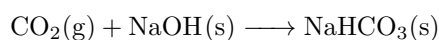


GABARITO QUÍMICA

Questão 49

Uma amostra de 10 cm^3 de um hidrocarboneto desconhecido foi misturada com 70 cm^3 de gás oxigênio. A reação de combustão foi iniciada por uma descarga elétrica. Ao final da reação, o vapor d'água foi liquefeito e o volume dos gases de exaustão diminuiu para 65 cm^3 . Os gases foram passados por um leito contendo hidróxido de sódio, que absorve o CO_2 conforme a reação:



Após a passagem pelo leito, o volume de gás diminuiu para 45 cm^3 .

Assinale a alternativa com a fórmula molecular do hidrocarboneto.

A () CH_4

B () C_2H_2

C () C_2H_6

D () C_3H_6

E () C_3H_8

Gabarito: B

Etapa 1. Calcule o CO_2 formado na reação de combustão.

Quando o CO_2 é absorvido pelo leito de NaOH o volume da mistura gasosa diminui em 20 cm^3 , logo:

$$V_{\text{CO}_2} = 20\text{ cm}^3$$

Etapa 2. Calcule o volume de O_2 em excesso ao final da reação.

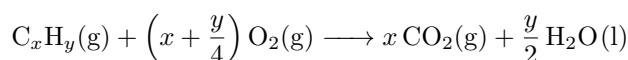
Após a condensação de H_2O e absorção do CO_2 , o único gás retante na reação é o oxigênio em excesso, logo,

$$V_{\text{O}_2, \text{xs}} = 45\text{ cm}^3$$

Etapa 3. Calcule o volume de O_2 consumido na reação de combustão.

$$V_{\text{O}_2, \text{consumido}} = V_{\text{O}_2} - V_{\text{O}_2, \text{xs}} = 70\text{ cm}^3 - 45\text{ cm}^3 = 25\text{ cm}^3$$

Etapa 4. Seja C_xH_y a fórmula empírica do hidrocarboneto. Escreva a reação de combustão balanceada.



Etapa 5. Use a relação estequiométrica para converter o volume de C_xH_y no volume de CO_2 .

$$x = \frac{V_{\text{CO}_2}}{V_{\text{C}_x\text{H}_y}} = \frac{20\text{ cm}^3}{10\text{ cm}^3} = 2$$

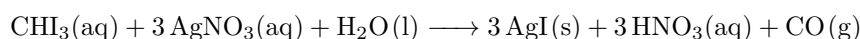
Etapa 6. Use a relação estequiométrica para converter o volume de C_xH_y no volume de O_2 .

$$\left(x + \frac{y}{4}\right) = \frac{V_{O_2}}{V_{C_xH_y}} = \frac{25 \text{ cm}^3}{10 \text{ cm}^3} = 2,5$$

logo, $y = 2$, e a fórmula empírica do hidrocarboneto é $\boxed{C_2H_2}$.

Questão 50

A ação de uma solução alcalina de iodo sobre o raticida varfarina, $C_{19}H_{16}O_4$ resulta na formação de uma molécula de iodoformio, CHI_3 , para cada molécula do composto reagido. A análise da varfarina pode então ser baseada na reação entre o iodoformio e cátions prata:



Uma amostra de 6,16 g de um raticida comercial contendo varfarina foi tratada com uma solução alcalina de iodo. O iodoformio produzido foi coletado em 100 mL de uma solução contendo $0,01 \text{ mol L}^{-1}$ de cátions ferro(III). A solução resultante foi tratada com 25 mL de nitrato de prata, $0,03 \text{ mol L}^{-1}$ e então foi titulada com 3 mL de tiocianato de potássio $0,05 \text{ mol L}^{-1}$.

Considere as proposições.

1. O iodoformio não pode ser titulado diretamente com a prata devido à dificuldade de identificação do ponto de equivalência. Nesse caso foi empregado o método de titulação indireta por retrotitulação, sendo os cátions ferro(III) adicionados para identificar o ponto de equivalência na titulação da prata com o tiocianato.
2. Os íons nitrato e os cátions ferro(III) são íons espectadores das reações de titulação.
3. A amostra continha cerca de 10% de varfarina em massa.
4. Se a solução de nitrato de prata fosse adicionada diretamente à solução resultante da primeira etapa do processo, haveria interferência dos íons hidróxido e a fração mássica de varfarina calculada incorretamente seria superior ao valor correto.

Assinale a alternativa que relaciona as proposições *corretas*.

A () 1, 2 e 3

B () 1, 2 e 4

C () 1, 3 e 4

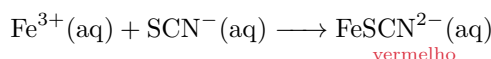
D () 2, 3 e 4

E () 1, 2, 3 e 4

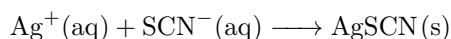
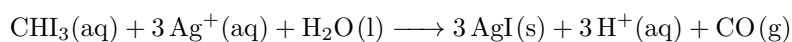
Gabarito: E

Etapla 1. (1) Escreva a equação iônica simplificada da reação do Fe^{3+} com SCN^- .

