

**GABARITO QUÍMICA**

**Questão 49**

**Assinale** a alternativa com o número total de isômeros (constitucionais e estereoisômeros) com fórmula molecular  $C_4H_9N$ .

A ( ) 11

B ( ) 13

C ( ) 15

D ( ) 17

E ( ) 19

**Gabarito: E**

Gabarito!

**Questão 50**

Considere as proposições.

1. A configuração eletrônica do sódio é  $[Ne] 3s^1$ , e não  $[Ne] 3p^1$ , devido à maior penetrabilidade do orbital  $3s$ , que torna a blindagem dos elétrons com número quântico principal  $n = 2$  menos efetiva.
2. Para elementos de um mesmo período  $n$  da tabela periódica, a energia dos orbitais  $ns$  e  $np$  diminui com o aumento do número atômico, entretanto, a energia dos orbitais  $ns$  cai mais rapidamente com o aumento do número atômico que a dos orbitais  $np$ .
3. Para elementos de um mesmo grupo da tabela periódica, é esperado que o número de oxidação mais comum seja maior para os elementos com maior número atômico.
4. O raio atômico dos lantanídeos é aproximadamente igual, variando apenas em alguns picômetros entre todos os quatorze elementos.

**Assinale** a alternativa que relaciona as proposições *corretas*.

A ( ) 1 e 2

B ( ) 1 e 4

C ( ) 2 e 4

D ( ) 1, 2 e 4

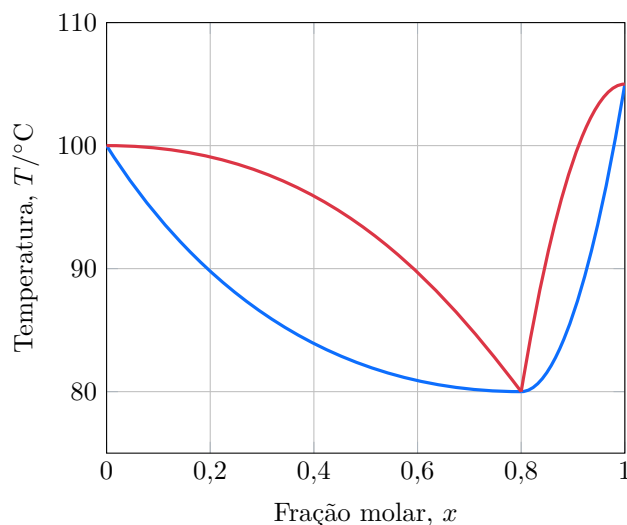
E ( ) 1, 2, 3 e 4

**Gabarito: D**

Gabarito!

### Questão 51

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**.

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

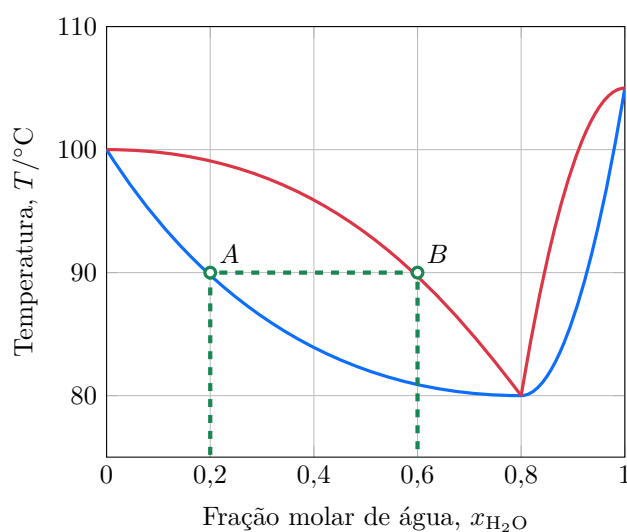
Em uma mistura equimolar,  $x_{\text{H}_2\text{O}} = x_{\text{dioxano}} = 0,5$ .

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

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**.

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

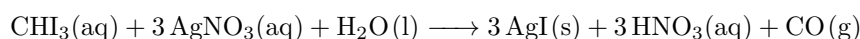
Quando uma mistura contendo 80% de água e 20% de dioxano em base molar em  $70^\circ\text{C}$  é aquecida até  $90^\circ\text{C}$  ela entra em ebulição, possibilitando a marcação do ponto *A* que representa o líquido  $\alpha$ .



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

### Questão 52

A ação de uma solução alcalina de iodo sobre o raticida varfarina,  $\text{C}_{19}\text{H}_{16}\text{O}_4$  resulta na formação de uma molécula de iodoformio,  $\text{CHI}_3$ , 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.

