



USP
Universidade de São Paulo

Universidade de São Paulo
Centro de Energia Nuclear na Agricultura



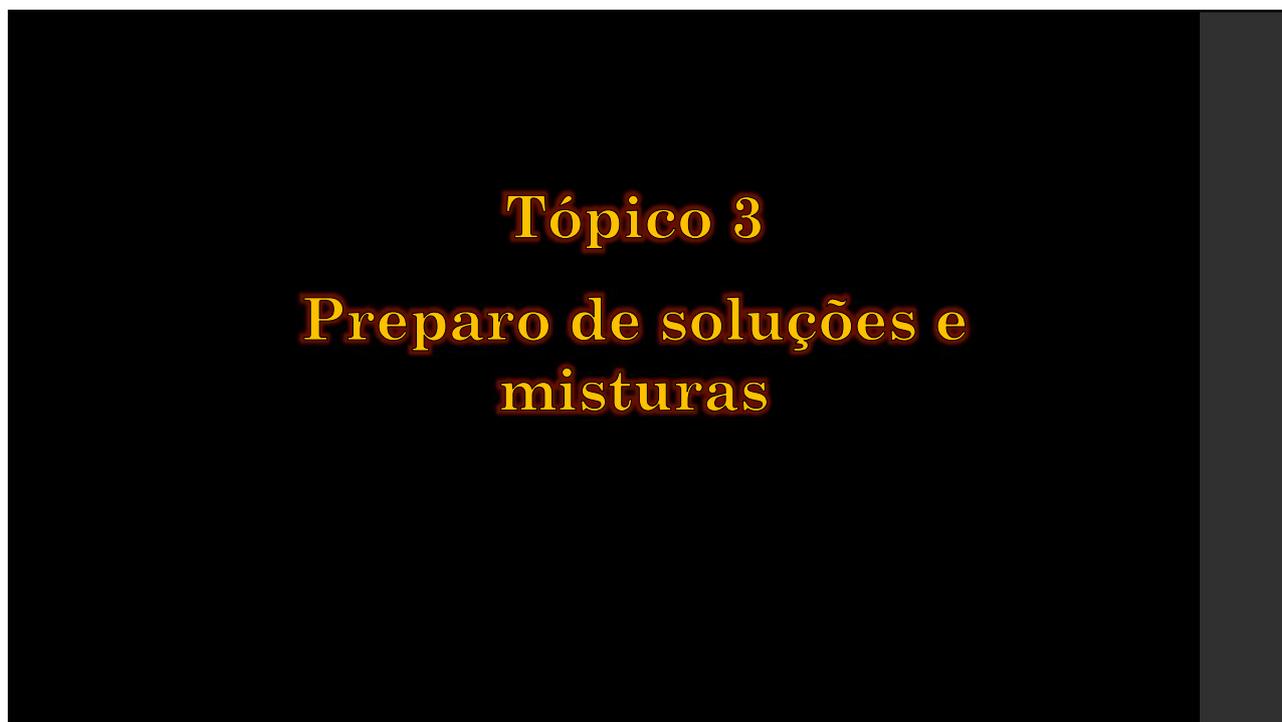
CEN5806

**Fundamentos de Química
Aplicados à Agricultura e
ao Ambiente**

Prof. Alex Virgilio

alexvirgilio@cena.usp.br

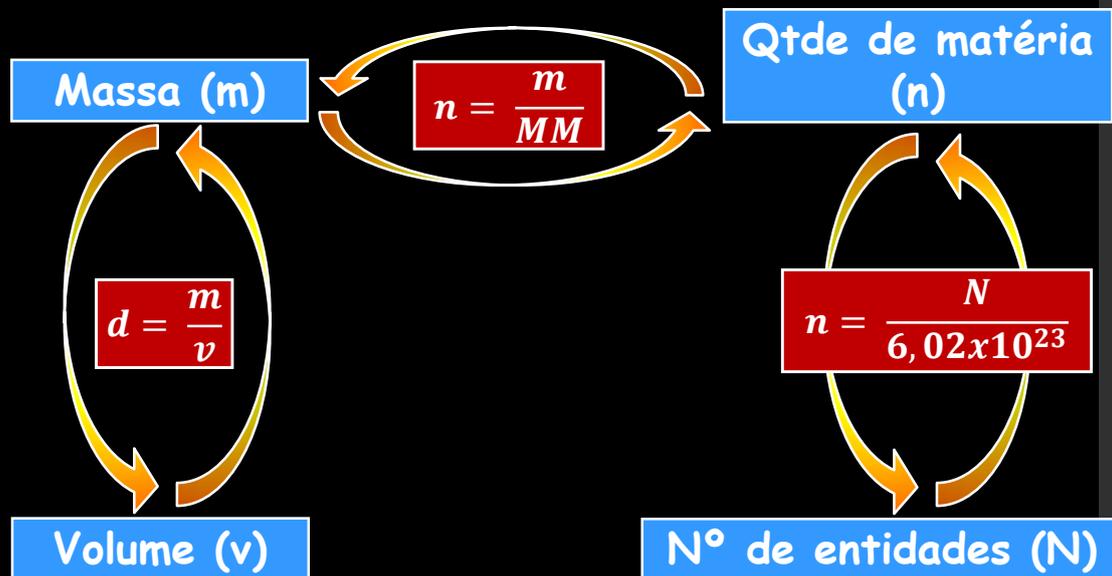
2º Sem
2020



Tópico 3

**Preparo de soluções e
misturas**

Aula passada: Relações mais importantes



Aula passada: Relações mais importantes

- Frações:** Quantidade de um componente (i) com relação ao todo

$$w_i = \frac{m_i}{m_{total}}$$

Onde w_i é a **fração ou título em massa (T ou τ)**

$$\phi_i = \frac{V_i}{V_{total}}$$

Onde ϕ_i é a **fração em volume**

$$x_i = \frac{n_i}{n_{total}}$$

Onde x_i é a **fração molar**

- Concentrações:** Quantidade de um componente (i) com ao volume de solução

$$C_i = \frac{m_i}{V_{solução}}$$

Onde C_i é a **concentração em massa**

$$\sigma_i = \frac{V_i}{V_{solução}}$$

Onde σ_i é a **concentração em volume**

$$M_i = \frac{n_i}{V_{solução}}$$

Onde M_i é a **concentração molar (molaridade)**

Soluções e misturas

Em um laboratório químico, as reações e processos são na maioria das vezes realizados com soluções e misturas:

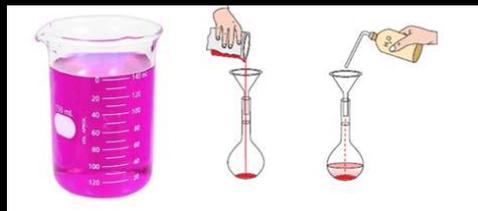
- A dissolução de um sal para a síntese de um material
- A mistura de solventes orgânicos para a extração de um componente
- A diluição de ácidos e bases para ajustes de pH



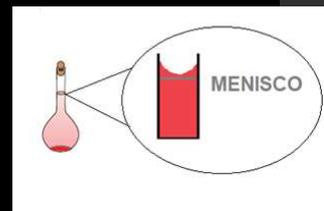
Como preparar uma solução com boa exatidão?



1. Pesagem de um soluto sólido ou retirada de alíquota de uma solução



2. Solubilização do sólido em béquer
3. Transferência para balão volumétrico

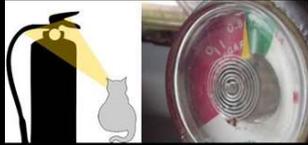


4. Acerto da marca (menisco) com solvente



Cuidados com o menisco

• Erro de paralaxe

