

# Misturas e Soluções

Gabriel Braun

Colégio e Curso Pensí, Coordenação de Química



## Sumário

1	Misturas e soluções	1
1.1	A classificação de misturas	1
1.2	As técnicas de separação	1
2	As operações com soluções	1
2.1	A concentração	1
2.2	A diluição	1
3	As propriedades das soluções	1
3.1	As cores das soluções	1

## 1 Misturas e soluções

### 1.1 A classificação de misturas

### 1.2 As técnicas de separação

Para analisar a composição de qualquer amostra que é supostamente uma mistura, é preciso separar seus componentes por métodos físicos e identificar cada substância presente. As técnicas físicas comuns de separação são a decantação, a filtração, a cromatografia e a destilação.

A **decantação** aproveita a diferença de densidades. Um líquido que flutua sobre outro líquido ou está acima de um sólido pode ser decantado. A **filtração** é usada para separar substâncias quando existem diferenças de solubilidade (a capacidade de se dissolver em um dado solvente). Agita-se a amostra com o solvente que, então, passa por um filtro fino. Os componentes da mistura que são solúveis se dissolvem no líquido e passam pelo filtro, mas os componentes insolúveis ficam retidos. A técnica pode ser usada para separar açúcar de areia, porque o açúcar é solúvel em água e a areia, não. Uma técnica relacionada e que é uma das mais sensíveis de separação de misturas é a **cromatografia**, que usa a capacidade diferente das substâncias de adsorver-se, ou grudar-se, nas superfícies. O suporte seco que mostra os componentes da mistura separados é denominado **cromatograma**.

A **destilação** usa as diferenças de pontos de ebulição para separar as misturas. Na destilação, os componentes de uma mistura vaporizam-se em temperaturas diferentes e condensam-se em um tubo resfriado chamado de condensador. A técnica pode ser usada para remover água do sal comum (cloreto de sódio), que só se funde em 801 °C. O sal permanece sólido quando a água evapora.

*A separação de misturas aproveita as diferenças de propriedades físicas dos componentes. As técnicas baseadas nas diferenças físicas incluem a decantação, a filtração, a cromatografia e a destilação.*

## 2 As operações com soluções

### 2.1 A concentração

### 2.2 A diluição

## 3 As propriedades das soluções

### 3.1 As cores das soluções

A luz branca é uma mistura de todos os comprimentos de onda da radiação eletromagnética entre cerca de 400 nm (violeta) e cerca de 700 nm (vermelho). Quando alguns desses comprimentos de onda são removidos do feixe de luz branca que passa através de uma amostra, a luz que passa não é mais branca. Por exemplo, se a luz vermelha é retirada da luz branca por absorção, a luz que resta é de cor verde. Se a luz verde é removida, a luz que aparece é vermelha. O vermelho e o verde são chamados de **cores complementares** uma da outra — cada uma é a cor que permanece depois que a outra é removida.

A roda de cores mostrada na ilustração pode ser usada para sugerir a faixa de comprimento de onda na qual um complexo tem absorção significativa (não necessariamente absorção máxima). Se uma substância parece azul (como no caso da solução de sulfato de cobre(II), por exemplo), é porque ela está absorvendo a luz laranja (580 nm a 620 nm). Igualmente, com base no comprimento de onda (e, portanto na cor) da luz absorvida pela substância, é possível prever a cor da substância pela cor complementar na roda das cores. Como o  $\text{MnO}_4^-$  absorve luz em 535 nm, que é a luz amarelo-esverdeada, o composto aparece violeta.

#### PONTO PARA PENSAR

Que cor tem um complexo que absorve as luzes violeta e azul?