- Os íons nitrato e os cátions ferro(III) são íons espectadores das reações de titulação.
- A amostra continha cerca de 10% de varfarina em massa.
- 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

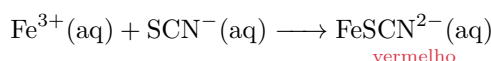
D ( ) 2, 3 e 4

E ( ) 1, 2, 3 e 4

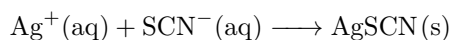
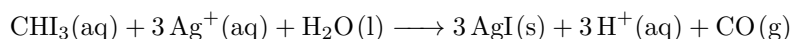
### Gabarito: E

#### Etapa 1. (1)

O ferro atua como indicador para o íon tiocianato:



#### Etapa 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.

#### Etapa 3. (3) Calcule a quantidade adicionada de $\text{Ag}^{+}$ e $\text{SCN}^{-}$ .

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

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

#### Etapa 4. Use as relações estequiométricas para converter as quantidades de $\text{Ag}^{+}$ em $\text{SCN}^{-}$ e $\text{CHI}_3$ .

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

logo,

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

#### Etapa 5. Converta a quantidade de $\text{CHI}_3$ na quantidade de varfarina.

Como cada molécula de varfarina libera uma molécula de iodofórmio:

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

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

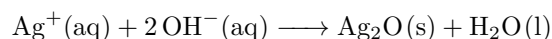
$$m_{\text{varfarina}} = n_{\text{varfarina}} M_{\text{varfarina}} = (0,2 \text{ mmol}) \times (308 \frac{\text{g}}{\text{mol}}) = 61,6 \text{ mg}$$

#### Etapa 7. Calcule a fração mássica de varfarina na amostra.

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

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

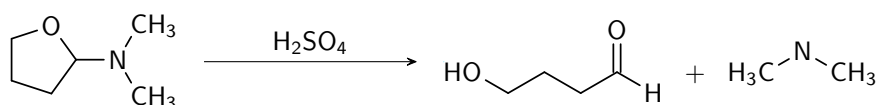
Os íons hidróxido podem reagir com a prata formando um precipitado insolúvel:



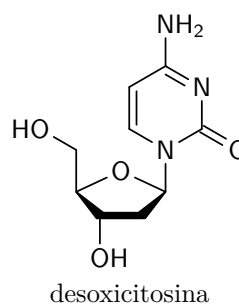
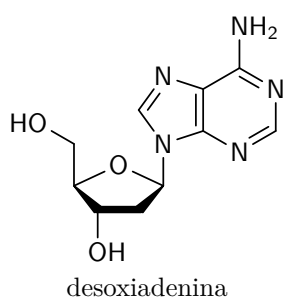
Quando parte da prata é consumida devido à formação de hidróxido de prata, a quantidade de tiocianato necessária para atingir o ponto de equivalência é menor e a massa de iodoformio calculada é maior. Assim, a fração mássica de varfarina calculada incorretamente seria **superior ao valor correto**.

### Questão 53

Aminoacetais 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 compõem o DNA, apresentados a seguir, fosse tão simples a vida não poderia existir como é hoje.



**Assinale** a alternativa que apresenta a justificativa *correta* 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 54**

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  $100\text{ g mol}^{-1}$ .
2. Caso o soluto sofra dimerização parcial quando dissolvido em fenol, a massa molar calculada considerando que não há dimerização será maior 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**

**Etapla 1. (1)** Calcule a molalidade da solução usando a equação do abaixamento da temperatura de congelamento.

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

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

**Etapla 2.** Calcule a quantidade de soluto na amostra.

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

**Etapla 3.** Calcule a massa molar do soluto.

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

**Etapas 4. (2)****Etapas 5. (3)** Calcule a massa total da solução.

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

**Etapas 6.** Calcule o volume de solução.

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

**Etapas 7.** Calcule a concentração molar do soluto.

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

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

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

**Etapas 9. (4)****Questão 55**

Considere as proposições.

1. A informação recebida pelos nossos olhos e posteriormente interpretada pelo cérebro é a cor complementar à faixa de fótons absorvida por uma substância colorida.
2. Como a clorofila é uma substância de coloração esverdeada, espera-se que ela absorva nos comprimentos de onda próximos a 500 nm. A hemoglobina, avermelhada, deve absorver em cerca de 680 nm.
3. Quanto maior a energia dos fótons absorvidos para que a excitação eletrônica ocorra, menor a frequência desses fótons e, consequentemente, maior o comprimento de onda da radiação absorvida.
4. Modificações estruturais em uma molécula, como a adição ou remoção de átomos de hidrogênio, podem alterar completamente seu perfil de absorção, podendo fazer que uma substância inicialmente rosada passe a ser incolor.

**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****Etapas 1. (1)**



Gabarito!

**Etapa 2. (2)**

Gabarito!

**Etapa 3. (3)**

Gabarito!

**Etapa 4. (4)**

Gabarito!