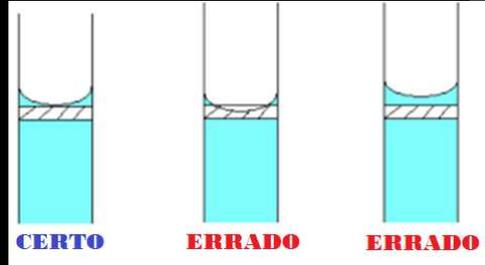


Seu ponto de vista quando encontra o problema

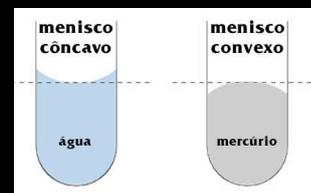
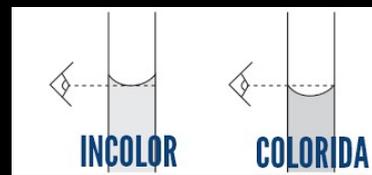
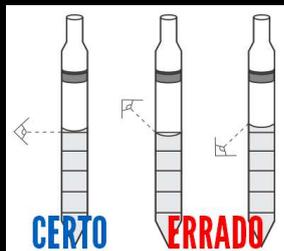


Ângulo pelo qual a situação deve ser analisada

• Acerto incorreto



E se passar do volume?



Preparo a partir de um soluto sólido

Soluto – componente em menor quantidade

Solvente – componente em maior quantidade

- **Concentração em massa (massa de soluto dissolvida em solução)**

Como preparar 250 mL de uma solução 15,0 g/L de NaCl?

$$C = \frac{m_{\text{soluto}}}{v_{\text{solução}}}$$

Ex: Pesa-se uma determinada massa de NaCl e solubiliza-se em 250 mL de água.

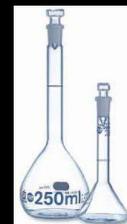
Qual a massa de NaCl?

15,0 g NaCl ----- 1000 mL

X g NaCl ----- 250 mL

$$x = 15,0 \times 250 / 1000$$

$$x = 3,75\text{g}$$



Qual material volumétrico vocês utilizariam?

Exercício em aula

A soda cáustica ou hidróxido de sódio (NaOH) é amplamente utilizada na preparação de sabão caseiro e também como desentupidor de pias e ralos. Calcule a massa necessária para preparar as seguintes soluções:

- a-) 300 mL de solução de NaOH com concentração de 8 g/L
 b-) 100 mL de solução de NaOH com concentração 3 mg/L
 c-) 450 mL de solução de NaOH com concentração 2 g/L

$$C = \frac{m_{\text{solute}}}{v_{\text{solução}}}$$

a-)
$$\begin{array}{l} 8 \text{ g} \text{ ----- } 1000 \text{ mL} \\ x \text{ ----- } 300 \text{ mL} \\ x = 2,4 \text{ g} \end{array}$$

b-)
$$\begin{array}{l} 3 \text{ mg} \text{ ----- } 1000 \text{ mL} \\ x \text{ ----- } 100 \text{ mL} \\ x = 0,3 \text{ mg} = 3 \times 10^{-3} \text{ g} \end{array}$$

c-)
$$\begin{array}{l} 2 \text{ g} \text{ ----- } 1000 \text{ mL} \\ x \text{ ----- } 450 \text{ mL} \\ x = 0,9 \text{ g} \end{array}$$