O ferro atua como indicador para o íon tiocianato:



Etapla 2. (2) Escreva as equações iônicas simplificadas das reações de precipitação.



Os íons nitrato e os cátions ferro(III) são íons espectadores já que não participam das reações de titulação.

Etapla 3. (3) Calcule a quantidade adicionada de Ag^+ e SCN^- .



$$n_{\text{Ag}^+} = n_{\text{AgNO}_3} = c_{\text{AgNO}_3} V_{\text{AgNO}_3} = (0,03 \frac{\text{mol}}{\text{L}}) \times (25 \text{ mL}) = 0,75 \text{ mmol}$$

$$n_{\text{SCN}^-} = n_{\text{KSCN}} = c_{\text{KSCN}} V_{\text{KSCN}} = (0,05 \frac{\text{mol}}{\text{L}}) \times (3 \text{ mL}) = 0,15 \text{ mmol}$$

Etapla 4. Use as relações estequiométricas para converter as quantidades de Ag^+ em SCN^- e CHI_3 .

$$n_{\text{Ag}^+} = 3n_{\text{CHI}_3} + n_{\text{SCN}^-}$$

logo,

$$n_{\text{CHI}_3} = \frac{1}{3} \{ 0,75 \text{ mmol} - 0,15 \text{ mmol} \} = 0,2 \text{ mmol}$$

Etapla 5. Converta a quantidade de CHI_3 na quantidade de varfarina.

Como cada molécula de varfarina libera uma molécula de iodoformio:

$$n_{\text{varfarina}} = 0,2 \text{ mmol}$$

Etapla 6. Converta a quantidade de varfarina, $\text{C}_{19}\text{H}_{16}\text{O}_4$, em massa.

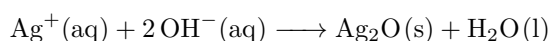
$$m_{\text{varfarina}} = n_{\text{varfarina}} M_{\text{varfarina}} = (0,2 \text{ mmol}) \times (308 \frac{\text{g}}{\text{mol}}) = 61,6 \text{ mg}$$

Etapla 7. Calcule a fração mássica de varfarina na amostra.

$$f_{\text{varfarina}} = \frac{m_{\text{varfarina}}}{m_{\text{amostra}}} = \frac{61,6 \text{ mg}}{6,16 \text{ g}} = \boxed{10\%}$$

Etapla 8. (4) Verifique a possibilidade de reações indesejadas com o íon hidróxido.

Os íons hidróxido podem reagir com a prata formando um precipitado insolúvel:



Quando parte da prata é consumida devido à formação de hidróxido de prata, a quantidade de tiocianato necessária para atingir o ponto de equivalência é menor e a massa de iodoformio calculada é maior. Assim, a fração mássica de varfarina calculada incorretamente seria **superior ao valor correto**.

Questão 51

Considere as proposições sobre reações de substituição nucleofílica com mecanismo via $\text{S}_{\text{N}}1$ e $\text{S}_{\text{N}}2$.

1. O mecanismo de substituição nucleofílica $\text{S}_{\text{N}}1$ ocorre com formação de um carbocátion intermediário. Fatores que contribuem para estabilizar cargas positivas em solução, como a escolha de um solvente polar, favorecem esse tipo de mecanismo.
2. Em ambos os processos ocorre a quebra da ligação do carbono com o grupo de saída. Assim, diferentes grupos de saída não favorecem um dos mecanismos em detrimento do outro.
3. Haletos de alquila terciários reagem preferencialmente via $\text{S}_{\text{N}}1$, enquanto haletos de alquila primários reagem via $\text{S}_{\text{N}}2$.
4. As reações via $\text{S}_{\text{N}}2$ ocorrem com inversão da configuração carbono. As reações via $\text{S}_{\text{N}}1$, por outro lado, produzem misturas racêmicas mesmo a partir de substratos quirais.

Assinale a alternativa que relaciona as proposições *corretas*.



A () 1 e 3

B () 1 e 4

C () 3 e 4

D () 1, 3 e 4

E () 1, 2, 3 e 4

Gabarito: D**Etapa 1.** Compare os mecanismos via S_N1 e S_N2 .

1. O intermediário de uma reação via S_N1 é um carbocátion, a estabilização do carbocátion é o principal fator para favorecer esse tipo de mecanismo.
2. Grupos de saída que formam ligações fortes com o carbono inviabilizam reações S_N1 .
3. O impedimento espacial para o ataque do nucleófilo inviabiliza que haletos de alquila terciários reajam via S_N2 . As reações de S_N1 são favorecidas para esses reagentes devido à maior estabilização do carbocátion formado.
4. O ataque do nucleófilo em uma reação S_N2 , do lado oposto ao do grupo de saída, leva à inversão da configuração. Em uma reação S_N1 o ataque pode ocorrer de ambos os lados do carbocátion, formando uma mistura racêmica.

Questão 52

Assinale a alternativa com o número total de isômeros (constitucionais e estereoisômeros) com fórmula molecular C_3H_7N .