A absorção da luz visível por substâncias pode ser usada para medir suas concentrações, usando-se um espectrômetro. Em determinado comprimento de onda, a absorbância,  $A$ , de uma solução é definida como o logaritmo comum (base 10) da razão entre a intensidade da luz incidente,  $I_0$ , e a intensidade da luz transmitida através da amostra,  $I$ :

$$A = \log \left( \frac{I_0}{I} \right)$$

A solução é transferida para um tubo retangular transparente, chamado de *cubeta*. A absorbância é proporcional ao caminho óptico da luz na solução,  $L$ , e à concentração molar da substância,  $c$  (isto é,  $A \propto Lc$ ). O coeficiente de proporcionalidade é expresso por  $\epsilon$  e é chamado de coeficiente de absorção molar:

$$A = \epsilon Lc$$

Essa relação normalmente é escrita em termos das intensidades, inserindo-se a definição de  $A$  e extraindo-se os antilogaritmos ( $10^x$ , neste caso) de ambos os lados, como:

$$I = I_0 \times 10^{-\epsilon Lc}$$

Essa forma da relação é denominada **Lei de Beer**. Ela mostra que a intensidade transmitida cai rapidamente com o caminho óptico: se este for duplicado, tem-se uma redução de 100 vezes na intensidade transmitida. O coeficiente de absorção molar é característico do composto e o comprimento de onda é típico da luz incidente.

**EXEMPLO 1** Cálculo da concentração por espectrofotometria

As concentrações das soluções do íon permanganato, que é púrpura, são frequentemente determinadas pela via espectrofotométrica. Se uma célula com caminho óptico igual a 1 cm contendo uma solução de  $\text{KMnO}_4$  tem absorvância igual a 0,4 a 525 nm, calcule a concentração de  $\text{MnO}_4^-$  sabendo que o coeficiente de absorção molar a 525 nm é  $2,5 \text{ L mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ .

*A absorvância de um composto em solução é proporcional à sua concentração molar. A lei de Beer pode ser usada para se determinar a concentração de solutos.*

## Problemas

### Nível I

**PROBLEMA 1.1**

3D01

Considere as proposições.

- Os componentes de um composto podem ser separados uns dos outros por métodos físicos.
- A composição de uma solução pode ser variada.
- As propriedades de um composto são idênticas às dos elementos que os compõe.
- Uma solução aquosa é aquela que o solvente é a água.

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

- |                   |                   |                |
|-------------------|-------------------|----------------|
| <b>A</b> 2        | <b>B</b> 4        | <b>C</b> 2 e 4 |
| <b>D</b> 1, 2 e 4 | <b>E</b> 2, 3 e 4 |                |

**PROBLEMA 1.2**

3D02

Considere as proposições.

- A decantação aproveita a diferença de pontos de ebulição para separar os componentes de uma mistura.
- A destilação usa as diferenças de densidade para separar as misturas.
- Na cromatografia, os componentes são separados segundo sua capacidade de adsorção em uma superfície.
- A filtração é usada para separar substâncias quando existem diferenças de solubilidade

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

- |                   |                   |                |
|-------------------|-------------------|----------------|
| <b>A</b> 3        | <b>B</b> 4        | <b>C</b> 3 e 4 |
| <b>D</b> 1, 3 e 4 | <b>E</b> 2, 3 e 4 |                |

**PROBLEMA 1.3**

3D03

Uma amostra de 20 g de sacarose,  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ , de cana é dissolvida em água até completar 200 mL de solução.

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima da molaridade da sacarose na solução.

- |                                    |                                   |                                   |
|------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| <b>A</b> 0,099 mol L <sup>-1</sup> | <b>B</b> 0,13 mol L <sup>-1</sup> | <b>C</b> 0,17 mol L <sup>-1</sup> |
| <b>D</b> 0,22 mol L <sup>-1</sup>  | <b>E</b> 0,29 mol L <sup>-1</sup> |                                   |

**PROBLEMA 1.4**

3D04

Uma amostra de 15,5 g de sulfato de sódio,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , é dissolvida em água até completar 350 mL de solução.

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima da molaridade do sulfato de sódio na solução.

- |                                   |                                   |                                   |
|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| <b>A</b> 0,24 mol L <sup>-1</sup> | <b>B</b> 0,31 mol L <sup>-1</sup> | <b>C</b> 0,40 mol L <sup>-1</sup> |
| <b>D</b> 0,53 mol L <sup>-1</sup> | <b>E</b> 0,68 mol L <sup>-1</sup> |                                   |

**PROBLEMA 1.5**

3D05

Deseja-se preparar uma solução 0,442 mol L<sup>-1</sup> de glicose,  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ .

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima da massa de glicose necessária para preparar 150 mL dessa solução.

- |               |               |               |
|---------------|---------------|---------------|
| <b>A</b> 12 g | <b>B</b> 17 g | <b>C</b> 24 g |
| <b>D</b> 34 g | <b>E</b> 48 g |               |

**PROBLEMA 1.6**

3D06

Deseja-se preparar uma solução 0,125 mol L<sup>-1</sup> de ácido oxálico,  $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$ .

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima da massa de ácido oxálico necessária para preparar 50 mL dessa solução.

- |                 |                 |                 |
|-----------------|-----------------|-----------------|
| <b>A</b> 0,36 g | <b>B</b> 0,45 g | <b>C</b> 0,56 g |
| <b>D</b> 0,70 g | <b>E</b> 0,88 g |                 |

**PROBLEMA 1.7**

3D07

Considere uma solução  $1,25 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$  de glicose,  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ .

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima do volume dessa solução que contém 1,44 μmol de moléculas de glicose.

- |                  |                  |                  |
|------------------|------------------|------------------|
| <b>A</b> 0,62 mL | <b>B</b> 0,75 mL | <b>C</b> 0,91 mL |
| <b>D</b> 1,1 mL  | <b>E</b> 1,3 mL  |                  |

**PROBLEMA 1.8**

3D08

Considere uma solução 0,358 mol L<sup>-1</sup> de HCl.

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima do volume dessa solução que contém 2,55 mmol de moléculas de glicose.

- |                 |                 |                 |
|-----------------|-----------------|-----------------|
| <b>A</b> 3,8 mL | <b>B</b> 5,2 mL | <b>C</b> 7,1 mL |
| <b>D</b> 9,7 mL | <b>E</b> 13 mL  |                 |

## PROBLEMA 1.9

3D09

Uma solução foi preparada pela dissolução de 4,11 g de cloreto de zinco,  $\text{ZnCl}_2$ , em 150 g de água.

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima da molalidade do cloreto de zinco na solução.

- A** 0,15 mol  $\text{kg}^{-1}$     **B** 0,20 mol  $\text{kg}^{-1}$     **C** 0,27 mol  $\text{kg}^{-1}$   
**D** 0,36 mol  $\text{kg}^{-1}$     **E** 0,48 mol  $\text{kg}^{-1}$

## PROBLEMA 1.10

3D10

Uma solução foi preparada pela dissolução de 7,36 g de clorato de potássio,  $\text{KClO}_3$ , em 200 g de água.

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima da molalidade do clorato de potássio na solução.

- A** 0,10 mol  $\text{kg}^{-1}$     **B** 0,14 mol  $\text{kg}^{-1}$     **C** 0,18 mol  $\text{kg}^{-1}$   
**D** 0,23 mol  $\text{kg}^{-1}$     **E** 0,30 mol  $\text{kg}^{-1}$

## PROBLEMA 1.11

3D11

Uma solução foi preparada pela dissolução de tolueno,  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$ , em benzeno,  $\text{C}_6\text{H}_6$ . A fração molar do tolueno é 0,15.

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima da molalidade do tolueno na solução.

- A** 1,8 mol  $\text{kg}^{-1}$     **B** 2,3 mol  $\text{kg}^{-1}$     **C** 2,9 mol  $\text{kg}^{-1}$   
**D** 3,7 mol  $\text{kg}^{-1}$     **E** 4,7 mol  $\text{kg}^{-1}$

## PROBLEMA 1.12

3D12

Uma solução foi preparada pela dissolução de metanol,  $\text{CH}_3\text{OH}$ , em água. A fração molar do metanol é 0,25.

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima da molalidade do tolueno na solução.

- A** 8,5 mol  $\text{kg}^{-1}$     **B** 12 mol  $\text{kg}^{-1}$     **C** 18 mol  $\text{kg}^{-1}$   
**D** 26 mol  $\text{kg}^{-1}$     **E** 38 mol  $\text{kg}^{-1}$

## PROBLEMA 1.13

3D13

O ácido de bateria é uma solução aquosa 4,27 mol  $\text{L}^{-1}$  em ácido sulfúrico,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , e densidade 1,25 g  $\text{cm}^{-3}$ .