- Concentração em mols (nº de mols dissolvidos em uma solução)

Como preparar 250 mL de uma solução aquosa 0,130 mol/L de NaCl?

$$\begin{array}{l} 0,130 \text{ mol NaCl} \text{ ----- } 1000 \text{ mL} \\ x \text{ mol NaCl} \text{ ----- } 250 \text{ mL} \\ x = 3,25 \times 10^{-2} \text{ mol} \end{array}$$

ou

$$M = \frac{n_{\text{solute}}}{v_{\text{solução}}}$$

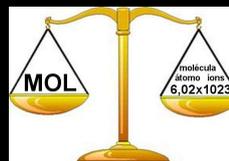
$$\begin{array}{l} n_{\text{NaCl}} = 0,130 \times 0,250 \\ n_{\text{NaCl}} = 3,25 \times 10^{-2} \text{ mol} \end{array}$$

Não existe uma balança que pese mol!! Como converter mol → massa

$$n = \frac{m_{\text{solute}}}{MM_{\text{solute}}}$$

Na = 23 g/mol e Cl = 35,5 g/mol ou

$$\begin{array}{l} 58,5 \text{ g NaCl} \text{ ----- } 1 \text{ mol} \\ x \text{ g NaCl} \text{ ----- } 3,25 \times 10^{-2} \text{ mol} \\ x = 1,9 \text{ g} \end{array}$$



$$\begin{array}{l} 3,25 \times 10^{-2} \text{ mol} = m_{\text{NaCl}} / 58,5 \text{ g/mol} \\ m_{\text{NaCl}} = 1,90 \text{ g} \end{array}$$

Exercício em aula

Dados Na = 23g/mol, O = 16g/mol e H = 1 g/mol, calcule a massa necessária para preparar as seguintes soluções:

a-) 250 mL de solução de NaOH com concentração 0,12 mol/L

b-) 1,2 L de solução de NaOH com concentração 1 mol/L

$$M = \frac{n_{\text{solute}}}{v_{\text{solução}}}$$

$$MM_{\text{NaOH}} = 23 + 16 + 1 = 40 \text{ g/mol}$$

$$n = \frac{m_{\text{solute}}}{MM_{\text{solute}}}$$

$$\begin{array}{l} \text{a-) } 0,12 \text{ mol} \text{ ----- } 1000 \text{ mL} \\ \quad x \text{ ----- } 250 \text{ mL} \\ \quad x = 0,03 \text{ mol} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 1 \text{ mol} \text{ ----- } 40 \text{ g} \\ 0,03 \text{ mol} \text{ ----- } y \\ y = 1,2 \text{ g} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{b-) } 1 \text{ mol} \text{ ----- } 1000 \text{ mL} \\ \quad x \text{ ----- } 1200 \text{ mL} \\ \quad x = 1,2 \text{ mol} \end{array}$$

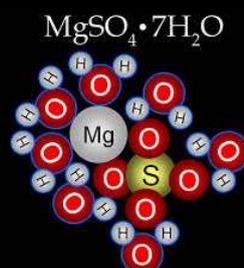
$$\begin{array}{l} 1 \text{ mol} \text{ ----- } 40 \text{ g} \\ 1,2 \text{ mol} \text{ ----- } y \\ y = 48 \text{ g} \end{array}$$

A partir de sais hidratados

Alguns sais encontram-se geralmente na forma hidratada e seus cristais contêm água na rede cristalina.

Ex: O sulfato de magnésio (Sal de Epsom), utilizado como fertilizante e medicamento laxante, apresenta a fórmula $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

Nesse caso, as **águas de hidratação** devem ser levadas em consideração nos cálculos



• **Concentração em massa a partir de sais hidratados**

Qual a massa de cloreto de cálcio hexahidratado ($\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{MM} = 219,1$ g/mol) necessária para preparar 250 mL de uma solução de CaCl_2 ($\text{MM} = 111,1$ g/mol) com concentração 50,0 g/L?

$$\begin{array}{l} 50 \text{ g } \text{CaCl}_2 \text{ ----- } 1000 \text{ mL} \\ x \text{ g } \text{CaCl}_2 \text{ ----- } 250 \text{ mL} \end{array}$$

$$x = 12,5 \text{ g } \text{CaCl}_2$$



$$\begin{array}{l} 111,1 \text{ g } \text{CaCl}_2 \text{ ----- } 219,1 \text{ g } \text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O} \\ 12,5 \text{ g } \text{CaCl}_2 \text{ ----- } y \text{ g } \text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O} \\ \text{ou} \\ y = 24,7 \text{ g de } \text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O} \end{array}$$

$$C = \frac{m_{\text{solute}}}{v_{\text{solvente}}}$$

$$m_{\text{CaCl}_2} = 50,0 \text{ g/L} \times 0,250 \text{ L}$$

$$m_{\text{CaCl}_2} = 12,5 \text{ g}$$

$$w = \frac{m_{\text{solute}}}{m_{\text{solute hidratado}}}$$

Como

$$1 \text{ CaCl}_2 \text{ ----- } 1 \text{ CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$$

$$w = \frac{\text{MM}_{\text{solute}}}{\text{MM}_{\text{solute hidratado}}} = 0,506$$

$$w = \frac{m_{\text{solute}}}{m_{\text{solute hidratado}}}$$

$$0,506 = \frac{12,5}{m_{\text{solute hidratado}}}$$

$$m_{\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}} = 24,7 \text{ g}$$

Exercício em aula

Qual a massa de nitrato de cálcio tetrahidratado ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) é necessária para preparar 500 mL de uma solução de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ com concentração 2,4 g/L?

