raciocínio anterior, cada etapa com rendimento de 90%, teremos:

$0,050\text{g} / (0,9)^3 = 0,068 \text{ g}$  massa de citrato de magnésio que deverá ser produzida para ter 50mg na etapa III.

0,068 g equivalem a  $1,51 \times 10^{-4}$  mol de citrato de magnésio. Assim:

$$\begin{array}{l} 2 \text{ mol de } \text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7 \text{ ----- } 1 \text{ mol de } \text{Mg}_3(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7)_2 \\ X \text{ mol de } \text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7 \text{ ----- } 1,51 \times 10^{-4} \text{ mol de } \text{Mg}_3(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7)_2 \\ X = 3,02 \times 10^{-4} \text{ mol de } \text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7 \end{array}$$

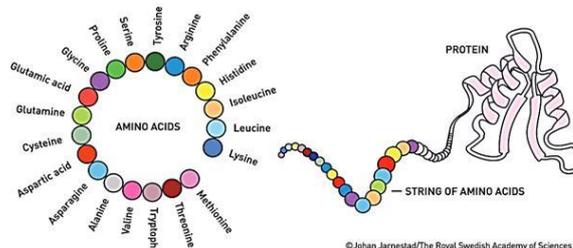
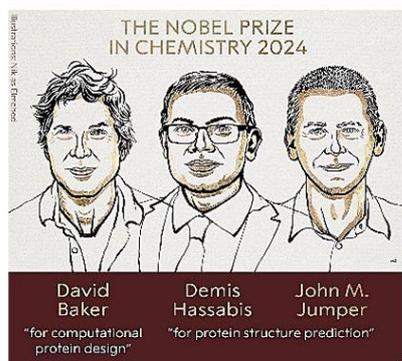
Para adicionar  $3,02 \times 10^{-4}$  mol de  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ , a partir de uma solução com concentração  $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$

$$V = 3,02 \times 10^{-4} \text{ mol} / 0,1 \text{ mol.L}^{-1} = 3,02 \times 10^{-3} \text{ L ou } 3,02 \text{ mL}$$

Deveria ser escoado aproximadamente 3,02 mL da bureta.

## QUESTÃO 4 (100 PONTOS)

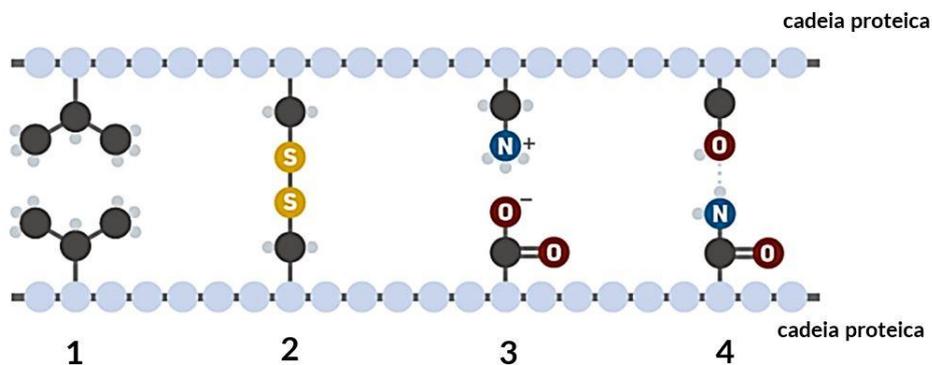
As proteínas são biomoléculas incríveis, formadas por partes menores, os aminoácidos. Naturalmente, existem pouco mais de duas dezenas deles, porém, são capazes de formar um número incrível e diverso de proteínas através das inúmeras possibilidades de combinações e formação de estruturas tridimensionais. Destaque para as estruturas tridimensionais, que determinam muitas de suas propriedades. Isso justifica o prêmio Nobel de Química de 2024 ter sido concedido aos cientistas David Baker, Demis Hassabis e John Jumper pelo design computacional e previsão da estrutura tridimensional de proteínas.



© Royal Swedish Academy of Science

Os cientistas usaram recursos de inteligência artificial para prever com sucesso estruturas tridimensionais de proteínas complexas, uma tarefa quase impossível antes do método por eles desenvolvido.

