

# CALCOLO CHIMICO

## Grandezze utilizzate

| nome                        | simbolo | unità di misura                           | note   |
|-----------------------------|---------|---|--|
| massa                       | $m$     | g   |  |
| volume                      | $V$     | $\text{cm}^3$ , $\text{dm}^3$ , mL, L     | $1 \text{ L} = 1 \text{ dm}^3$ , $1 \text{ mL} = 1 \text{ cm}^3$   |
| <b>quantità di sostanza</b> | $n$     | <b>mol</b>                                | La mole è la quantità di sostanza che contiene tante entità elementari quanti sono gli atomi in 12 g di $^{12}\text{C}$ *;<br>le entità elementari devono essere specificate e possono essere atomi, molecole, ioni, elettroni, altre particelle o gruppi specificati di tali particelle.<br>* costante di Avogadro: <b>6,022 <math>\cdot 10^{23}</math> mol<math>^{-1}</math></b> |
| massa molare                |         | g/mol                                     |  |
| massa relativa              | $M_r$   | (u o u.m.a.)                              |  |
| molarità                    | $M$     | mol/L                                     |  |
| densità                     | $d$     | $\text{g/cm}^3$ , $\text{kg/dm}^3$ , g/mL | $1 \text{ g/cm}^3 = 1 \text{ kg/dm}^3 = 1 \text{ g/mL}$  |

## Relazioni principali:

$$M_r = \text{###,##} (u) \quad \rightarrow \quad \text{massa molare} = \text{###,##} \text{ g/mol}$$

$$n (\text{mol}) = \frac{\text{massa}(\text{g})}{\text{massa molare} (\text{g/mol})} \quad \text{massa}(\text{g}) = n (\text{mol}) * \text{massa molare} (\text{g/mol})$$

$$n (\text{mol}) = M (\text{mol/L}) * V (\text{L}) \quad M (\text{mol/L}) = \frac{n (\text{mol})}{V (\text{L})}$$

$$\text{densità} = \frac{\text{massa}}{V}$$

**Esempio:** Una soluzione contiene 12,03 g di KBr in 500 mL : calcolare la molarità.

$$M_r(\text{K}) = 39,10$$

$$V = 500 \text{ mL} = 0,500 \text{ L}$$

$$M_r(\text{Br}) = 79,91$$

$$M_r(\text{KBr}) = 119,01 \quad \rightarrow \quad \text{massa molare}(\text{KBr}) = 119,01 \text{ g/mol}$$

$$n(\text{KBr}) = \frac{\text{massa di KBr}}{\text{massa molare KBr}} = \frac{12,03 \text{ g}}{119,01 \text{ g/mol}} = 0,1011 \text{ mol}$$

$$M(\text{KBr}) = \frac{n(\text{KBr})}{V} = \frac{0,1011 \text{ mol}}{0,500 \text{ L}} = 0,202 \text{ mol/L}$$

## ***ESEMPI DEI PIU' COMUNI CALCOLI IN CAMPO CHIMICO***

- 1. calcolo della massa molare a partire dalle masse atomiche*
- 2. calcolo della quantità di sostanza (moli) a partire dalla massa (g)*
- 3. calcolo della massa (g) a partire dalla quantità di sostanza (moli)*
- 4. calcolo della molarità (mol/L) a partire da quantità di sostanza (moli) e volume (mL)*
- 5. calcolo della quantità di sostanza (moli) a partire da molarità (mol/L) e volume (mL)*
- 6. un esempio complesso: preparazione di una soluzione di HCl a molarità data a partire da HCl al 36%*
- 7. un esempio complesso: i calcoli in una titolazione acido-base*
- 8. un esempio complesso: i calcoli in una determinazione gravimetrica del ferro*