Dados: Ca = 40 g/mol, N = 14 g/mol, O = 16 g/mol e H = 1 g/mol

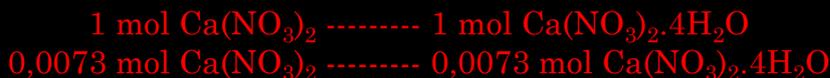
$$\text{MM}_{\text{Ca}(\text{NO}_3)_2} = 40 \times 1 + 14 \times 2 + 16 \times 6 = 164 \text{ g/mol}$$

$$\text{MM}_{\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}} = 40 \times 1 + 14 \times 2 + 16 \times 6 + 4 \times (18) = 236 \text{ g/mol}$$

$$\begin{array}{l} 2,4 \text{ g } \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \text{ ----- } 1000 \text{ mL} \\ x \text{ g } \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \text{ ----- } 500 \text{ mL} \\ x = 1,2 \text{ g } \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \end{array} \quad \begin{array}{l} 1 \text{ mol } \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \text{ ----- } 164 \text{ g} \\ y \text{ g } \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \text{ ----- } 1,2 \text{ g} \\ y = 0,0073 \text{ mol} \end{array}$$

$$C = \frac{m_{\text{solute}}}{v_{\text{solução}}}$$

$$w = \frac{m_{\text{solute}}}{m_{\text{solute hidratado}}}$$



$$\begin{array}{l} 1 \text{ mol } \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O} \text{ ----- } 236 \text{ g} \\ 0,0073 \text{ mol } \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O} \text{ ----- } z \text{ g} \\ z = 1,72 \text{ g} \end{array}$$

• Concentração em mol para sais hidratados

Qual a massa de nitrato de cálcio tetrahidratado ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, $\text{MM} = 236,2$ g/mol) necessária para preparar 500 mL de uma solução de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ com concentração 0,1 mol/L?

$$\begin{array}{l} 0,1 \text{ mol } \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \text{ ----- } 1000 \text{ mL} \\ x \text{ g } \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \text{ ----- } 500 \text{ mL} \\ x = 0,05 \text{ mol} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 1 \text{ mol } \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \text{ ----- } 1 \text{ mol } \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O} \\ 0,05 \text{ mol } \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \text{ ----- } 0,05 \text{ mol } \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 1 \text{ mol } \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O} \text{ ----- } 236,2 \text{ g} \\ 0,05 \text{ mol } \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O} \text{ ----- } y \\ y = 11,81 \text{ g} \end{array}$$

Exercício em aula

Qual a massa de carbonato de sódio decahidratado ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, $\text{MM} = 286$ g/mol) é necessária para preparar 100 mL de uma solução de Na_2CO_3 com concentração 0,1 mol/L?

$$\begin{array}{l} 0,1 \text{ mol } \text{Na}_2\text{CO}_3 \text{ ----- } 1000 \text{ mL} \\ x \text{ g } \text{Na}_2\text{CO}_3 \text{ ----- } 100 \text{ mL} \\ x = 0,01 \text{ mol} \end{array}$$

$$M = \frac{n_{\text{solute}}}{v_{\text{solução}}}$$

$$\begin{array}{l} 1 \text{ mol } \text{Na}_2\text{CO}_3 \text{ ----- } 1 \text{ mol } \text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O} \\ 0,01 \text{ mol } \text{Na}_2\text{CO}_3 \text{ ----- } 0,01 \text{ mol } \text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O} \end{array}$$

$$n = \frac{m_{\text{solute}}}{\text{MM}_{\text{solute}}}$$

$$\begin{array}{l} 1 \text{ mol } \text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O} \text{ ----- } 286 \text{ g} \\ 0,01 \text{ mol } \text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O} \text{ ----- } y \\ y = 2,86 \text{ g} \end{array}$$

Preparo em termos da concentração de um cátion ou ânion

Algumas vezes, desejamos preparar uma solução de concentrações específicas

Concentração em massa para cátions ou ânions

Deseja-se preparar 50 mL de uma solução contendo 1000 mg/L de cloreto (Cl⁻).

Dados $MM_{Cl} = 35,5 \text{ g/mol}$, qual a massa a ser pesada a partir de:

i-) NaCl ($MM = 58,5 \text{ g/mol}$),

ii-) CaCl₂ ($MM = 111,0 \text{ g/mol}$), $Ca = 40,0 \text{ g/mol}$



$$1 \text{ g Cl}^- \text{ ----- } 1000 \text{ mL}$$

$$x \text{ g Cl}^- \text{ ----- } 50 \text{ mL}$$

$$x = 0,05 \text{ g Cl}^-$$



$$n_{\text{NaCl}} = n_{\text{Cl}^-}$$



$$58,5 \text{ g} \text{ ----- } 35,5 \text{ g}$$

$$y \text{ ----- } 0,05 \text{ g}$$

$$y = 0,082 \text{ g de NaCl}$$



$$n_{\text{CaCl}_2} = 2 n_{\text{Cl}^-}$$



$$111,0 \text{ g} \text{ ----- } 2 \times 35,5 \text{ g}$$

$$y \text{ ----- } 0,05 \text{ g}$$

$$y = 0,078 \text{ g de CaCl}_2$$

A mesma relação é usada para sais hidratados!!