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima da molalidade do ácido sulfúrico na solução.

- A** 1,6 mol  $\text{kg}^{-1}$     **B** 2,1 mol  $\text{kg}^{-1}$     **C** 2,8 mol  $\text{kg}^{-1}$   
**D** 3,8 mol  $\text{kg}^{-1}$     **E** 5,1 mol  $\text{kg}^{-1}$

## PROBLEMA 1.14

3D14

Uma solução aquosa de nitrato de zinco,  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ , tem molalidade 0,643 mol  $\text{L}^{-1}$  e molalidade 0,653 mol  $\text{kg}^{-1}$ .

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima da densidade da solução.

- A** 0,52 kg  $\text{L}^{-1}$     **B** 0,62 kg  $\text{L}^{-1}$     **C** 0,75 kg  $\text{L}^{-1}$   
**D** 0,91 kg  $\text{L}^{-1}$     **E** 1,1 kg  $\text{L}^{-1}$

## PROBLEMA 1.15

3D15

O inseticida DDT,  $\text{C}_{14}\text{H}_9\text{Cl}_5$ , facilmente transportado pelo ar e pela chuva, pode contaminar lagos e rios. Um lago está contaminado com 0,1 ppm(m/m) de DDT.

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima da molaridade do DDT no lago.

- A**  $1,1 \times 10^{-7}$  mol  $\text{L}^{-1}$     **B**  $2,8 \times 10^{-7}$  mol  $\text{L}^{-1}$   
**C**  $7,0 \times 10^{-7}$  mol  $\text{L}^{-1}$     **D**  $1,8 \times 10^{-6}$  mol  $\text{L}^{-1}$   
**E**  $4,4 \times 10^{-6}$  mol  $\text{L}^{-1}$

## PROBLEMA 1.16

3D16

Um efluente industrial está contaminado com 5ppb(m/m) de mercúrio.

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima da molaridade do mercúrio no efluente.

- A**  $3,4 \times 10^{-9}$  mol  $\text{L}^{-1}$     **B**  $9,2 \times 10^{-9}$  mol  $\text{L}^{-1}$   
**C**  $2,5 \times 10^{-8}$  mol  $\text{L}^{-1}$     **D**  $6,8 \times 10^{-8}$  mol  $\text{L}^{-1}$   
**E**  $1,9 \times 10^{-7}$  mol  $\text{L}^{-1}$

## PROBLEMA 1.17

3D17

Uma solução aquosa 0,0155 mol  $\text{L}^{-1}$  de HCl deve ser usada para preparar 100 mL de uma solução  $5,23 \times 10^{-4}$  mol  $\text{L}^{-1}$  de HCl.

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima do volume da solução original que deve ser usado para preparar a solução desejada.

- A** 2,6 mL    **B** 3,4 mL    **C** 4,4 mL  
**D** 5,8 mL    **E** 7,6 mL

## PROBLEMA 1.18

3D18

Uma solução aquosa 0,152 mol  $\text{L}^{-1}$  de glicose,  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ , deve ser usada para preparar 25 mL de uma solução  $1,59 \times 10^{-5}$  mol  $\text{L}^{-1}$  de  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ .

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima do volume da solução original que deve ser usado para preparar a solução desejada.

- A** 0,96  $\mu\text{L}$     **B** 1,2  $\mu\text{L}$     **C** 1,6  $\mu\text{L}$   
**D** 2,0  $\mu\text{L}$     **E** 2,6  $\mu\text{L}$

## PROBLEMA 1.19

3D19

Para preparar uma solução de um fertilizante, um florista diluiu 1 L de nitrato de amônio,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ,  $0,2 \text{ mol L}^{-1}$  com 3 L de água. Depois, o florista regou cada planta com 100 mL da solução diluída.

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima da quantidade de nitrogênio que cada planta recebeu.

