

# Formule chimiche

**Formula chimica:** indica il numero di atomi dei differenti elementi presenti in una molecola.

Si scrive al piede del simbolo di ciascun elemento presente un coefficiente numerico intero che indica quanti suoi atomi sono contenuti nella molecola, si omette quando l'indice è 1.

**1-** La formula che esprime i rapporti tra i numeri di atomi dei diversi elementi presenti nella molecola di una sostanza è chiamata **formula minima o empirica**.

I rapporti sono espressi utilizzando i numeri interi più piccoli possibili.

Esempio: la formula empirica del benzene è CH. Ciò significa che il rapporto tra gli atomi di carbonio e di ossigeno è di 1:1.

**2-** La **formula molecolare** esprime il numero di atomi dei diversi elementi realmente contenuti in una molecola del composto considerato e risulta uguale alla formula minima o ad un suo multiplo.

Esempio: la formula molecolare del benzene è  $C_6H_6$  e significa che ogni molecola di benzene è costituita da 6 atomi di C e 6 di H.

**3-** La **formula di struttura** indica in quale modo gli atomi sono legati tra loro e come essi sono disposti nello spazio.

## Composizione elementare percentuale

### Esercizi numerici:

**Calcolare la percentuale degli elementi nel sale  $\text{KMnO}_4$ .**

$$\text{m.a. (O)} = 16 \text{ g/mol} \quad \text{m.a. (K)} = 39.10 \text{ g/mol} \quad \text{m.a. (Mn)} = 54.94 \text{ g/mol}$$

$$\text{m.m. KMnO}_4 = 39.10 + 54.94 + (4 \times 16) = 158.04 \text{ g/mol}$$

1 mole di  $\text{KMnO}_4$  pesa 158.04 g

$$\% \text{ K} = (39.10 / 158.04) \times 100 = 24.74 \%$$

$$\% \text{ Mn} = (54.94 / 158.04) \times 100 = 34.76 \%$$

$$\% \text{ O} = (4 \times 16 / 158.04) \times 100 = 40.50 \%$$

## Rapporti ponderali nei composti chimici

Dato un composto di formula chimica nota è utile poter ricavare la composizione percentuale in peso dei singoli elementi in esso contenuti.

La **percentuale in peso** viene calcolata moltiplicando per cento il rapporto tra la massa atomica dell'elemento, moltiplicando per il numero dei suoi atomi presenti nella formula chimica, e la massa molecolare del composto.

Esempio:  $A_a B_b C_c$

$$\% \text{ di A} = a \times m.m._A / m.m._{A_a B_b C_c} \times 100$$

$$\% \text{ di B} = b \times m.m._B / m.m._{A_a B_b C_c} \times 100$$

$$\% \text{ di C} = c \times m.m._C / m.m._{A_a B_b C_c} \times 100$$

## Composizione elementare percentuale

Conoscendo la formula elementare di un composto chimico si può determinare la percentuale di ciascun elemento in esso presente (dalla formula alle percentuali in peso):

Esempio:  $\text{NH}_3$

$$\text{m.a. (H)} = 1.01 \text{ g/mol} \quad \text{m.a. (N)} = 14.01 \text{ g/mol} \quad \text{m.m. (NH}_3\text{)} = 17.04 \text{ g/mol}$$

1 mole di  $\text{NH}_3$  pesa 17.04 g

$$\% \text{ H} = (3 \times 1.01 / 17.04) \times 100 = 17.78 \%$$

$$\% \text{ di A} = a \times \text{MM}_A / \text{MM}_{\text{A}_a\text{B}_b\text{C}_c} \times 100$$

$$\% \text{ N} = (14.01 / 17.04) \times 100 = 82.22 \%$$

**Dalla percentuale in peso è possibile ricavare la formula minima o empirica:  $\text{C}_x\text{H}_y\text{N}_z$**

Un composto ha la seguente composizione percentuale: % C = 72.58%    % H = 13.21%    % N = 14.21%.

Ricavare la formula minima.

Si suppone abbiamo a disposizione 100 g di sostanza, quindi le percentuali diventano grammi:

$$72.58 \text{ g di C} \quad 13.21 \text{ g di H} \quad 14.21 \text{ g di N}$$

$$\text{Moli C} = 72.58 \text{ g} / 12.01 \text{ g/mol} = 6.043 \text{ mol}$$

$$\text{Moli H} = 13.21 \text{ g} / 1.01 \text{ g/mol} = 13.079 \text{ mol}$$

$$\text{Moli N} = 14.21 \text{ g} / 14.01 \text{ g/mol} = 1.014 \text{ mol}$$



## Composizione elementare percentuale

Dalla percentuale in peso è possibile ricavare la formula minima o empirica:  $C_xH_yN_z$

$$\% C = 72.58\% \quad \% H = 13.21\% \quad \% N = 14.21\%$$

Si suppone abbiamo a disposizione 100 g di sostanza, quindi le percentuali diventano grammi:

$$72.58 \text{ g di C} \quad 13.21 \text{ g di H} \quad 14.21 \text{ g di N}$$

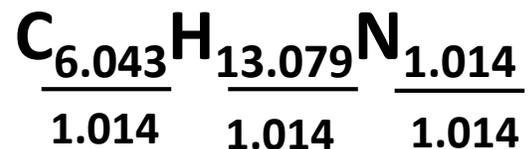
$$\text{Moli C} = 72.58 \text{ g} / 12.01 \text{ g/mol} = 6.043 \text{ mol}$$

$$\text{Moli H} = 13.21 \text{ g} / 1.01 \text{ g/mol} = 13.079 \text{ mol}$$

$$\text{Moli N} = 14.21 \text{ g} / 14.01 \text{ g/mol} = 1.014 \text{ mol}$$



Per ottenere numeri interi si dividono tutti per il più piccolo trovato:



## Composizione elementare percentuale

### Esercizi numerici:

$$1- \text{Moli (mol)} = \text{massa (g)} / \text{MM (g/mol)}$$

$$2- \text{massa (g)} = \text{moli (mol)} \times \text{MM (g/mol)}$$

$$3- \text{MM (g/mol)} = \text{massa (g)} / \text{moli (mol)}$$

**Un solfato di un metallo di formula  $M_2SO_4$  contiene il 10.28% di zolfo. Determinare la massa atomica del metallo.**

m.a. (O) = 16 g/mol    m.a. (S) = 32.06 g/mol    considerando 100 g di composto, 10.28 g sono di zolfo

$$\text{Moli S} = 10.28 \text{ g} / 32.06 \text{ g/mol} = 0.3206 \text{ mol}$$

Dalla formula risulta che le moli di O sono 4 volte quelle dello S

$$\text{Moli O} = 4 \times 0.3206 \text{ mol} = 1.2826 \text{ mol}$$

La massa dell'O sarà:  $\text{mol} \times \text{m.a. (O)} = 1.2826 \text{ mol} \times 16 \text{ g/mol} = 20.52 \text{ g}$

La massa del metallo si ottiene  $(100 - 10.28 - 20.52) \text{ g} = 69.20 \text{ g}$

Dalla formula risulta che le moli di M sono il doppio di quelle dello zolfo

$$\text{Moli M} = 2 \times 0.3206 \text{ mol} = 0.6412 \text{ mol}$$

La massa atomica si trova  $\text{m.a. (g/mol)} = \text{massa (g)} / \text{moli (mol)}$

$$\text{m.a. (g/mol)} = 69.20 \text{ g} / 0.6412 \text{ mol} = 107.92 \text{ g/mol}$$

## Composizione elementare percentuale

Un composto organico contenente gli elementi C, H, N e F ha dato all'analisi elementare il seguente risultato: C, 50.01%, H, 4.19%, N, 19,45%. Calcolare la massa molecolare del composto sapendo che nella molecola vi sono 2 atomi di fluoro.

$$\text{m.a. (H)} = 1.01 \text{ g/mol} \quad \text{m.a. (C)} = 12.01 \text{ g/mol} \quad \text{m.a. (N)} = 14.01 \text{ g/mol} \quad \text{m.a. (F)} = 19.00 \text{ g/mol}$$

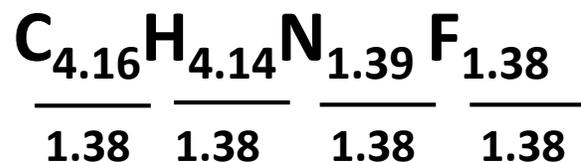
$$\text{Moli C} = 50.01 \text{ g} / 12.01 \text{ g/mol} = 4.16 \text{ mol}$$

$$\text{Mol H} = 4.19 \text{ g} / 1.01 \text{ g/mol} = 4.14 \text{ mol}$$

$$\text{Mol N} = 19.45 \text{ g} / 14.01 \text{ g/mol} = 1.39 \text{ mol}$$

La massa del fluoro si calcola per differenza  $(100 - 50.01 - 4.19 - 19.45) \text{ g} = 26.35 \text{ g}$  di F

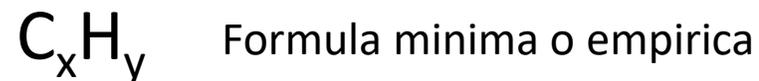
$$\text{Moli F} = 26.35 \text{ g} / 19 \text{ g/mol} = 1.38 \text{ mol}$$



$$\text{MM} = 144.14 \text{ g/mol}$$

## Composizione elementare percentuale

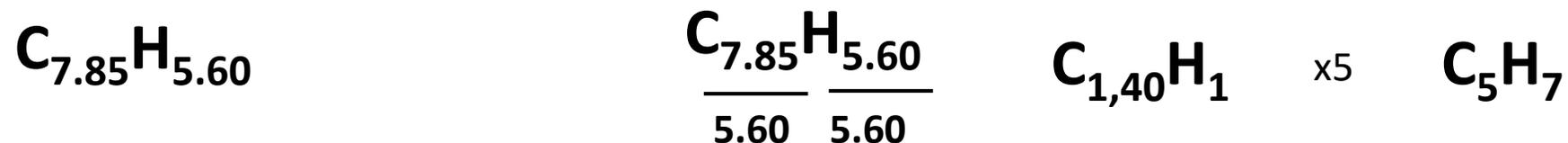
Un composto di carbonio e idrogeno contiene il 94.34% di C e il 5.66% di H in massa. La massa molecolare risulta essere 178 g/mol. Qual è la sua formula molecolare?



$$m.a. (H) = 1.01 \text{ g/mol} \quad m.a. (C) = 12.01 \text{ g/mol} \quad m.m. (C_xH_y) = 178 \text{ g/mol}$$

$$\text{Moli C} = 94.34 \text{ g} / 12.01 \text{ g/mol} = 7.85 \text{ mol}$$

$$\text{Mol H} = 5.66 \text{ g} / 1.01 \text{ g/mol} = 5.60 \text{ mol}$$



$$m.m. (\text{formula minima } C_3H_2) = 89.11 \text{ g/mol}$$

$$m.m. (\text{formula molecolare}) = a \cdot m.m. (\text{formula minima})$$

$$178 \text{ g/mol} = a \cdot 89.11 \text{ g/mol} \quad a = 178 \text{ g/mol} / 89.11 \text{ g/mol} = 1.99$$