Concentração em mol para cátions ou ânions

Deseja-se preparar 100 mL de uma solução contendo 1 mol/L de sódio (Na⁺).

Qual a massa a ser pesada a partir de:

i-) NaCl ($MM = 58,5 \text{ g/mol}$)

ii-) Na₂SO₄ ($MM = 142,0 \text{ g/mol}$)

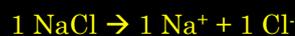
$$1 \text{ mol Na}^+ \text{ ----- } 1000 \text{ mL}$$

$$x \text{ ----- } 100 \text{ mL}$$

$$x = 0,1 \text{ mol Na}^+$$



i-)



$$1 \text{ mol NaCl} \text{ ----- } 1 \text{ mol Na}^+$$

$$0,1 \text{ mol NaCl} \text{ ----- } 0,1 \text{ mol Na}^+$$

$$1 \text{ mol NaCl} \text{ ----- } 58,5 \text{ g NaCl}$$

$$0,1 \text{ mol} \text{ ----- } y$$

$$y = 5,85 \text{ g de NaCl}$$

5,85 g de NaCl contém 0,1 mol de Na⁺

ii-)



$$1 \text{ mol Na}_2\text{SO}_4 \text{ ----- } 2 \text{ mols Na}^+$$

$$x \text{ Na}_2\text{SO}_4 \text{ ----- } 0,1 \text{ mol Na}^+$$

$$x = 0,05 \text{ mol Na}_2\text{SO}_4$$

$$1 \text{ mol Na}_2\text{SO}_4 \text{ ----- } 142,0 \text{ g Na}_2\text{SO}_4$$

$$0,05 \text{ mol} \text{ ----- } y$$

$$y = 7,1 \text{ g de Na}_2\text{SO}_4$$

7,1 g de Na₂SO₄ contém 0,1 mol de Na⁺

Exercício em aula

Uma solução de NaNO_3 (MM = 85,0 g/mol) foi preparada dissolvendo-se 17 g até o volume final de 500,0 mL. Determine a concentração molar de íons Na^+ e de NO_3^- nessa solução. Dados: Na = 23,0 g/mol, N = 14,0 g/mol e O = 16,0 g/mol

$$\begin{array}{r} 1 \text{ mol NaNO}_3 \text{ ----- } 85 \text{ g} \\ x \text{ ----- } 17 \text{ g} \\ x = 0,2 \text{ mol} \end{array}$$

$$n = \frac{17}{85} = 0,2$$

$$M = \frac{n_{\text{solute}}}{v_{\text{solução}}}$$

$$\begin{array}{r} 0,2 \text{ mol NaNO}_3 \text{ ----- } 500 \text{ mL} \\ M \text{ ----- } 1000 \text{ mL} \\ M = 0,4 \text{ mol/L} \end{array} \quad \text{ou}$$

$$M = \frac{0,2}{0,5}$$

$$n = \frac{m_{\text{solute}}}{MM_{\text{solute}}}$$



Portanto: $M_{\text{Na}^+} = 0,4 \text{ mol/L}$ e $M_{\text{NO}_3^-} = 0,4 \text{ mol/L}$

Preparo a partir de um soluto líquido

- Concentração em volume (volume de um soluto dissolvido em uma solução)

Como preparar 100,0 mL de uma mistura aquosa 20,0 mL/L de glicerina?

Mede-se o volume necessário de glicerina e solubiliza-se até 100 mL com água.

Qual o volume necessário?

$$V_{\text{glicerina}} = \sigma_{\text{glicerina}} \times V_{\text{total}}$$

$$V_{\text{glicerina}} = 20,0 \text{ mL/L} \times 0,100 \text{ L}$$

$$V_{\text{glicerina}} = 2,00 \text{ mL}$$

ou

$$\begin{array}{r} 20,0 \text{ mL glicerina ----- } 1000 \text{ mL mistura} \\ x \text{ mL glicerina ----- } 100 \text{ mL mistura} \\ x = 2,00 \text{ mL} \end{array}$$



Qual material volumétrico vocês utilizariam?

Exercício em aula

Qual o volume de etanol necessário para preparar as seguintes misturas aquosas:

- a-) 800 mL de mistura com concentração 150 g/L
 b-) 150 mL de mistura com concentração 13 g/L

$$C_i = \frac{m_i}{V_{\text{solução}}}$$

Dado: $d_{\text{etanol}} = 0,79 \text{ g/mL}$

$$d = \frac{m}{v}$$

a-)
$$\begin{array}{l} 150 \text{ g} \text{ ----- } 1000 \text{ mL} \\ x \text{ ----- } 800 \text{ mL} \\ x = 120 \text{ g} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 1 \text{ mL} \text{ ----- } 0,79 \text{ g} \\ y \text{ ----- } 120 \text{ g} \\ y = 152 \text{ mL} \end{array}$$

b-)
$$\begin{array}{l} 13 \text{ g} \text{ ----- } 1000 \text{ mL} \\ x \text{ ----- } 150 \text{ mL} \\ x = 1,95 \text{ g} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 1 \text{ mL} \text{ ----- } 0,79 \text{ g} \\ y \text{ ----- } 1,95 \text{ g} \\ y = 2,47 \text{ mL} \end{array}$$