- A**  $3,9 \times 10^{-3} \text{ mol}$    **B**  $6,2 \times 10^{-3} \text{ mol}$    **C**  $1,0 \times 10^{-2} \text{ mol}$   
**D**  $1,6 \times 10^{-2} \text{ mol}$    **E**  $2,6 \times 10^{-2} \text{ mol}$

## PROBLEMA 1.20

3D20

Para preparar uma solução nutriente, uma enfermeira diluiu 1 L de glicose,  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ,  $0,3 \text{ mol L}^{-1}$  com 4 L de água. Depois, ela coloca 100 mL da solução diluída em uma bolsa para administração intravenosa.

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima do número de átomos de carbono contidos na bolsa.

- A**  $2,4 \times 10^{-2} \text{ mol}$    **B**  $3,6 \times 10^{-2} \text{ mol}$    **C**  $5,4 \times 10^{-2} \text{ mol}$   
**D**  $8,0 \times 10^{-2} \text{ mol}$    **E**  $1,2 \times 10^{-1} \text{ mol}$

## PROBLEMA 1.21

3D21

Um experimento necessita de 60 mL de uma solução aquosa  $0,5 \text{ mol L}^{-1}$  de  $\text{NaOH}$ . O técnico do laboratório só encontrou um frasco contendo uma solução  $2,5 \text{ mol L}^{-1}$  de  $\text{NaOH}$ .

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima do volume da solução original que deve ser usado para preparar a solução desejada.

- A** 8,5 mL   **B** 12 mL   **C** 17 mL  
**D** 24 mL   **E** 34 mL

## PROBLEMA 1.22

3D22

Uma solução aquosa  $0,778 \text{ mol L}^{-1}$  em  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  deve ser diluída até 150 mL com água para reduzir sua concentração a  $0,0234 \text{ mol L}^{-1}$  de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima do volume da solução original que deve ser usado para preparar a solução desejada.

- A** 2,5 mL   **B** 3,4 mL   **C** 4,5 mL  
**D** 6,0 mL   **E** 8,0 mL

## PROBLEMA 1.23

3D23

Uma solução de amônia,  $\text{NH}_3$ , adquirida para um almoxarifado tem a molaridade de  $15 \text{ mol L}^{-1}$ . Um experimento tem de usar 8,1 L de amônia  $0,05 \text{ mol L}^{-1}$ .

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima do volume da solução original que deve ser usado para preparar a solução desejada.

- A** 1,4 mL   **B** 1,9 mL   **C** 2,5 mL  
**D** 3,4 mL   **E** 4,5 mL

## PROBLEMA 1.24

3D24

Uma amostra de 25 mL de uma solução aquosa  $0,366 \text{ mol L}^{-1}$  de  $\text{HCl}$  é retirada de uma garrafa de reagente com uma pipeta. A amostra é transferida para um balão volumétrico de 125 mL e diluída com água até a marca.

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima da molaridade de ácido clorídrico na solução diluída.

- A**  $0,036 \text{ mol L}^{-1}$    **B**  $0,051 \text{ mol L}^{-1}$    **C**  $0,073 \text{ mol L}^{-1}$   
**D**  $0,10 \text{ mol L}^{-1}$    **E**  $0,15 \text{ mol L}^{-1}$

## PROBLEMA 1.25

3D25

O teor de ferro presente no plasma sanguíneo pode ser medido reduzindo o elemento  $\text{Fe}^{2+}$  e induzindo sua reação com a ferrozina, para formar  $[\text{Fe}(\text{ferrozina})_3]^{4-}$ , um complexo púrpura com absorvância máxima de 562 nm. O coeficiente de absorção molar do complexo a 562 nm é  $2,79 \times 10^4 \text{ L mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ . Uma solução do íon complexo tem absorvância de 0,703 em 562 nm em uma cubeta com caminho óptico igual a 2 cm.

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima da molaridade  $[\text{Fe}(\text{ferrozina})_3]^{4-}$ .

- A**  $6,0 \times 10^{-6} \text{ mol L}^{-1}$    **B**  $1,3 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$   
**C**  $2,8 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$    **D**  $6,2 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$   
**E**  $1,3 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$

## PROBLEMA 1.26

3D26

Uma solução  $4,15 \mu\text{mol L}^{-1}$  de oxihemoglobina humana colocada em uma cubeta com caminho óptico igual a 1 cm tem absorvância igual a 0,531 a 415 nm.

