

## CONCENTRAÇÃO DAS SOLUÇÕES

Existem varias formas de exprimir de maneira precisa a concentração de uma solução, relacionando a quantidade de soluto e de solvente, ou a quantidade de soluto e de solução.

Nas equações a seguir, adotaremos a seguinte convenção:

- Índice 1 → para o soluto.
- Índice 2 → para o solvente.
- Para a solução não se usará índice.

## TIPOS DE CONCENTRAÇÃO

### CONCENTRAÇÃO COMUM OU CONCENTRAÇÃO EM GRAMAS PORLITRO (C):

É a razão entre a massa do soluto e o volume da solução.

$$C = \frac{m_1}{V}$$

C = concentração em g/L da solução.  
m<sub>1</sub> = massa do soluto.  
V = volume da solução.

Unidade: gramas/litro.

### EXERCÍCIOS RESOLVIDOS

Determine a concentração em g/L de uma solução aquosa de ácido sulfúrico, que contém 120 g do ácido em 5,0 litros da solução.

#### Resolução:

$$C = ? ; m_1 = 120 \text{ g} ; V = 5,0 \text{ litros}$$

$$C = m_1/V \rightarrow C = 120/5 \rightarrow C = 24 \text{ g/L.}$$

A solução contém 24 gramas de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> por litro da solução.

### MOLARIDADE OU CONCENTRAÇÃO MOLAR (M)

É a razão entre o número de moles do soluto e o volume da solução.

$$M = \frac{n_1}{V}$$

M = molaridade da solução.  
n<sub>1</sub> = número de moles do soluto.  
V = volume da solução.

Unidade: mol/litro ou molar.

Como  $n_1 = m_1/mol_1$ , por substituição tem-se:

$$M = \frac{m_1}{mol_1 \cdot V}$$

M = molaridade da solução.  
m<sub>1</sub> = massa do soluto.  
mol<sub>1</sub> = massa molecular do soluto.  
V = volume da solução.

### EXERCÍCIOS RESOLVIDOS

01. Uma solução aquosa de ácido clorídrico, de volume igual a 4,0 litros, contém 2,0 moles desse ácido. Determine a molaridade da solução.

#### Resolução:

$$M = ? ; n = 2 \text{ moles} ; V = 4 \text{ litros}$$

$$M = n_1/V \rightarrow M = 2/4 \rightarrow M = 0,5 \text{ mol/L, } 0,5 \text{ molar}$$

ou 0,5 M.

02. Dissolvendo-se 3,65 g de ácido clorídrico em água para um volume final de 2,0 litros, qual será a molaridade da solução?

#### Resolução:

$$HCl = 1 + 35,5 = 36,5 = mol_1 \quad m_1 = 3,65 \text{ g} ; V = 2 \text{ litros}$$

$$M = m_1/mol_1V \rightarrow M = 3,65/36,5 \rightarrow M = 3,65/73$$

M = 0,05 molar

### DENSIDADE (d):

É a razão entre a massa da solução e o volume da solução.

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

d = densidade  
m = massa da solução.  
V = volume da solução.

Unidade: g/L

A densidade da solução geralmente é expressa em g/mL ou em g/cm<sup>3</sup>. Nestes casos, para transformá-la em g/L deve-se multiplica-la por 1000.

#### Exemplo:

$$1,2 \text{ g/ml} = 1,2 \text{ g/cm}^3 = 1200 \text{ g/L}$$

Se a densidade de uma solução é igual a 1200 g/L, isto significa que em 1 litro de solução tem-se uma massa m de 1200 gramas, onde  $m = m_1 + m_2$ .

### TÍTULO EM MASSA (T) ou PORCENTAGEM EM MASSA (T%)

É a razão entre a massa do soluto e a massa da solução.

$$T = \frac{m_1}{m}$$

T = título da solução.  
m<sub>1</sub> = massa do soluto.  
m = massa da solução

Sabendo-se que a massa da solução é a soma da massa do soluto e do solvente ( $m = m_1 + m_2$ ), substituindo n, temos:

$$T = \frac{m_1}{m_1 + m_2}$$

T = título da solução.  
m<sub>1</sub> = massa do soluto.  
m<sub>2</sub> = massa do solvente.