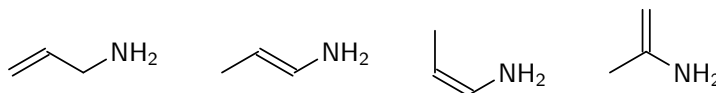
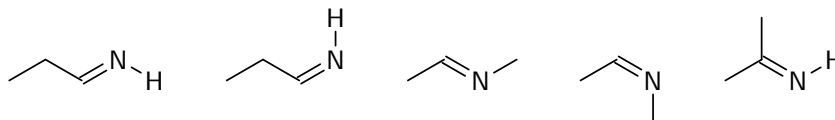
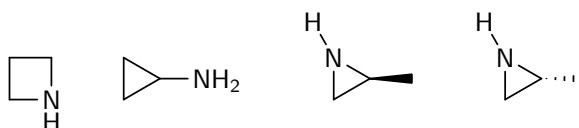
A () 10

B () 11

C () 12

D () 13

E () 14

Gabarito: D**Etapa 1.** Escreva as aminas de cadeia aberta.**Etapa 2.** Escreva as iminas de cadeia aberta.**Etapa 3.** Escreva as aminas de cadeia fechada.

Questão 53

Uma amostra de 1,2 g de um soluto apolar foi dissolvida em 60 g de fenol. O ponto de congelamento da solução abaixou em $1,4^\circ\text{C}$ e essa tinha densidade $1,2\text{ g cm}^{-3}$.

A constante do ponto de congelamento fenol é $k_{c,\text{fenol}} = 7\text{ K kg}^{-1}\text{ mol}^{-1}$.

Considere as proposições.

1. A massa molar do soluto é cerca de 100 g mol^{-1} .
2. Caso o soluto sofra dimerização parcial quando dissolvido em fenol, a massa molar calculada considerando que não há dimerização será menor do que sua massa molar real.
3. A pressão osmótica dessa solução é cerca de 5,9 atm.
4. A pressão osmótica dessa solução pode ser medida calculando a pressão exercida pelas moléculas do soluto sob uma membrana semipermeável.

Assinale a alternativa que relaciona as proposições *corretas*.

A () 1

B () 3

C () 1 e 3

D () 1, 2 e 3

E () 1, 3 e 4

Gabarito: C

Etapa 1. (1) Calcule a molalidade da solução usando a equação da crioscopia.

De $\Delta T_f = k_f \times wi$, com $i = 1$

$$w = \frac{\Delta T_f}{k_f} = \frac{1,4^\circ\text{K}}{7 \frac{\text{K kg}}{\text{mol}}} = 0,2\text{ mol kg}^{-1}$$

Etapa 2. Calcule a quantidade de soluto na amostra.

$$n_{\text{soluto}} = w \times m_{\text{solvente}} = (0,2\text{ mol kg}^{-1}) \times (0,06\text{ kg}) = 0,012\text{ mol}$$

Etapa 3. Calcule a massa molar do soluto.

$$M_{\text{soluto}} = \frac{m_{\text{soluto}}}{n_{\text{soluto}}} = \frac{1,2\text{ g}}{0,012\text{ mol}} = \boxed{100\text{ g mol}^{-1}}$$

Etapa 4. (2) Verifique o efeito da reação de dimerização.

Quando do soluto dimeriza, o número de mols em solução diminui. Assim, como a massa total é a mesma, a massa molar calculada incorretamente seria **superior ao valor correto**.

Etapa 5. (3) Calcule a massa total da solução.

$$m = m_{\text{fenol}} + \text{soluto} = 1,2\text{ g} + 60\text{ g} = 61,2\text{ g}$$

Etapa 6. Calcule o volume de solução.

$$V = \frac{m}{d} = \frac{61,2\text{ g}}{1,2 \frac{\text{g}}{\text{mL}}} = 51\text{ mL}$$

Etapa 7. Calcule a concentração molar do soluto.

$$c = \frac{n_{\text{solute}}}{V} = \frac{0,012 \text{ mol}}{51 \text{ mL}} = 0,24 \text{ mol L}^{-1}$$

Etapa 8. Calcule a pressão osmótica usando a equação van't Hoff.

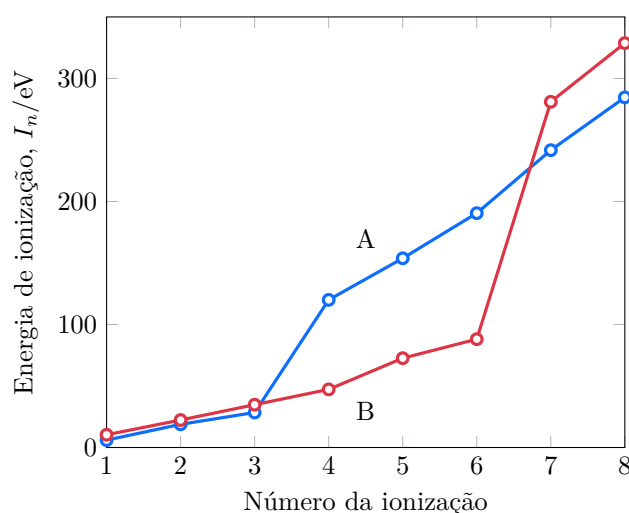
$$\Pi = cRT = (0,082 \frac{\text{atm L}}{\text{mol K}}) \times (300 \text{ K}) \times (0,24 \frac{\text{mol}}{\text{L}}) = \boxed{5,9 \text{ atm}}$$

Etapa 9. (4) Use a definição de pressão osmótica.