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima do coeficiente de absorção molar da oxihemoglobina humana.

- A**  $5,3 \times 10^3 \text{ L mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$    **B**  $1,2 \times 10^4 \text{ L mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$   
**C**  $2,6 \times 10^4 \text{ L mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$    **D**  $5,8 \times 10^4 \text{ L mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$   
**E**  $1,3 \times 10^5 \text{ L mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$

## Nível II

## PROBLEMA 2.1

3D27

Considere as misturas: óleo e vinagre; giz e sal de cozinha; água salgada.

- a. **Classifique** as misturas como homogênea ou heterogênea.  
b. **Proponha** uma técnica para separar cada mistura em seus componentes.

## PROBLEMA 2.2

3D28

Considere as misturas: suco de limão; água e óleo; sal e pimenta em pó.

- a. **Classifique** as misturas como homogênea ou heterogênea.  
b. **Proponha** uma técnica para separar cada mistura em seus componentes.

## PROBLEMA 2.3

3D29

Quando uma amostra de 2 g de minério de ferro é tratada com 50 mL de ácido clorídrico, o ferro se dissolve no ácido para formar uma solução de  $\text{FeCl}_3$ . A solução de  $\text{FeCl}_3$  foi diluída até 100 mL e a concentração de íons  $\text{Fe}^{3+}$ , determinada por espectrofotometria, foi  $0,145 \text{ mol L}^{-1}$ .

**Determine** a fração mássica de ferro no minério.

## PROBLEMA 2.4

3D30

Os adeptos do ramo da medicina alternativa conhecida como homeopatia afirmam que soluções muito diluídas de certas substâncias têm efeito terapêutico. Para explorar essa questão, suponha que você preparou uma solução supostamente ativa, X, com concentração molar de  $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ . Dilua 10 mL dessa solução dobrando o volume, dobrando novamente, e assim por diante, 90 vezes.

- Determine** quantas moléculas de X estarão presentes em 10 mL da solução final.
- Determine** o número de diluições sucessivas, por 10 vezes, da solução original que seriam necessárias para que restasse menos de uma molécula de X na solução original.

## PROBLEMA 2.5

3D31

O ácido clorídrico concentrado contém 37,5% de HCl em massa e tem densidade de  $1,2 \text{ g cm}^{-3}$ . Deseja-se preparar 10 L uma solução  $0,74 \text{ mol L}^{-1}$  de HCl.

**Determine** o volume de ácido clorídrico concentrado necessário para preparar a solução desejada.

## PROBLEMA 2.6

3D32

Deseja-se preparar 500 mL de uma solução aquosa  $0,1 \text{ mol L}^{-1}$  de nitrato de prata,  $\text{AgNO}_3$ . Para isso, dispõe-se de uma solução  $0,3 \text{ mol L}^{-1}$  de  $\text{AgNO}_3$  e uma solução  $0,05 \text{ mol L}^{-1}$  de  $\text{AgNO}_3$ .

**Determine** o volume das soluções-estoque de  $\text{AgNO}_3$  necessários para preparar a solução desejada.

## PROBLEMA 2.7

3D33

Uma solução foi preparada pela dissolução de 0,5 g de KCl, 0,5 g de  $\text{K}_2\text{S}$  e 0,5 g de  $\text{K}_3\text{PO}_4$  em 500 mL de água.

- Determine** a concentração de íons sulfeto na solução.
- Determine** a concentração de íons potássio na solução.

## PROBLEMA 2.8

3D34

Em medicina, às vezes é necessário preparar soluções com uma dada concentração de um determinado íon. Um técnico de laboratório preparou 100 mL de uma solução que contém 0,5 g de NaCl e 0,3 g de KCl, bem como glicose e outros açúcares.

**Determine** a concentração de cloreto na solução.

## PROBLEMA 2.9

3D35

Para preparar uma solução muito diluída, é aconselhável executar uma série de diluições a partir de uma solução preparar de um reagente, em vez de pesar uma massa muito pequena ou medir um volume muito pequeno da solução-estoque. Uma solução foi preparada por transferência de 0,661 g de dicromato de potássio,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ , para um balão volumétrico de 250 mL e diluição com água até a marca. Uma amostra de 1 mL dessa solução foi transferida para um balão volumétrico de 500 mL e diluída novamente com água até a marca. Depois, 10 mL dessa última solução foram transferidos para um balão de 250 mL e diluídos com água até a marca.