• Concentração em mol (mols de um líquido dissolvido em solução)

Qual o volume de butanol necessário para preparar 500 mL de uma solução aquosa de concentração 0,20 mol/L? Dado: $MM_{\text{butanol}} = 74 \text{ g/mol}$ e $d_{\text{butanol}} = 0,81 \text{ g/mL}$

$$\begin{array}{l} 0,2 \text{ mol butanol} \text{ ----- } 1000 \text{ mL} \\ x \text{ mol butanol} \text{ ----- } 500 \text{ mL} \\ x = 0,1 \text{ mol de butanol} \end{array}$$

$$M = \frac{n_{\text{soluta}}}{v_{\text{solução}}}$$

$$\begin{array}{l} 1 \text{ mol butanol} \text{ ----- } 74 \text{ g} \\ 0,1 \text{ mol butanol} \text{ ----- } y \text{ g} \\ y = 7,4 \text{ g de butanol} \end{array}$$

$$n = \frac{m_{\text{soluta}}}{MM_{\text{soluta}}}$$

$$\begin{array}{l} 1 \text{ mL butanol} \text{ ----- } 0,81 \text{ g} \\ z \text{ mL butanol} \text{ ----- } 7,4 \text{ g} \\ y = 9,1 \text{ mL butanol} \end{array}$$

$$d = \frac{m}{v}$$

Exercício em aula

Qual o volume de etanol necessário para preparar as seguintes misturas aquosas:

a-) 150 mL de mistura com concentração 1,5 mol/L

b-) 250 mL de mistura com concentração 0,2 mol/L

Dados: $MM_{\text{etanol}} = 46 \text{ g/mol}$ e $d_{\text{etanol}} = 0,79 \text{ g/mL}$

$$M = \frac{n_{\text{soluto}}}{v_{\text{solução}}}$$

$$n = \frac{m_{\text{soluto}}}{MM_{\text{soluto}}}$$

$$d = \frac{m}{v}$$

a-) 1,5 mol ----- 1000 mL b-) 0,2 mol ----- 1000 mL

x ----- 150 mL

x = 0,225 mol

1 mol ----- 46 g

0,225 mol ----- y

y = 10,4 g

1 mL ----- 0,79 g

z ----- 10,4 g

z = 13,2 mL

x ----- 250 mL

x = 0,05 mol

1 mol ----- 46 g

0,05 mol ----- y

y = 2,3 g

1 mL ----- 0,79 g

z ----- 2,3 g

z = 2,9 mL

A partir de uma solução estoque (stock)

Solução estoque : Solução altamente concentrada em um determinado soluto

- **Concentração em massa**



O ácido fosfórico (H_3PO_4) é vendido como solução concentrada com título 85% (m/m) e densidade de 1,71 g/mL. Calcule o volume dessa solução estoque necessário para preparar 2000 mL de uma solução 10,5 g/L.

10,5 g H_3PO_4 ----- 1 L

x g H_3PO_4 ----- 2 L

x = 21 g H_3PO_4

85 g H_3PO_4 ----- 100 g solução

21 g H_3PO_4 ----- y g solução

y = 24,7 g solução

1 mL solução ----- 1,71 g solução

z mL solução ----- 24,7 g solução

y = 14,4 mL solução

$$C_i = \frac{m_i}{V_{\text{solução}}}$$

$$w_i = \frac{m_i}{m_{\text{total}}}$$

$$d = \frac{m}{v}$$

• **Concentração em massa**

Qual a concentração em massa (g/L) do ácido fosfórico (H_3PO_4) é vendido como solução concentrada com título 85% (m/m) e densidade de 1,71 g/mL.

$$\begin{array}{l} 1 \text{ mL solução} \text{ ----- } 1,71 \text{ g solução} \\ 1000 \text{ mL solução} \text{ ----- } x \text{ solução} \\ x = 1.710 \text{ g solução} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 85 \text{ g H}_3\text{PO}_4 \text{ ----- } 100 \text{ g solução} \\ y \text{ g H}_3\text{PO}_4 \text{ ----- } 1710 \text{ g solução} \\ y = 1453,5 \text{ g H}_3\text{PO}_4 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 1453,5 \text{ g H}_3\text{PO}_4 \text{ ----- } 1 \text{ L} \\ \text{ou} \\ 1.453,5 \text{ g/L H}_3\text{PO}_4 \end{array}$$

Fórmula simplificada

$$C = w \cdot d \cdot 1000$$

$$C = 0,85 \times 1,71 \times 1000$$

$$C = 1.453,5 \text{ g/L}$$

Exercício em aula

Qual o volume de solução de H_2SO_4 concentrado (título = 96 %) é necessário para preparar 250 mL de uma solução 150 g/L? Dado: $d_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 1,84 \text{ g/mL}$

$$\begin{array}{l} 150 \text{ g H}_2\text{SO}_4 \text{ ----- } 1000 \text{ mL} \\ x \text{ g H}_2\text{SO}_4 \text{ ----- } 250 \text{ mL} \\ x = 37,5 \text{ g H}_2\text{SO}_4 \end{array}$$

$$C_i = \frac{m_i}{V_{\text{solução}}}$$

$$\begin{array}{l} 96 \text{ g H}_2\text{SO}_4 \text{ ----- } 100 \text{ g solução} \\ 37,5 \text{ g H}_2\text{SO}_4 \text{ ----- } y \text{ g solução} \\ y = 39 \text{ g solução} \end{array}$$

$$w_i = \frac{m_i}{m_{\text{total}}}$$

$$\begin{array}{l} 1 \text{ mL solução} \text{ ----- } 1,84 \text{ g} \\ z \text{ mL solução} \text{ ----- } 39 \text{ g} \\ y = 21,2 \text{ mL solução} \end{array}$$

$$d = \frac{m}{v}$$

• **Concentração em mol**

Qual o volume de solução de HNO₃ concentrado (título = 65 %) é necessário para preparar 500 mL de uma solução 0,125 mol/L? Dados: d_{HNO₃} = 1,40 g/mL e MM_{HNO₃} = 63 g/mol.