A pressão osmótica é a pressão exercida sobre a solução necessária para deter o fluxo de solvente quando há diferença de concentração entre soluções separadas por uma membrana semipermeável. Essa pressão **não é exercida sobre a membrana**.

Questão 54

As primeiras oito energias de ionização para dois elementos do terceiro período da Tabela Periódica são apresentados a seguir.



Assinale a alternativa com a fórmula empírica do composto iônico binário formado pela reação entre A e B.

A () AB

B () A₂B

C () AB₂

D () A₂B₃

E () A₃B₂

Gabarito: D

Etapa 1. Determine o grupo da Tabela Periódica de A identificando o maior salto na energia de ionização.

Para A, há um grande salto da terceira para a quarta energia de ionização, indicando que o quarto elétron foi retirado de uma camada inferior. A tem três elétrons em sua camada de valência e pertence ao Grupo 13 (alumínio).

Etapa 2. Determine o grupo da Tabela Periódica de B identificando o maior salto na energia de ionização.



Para B, há um grande salto da sexta para a sétima energia de ionização, indicando que o sétimo elétron foi retirado de uma camada inferior. B tem seis elétrons em sua camada de valência e pertence ao Grupo 16 (enxofre).

Etapla 3. Identifique o composto formado entre A e B.

Para atingir a configuração do gás nobre, A deve perder três elétrons formando o cátion A^{3+} e B deve ganhar dois elétrons para formar o ânion B^{2-} .

O composto iônico formado por A^{3+} e B^{2-} é o A_2B_3 .

Questão 55

Considere os compostos: NSF_3 , BeF_2 , ClF_3 , XeO_2F_4 .

Assinale a hibridização do átomo central de cada composto, respectivamente.

A () sp^3 , sp , sp^3d , sp^3d^2

B () sp^3d , sp , sp^2 , sp^3d

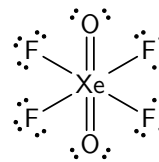
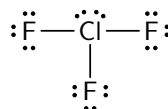
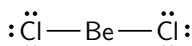
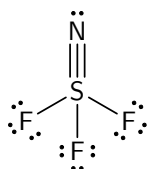
C () sp^3 , sp^3 , sp^3 , sp^3d

D () sp^3d , sp , sp^3 , sp^3d^2

E () sp^3d^2 , sp^3 , sp^2 , sp^3d^2

Gabarito: A

Etapla 1. Escreva a estrutura de Lewis para as moléculas.

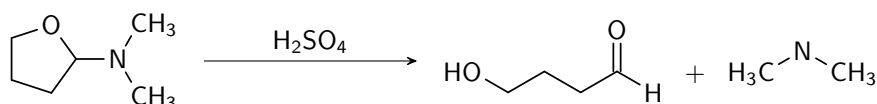


Etapla 2. Calcule o número de nuvens ao redor de cada átomo central.

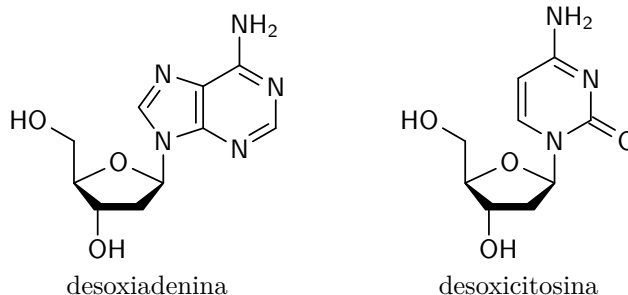
NSF_3	$BeCl_2$	ClF_3	$XeOF_4$
4 nuvens	2 nuvens	5 nuvens	6 nuvens
sp^3	sp	sp^3d	sp^3d^2

Questão 56

Aminoacetals simples são rapidamente hidrolisados em soluções de ácidos diluídos, conforme a reação:



A estabilidade do código genético depende da estabilidade do DNA. Se a hidrólise dos aminoacetais que compõe o DNA, apresentados a seguir, fosse tão simples a vida não poderia existir como é hoje.



Assinale a alternativa que apresenta a justificativa para a dificuldade de hidrólise dos grupos acetais no DNA.