**O título de uma solução pode ser expresso em porcentagem, multiplicando-o por 100. Nesse caso, o título representa a massa do soluto em 100 g da solução:**

$$T\% = 100 \cdot T$$

Desta forma, uma solução de glicose a 10% é aquela que contém 10 g de glicose em 100 g de solução. Por outro lado, nos cálculos, se o título vem expresso em porcentagem, deve-se dividi-lo por 100. Veja:

Se T% = 35%, isto significa que T = 0,35.

#### Exemplo:

Quantos gramas de água você deve adicionar a 50 g de cloreto de sódio, para preparar uma solução a 20% em massa do soluto?

#### Resolução:

$$m = ? ; m = 50 \text{ g} ; T = 20\% = 0,20$$

$$T = m_1/m_1 + m_2 \rightarrow 0,2 = 50 / 50 + m_2$$

$$m_2 = 200 \text{ g}$$

### TÍTULO EM VOLUME (Tv) OU PORCENTAGEM EM VOLUME (Tv%)

É a razão entre o volume do soluto e o volume da solução.

$$Tv = \frac{V_1}{V}$$

Tv = título em volume da solução.  
V<sub>1</sub> = volume do soluto.  
V = volume da solução

ou

$$Tv = \frac{V_1}{V_1 + V_2}$$

Tv = título em volume da solução.  
V<sub>1</sub> = volume do soluto.  
V<sub>2</sub> = volume do solvente.

O título em volume também pode ser expresso em porcentagem, representando o volume do soluto existente em 100 mL de solução:

$$Tv\% = 100 \cdot Tv$$

#### Exemplo:

Uma solução de etanol a 20% em volume contém 20 mL de etanol em cada 100 mL de solução. Isto significa também que 20 mL de etanol foram dissolvidos em 80 mL de água.

Em se tratando do álcool comum, também denominado etanol ou álcool etílico, a porcentagem em volume constitui uma escala conhecida como Gay-Lussac (GL) em que cada 1% corresponde a 1°GL. Assim, uma solução de etanol a 20% em volume (Tv% = 20%) é uma solução 20°GL.

### RELAÇÕES ENTRE OS DIVERSOS TIPOS DE CONCENTRAÇÃO

#### a) RELAÇÃO ENTRE CONCENTRAÇÃO COMUM E MOLARIDADE:

Se:  $C = m_1 / V$  e  $M = m_1 / MM_1$  (mol<sub>1</sub>) . V , por substituição tem-se:

$$C = M \cdot MM_1$$

#### a) RELAÇÃO ENTRE CONCENTRAÇÃO COMUM, TÍTULO E DENSIDADE:

Se :  $C = m_1/V$  e  $T = m_1/m$ , tem-se:  $CV = Tm$ .  
Sendo  $CV = C \cdot T \cdot m/V$ , logo :

$$C = T \cdot d$$

#### RESUMINDO:

Se:  $C = M \cdot MM_1$  e  $C = T \cdot d$ , logo:

$$C = M \cdot MM_1 = T \cdot d$$

Memorize esta última relação, que nos permite obter três equações de grande utilidade nos cálculos, veja:

$$C = M \cdot MM_1$$

$$C = 1000 \cdot T \cdot d$$

$$M \cdot MM_1 = 1000 \cdot T \cdot d$$

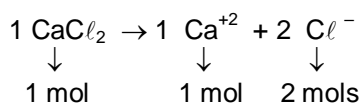
## CONCENTRAÇÃO DE ÍONS

Conhecendo-se a molaridade de uma solução aquosa de um soluto que sofre ionização ou dissociação iônica, pode-se calcular as molaridades dos íons presentes na referida solução.

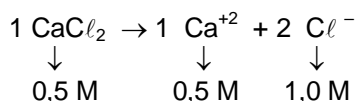
### EXERCÍCIOS RESOLVIDOS

Determine as concentrações molares dos íons  $\text{Ca}^{+2}$  e  $\text{Cl}^-$  presentes em uma solução aquosa 0,5 M de cloreto de cálcio, sabendo-se que este sal está 100% dissociado.