- Determine** a molaridade de  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  na solução final.
- Determine** a massa de  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  que deveria ser medida para preparar a solução final diretamente.

## PROBLEMA 2.10

3D36

Um químico dissolveu 0,033 g de sulfato de cobre penta-hidratado,  $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ , em água e diluiu a solução até a marca em um balão volumétrico de 250 mL. Uma amostra de 2 mL dessa solução foi transferida para outro balão volumétrico de 250 mL e diluída.

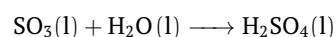
- Determine** a molaridade de  $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$  na solução final.
- Determine** a massa de  $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$  que deveria ser medida para preparar a solução final diretamente.

## Nível III

## PROBLEMA 3.1

3D37

*Oleum*, ou ácido sulfúrico fumegante, é obtido através da absorção do trióxido de enxofre por ácido sulfúrico. Ao se misturar oleum com água obtém-se ácido sulfúrico concentrado segundo a reação:



Deseja-se preparar uma solução aquosa com 95% de ácido sulfúrico em massa a partir de uma carga de 1 ton de oleum, com 20% em massa trióxido de enxofre.

**Determine** a massa de água que deve ser adicionada à carga de oleum para obter a solução desejada.

## PROBLEMA 3.2

3D38

Uma planta industrial descarrega  $3,5 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  de água contendo 65 ppm de HCl em um rio cuja vazão é  $50 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  e contém 10,2 ppm de  $\text{Ca}^{2+}$ . Para que outra indústria utilize a água do rio, essa deve ser neutralizada com óxido de cálcio, que reage com o ácido clorídrico formando cloreto de cálcio conforme a reação:



A segunda indústria utiliza  $18 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  de água e retorna 90% ao rio.

- Determine** a concentração de cloreto na água do rio após a descarga da primeira indústria.
- Determine** a concentração de  $\text{Ca}^{2+}$  na água do rio após a descarga da segunda indústria.



## PROBLEMA 3.3

3D39

Uma coluna de destilação contínua é usada para separar  $800 \text{ kg h}^{-1}$  de uma mistura ternária dos compostos A, B e C com 40%, 10% e 50% em massa, respectivamente. O produto de topo deve apresentar 66% de A em massa e o de fundo é constituído apenas pelo componente C.

Determine fração mássica de B no produto de topo.

## PROBLEMA 3.4

3D40

Uma corrente líquida de vazão  $20 \text{ kg h}^{-1}$  e composição percentual mássica de 60% de óleo e 40% de água é continuamente separada em duas correntes, uma com 95,4% e outra com 1% de óleo.

Determine vazão mássica da corrente com menor concentração de óleo.

## PROBLEMA 3.5

3D41

Um dos efluentes do processo de hidrotratamento de gás combustível é água contendo 3% de  $\text{H}_2\text{S}$  e 1%  $\text{NH}_3$  em base molar, denominada água ácida. Para possibilitar a remoção de  $\text{H}_2\text{S}$  e  $\text{NH}_3$ , duas colunas de destilação são empregadas.

São recuperados no topo da primeira coluna 95% do  $\text{H}_2\text{S}$  e 0,5% do  $\text{NH}_3$  que entram. Na segunda coluna, 99,5% do  $\text{H}_2\text{S}$  e do  $\text{NH}_3$  são recuperados no topo. Não há recuperação de água no topo das colunas.

Determine fração molar de  $\text{H}_2\text{S}$  que sai junto à água na corrente de fundo da segunda coluna de destilação.

## PROBLEMA 3.6

3D42

Uma unidade industrial produz uma corrente aquosa de vazão  $10 \text{ kg h}^{-1}$  contendo um sal de baixa solubilidade em água. Visando a recuperar o sal, inicialmente empregou-se um processo de filtração. A corrente de filtrado obtida apresentou apenas água e vazão de  $6 \text{ kg h}^{-1}$ . A corrente de concentrado foi encaminhada a uma etapa de evaporação, ao final da qual se obteve uma corrente contendo apenas vapor d'água com vazão de  $1 \text{ kg h}^{-1}$  e outra contendo apenas o sal.