- A ()** Os aminoacetais do DNA possuem átomos de nitrogênio com basicidade consideravelmente menor, já que seus pares eletrônicos não ligantes estão conjugados com o sistema aromático.
- B ()** Os aminoacetais do DNA possuem grupos hidroxila, que podem formar ligações de hidrogênio intramoleculares com o átomo de nitrogênio do grupo aminoacetal.
- C ()** Os aminoacetais do DNA possuem grupos hidroxila que, por efeito indutivo, reduzem a densidade eletrônica do oxigênio heteroátomo.
- D ()** Os aminoacetais do DNA possuem grupos com maior impedimento especial, dificultando a interação com o ácido.
- E ()** Os aminoacetais do DNA possuem menor barreira de rotação para a ligação C–N, devido à menor interação com o oxigênio heteroátomo.

Gabarito: A

Etapla 1. Identifique o átomo mais básico no grupo aminoacetal.

O nitrogênio é menos eletronegativo que o oxigênio. Assim o nitrogênio deve ser o átomo protonado na reação dos aminoacetais com ácidos. Para que os aminoacetais do DNA não reajam com ácidos, a basicidade do átomo de nitrogênio nesses compostos deve ser menor.

Etapla 2. Identifique diferenças na estrutura dos aminoacetais do DNA que justifiquem a menor basicidade do átomo de nitrogênio.

Nos aminoacetais do DNA o átomo de nitrogênio está conjugado, diminuindo sua basicidade.

Questão 57

Um cilindro provido de pistão contém água até a metade do seu volume. O espaço acima da água é ocupado por ar atmosférico e possui uma entrada lateral para adição de gases.

Considere os procedimentos:

1. A posição do pistão é fixada e o cilindro é carregado com argônio pela entrada lateral.
2. O pistão é movimentado no sentido da compressão do sistema.
3. O pistão é liberado para se mover livremente e o sistema é carregado com mais CO_2 pela entrada lateral.

4. O pistão é liberado para se mover livremente e o sistema é resfriado.

Assinale a alternativa que relaciona os procedimentos que resultam no *aumento* da quantidade de CO_2 dissolvido.

A () 2 e 3

B () 2 e 4

C () 3 e 4

D () 2, 3 e 4

E () 1, 2, 3 e 4

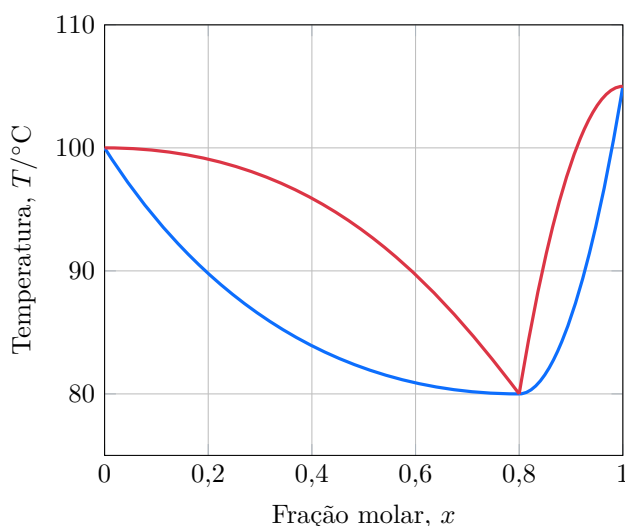
Gabarito: D

Etapa 1. Verifique se há aumento da pressão parcial de CO_2 ou redução da temperatura.

1. O aumento da pressão total pela adição de um gás inerte não altera a pressão parcial de CO_2 e, portanto, não altera a quantidade de CO_2 dissolvido.
2. Quando o sistema é comprimido a pressão parcial de CO_2 aumenta, o que aumenta a quantidade de CO_2 dissolvido.
3. Quando o pistão é liberado a pressão total é mantida constante igual à pressão externa de 1 atm, logo, a adição de CO_2 ao sistema aumenta sua pressão parcial aumentando a quantidade de CO_2 dissolvido.
4. A solubilidade de gases aumenta com a redução da temperatura, assim, a quantidade de CO_2 dissolvido aumenta quando o sistema é resfriado.

Questão 58

O diagrama de fases para a mistura de água e 1,4-dioxano é apresentado a seguir.



Considere as proposições.

1. Água e dioxano formam um azeótropo de ponto de ebulição mínimo quando a fração molar de água é 20%.
2. A mistura de água e dioxano ocorre com liberação de energia.
3. Em 20°C , a pressão de vapor da água é 20 Torr e a do dioxano é 30 Torr. A pressão de vapor de uma mistura equimolar de água e dioxano em 20°C é menor que 25 Torr.

4. Uma mistura contendo 80% de água e 20% de dioxano em base molar em 70°C é aquecida até o início da ebulição. O vapor coletado é resfriado de volta a 70°C resultando em um líquido contendo 40% de água em base molar.

Assinale a alternativa que relaciona as proposições *corretas*.

A () 1

B () 4

C () 1 e 4

D () 1, 2 e 4

E () 1, 3 e 4

Gabarito: C

Etapla 1. O eixo das abscissas é a fração molar, mas a espécie não está indicada. Identifique qual é a espécie.

Quando a fração molar dessa espécie é zero, a temperatura de ebulição é 100°C , temperatura de ebulição da água. Assim, eixo das abscissas representa a fração molar de dioxano.

Etapla 2. (1) Identifique o ponto de azeótropo no diagrama de fases.