**Questão 56**

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  $\text{CO}_2$  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  $\text{CO}_2$  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**

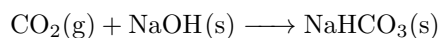
**Etapa 1.** Verifique se há aumento da pressão parcial de  $\text{CO}_2$  ou redução da temperatura.

1. O aumento da pressão total pela adição de um gás inerte não altera a pressão parcial de  $\text{CO}_2$  e, portanto, não altera a quantidade de  $\text{CO}_2$  dissolvido.
2. Quando o sistema é comprimido a pressão parcial de  $\text{CO}_2$  aumenta, o que aumenta a quantidade de  $\text{CO}_2$  dissolvido.
3. Quando o pistão é liberado a pressão total é mantida constante igual à pressão externa de 1 atm, logo, a adição de  $\text{CO}_2$  ao sistema aumenta sua pressão parcial aumentando a quantidade de  $\text{CO}_2$  dissolvido.
4. A solubilidade de gases aumenta com a redução da temperatura, assim, a quantidade de  $\text{CO}_2$  dissolvido aumenta quando o sistema é resfriado.



### Questão 57

Uma amostra de  $10\text{ cm}^3$  de um hidrocarboneto desconhecido foi misturada com  $70\text{ cm}^3$  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  $65\text{ cm}^3$ . Os gases foram passados por um leito contendo hidróxido de sódio, que absorve o  $\text{CO}_2$  conforme a reação:



Após a passagem pelo leito o volume de gás diminuiu para  $45\text{ cm}^3$ .

**Assinale** a alternativa com a fórmula molecular do hidrocarboneto.

A ( )  $\text{CH}_4$

B ( )  $\text{C}_2\text{H}_2$

C ( )  $\text{C}_2\text{H}_6$

D ( )  $\text{C}_3\text{H}_6$

E ( )  $\text{C}_3\text{H}_8$

### Gabarito: B

**Etapa 1.** Calcule o  $\text{CO}_2$  formado na reação de combustão.

Quando o  $\text{CO}_2$  é absorvido pelo leito de  $\text{NaOH}$  o volume da mistura gasosa diminui em  $20\text{ cm}^3$ , logo:

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

**Etapa 2.** Calcule o volume de  $\text{O}_2$  em excesso ao final da reação.

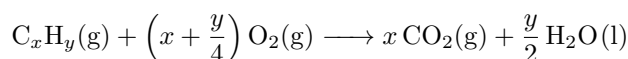
Após a condensação de  $\text{H}_2\text{O}$  e absorção do  $\text{CO}_2$ , o único gás retante na reação é o oxigênio em excesso, logo,

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

**Etapa 3.** Calcule o volume de  $\text{O}_2$  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  $\text{C}_x\text{H}_y$  a fórmula empírica do hidrocarboneto. Escreva a reação de combustão balanceada.



**Etapa 5.** Use a relação estequiométrica para converter o volume de  $\text{C}_x\text{H}_y$  no volume de  $\text{CO}_2$ .

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

**Etapa 6.** Use a relação estequiométrica para converter o volume de  $\text{C}_x\text{H}_y$  no volume de  $\text{O}_2$ .

$$\left(x + \frac{y}{4}\right) = \frac{V_{\text{O}_2}}{V_{\text{C}_x\text{H}_y}} = \frac{25\text{ cm}^3}{10\text{ cm}^3} = 2,5$$