Entre os fatores que determinam a estrutura tridimensional de uma proteína, estão as ligações químicas e interações intermoleculares que podem ocorrer entre fragmentos de suas cadeias. Considere a figura a seguir ilustrativa dos casos 1, 2, 3 e 4 envolvendo fragmentos de duas cadeias de uma proteína.



Sobre os casos 1, 2, 3 e 4 indicados, responda:

- Qual o nome das ligações químicas e/ou interação intermolecular apresentada em cada caso?
- Considerando que apenas o tipo de ligação ou interação intermolecular determina sua força (e não o tamanho e peso dos fragmentos envolvidos), qual a ordem crescente da força esperada para os casos indicados na figura?
- Considerando que quanto mais forte a ligação ou interação intermolecular, menor a distância entre os fragmentos e que a proteína da figura tende a formar estruturas aproximadamente cilíndricas,

qual dos três formatos aproximados a seguir descreve melhor sua estrutura tridimensional: (1) cilíndrica achatada no centro; (2) cilíndrica achatada nas duas extremidades ou (3) cilíndrica achatada em uma das extremidades? Explique.

Resolução:

a) 1: interações de van der waals (neste caso, dipolo induzido-dipolo induzido); 2: ligação covalente; 3: ligação iônica; 4: ligação de hidrogênio

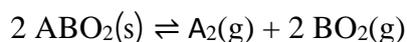
b)  $1 < 4 < 2 < 3$

c) (3) Cilíndrica achatada em uma das extremidades, pois as ligações e interações mais fortes estão em uma das extremidades

**PROVA MODALIDADE B**  
**3ª FASE OQEP 2024**

**QUESTÃO 01 - (100 PONTOS)**

Sabe-se que o sólido inorgânico de fórmula  $ABO_2$  sofre decomposição térmica a  $250^\circ\text{C}$  conforme equilíbrio químico



Ao aquecer certa massa desse sólido em recipiente fechado de volume fixo 10 L a  $250^\circ\text{C}$ , nota-se que o sistema alcança o equilíbrio quando a pressão total se iguala a 1,8 atm. Admitindo que apenas os gases contribuem para a pressão final do sistema e que esses têm comportamento ideal, responda:

- Qual a fração molar de cada produto na mistura gasosa em equilíbrio?
- Qual o valor aproximado da constante de equilíbrio  $K_p$  nas condições apresentadas?
- Qual a concentração molar aproximada de  $A_2$  no equilíbrio?

**Resolução:**

- Pelos dados do problema, temos que:

|                   | $ABO_2$ (mol) | $A_2$ (mol) | $BO_2$ (mol) |
|-------------------|---------------|-------------|--------------|
| <b>Início</b>     | w             | 0           | 0            |
| <b>Varição</b>    | -a            | + 0,5a      | + a          |
| <b>Equilíbrio</b> | w - a         | 0,5a        | a            |

A quantidade inicial (em mol) de  $ABO_2$  (isto é,  $w$ ) não influencia no equilíbrio, visto que não aparece na expressão de  $K_p$ . Nota-se que para qualquer quantidade de  $A_2$  formada, a de  $BO_2$  será sempre o dobro. Então, a fração molar de  $A_2$  é:

$$x_{A_2} = \frac{0,5a}{0,5a + a} = 0,333$$

Logo, a fração de  $BO_2$  será:  $x_{BO_2} = 0,667$

b) A expressão da constante é  $K_p = p_{A_2} \cdot (p_{BO_2})^2$

Os valores das pressões parciais, são:

$$p_{A_2} = 0,333 \cdot 1,8 \text{ atm} = 0,60 \text{ atm}$$

$$p_{BO_2} = 0,667 \cdot 1,8 \text{ atm} = 1,20 \text{ atm}$$

Substituindo:

$$K_p = 0,60 \cdot (1,20)^2 = 0,864 \quad (\text{por definição, a constante é adimensional; o valor de pressão parcial equivale ao da atividade química quando gás é ideal})$$

c) Como  $M = \frac{n}{V}$  e, pela lei dos gases ideais,  $n = \frac{pV}{RT}$ , substituindo:

$$M_{A_2} = \frac{\frac{p_{A_2}V}{RT}}{V} = \frac{p_{A_2}}{RT}$$

$$\text{Ou seja: } M_{A_2} = \frac{0,60 \text{ atm}}{0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1} \cdot 523\text{K}} = 0,014 \text{ mol/L}$$