No ponto de azeótropo a composição do vapor é a mesma do líquido em ebulição. O diagrama de fases possui um azeótropo quando a fração molar de dioxano é 80% (e a fração molar de água é 20%) com temperatura de ebulição mínima (80°C).

Etapla 3. (2) Identifique o tipo de desvio da lei de Raoult.

A mistura de água e dioxano provoca a diminuição da temperatura de ebulição, caracterizada pelo azeótropo de mínimo. Assim, o par água e dioxano apresenta **desvio positivo da lei de Raoult** e o processo de mistura ocorre com **absorção de energia**.

Etapla 4. (3) Calcule a pressão de vapor da mistura ideal usando a lei de Raoult.

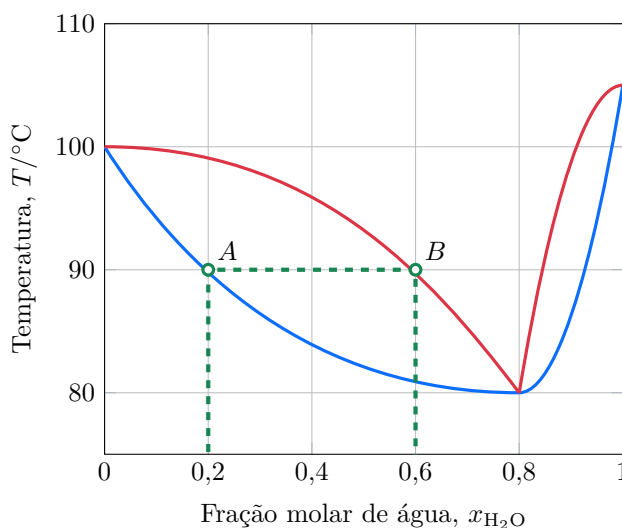
Em uma mistura equimolar, $x_{\text{H}_2\text{O}} = x_{\text{dioxano}} = 0,5$.

$$P_{\text{vap,ideal}} = x_{\text{H}_2\text{O}}P_{\text{H}_2\text{O}}^* + x_{\text{dioxano}}P_{\text{dioxano}}^* = (0,5) \times (20 \text{ Torr}) + (0,5) \times (30 \text{ Torr}) = \boxed{25 \text{ Torr}}$$

Como a mistura apresenta desvio positivo da lei de Raoult, a pressão de vapor total deve ser maior do que a prevista pela lei de Raoult, isto é, **deve ser maior que 25 Torr**.

Etapla 5. (4) Identifique os pontos correspondentes às etapas do processo de destilação do diagrama de fases.

Quando uma mistura contendo 80% de água e 20% de dioxano em base molar em 70°C é aquecida até 90°C ela entra em ebulição, possibilitando a marcação do ponto A que representa o líquido α .



O ponto *B* representa o vapor β gerado pela vaporização do líquido α . Quando o vapor β é condensado o líquido resultante tem 60% de dioxano (e 40% de água) em base molar.

Questão 59

As três primeiras energias de ionização do átomo de alumínio são 6,0 eV, 19 eV e 28 eV e a afinidade eletrônica do átomo de bromo é 3,4 eV.

Dados em 298 K	Al(g)	Br(g)	AlBr ₃ (s)
Entalpia padrão de formação, $\Delta H_f^\circ / \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$	+326	+112	-530

Assinale a alternativa que mais se aproxima da entalpia de rede do brometo de alumínio em 298 K.

- A** () 1,2 MJ mol⁻¹ **B** () 2,7 MJ mol⁻¹ **C** () 4,1 MJ mol⁻¹
D () 5,3 MJ mol⁻¹ **E** () 8,4 MJ mol⁻¹

Gabarito: D

Etapla 1. Calcule a energia de ionização do Al a Al³⁺.

$$I = I_1 + I_2 + I_3 = (6,0 \text{ eV}) + (19 \text{ eV}) + (28 \text{ eV}) = 53 \text{ eV}$$

Etapla 2. Converta os dados de elétrons-volt pra kJ mol⁻¹.

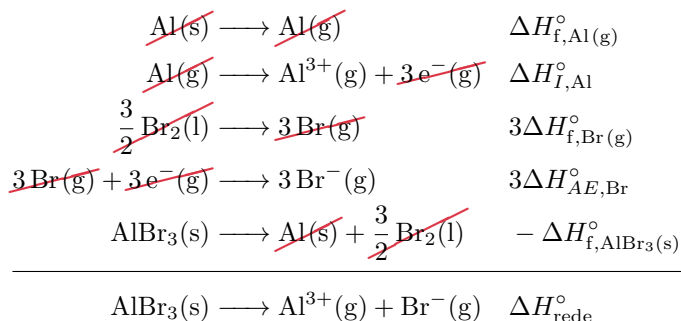
$$1 \text{ eV} = (1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}) \times (6 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}) = 96,5 \text{ kJ mol}^{-1}$$

logo,

$$\Delta H_{I,\text{Al}}^\circ = (+53) \times (96,5 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}) = +5114 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

$$\Delta H_{AE,\text{Br}}^\circ = (-3,4) \times (96,5 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}) = -328 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

Etapla 3. Escreva a reação desejada como uma combinação das reações fornecidas.