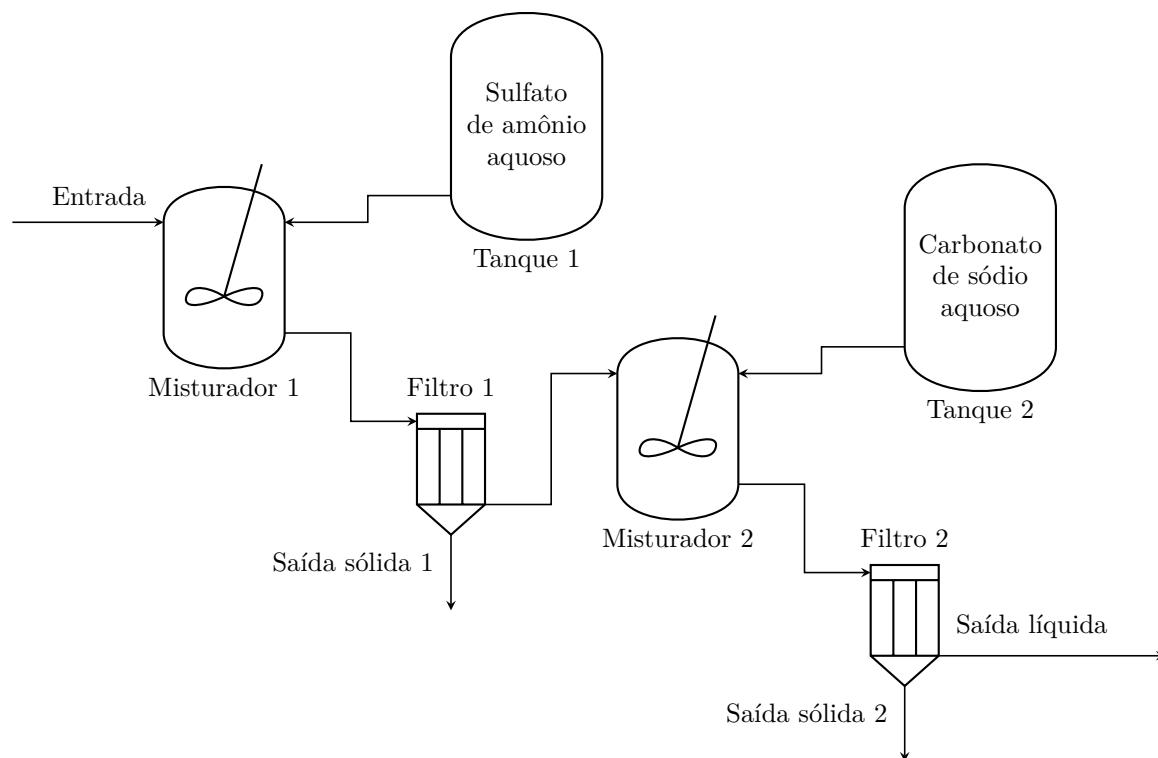
logo,  $y = 2$ , e a fórmula empírica do hidrocarboneto é  $\boxed{\text{C}_2\text{H}_2}$ .

### Questão 58

oi

### Questão 59

Um engenheiro projetou uma planta para separação de um efluente industrial aquoso contendo massas iguais de uma mistura de nitrato de cobre(II), nitrato de chumbo(II) e nitrato de prata, na concentração total de  $60 \text{ g/L}$ .



O Misturador 1 recebe a entrada de efluente na vazão de  $100 \text{ L s}^{-1}$ , que é misturada com  $100 \text{ L s}^{-1}$  de uma solução de sulfato de amônio  $20 \text{ g L}^{-1}$ . O Misturador 2 recebe o material passante do Filtro 1,  $100 \text{ L s}^{-1}$  de uma solução aquosa de carbonato de sódio de concentração  $40 \text{ g L}^{-1}$  e pequena quantidade de uma solução de hidróxido de sódio objetivando o ajuste do pH de precipitação para, em seguida, proceder a filtração.

Considere as proposições.

1. A saída de sólida do filtro 2 é uma mistura heterogênea.
2. Olá
3. três
4. quatro

**Assinale** a alternativa que relaciona as proposições corretas.

A ( ) 1

B ( ) 2

C ( ) 1 e 2

D ( ) 1 e 3

E ( ) 1 e 4

**Gabarito: A**

Gabarito!

### Questão 60

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 <sub>3</sub> (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<sup>-1</sup>

B ( ) 2,7 MJ mol<sup>-1</sup>

C ( ) 4,1 MJ mol<sup>-1</sup>

D ( ) 5,3 MJ mol<sup>-1</sup>

E ( ) 8,4 MJ mol<sup>-1</sup>

#### Gabarito: D

**Etapa 1.** Calcule a energia de ionização do Al a Al<sup>3+</sup>.

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

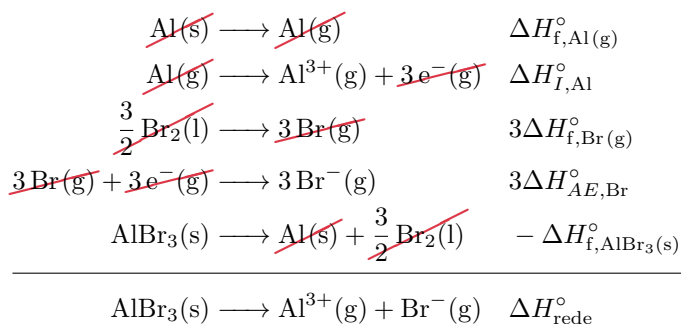
**Etapa 2.** Converta os dados de elétrons-volt pra kJ mol<sup>-1</sup>.

$$1 \text{ eV} = (1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}) \times (6 \cdot 10^{21} \text{ mol}^{-1}) = 96,5 \text{ kJ mol}^{-1}$$

logo,

$$\begin{aligned}\Delta H_{I,\text{Al}}^\circ &= (+53) \times (96,5 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}) = +5114 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \\ \Delta H_{AE,\text{Br}}^\circ &= (-3,4) \times (96,5 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}) = -328 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}\end{aligned}$$

**Etapa 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,

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