## QUESTÃO 02 - (100 PONTOS)

Os haletos de metais são compostos químicos formados por um halogênio e um metal, e são normalmente iônicos. Um exemplo de haleto de metal é o fluoreto de sódio (NaF). Os haletos, também chamados de halogenetos, são moléculas diatômicas de elementos do grupo 17 da tabela periódica, que são os halogênios. Os halogênios são o flúor (F), o cloro (Cl), o bromo (Br), o iodo (I) e o astato (At). Os haletos podem ser classificados de acordo com o elemento químico com o qual se combinam: quando o segundo elemento é o hidrogênio, o composto resultante é um hidrácido; quando o segundo elemento é um metal, forma-se um sal; quando o segundo elemento é um radical orgânico, tem-se um halogeneto orgânico, alifático ou aromático. Um sal desconhecido  $MX_2$  é um haleto metálico do grupo 2. Com base nas informações acima, responda:

- a) 10,00 g de  $MX_2$  dissolvem-se em 50,0 g de água para dar uma solução homogênea. O ponto de congelamento desta solução é  $-4,50^\circ\text{C}$ . Qual é a massa molar do  $MX_2$ ? Para água,  $K_f = 1,86^\circ\text{C/molal}$ . (30 pontos)
- b) 10,00 g de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  e 10,00 g de  $MX_2$  são misturados em 200,0 ml de água. Forma-se um precipitado de  $\text{MCO}_3$ . Qual é o pH do sobrenadante? O  $K_a$  do  $\text{H}_2\text{CO}_3$  é  $4,3 \cdot 10^{-7}$  e o  $K_a$  do  $\text{HCO}_3^-$  é  $4,7 \cdot 10^{-11}$  (30 pontos)
- c) Uma solução de 10,00 g de  $MX_2$  em água é tratada com excesso de nitrato de prata. O precipitado é seco; a massa do composto seco é 15,2 g. Qual o nome do sal  $MX_2$ ? (40 pontos)

Resoluções:

$$\text{a) } (-4,50^\circ\text{C})/(-1,86^\circ\text{C/molal}) = 2,42 \text{ molal}$$



Como  $MX_2$  fornece 3 moles de íons por mol de composto,

a solução é  $(2,42 \text{ m}/3) = 0,807 \text{ molal}$ .

$$(0,807 \text{ mol } MX_2/\text{kg água}) \cdot (0,0500 \text{ kg água}) = 0,0404 \text{ mol } MX_2$$

$$10,00 \text{ g } MX_2 / 0,0404 \text{ mol} = 248 \text{ g mol}^{-1}$$

$$\text{b) } 10,00 \text{ g } Na_2CO_3 / (105,99 \text{ g mol}^{-1}) = 0,09435 \text{ mol } Na_2CO_3.$$

*Temos a seguinte reação,*



*Após a reação com 0,0404 mol de  $MX_2$ , aproximadamente 0,0404 mol de  $MCO_3$  precipitaram, deixando para trás 0,0540 mol  $CO_3^{2-}$  em solução. Em 200 ml, isso dá uma solução 0,270 M de  $CO_3^{2-}$ .*

*O íon carbonato reage com a água da seguinte forma:*



$$\begin{aligned} \frac{[HCO_3^-][OH^-]}{[CO_3^{2-}]} &= 2.1 \times 10^{-4} \\ \frac{[OH^-]^2}{[0.270]} &= 2.1 \times 10^{-4} \\ [OH^-] &= 7.6 \times 10^{-3} \text{ M} \\ \text{pH} &= 14 + \log_{10}[OH^-] = 11.88 \end{aligned}$$

c) *Temos a seguinte reação,  $MX_2 + 2 AgNO_3 \rightarrow 2 AgX + MNO_3$*

$$15,2 \text{ g AgX} / (0,0404 \text{ mol X}) = 188 \text{ g mol}^{-1} \text{ de AgX.}$$