A entalpia da reação desejada é dada por:

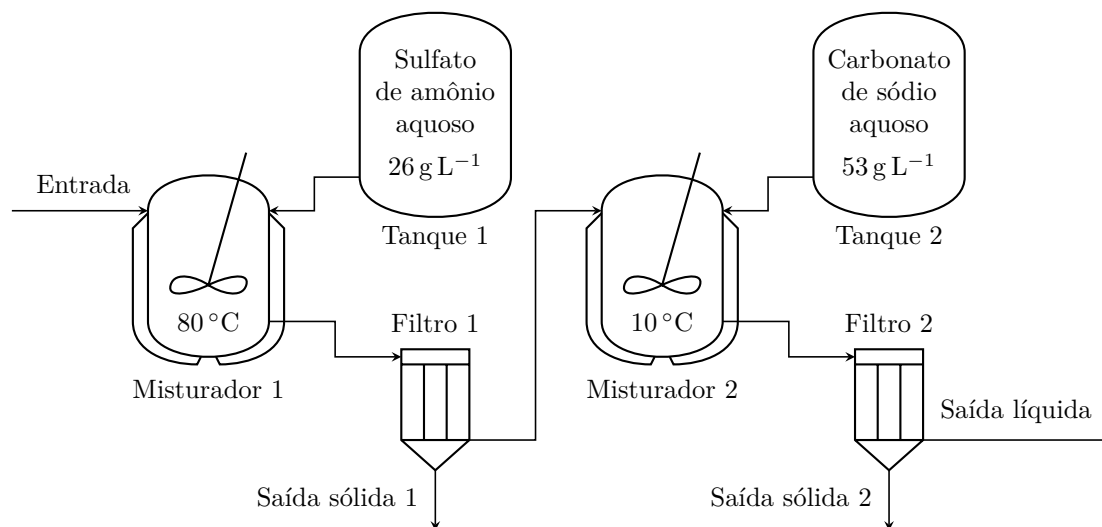
$$\Delta H_{\text{rede}}^\circ = \Delta H_{f,\text{Al(g)}}^\circ + \Delta H_{I,\text{Al}}^\circ + 3\Delta H_{f,\text{Br(g)}}^\circ + 3\Delta H_{AE,\text{Br}}^\circ - \Delta H_{f,\text{AlBr}_3(\text{s})}^\circ$$

logo,

$$\Delta H_r^\circ = \left\{ (+326) + (+5114) + 3(+112) + 3(-328) - (-530) \right\} \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} = \boxed{5322 \text{ kJ mol}^{-1}}$$

Questão 60

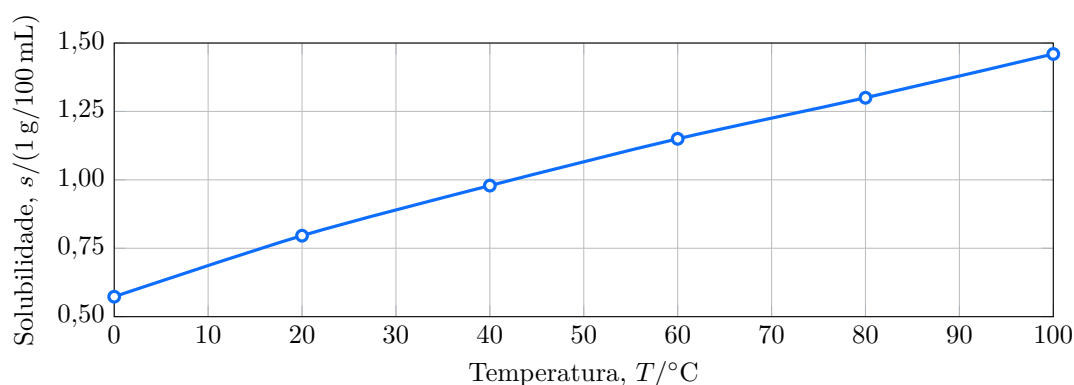
Um engenheiro projetou uma planta para separação de um efluente industrial aquoso contendo massas iguais de nitrato de cobre(II), nitrato de chumbo(II) e nitrato de prata, na concentração total de 51 g/L.



O Misturador 1 recebe a entrada de efluente na vazão de 100 L s^{-1} que é misturada com 100 L s^{-1} de uma solução de sulfato de amônio 26 g L^{-1} . O Misturador 1 é equipado com uma jaqueta que mantém a mistura em 80°C .

O Misturador 2 recebe o material passante do Filtro 1 e 100 L s^{-1} de uma solução aquosa de carbonato de sódio de concentração 53 g L^{-1} com pequena quantidade de uma solução de hidróxido de sódio objetivando o ajuste do pH de precipitação. A temperatura da solução é mantida em 10°C no misturador para, em seguida, proceder a filtração no Filtro 2.

A curva de solubilidade do sulfato de prata em água é apresentada a seguir.



Considere as proposições.