Assinale a alternativa que mais se aproxima da fração mássica de sal na corrente inicial.

## PROBLEMA 3.7

3D43

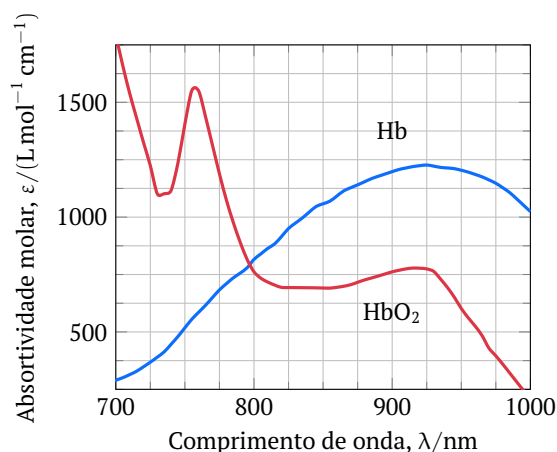
O *colorímetro de Duboscq* consiste em uma célula de caminho óptico fixo e uma célula de caminho óptico variável. O comprimento dessa célula é ajustado até que a transmissão das células seja a mesma. Uma solução de concentração  $24 \mu\text{g L}^{-1}$  de certa substância é adicionada à célula fixa de comprimento 4 cm. Uma solução do mesmo soluto de concentração desconhecida é adicionada à célula de concentração variável e seu comprimento é ajustado para 3 cm.

Determine a molaridade da segunda solução.

## PROBLEMA 3.8

3D44

A saturação de oxigênio, definida como a razão entre a concentração de oxi-hemoglobina e a concentração total de hemoglobina no sangue, pode ser determinada por espectroscopia de absorção. Uma amostra de sangue é coletada e colocada em uma célula com 10 mm de caminho óptico.



A solução transmite 10% da luz incidente de comprimento de onda 750 nm e 30% da luz incidente de comprimento de onda 850 nm.

- Determine concentração de oxi-hemoglobina e desoxi-hemoglobina no sangue.
- Determine a saturação de oxigênio na amostra de sangue.

## Gabarito

## Nível I

- |       |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1. C  | 2. C  | 3. E  | 4. B  | 5. A  | 6. C  |
| 7. D  | 8. C  | 9. B  | 10. E | 11. B | 12. C |
| 13. E | 14. E | 15. B | 16. C | 17. B | 18. E |
| 19. C | 20. B | 21. B | 22. C | 23. E | 24. C |
| 25. B | 26. E |       |       |       |       |

## Nível II

- Heterogênea; heterogênea; homogênea.
  - Decantação; dissolução seguida de filtração; destilação.
- Homogênea; heterogênea; heterogênea.
  - Destilação; decantação; dissolução seguida de filtração.
- 40%
- Não resta nenhuma molécula de X.
  - Após 20 diluições resta menos de uma molécula.
- 600 mL
- 100 mL da solução  $0,3 \text{ mol L}^{-1}$  e 400 mL da solução  $0,05 \text{ mol L}^{-1}$ .
- $9,1 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$
  - $4,6 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$
- $0,13 \text{ mol L}^{-1}$
- $7,2 \times 10^{-7} \text{ mol L}^{-1}$
  - $5,3 \times 10^{-5} \text{ g}$
- $4,2 \times 10^{-6} \text{ mol L}^{-1}$
  - $2,6 \times 10^{-4} \text{ g}$

**Nível III**

1. 45 kg
2. a. 4,25 ppm  
b. 10,3 ppm
3. 16%
4.  $7,5 \text{ kg h}^{-1}$
5.  $7,8 \times 10^{-6}$
6. 70%
7.  $16 \mu\text{g L}^{-1}$
8. a.  $7 \text{ mmol L}^{-1}$  e  $0,4 \text{ mmol L}^{-1}$   
b. 95%