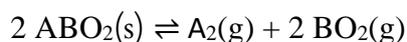


**PROVA MODALIDADE B**  
**3ª FASE OQEP 2024**

**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  $Na_2CO_3$  e 10,00 g de  $MX_2$  são misturados em 200,0 ml de água. Forma-se um precipitado de  $MCO_3$ . Qual é o pH do sobrenadante? O  $K_a$  do  $H_2CO_3$  é  $4,3 \cdot 10^{-7}$  e o  $K_a$  do  $HCO_3^-$  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:

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



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

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

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

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

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

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:*



$$\frac{[\text{HCO}_3^{-}][\text{OH}^{-}]}{[\text{CO}_3^{2-}]} = 2.1 \times 10^{-4}$$
$$\frac{[\text{OH}^{-}]^2}{[0.270]} = 2.1 \times 10^{-4}$$
$$[\text{OH}^{-}] = 7.6 \times 10^{-3} \text{ M}$$
$$\text{pH} = 14 + \log_{10}[\text{OH}^{-}] = 11.88$$

*c) Temos a seguinte reação,  $\text{MX}_2 + 2 \text{AgNO}_3 \rightarrow 2 \text{AgX} + \text{MNO}_3$*

$$15,2 \text{ g AgX}/(0,04042 \text{ mol X}) = 188 \text{ g mol}^{-1} \text{ de AgX.}$$

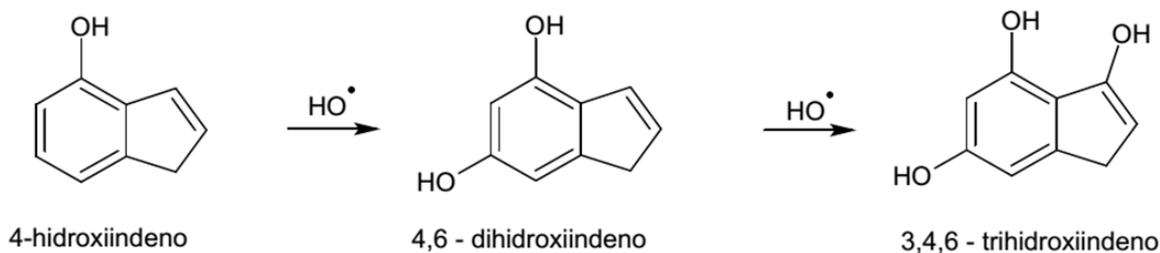
*Como a massa atômica de Ag é 107,9, a massa molar de X é 80 => X é Br.*

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

*MX<sub>2</sub> = SrBr<sub>2</sub> – brometo de estrôncio.*

### **QUESTÃO 03 - (100 PONTOS)**

O Indeno é um hidrocarboneto aromático policíclico com fórmula química C<sub>9</sub>H<sub>8</sub>. 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/cumarona. 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 apens 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%

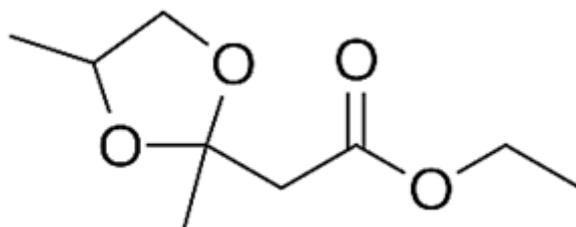
**pureza)**

**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.