**Resolução:**



Na dissociação do cloreto de cálcio, observamos que 1 mol de  $\text{CaCl}_2$  fornece 1 mol de  $\text{Ca}^{+2}$  e 2 mols de  $\text{Cl}^-$ . Sendo a solução de  $\text{CaCl}_2$  0,5 molar, conclui-se que as molaridades dos íons são:



### EXERCÍCIOS

01. Uma solução aquosa de hidróxido de sódio (NaOH), a 20%, em massa, possui densidade 1,2g/mL.

- Qual a molaridade desta solução?
- Que massa de soluto existirá em 200mL desta solução?

02. São dissolvidos 42,6 gramas de  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$  em água de modo que o volume da solução seja igual a 4 litros. Qual a concentração molar dessa solução?

**Dados:** MA: Al = 27; N = 14 e O = 16.

03. Uma solução aquosa de hidróxido de sódio, a 20% em massa, possui densidade de 1,2 g/cm<sup>3</sup>. Calcule o volume da solução (em cm<sup>3</sup>) que contém 6 g de NaOH. (Dados: H = 1 u; O = 16 u e Na 23 u.) A densidade de uma solução é dada por

$$d = \frac{m(\text{g})}{V(\text{mL})} = \frac{m_1 + m_2}{V} \quad (\text{a densidade não é unidade de medida de concentração de solução}).$$

- Uma solução de ácido sulfúrico possui 15% em massa de  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , e sua densidade é de 1,1 g/cm<sup>3</sup>. Determinar a concentração dessa solução, em gramas por litro.
- Uma solução contém 2 mols de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  em 500 mL de solução. Qual é a concentração da solução, em gramas por litro? (Dados: H = 1 u; O = 16 u e S = 32 u.).
- Calcular a molaridade de uma solução que contém 9,8 g de  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , em 500 mL de solução. (Dados: H = 1 u; O = 16 u e S = 32 u.).
- Calcular a molaridade de uma solução aquosa de hidróxido de sódio (NaOH) a 20% em massa, que possua densidade de 1,2 g/cm<sup>3</sup>. (Dados: Na = 23 u; O 16 u e H = 1 u.).
- Calcule o volume de solução no qual se encontram dissolvidos 6,44 g de sulfato de sódio decaidratado ( $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ ), sabendo que a mesma é 0,1 M. (Dados: Na = 23 u; O = 16 u; S = 32 u e H = 1 u.).
- O ácido sulfúrico puro ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) possui densidade de 1,85 g/cm<sup>3</sup>. A 5 cm<sup>3</sup> desse ácido juntou-se água destilada até que o volume da solução atingisse 200cm<sup>3</sup>. Calcular a molaridade desta solução. (Dados: H = 1 u; S = 32 u e O = 16 u.).
- 500 mL de solução contém 10 g de sulfato férrico ( $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ) 100% dissociado. Calcule a molaridade do sulfato férrico e dos íons férrico e sulfato, em mols por litro. (Massas atômicas: Fe = 56; S = 32; O = 16.).
- Qual a molaridade de uma solução de ácido clorídrico que apresenta concentração igual a 146 g/L? Qual a molaridade dos íons  $\text{H}^+$  e  $\text{Cl}^-$ , supondo que o ácido esteja 90% dissociado? (Massas atômicas: H = 1; Cl = 35,5.).
- O O soro caseiro, recomendado para evitar a desidratação infantil, consiste em uma solução aquosa de cloreto de sódio (3,5 g/L) e de sacarose (11,0 g/L). Qual é a concentração, em mol/L, do cloreto de sódio nesta solução?
- O limite máximo de "ingestão diária aceitável" (IDA) de ácido fosfórico, aditivo em alimentos, é de 5 mg/kg de peso corporal. Calcule o volume de refrigerante, contendo ácido fosfórico na concentração de 0,6 g/L, que uma pessoa de 60 kg deve ingerir para atingir o limite máximo de IDA.
- Num refrigerante do tipo "cola", a análise química determinou uma concentração de íons fosfato,

15.  $\text{PO}_4^{3-}$  igual a 0,15 g/L. Qual a concentração de fosfato, em mols por litro, nesse refrigerante? (Massas atômicas relativas: P = 31; O = 16.).

16. O mercúrio é um metal tóxico que pode ser absorvido pelos animais por via gastrointestinal e cuja excreção é lenta. A análise da água de um rio contaminado revelou uma concentração de  $5 \cdot 10^{-5}$  M de mercúrio. Qual a massa, aproximada, em miligramas, de mercúrio ingerida por um garimpeiro, ao beber um copo contendo 250 mL dessa água?