$$\begin{array}{l} 0,125 \text{ mol HNO}_3 \text{ ----- } 1000 \text{ mL} \\ x \text{ mol HNO}_3 \text{ ----- } 500 \text{ mL} \\ x = 6,25 \times 10^{-2} \text{ HNO}_3 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 1 \text{ mol HNO}_3 \text{ ----- } 63 \text{ g} \\ 6,25 \times 10^{-2} \text{ mol HNO}_3 \text{ ----- } y \text{ g} \\ y = 3,94 \text{ g HNO}_3 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 65 \text{ g HNO}_3 \text{ ----- } 100 \text{ g solução} \\ 3,94 \text{ g HNO}_3 \text{ ----- } z \text{ g solução} \\ z = 6,1 \text{ g solução} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 1 \text{ mL solução ----- } 1,4 \text{ g} \\ x \text{ mL solução ----- } 6,1 \text{ g} \\ x = 4,4 \text{ mL solução} \end{array}$$

$$M = \frac{n_{\text{solute}}}{v_{\text{solução}}}$$

$$n = \frac{m_{\text{solute}}}{MM_{\text{solute}}}$$

$$w_i = \frac{m_i}{m_{\text{total}}}$$

$$d = \frac{m}{v}$$

• **Concentração em mol**

Qual a concentração molar (mol/L) do ácido nítrico (HNO₃) concentrado (título = 65% m/m), densidade de 1,40 g/mL e MM_{HNO₃} = 63,0 g/mol.

$$\begin{array}{l} 1 \text{ mL solução ----- } 1,40 \text{ g solução} \\ 1000 \text{ mL solução ----- } x \text{ solução} \\ x = 1.400 \text{ g solução} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 65 \text{ g HNO}_3 \text{ ----- } 100 \text{ g solução} \\ y \text{ g HNO}_3 \text{ ----- } 1400 \text{ g solução} \\ y = 910 \text{ g HNO}_3 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 1 \text{ mol HNO}_3 \text{ ----- } 63 \text{ g solução} \\ z \text{ mol ----- } 910 \text{ g solução} \\ y = 14,4 \text{ mol HNO}_3 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 14,4 \text{ mol HNO}_3 \text{ ----- } 1 \text{ L} \\ \text{ou } 14,4 \text{ mol/L HNO}_3 \end{array}$$

Fórmula simplificada

$$M = \frac{w \cdot d \cdot 1000}{MM}$$

$$M = \frac{0,65 \cdot 1,40 \cdot 1000}{63,0}$$

$$M = 14,4 \text{ mol/L}$$

$$M = \frac{C}{MM}$$

Exercício em aula

O ácido fosfórico (H_3PO_4) pode ser usado também como acidulante na fabricação de refrigerantes. Calcule o volume dessa solução estoque necessário para preparar 600 mL de uma solução 1,1 mol/L. Dados: título = 85% , $d_{\text{H}_3\text{PO}_4} = 1,71 \text{ g/mL}$ e $\text{MM}_{\text{H}_3\text{PO}_4} = 98 \text{ g/mol}$

$$\begin{array}{l} 1,1 \text{ mol H}_3\text{PO}_4 \text{ ----- } 1000 \text{ mL} \\ x \text{ g H}_3\text{PO}_4 \text{ ----- } 600 \text{ mL} \\ x = 0,66 \text{ mol H}_3\text{PO}_4 \end{array}$$

$$M = \frac{n_{\text{solute}}}{v_{\text{solução}}}$$

$$\begin{array}{l} 1 \text{ mol H}_3\text{PO}_4 \text{ ----- } 98 \text{ g} \\ 0,66 \text{ mol H}_3\text{PO}_4 \text{ ----- } y \\ y = 64,7 \text{ g H}_3\text{PO}_4 \end{array}$$

$$n = \frac{m_{\text{solute}}}{\text{MM}_{\text{solute}}}$$

$$\begin{array}{l} 85 \text{ g H}_3\text{PO}_4 \text{ ----- } 100 \text{ g sol} \\ 64,7 \text{ H}_3\text{PO}_4 \text{ ----- } z \\ z = 76,1 \text{ g solução} \end{array}$$

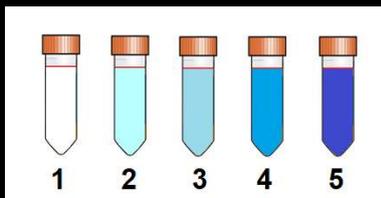
$$w = \frac{m_{\text{solute}}}{m_{\text{total}}}$$

$$\begin{array}{l} 1 \text{ mL solução ----- } 1,71 \text{ g} \\ x \text{ mL solução ----- } 76,1 \text{ g} \\ x = 44,5 \text{ mL solução} \end{array}$$

$$d = \frac{m}{v}$$

Diluição Simples

A diluição de soluções estoque é muito útil no preparo um conjunto de soluções
Ex: Preparo de soluções padrão em Química Analítica



Solução	[Cu ²⁺] (mg/L)
1	10
2	50
3	100
4	200
5	400

Preparo de 5 soluções

Pesar 5 massas de CuSO_4 , solubilizar em 5 béquers, transferir para 5 balões volumétricos.
Viável ???