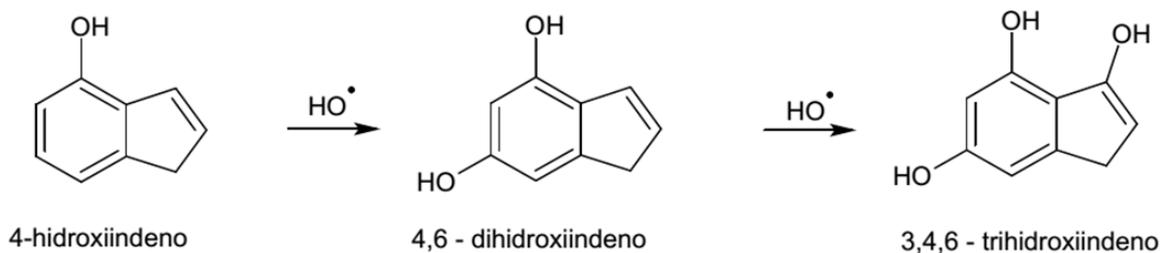
*Como a massa atômica de Ag é 107,9, a massa molar de X é 80 => X é Br.*

*Subtrair a massa de 2 Br de 248 g mol<sup>-1</sup> de massa molar de  $MX_2$  dá uma massa atômica de M = 88. Assim M = Sr.*

*$MX_2 = SrBr_2$  – brometo de estrôncio.*

### **QUESTÃO 03 - (100 PONTOS)**

O Indeno é um hidrocarboneto aromático policíclico com fórmula química  $C_9H_8$ . É composto de um anel benzênico fundido com um anel ciclopenteno. Este líquido inflamável é incolor, embora as amostras geralmente sejam amarelo-claro. O principal uso industrial do indeno é na produção de resinas termoplásticas de indeno/cumaronas. Ao ser submetido a um ambiente rico em radicais hidroxila, é capaz de sofrer oxidações sucessivas, gerando produtos como os apresentados no esquema reacional abaixo.



Fonte: autor

a) Quais as funções orgânicas existentes na estrutura do 3,4,6 - trihidroxiindeno?

fenol e enol

b) Coloque as três substâncias orgânicas apresentadas em ordem decrescente de acidez, justificando sua resposta.

3,4,6 - trihidroxiindeno > 4,6 - dihidroxiindeno > 4 – hidroxiindeno.

A acidez das substâncias indicadas está relacionada com o número de grupos funcionais com propriedades ácidas presentes em suas estruturas.

Assim, o 3,4,6 – trihidroxiindeno terá maior acidez, por apresentar 2 hidroxilas fenólicas e uma enólica, seguido de 4,6 – dihidroxiindeno, com 2 hidroxilas fenólicas e o 4 – hidroxiindeno, com apenas 1 hidroxila fenólica.

c) Qual a massa (em miligramas) de 4 – hidroxiindeno necessária para preparar 100 mL de solução  $300 \mu\text{mol.L}^{-1}$ ? Considere que o reagente utilizado para o preparo da solução, apresenta 80% de pureza. **Cálculos obrigatórios**

$m_1 = M.V.MM_1$  ;  $m = 300 \mu\text{mol.L}^{-1} \times 0,1 \text{ L} \times 132 \text{ g.mol}^{-1}$  ;  $m = 3960 \mu\text{g}$  ;  $m = 3,96 \text{ mg}$   
(Pureza 100%)

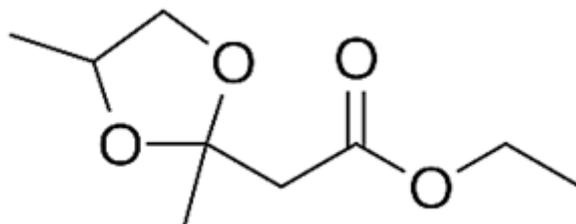
3,96 mg ----- 80%  
**pureza)**

**X = 4,95 mg (para um reagente com 80 % de**

**X ----- 100%**

#### QUESTÃO 04 - (100 PONTOS)

Fraistone (estrutura apresentada) é uma molécula sintética utilizada como fragrância, pois confere aspectos olfativos frutados e frescos para diferentes produtos industriais. Seu aroma é descrito como uma nota ácida, fresca, anisada e frutada que lembra maçã, ameixa e morango. Considerando sua estrutura química, responda aos seguintes questionamentos.



a) Esta substância consegue promover desvios na luz polarizada? Justifique sua resposta.