### **Esempio 1:**

*Calcolare la massa molare del cloruro di zinco (ZnCl<sub>2</sub>).*

$$MA_r(\text{Zn})=65,37 \quad MA_r(\text{Cl})=35,45$$

$$M_r(\text{ZnCl}_2)=65,37 + 35,45 \times 2 = 136,27 \quad \rightarrow \quad \text{massa molare (ZnCl}_2\text{)} = \underline{136,27 \text{ g/mol}}$$

### **Esempio 2:**

*Calcolare la quantità di sostanza (in mol) di cloruro di sodio (NaCl) corrispondente a 2,7g di NaCl.*

$$MA_r(\text{Na})=22,99 \quad MA_r(\text{Cl})=35,45$$

$$M_r(\text{NaCl})= 22,99 + 35,45 = 58,44 \quad \rightarrow \quad \text{massa molare (NaCl)} = 58,44 \text{ g/mol}$$

$$n(\text{NaCl}) = \frac{\text{massa di NaCl}}{\text{massa molare NaCl}} = \frac{2,7 \text{ g}}{58,44 \text{ g/mol}} = \underline{0,046 \text{ mol}}$$

### **Esempio 3:**

*Calcolare la massa di cloruro di sodio (NaCl) corrispondente a  $1,02 \cdot 10^{-3}$  mol di NaCl.*

$$MA_r(\text{Na})=22,99 \quad MA_r(\text{Cl})=35,45$$

$$M_r(\text{NaCl})= 22,99 + 35,45 = 58,44 \quad \rightarrow \quad \text{massa molare (NaCl)} = 58,44 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{NaCl})=n(\text{NaCl}) \times \text{massa molare (NaCl)} = 1,02 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \times 58,44 \text{ g/mol} = \underline{0,0596 \text{ g}}$$

### Esempio 4:

Una soluzione contiene 0,1011 mol di HCl in 500 mL di soluzione: calcolare la molarità.

$$V = 500 \text{ mL} = 0,500 \text{ L}$$

$$M(\text{HCl}) = \frac{n(\text{HCl})}{V} = \frac{0,1011 \text{ mol}}{0,500 \text{ L}} = \underline{0,202 \text{ mol/L}}$$

### Esempio 5:

Calcolare la quantità di sostanza (in mol) di NaOH contenuta in 12,0 mL di una soluzione 0,100 M di NaOH.

$$V = 12,0 \text{ mL} = 0,0120 \text{ L}$$

$$n(\text{NaOH}) = M(\text{NaOH}) \times V(\text{NaOH}) = 0,100 \text{ mol/L} \times 0,0120 \text{ L} = 0,00120 \text{ mol} = 1,20 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

### Esempio 6:

Si vuole preparare 1/2 L di soluzione 0,1 M di HCl avendo a disposizione una soluzione concentrata di HCl al 36% ( $d=1,18 \text{ g/mL}$ )

Determino quanto HCl (in mol) deve contenere la soluzione 1M ( $V=0,5\text{L}$ ):

$$n(\text{HCl}) = M(\text{HCl}) \times V(\text{HCl}) = 0,1 \text{ mol/L} \times 0,5 \text{ L} = 0,050 \text{ mol}$$

Determino la massa di HCl (in g) corrispondente:

$$M_A(\text{H})=1,01 \quad M_A(\text{Cl})=35,45 \quad M_r(\text{HCl})=36,46 \rightarrow \text{massa molare (HCl)}= 36,46 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{HCl})=n(\text{HCl}) \times \text{massa molare (HCl)}= 0,050 \text{ mol} \times 36,46 \text{ g/mol} = 1,8 \text{ g}$$

Determino quanta soluzione al 36% di HCl contiene 1,8 g di HCl:

$$36\text{g} : 100 \text{ g} = 1,8\text{g} : X \quad X=m(\text{soluz. HCl } 36\%)= \frac{1,8 \text{ g} \times 100 \text{ g}}{36 \text{ g}} = 5,0 \text{ g}$$

Determino il volume della soluzione al 36% ( $m=5,0\text{g}$ ,  $d=1,18\text{g/mL}$ ):

$$V = \frac{\text{massa soluzione}}{\text{densità soluzione}} = \frac{5,0 \text{ g}}{1,18 \text{ g/mL}} = 4,2 \text{ mL}$$

Si dovranno quindi prelevare 4,2 mL di soluzione di HCl al 36% e diluirli fino a volume complessivo di 0,5L.