E preparar 1 solução estoque e diluir a mesma até alcançar a concentração desejável ???

Diluição simples

Princípio: O nº de mols presente nunca se altera com a mudança do volume!



$$\begin{aligned}n_{\text{HCl}} &= M_{\text{HCl}} \times V_{\text{HCl}} \\n_{\text{HCl}} &= 12,00 \times 0,00500 \\n_{\text{HCl}} &= 0,06 \text{ mol HCl}\end{aligned}$$

$$M = 12,00 \text{ mol/L} \quad V = 5,00 \text{ mL}$$

Após transferência e adição de água, qual o n_{HCl} em cada um dos recipientes?



Béquer de 200 mL



Balão de 1L



Caixa d'água de 1000L



Solução 1



Solução 2

Se n não muda, $n_{\text{solução 1}} = n_{\text{solução 2}}$

ou $n_{\text{inicial}} = n_{\text{final}}$

ou $n_{\text{concentrada}} = n_{\text{diluída}}$

$$M = \frac{n_{\text{solute}}}{v_{\text{solução}}}$$

$$n = M \cdot v$$

$$M_1 \times v_1 = M_2 \times v_2$$

Qual o volume de HCl concentrado ($M_1 = 12 \text{ mol/L}$) necessário para preparar 50 mL de uma solução diluída ($M_2 = 3 \text{ mol/L}$)?

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$

$$12 \text{ mol/L} \times V_1 = 3 \text{ mol/L} \times 0,05 \text{ L}$$

$$V_1 = 0,0125 \text{ L}$$

Considerações sobre a diluição simples

Pode ser utilizada também para concentrações em massa!

Ex: Como preparar 100 mL de uma solução 2 g/L a partir de uma 20g/L

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$
$$20 \text{ g/L} \times V_1 = 0,1 \text{ L} \times 2 \text{ g/L}$$
$$V_1 = 0,01 \text{ L}$$

$$C_1 \times v_1 = C_2 \times v_2$$

Pode utilizar unidade de volume diferente da usada na concentração

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$
$$12 \text{ mol/L} \times V_1 = 3 \text{ mol/L} \times 50 \text{ mL}$$
$$V_1 = 12,5 \text{ mL}$$

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$
$$20 \text{ g/L} \times V_1 = 100 \text{ mL} \times 2 \text{ g/L}$$
$$V_1 = 10 \text{ mL}$$

Atenção: Mantenha unidades iguais dos dois lados da equação

Exercício em aula

A partir de uma solução 6 mol/L de NaOH (MM=40 g/mol), calcule o volume necessário para preparar as seguintes soluções:

a-) 250 mL de solução com concentração 0,5 mol/L

b-) 50 mL de solução com concentração 150 g/L

$$C_1 \times v_1 = C_2 \times v_2$$

a-)

$$n_1 = n_2$$
$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$
$$6 \text{ mol/L} \times V_1 = 250 \text{ mL} \times 0,5 \text{ mol/L}$$
$$V_1 = 20,8 \text{ mL}$$

$$M = \frac{C}{MM}$$

$$n_2 = C \times v / MM$$
$$n_2 = 150 \times 0,005 / 40$$
$$n_2 = 0,0188 \text{ mols}$$

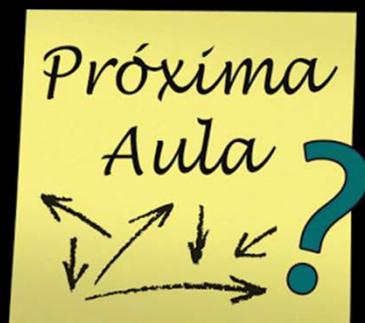
b-)

$$C_1 = M \times MM_{\text{NaOH}} \quad n_1 = n_2 \quad \text{Ou}$$
$$C_1 = 6 \times 40 \quad C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$
$$C_1 = 240 \text{ g/L} \quad 240 \times V_1 = 150 \times 50 \quad n_1 = n_2$$
$$V_1 = 31,3 \text{ mL} \quad 6 \times V_1 = 0,0188$$
$$V_1 = 0,0313 \text{ L}$$

Exercício para entregar

Um aluno precisa preparar 250 mL de uma solução aquosa 10 g/L de CaCl_2 . Dados: $\text{Ca} = 40,0 \text{ g/mol}$, $\text{Cl} = 35,5 \text{ g/mol}$, $\text{H} = 1,0 \text{ g/mol}$ e $\text{O} = 16,0 \text{ g/mol}$. Calcule:

- A massa a ser pesada caso o sal utilizado seja o CaCl_2
- A massa a ser pesada caso o sal utilizado seja o $\text{CaCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$
- O volume a ser tomado caso parta de uma solução 200 g/L CaCl_2
- As concentrações molares de Ca^{2+} e Cl^- na solução preparada



Equações Químicas e
Balanceamento