Sim, devido a presença de dois estereocentros que conferem total assimetria molecular (quiral).

b) Escreva respectivamente: (I) o número de carbonos híbridos em  $sp^3$ ; (II) o número de carbonos híbridos em  $sp^2$ ; (III) o número de elétrons  $\pi$ ; (IV) o número de pares de elétrons não ligantes.

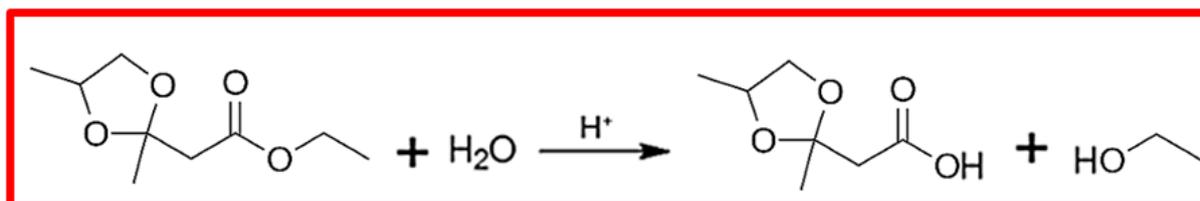
(I) 8 carbonos  $sp^3$

(II) 1 carbono  $sp^2$

(III) 2 elétrons  $\pi$

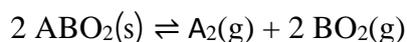
(IV) 8 pares de elétrons não ligantes

c) Escreva a reação de hidrólise ácida (reagentes e produtos), considerando sua ocorrência **apenas** na parte aberta da cadeia carbônica do Fraistone.



### QUESTÃO 04 - (100 PONTOS)

Sabe-se que o sólido inorgânico de fórmula  $ABO_2$  sofre decomposição térmica a  $250^\circ\text{C}$  conforme equilíbrio químico



Ao aquecer certa massa desse sólido em recipiente fechado de volume fixo 10 L a  $250^\circ\text{C}$  até o sistema alcançar o equilíbrio, notou-se que a pressão total do sistema era de 1,8 atm. Sabendo disso, responda:

Admita que apenas os gases contribuem para a pressão final do sistema e que esses têm comportamento ideal.

- d) Qual a fração molar de cada produto na mistura gasosa em equilíbrio?
- e) Qual o valor aproximado da constante de equilíbrio  $K_p$  nas condições apresentadas?
- f) Qual a concentração molar aproximada de  $A_2$  no equilíbrio?

Resolução:

- d) Pelos dados do problema, temos que:

|                   | $ABO_2$ | $A_2$             | $BO_2$ |
|-------------------|---------|-------------------|--------|
| <b>Início</b>     | W       | 0                 | 0      |
| <b>Varição</b>    | -a      | + $\frac{1}{2} a$ | + a    |
| <b>Equilíbrio</b> | W - a   | $\frac{1}{2} a$   | a      |

A quantidade inicial (em mol) de  $ABO_2$  (isto é, W) não influencia no equilíbrio, visto que não aparece na expressão de  $K_p$ . Nota-se que para qualquer quantidade de  $A_2$  formada, a de  $BO_2$  será sempre o dobro. Então, a fração molar de  $A_2$  é:

$$x_{A_2} = \frac{0,5a + a}{1,5a} = 0,333$$

Logo, a fração de  $BO_2$  será:  $x_{BO_2} = 0,667$

e) A expressão da constante é  $K_p = p_{A_2} \cdot (p_{BO_2})^2$

Os valores das pressões parciais, são:

$$p_{A_2} = 0,333 \cdot 1,8 = 0,60$$

$$p_{BO_2} = 0,667 \cdot 1,8 = 1,20$$

Substituindo:

$$K_p = 0,60 \cdot (1,20)^2 = 0,864$$

f) Como  $M = \frac{n}{V}$  e, pela lei dos gases,  $n = \frac{pV}{RT}$ , substituindo:

$$g) M(A_2) = \frac{0,60 \text{ atm} \cdot 10L}{0,0812 \text{ atmL/K.mol} \cdot 523K \cdot 10L} = 0,014 \text{ mol/L}$$