### Esempio 7:

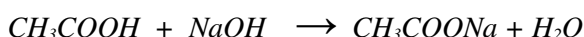
In una titolazione acido-base, un campione di acido acetico ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) è stata titolata con una soluzione  $0,100 \text{ M}$  di  $\text{NaOH}$ : sono occorsi  $23,4 \text{ mL}$  della soluzione di  $\text{NaOH}$  per raggiungere il punto di equivalenza. Calcolare la massa di acido acetico contenuto nel campione in esame.

Determino la quantità (in mol) di  $\text{NaOH}$  per raggiungere il punto di equivalenza:

$$V(\text{NaOH}) = 23,4 \text{ mL} = 0,0234 \text{ L}$$

$$n(\text{NaOH}) = M(\text{NaOH}) \times V(\text{NaOH}) = 0,100 \text{ mol/L} \times 0,0234 \text{ L} = 0,00234 \text{ mol} = 2,34 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

Determino quanto (in mol)  $\text{CH}_3\text{COOH}$  ha reagito al punto di equivalenza:



$$\rightarrow \text{al punto di equivalenza: } n(\text{mol } \text{CH}_3\text{COOH}) = n(\text{mol } \text{NaOH}) = 2,34 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

Determino la massa di  $\text{CH}_3\text{COOH}$  presente nel campione:

$$M_r(\text{C})=12,01 \quad M_r(\text{H})=1,01 \quad M_r(\text{O})=16,00$$

$$M_r(\text{CH}_3\text{COOH})=60,06 \quad \rightarrow \quad \text{massa molare}(\text{CH}_3\text{COOH})= 60,06 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{CH}_3\text{COOH})=n(\text{CH}_3\text{COOH}) \times \text{massa molare}(\text{CH}_3\text{COOH})= 2,34 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \times 60,06 \text{ g/mol} = \underline{0,140 \text{ g}}$$

### Esempio 8:

In una determinazione gravimetrica il ferro presente in un campione, dopo vari trattamenti, è stato precipitato come idrossido e infine calcinato, ottenendo  $0,1074 \text{ g}$  di  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

Calcolare la massa di ferro presente nel campione esaminato.

Determino la quantità (in mol) di  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  ottenuto:

$$M_r(\text{Fe})=55,85 \quad M_r(\text{O})=16,00$$

$$M_r(\text{Fe}_2\text{O}_3)=55,85 \times 2 + 16,00 \times 3 = 159,70 \quad \rightarrow \quad \text{massa molare}(\text{Fe}_2\text{O}_3)= 159,70 \text{ g/mol}$$

$$n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = \frac{\text{massa di } \text{Fe}_2\text{O}_3}{\text{massa molare } \text{Fe}_2\text{O}_3} = \frac{0,1074 \text{ g}}{159,70 \text{ g/mol}} = 6,725 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

Determino la quantità (in mol) di  $\text{Fe}$ :

$$1 \text{ mol } \text{Fe}_2\text{O}_3 \text{ contiene } 2 \text{ mol } \text{Fe} \quad \rightarrow \quad n(\text{mol } \text{Fe}) = n(\text{mol } \text{Fe}_2\text{O}_3) \times 2 = 1,345 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

Determino la massa di  $\text{Fe}$  presente nel campione esaminato:

$$M_r(\text{Fe})=55,85 \quad \rightarrow \quad \text{massa molare}(\text{Fe})= 55,85 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{Fe})=n(\text{Fe}) \times \text{massa molare}(\text{Fe})= 1,345 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \times 55,85 \text{ g/mol} = \underline{0,07512 \text{ g}}$$