

FORMULE CHIMICHE

Formula chimica = rappresentazione simbolica che esprime la composizione di una sostanza

ELEMENTI

La formula è costituita da:

- Il simbolo chimico dell'atomo dell'elemento (**informazione qualitativa**)
- Un pedice **intero** alla destra del simbolo, che ci permette di determinare il **numero di atomi che formano l'entità microscopica costitutiva**, che ne definisce la composizione.

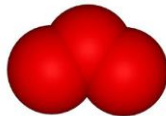
H_2



O_2



O_3



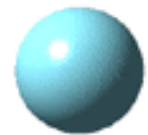
S_8



Cu



Ar



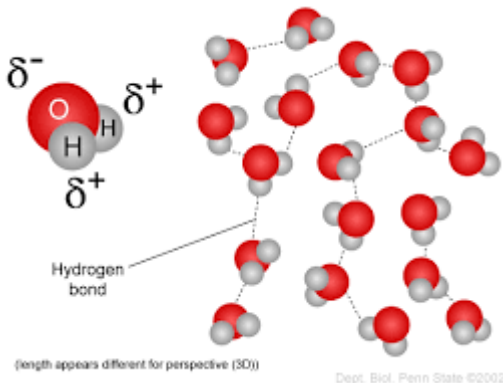
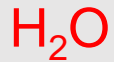
FORMULE CHIMICHE

Per opportunità distinguiamo i composti in

COMPOSTI MOLECOLARI

Fanno parte di questa categoria i
composti covalenti

Per i composti molecolari è
possibile isolare molecole discrete



Dept. Biol. Penn State ©2002

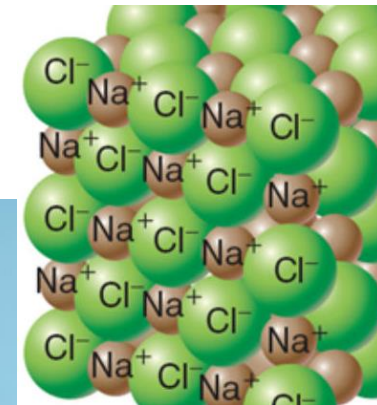


COMPOSTI NON- MOLECOLARI

Fanno parte di questa categoria di
composti i solidi ionici

Per i solidi ionici non è possibile
isolare una molecola

Sono costituiti da raggruppamenti
di cationi e anioni



FORMULE CHIMICHE

Esistono *tre tipi* di formule chimiche:

- Formula Minima
- Formula Molecolare
- Formula di struttura

FORMULA MINIMA (O EMPIRICA)

fornisce le seguenti informazioni

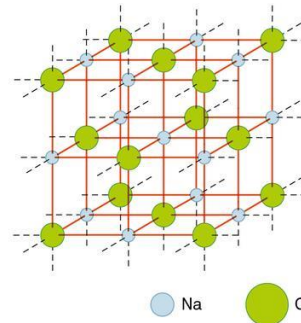
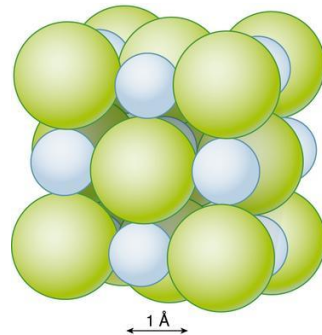
- **Informazione qualitativa** = I simboli chimici degli atomi presenti nel composto
- **Informazione quantitativa** = **Il rapporto di combinazione** tra gli atomi nel composto. Esso si esprime attraverso la **n-upla di pedici interi più piccola**, disposti alla destra del simbolo

COMPOSTI NON- MOLECOLARI

Per i **composti non-molecolari** è possibile esprimere **solo la formula minima**

Esempio:

NaCl Formula minima ioni Na^+ e Cl^- in rapporto 1:1



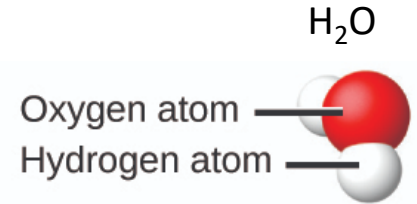
Si dovrebbe scrivere Na_nCl_n

FORMULE CHIMICHE

COMPOSTI MOLECOLARI

Per questi possiamo esprimere:

- Formula Minima
- Formula Molecolare
- Formula di struttura



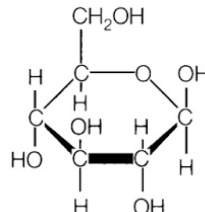
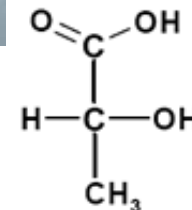
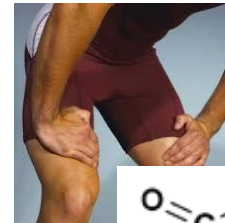
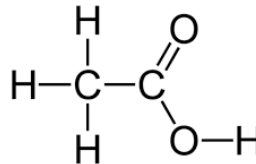
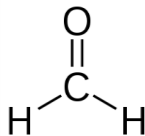
La **formula molecolare** indica la composizione reale della molecola

fornisce le seguenti informazioni

- **Informazione qualitativa** = I simboli chimici del tipo di atomi presenti nel composto
- **Informazione quantitativa** = **numero di** atomi di ciascun elemento presenti nella molecola. Esso si esprime attraverso i pedici disposti in basso a destra rispetto al simbolo chimico Dal rapporto numerico tra i pedici è possibile ricavare quello di combinazione

sostanza formula minima formula molecolare

Formaldeide	CH ₂ O	CH ₂ O
Acido acetico	CH ₂ O	C ₂ H ₄ O ₂
Acido lattico	CH ₂ O	C ₃ H ₆ O ₃
Glucosio	CH ₂ O	C ₆ H ₁₂ O ₆

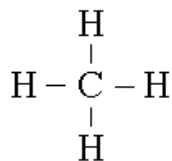


FORMULE CHIMICHE

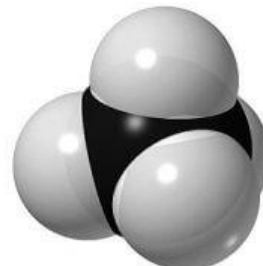
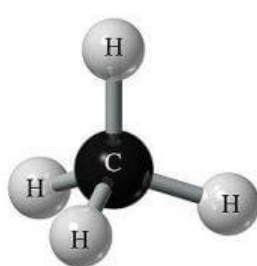
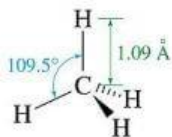
Formula di Struttura

Fornisce le seguenti informazioni

- **Informazione qualitativa** = I simboli chimici del tipo di atomi presenti nel composto
- **Informazione quantitativa** = Numero di atomi di ciascun elemento presenti nella molecola. Esso si esprime attraverso i pedici disposti in basso a destra rispetto al simbolo chimico
- **Informazione strutturale** = indica come sono legati gli atomi e fornisce la loro organizzazione nello spazio



metano (CH₄)



ANALISI ELEMENTARE

- È un tipo di analisi che permette di determinare la percentuale (composizione) in massa degli elementi che formano un composto
- Permette di determinare la formula chimica (minima) di una sostanza e quindi di riconoscerla

Composizione percentuale

La **composizione percentuale** di un composto è data dalla **percentuale in massa degli elementi presenti**

Es.: in un campione di 100 g di acqua ci sono 11.19 g di H e 88.81 g di O, le percentuali in massa dei due elementi sono:

$$\frac{11.19 \text{ g}}{100 \text{ g}} \times 100 = \mathbf{11.19 \% H}$$

$$\frac{88.81 \text{ g}}{100 \text{ g}} \times 100 = \mathbf{88.81 \% O}$$

COMPOSIZIONE
PERCENTUALE
DELL'ACQUA

Dalla composizione % alla formula minima/1

1. SI DEVE PASSARE DALLE MASSE AL NUMERO DI MOLLI

➤ Come si procede?