17. Dissolvem-se 40 g de sulfato férrico  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  em água suficiente para 800  $\text{cm}^3$  de solução. Descubra a concentração molar dessa solução em relação ao sal e aos íons  $\text{Fe}^{3+}$  e  $\text{SO}_4^{2-}$ .

18. Calcule o massa em gramas necessários para preparar 250mL de solução  $1,5 \times 10^{-2}$  molar de NaOH.

19. O conteúdo de ácido acético no vinagre é de, aproximadamente, 3% em peso. Sabendo que a massa molecular do ácido acético é 60g/mol e que a densidade do vinagre é de 1,0g/mL, calcule a MOLARIDADE do ácido no vinagre.

20. 20,0 gramas de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  puro dissolvidos em 120mL de água destilada dão origem a uma solução de densidade igual a 1,14g/mL. Considerando-se a densidade de água a 1,00 g/mL, qual será a concentração da solução obtida, em gramas por litro?

21. Qual a molaridade de uma solução de ácido sulfúrico a 60% em peso e de massa específica igual a 1,65g/ $\text{cm}^3$ ?

### TESTES

01. (U. GAMA FILHO) Um determinado sal tem coeficiente de solubilidade igual a 34g/100g de água, a 20°C. Tendo-se 450g de água a 20°C, a quantidade, em gramas, desse sal, que permite preparar uma solução saturada, é de:

- (a) 484
- (b) 450
- (c) 340
- (d) 216
- (e) 153

02. (UFF) Dissolve-se 8,8 g de ácido ascórbico (vitamina C,  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ ) em água suficiente para preparar 125 mL de solução.

A concentração molar deste componente na solução é:

- (a) 0,40
- (c) 0,10

- (b) 0,80
- (d) 0,20
- (e) 1,00

03. (UFF) A massa de butanol necessária para preparar 500,0 mL de solução 0,20M é:

- (a) 14,8 g
- (b) 7,4 g
- (c) 3,7g
- (d) 37,7g
- (e) 18,5g

04. O conteúdo de ácido acético no vinagre é de, aproximadamente, 3% em peso. Sabendo que a massa molecular do ácido acético é 60 e que a densidade do vinagre é de 1,0 g/mL, qual a molaridade do ácido acético no vinagre?

- (a) 2,0 M
- (b) 1,0 M
- (c) 0,5 M
- (d) 0,2 M
- (e) 0,1 M

### GABARITO

- 01.  $\text{NaNO}_3$
- 02.  $\text{KNO}_3$
- 03. 225 g.
- 04. 30 g de  $\text{NH}_4\text{Cl}$ .
- 05. Cs= 50g/100g
- 06. Cs= 45g/100g (35°C)
- 07. 20g/100g e 250g de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$
- 08. a) 20g/100g  
b) 50g/100g  
c) 35g/100g
- 09. a) Cs= 18,3g/100g (40°C)  
b) Cs= 21,6g/100g (60°C)
- 10. a) 6M  
b) 48 g
- 11. 0,05 mol/L
- 12. 25  $\text{cm}^3$
- 13. 165 g/L
- 14. 392 g/L
- 15. 0,2 mol/L
- 16. 6 mol/L
- 17. 0,2 L
- 18. 0,47 mol/L
- 19. 0,057 mol/L de  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$   
0,114 mol/L de  $\text{Fe}^{+2}$   
0,171 mol/L de  $\text{SO}_4^{-2}$
- 20. 4 mol/L
- 21. 0,06 mol/L
- 22. 0,5L
- 23. 0,00158 mol/L de  $\text{PO}_4^{-3}$
- 24. 2,5 mg
- 25. 0,125 mol/L de  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$   
0,25 mol/L de  $\text{Fe}^{+3}$   
0,375 mol/L de  $\text{SO}_4^{-2}$
- 26. 0,15 g
- 27. 0,2 mol/L
- 28. 162,86 g/L
- 29. 10,10 mol/L

### GABARITO



COLÉGIO

**PLÍNIO  
LEITE**

**90**  
anos

01	02	03	04
E	A	B	C