1. A saída sólida do Filtro 1 é constituída apenas de sulfato de chumbo(II).

- A saída de sólida do Filtro 2 é uma mistura heterogênea.
- Todos os cátions metálicos do efluente são removidos nas saídas sólidas dos Filtros 1 e 2.
- A prata metálica pode ser obtida pela calcinação da mistura na saída sólida do Filtro 2.

Assinale a alternativa que relaciona as proposições corretas.

A () 1, 2 e 3

B () 1, 2 e 4

C () 1, 3 e 4

D () 2, 3 e 4

E () 1, 2, 3 e 4

Gabarito: E

Etapa 1. (1) Identifique os íons em solução no Misturador 1.

A solução no Misturador 1 contém os íons Ag^+ , Pb^{2+} , Cu^{2+} , NO_3^- , NH_4^+ e SO_4^{2-} .

Etapa 2. Use as regras de solubilidade para verificar se há formação de precipitado no Misturador 1.

Os íons Pb^{2+} e SO_4^{2-} formam um composto insolúvel, e o PbSO_4 precipita.

O Ag_2SO_4 é ligeiramente solúvel, sua concentração deve ser calculada para verificar se há precipitação.

Etapa 3. Calcule a concentração molar inicial de Ag^+ e Pb^{2+} no Misturador 1.

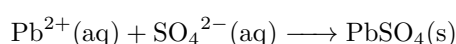
$$[\text{Ag}^+] = [\text{AgNO}_3] = \frac{1}{2} \times \frac{\frac{1}{3} \times (51 \frac{\text{g}}{\text{L}})}{170 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 50 \text{ mmol L}^{-1}$$

$$[\text{Pb}^{2+}] = [\text{Pb}(\text{NO}_3)_2] = \frac{1}{2} \times \frac{\frac{1}{3} \times (51 \frac{\text{g}}{\text{L}})}{331 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 25 \text{ mmol L}^{-1}$$

Etapa 4. Calcule a concentração molar inicial de SO_4^{2-} no Misturador 1.

$$[\text{SO}_4^{2-}] = [(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4] = \frac{1}{2} \times \frac{(26 \frac{\text{g}}{\text{L}})}{132 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 100 \text{ mmol L}^{-1}$$

Etapa 5. Escreva a equação iônica simplificada para a reação de precipitação do PbSO_4 .



Etapa 6. Use a relação estequiométrica para converter a quantidade de Pb^{2+} em SO_4^{2-} consumido.

$$[\text{SO}_4^{2-}]_{\text{consumido}} = \frac{1}{1} c_{\text{Pb}^{2+}} = 25 \text{ mmol L}^{-1}$$

Etapa 7. Calcule a quantidade de SO_4^{2-} em excesso no Misturador 1 após a precipitação de PbSO_4 .

$$[\text{SO}_4^{2-}]_{\text{xs}} = [\text{SO}_4^{2-}] - [\text{SO}_4^{2-}]_{\text{consumido}} = 100 \frac{\text{mmol}}{\text{L}} - 25 \frac{\text{mmol}}{\text{L}} = 75 \text{ mmol L}^{-1}$$

Etapa 8. Calcule a concentração molar de Ag_2SO_4 no Misturador 1.

$$[\text{Ag}_2\text{SO}_4] = 25 \text{ mmol L}^{-1}$$

Etapa 9. Calcule a concentração mássica de Ag_2SO_4 no Misturador 1.

$$[\text{Ag}_2\text{SO}_4] = (25 \frac{\text{mmol}}{\text{L}}) \times (312 \frac{\text{g}}{\text{mol}}) = \frac{0,78 \text{ g}}{100 \text{ mL}}$$

A concentração é inferior à solubilidade do sal em 80 °C. Não há precipitação de Ag_2SO_4 no Filtro 1.

Etapa 10. (2) Identifique os íons em solução no Misturador 2.

A solução no Misturador 2 contém os íons Ag^+ , Cu^{2+} , NO_3^- , NH_4^+ , SO_4^{2-} , Na^+ e CO_3^{2-} .

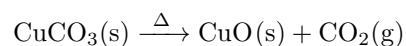
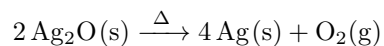
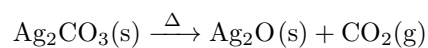
Etapa 11. Use as regras de solubilidade para verificar se há formação de precipitado no Misturador 2.

Os íons Cu^{2+} e CO_3^{2-} e os íons Ag^+ e CO_3^{2-} formam compostos insolúveis, e há precipitação de CuCO_3 e Ag_2CO_3 .

Etapa 12. (3) Identifique a saída de cada cátion metálico.

Os íons Pb^{2+} são removidos na saída sólida do Filtro 1, enquanto os íons Ag^+ e Cu^{2+} são removidos na saída sólida do Filtro 2.

Etapa 13. (4) Escreva as reações de calcinação dos componentes da mistura sólida na saída do Filtro 2 (Ag_2CO_3 e CuCO_3).



A calcinação do carbonato de prata leva à formação de prata metálica.