Calcolare la formula minima di un composto del carbonio (organico) che ha la seguente composizione in massa

– $C_{\%}=38.69\%$; $H_{\%}=9.76\%$; $O_{\%}=51.55\%$ $C_xH_yO_z$

• Si prende come riferimento un valore in grammi (100g)

• Si devono trasformare i grammi in moli

– $n_C = 3.224 \text{ mol}$

– $n_H = 9.76 \text{ mol}$

– $n_O = 3.221 \text{ mol}$

$$n_{\text{moli}C} = \frac{g}{\text{massa molare (M)}} = \frac{38.69g}{12.011 \frac{g}{\text{mol}}} = 3.224 \text{ mol}$$

Dalla composizione % alla formula minima/2

2. SI DEVONO TROVARE GLI INDICI DELLA FORMULA MINIMA $C_xH_yO_z$

➤ Come si procede?

- Si dividono i valori ottenuti per il numero più piccolo di moli
 - $x = 3.224 \text{ mol} / 3.221 \text{ mol} = 1$
 - $y = 9.76 \text{ mol} / 3.221 \text{ mol} = 3$
 - $z = 3.221 \text{ mol} / 3.221 \text{ mol} = 1$
- La formula minima sarà
 - CH_3O

Dalla formula minima alla formula molecolare

- Per ottenere la formula molecolare devo conoscere un altro dato:
Massa molare o peso molecolare del composto

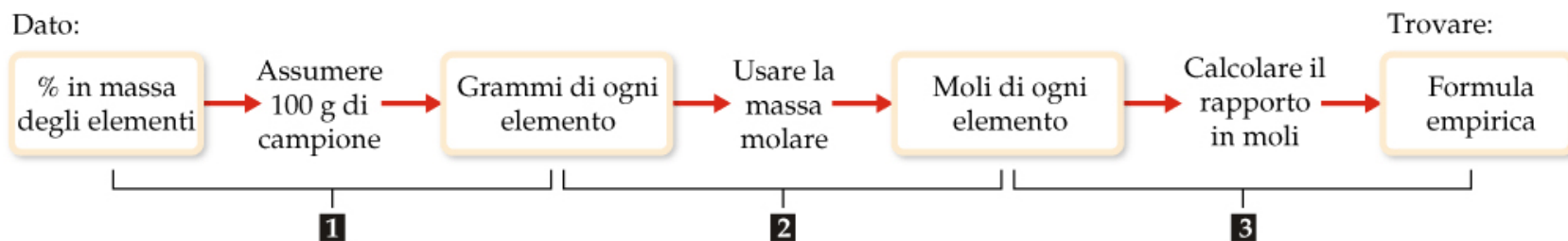
La formula molecolare è sempre un multiplo intero della formula minima (empirica):

$$\text{multiplo intero } (n) = \frac{\text{peso molecolare}}{\text{peso formula empirica}}$$

➤ Come si procede?

- Abbiamo già trovato la formula minima (o empirica) (CH₃O)
- Si calcola la massa molecolare della formula minima o empirica:
 $M_{\text{CH}_3\text{O}} = 31.04 \text{ g/mol}$
- Conoscendo la massa molecolare del composto che è 124 g/mol, mi calcolo il fattore moltiplicativo: $n = \frac{124.0 \text{ g/mol}}{31.04 \text{ g/mol}} = 4$
- Otteniamo la formula molecolare **moltiplicando la formula minima per il fattore moltiplicativo n** : C₄H₁₂O₄

Composizione percentuale



▲ **FIGURA 3.13** Procedura per il calcolo di una formula empirica dalla composizione percentuale. Lo stadio chiave per il calcolo è il numero due, che determina il numero di moli di ogni elemento nel composto.



