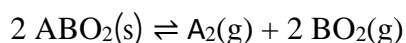




PROVA MODALIDADE B
3ª FASE OQEP 2024

QUESTÃO 01 - (100 PONTOS)

Sabe-se que o sólido inorgânico de fórmula ABO_2 sofre decomposição térmica a 250°C conforme equilíbrio químico



Ao aquecer certa massa desse sólido em recipiente fechado de volume fixo 10 L a 250°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)
Início	w	0	0
Varição	-a	+ 0,5a	+ a
Equilíbrio	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:

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



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, $MX_2 + 2 AgNO_3 \rightarrow 2 AgX + MNO_3$*

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

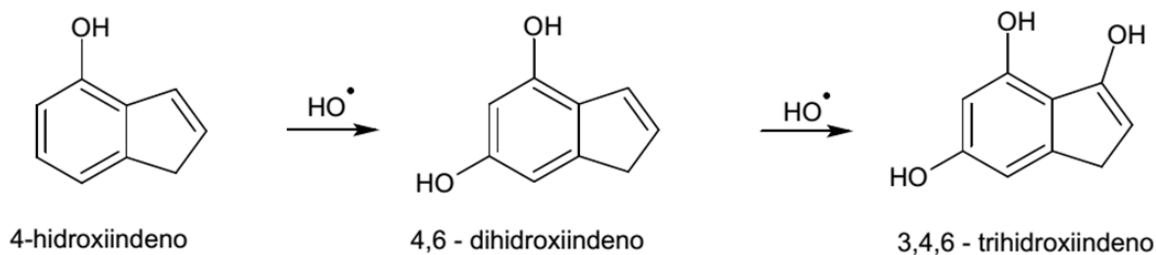
Como a massa atômica de Ag é 107,9, a massa molar de X é 80 => X é Br.

Subtrair a massa de 2 Br de 248 g mol⁻¹ 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%)

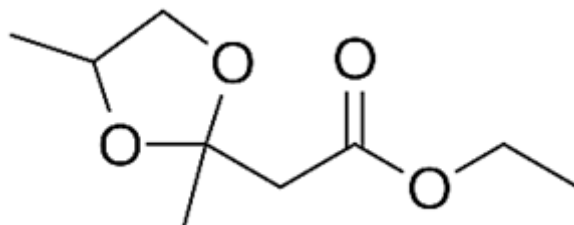
3,96 mg ----- 80%
pureza)

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 π ; (IV) o número de pares de elétrons não ligantes.

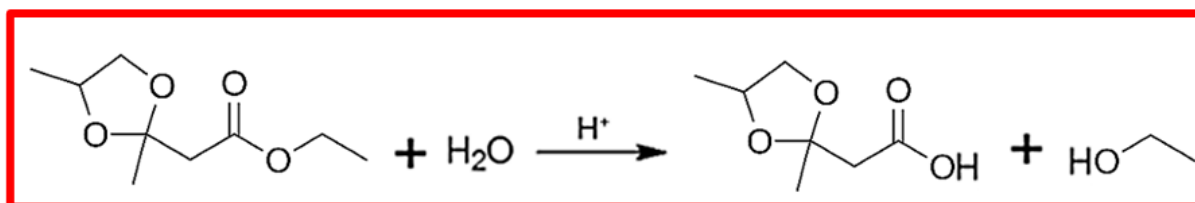
(I) 8 carbonos sp^3

(II) 1 carbono sp^2

(III) 2 elétrons π

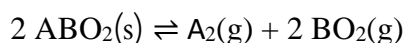
(IV) 8 pares de elétrons não ligantes

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°C conforme equilíbrio químico



Ao aquecer certa massa desse sólido em recipiente fechado de volume fixo 10 L a 250°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:

	ABO₂	A₂	BO₂
Início	W	0	0
Varição	-a	+ ½ a	+ a
Equilíbrio	W - a	½ 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:

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