ESERCIZIO

Determinazione della formula minima (o empirica) e molecolare di un composto

Durante l'attività fisica, nel tessuto muscolare si forma acido lattico (PM= 90.08 g/mol), responsabile dei dolori muscolari.

L'analisi elementare indica che esso contiene le seguenti percentuali in massa:

40.0% di C, 6.71% di H e 53.3% di O

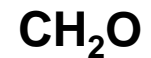
Si determinino la formula e la formula molecolare dell'acido lattico.

Svolgimento: supponiamo di avere 100g di acido lattico, esprimiamo le percentuali in massa in grammi e ricaviamo il numero di moli attraverso il peso atomico di ciascun elemento

$$n_C = 40.0 \text{ g} / 12.011 \text{ g mol}^{-1} = 3.33 \text{ mol}$$

$$n_H = 6.71 \text{ g} / 1.008 \text{ g mol}^{-1} = 6.66 \text{ mol}$$

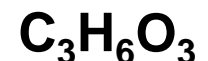
$$n_O = 53.3 \text{ g} / 16.00 \text{ g mol}^{-1} = 3.33 \text{ mol}$$



FORMULA MINIMA
o
FORMULA EMPIRICA

Convertiamo in pedici interi dividendo per il numero più piccolo

Conoscendo il peso molecolare del composto, è possibile risalire alla formula molecolare dividendo il PM del composto per il PM della formula minima e moltiplicando il numero che otteniamo per i pedici della formula minima



$$90.08 \text{ g mol}^{-1} / 30.03 \text{ g mol}^{-1} = 3$$



FORMULA MOLECOLARE

ESERCIZI

1. Calcolare il numero di moli corrispondente a :
 - a) 3.00 g di ossigeno molecolare O_2
 - b) 31.0 g di fosforo molecolare P_4 .
2. Calcolare il numero di atomi contenuti in 18.0 g di carbonio, C.
3. Calcolare la massa corrispondente a 0.500 mol di NaCl
4. Calcolare il numero di molecole contenute in 1.00 g di NH_3 .

ESERCIZI

5. L'analisi elementare di una sostanza dà i risultati seguenti: C 30.2%; H 5.07 %, O 20.0 %, Cl 44.6%. Il peso molecolare della sostanza, determinato utilizzando il metodo crioscopico, risulta essere circa 160.0 g/mol. Calcolare la formula molecolare della sostanza.
6. Calcolare la percentuale in peso degli elementi del composto C_5H_5N .
7. Un elemento X forma con il Cl un composto di formula XCl_3 . La % in peso del cloro nel composto è 79.76 %. Calcolare il peso atomico dell'elemento X.
8. Calcola il numero di moli di atomi di idrogeno contenuto in 300 g di acqua.
9. Un minerale contenente Mg, C ed O ha dato all'analisi i seguenti risultati: 28.84% di Mg; 14.24% di C; la differenza è costituita da ossigeno.
Determinare la formula grezza del minerale.

ESERCIZIO

Determinare quante moli di $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ sono contenute in 15.00g di solfato rameico pentaidrato

Svolgimento

Questo composto chimico è formato da ioni Cu^{2+} , ioni solfato SO_4^{2-} e molecole di acqua di cristallizzazione H_2O nei rapporti espressi dalla formula

Il peso formula è:

$$63.55 (\text{Cu}) + 32.06 (\text{S}) + 4 \times 16.00 (\text{O}) + 5 \times 18.02 (\text{H}_2\text{O}) = 249.7 \text{ uma}$$

Ciò significa che la massa molare del solfato rameico pentaidrato $M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 249.7 \text{ g/mol}$

Per determinare quante moli di sale ci sono in 15.00 g del sale basta dividere la massa del sale per la sua massa molare

$$n (\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 15.00 \text{ g}$$

ESERCIZIO

Calcolare la massa di ciascun elemento e di acqua (H_2O) che è contenuta in 1.00 g di $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$