

Lezione 4 b – Formule dei composti chimici

Sulfur Dioxide → SO_2

Dinitrogen Trioxide → N_2O_3

Phosphorus pentachloride → PCl_5

- Breve introduzione al legame chimico
- Molecole e ioni

- Le formule chimiche
- Rappresentazione delle molecole

ELEMENTI DEI GRUPPI PRINCIPALI

- metalli (gruppi principali)
- metalli (transizione)
- metalli (transizione interna)
- metalloidi
- non metalli

ELEMENTI DEI GRUPPI PRINCIPALI

		ELEMENTI DI TRANSIZIONE																					
		ELEMENTI DI TRANSIZIONE																					
		1A (1)	2A (2)		3B (3)	4B (4)	5B (5)	6B (6)	7B (7)	8B (8) (9) (10)			1B (11)	2B (12)	3A (13)	4A (14)	5A (15)	6A (16)	7A (17)	8A (18)			
1		1 H 1,008															2 He 4,003						
2		3 Li 6,941	4 Be 9,012													5 B 10,81	6 C 12,01	7 N 14,01	8 O 16,00	9 F 19,00	10 Ne 20,18		
3		11 Na 22,99	12 Mg 24,31													13 Al 26,98	14 Si 28,09	15 P 30,97	16 S 32,07	17 Cl 35,45	18 Ar 39,95		
periodo	4	19 K 39,10	20 Ca 40,08	21 Sc 44,96	22 Ti 47,88	23 V 50,94	24 Cr 52,00	25 Mn 54,94	26 Fe 55,85	27 Co 58,93	28 Ni 58,69	29 Cu 63,55	30 Zn 65,39	31 Ga 69,72	32 Ge 72,61	33 As 74,92	34 Se 78,96	35 Br 79,90	36 Kr 83,80				
	5	37 Rb 85,47	38 Sr 87,62	39 Y 88,91	40 Zr 91,22	41 Nb 92,91	42 Mo 95,94	43 Tc (98)	44 Ru 101,1	45 Rh 102,9	46 Pd 106,4	47 Ag 107,9	48 Cd 112,4	49 In 114,8	50 Sn 118,7	51 Sb 121,8	52 Te 127,6	53 I 126,9	54 Xe 131,3				
	6	55 Cs 132,9	56 Ba 137,3	57 La 138,9	72 Hf 178,5	73 Ta 180,9	74 W 183,9	75 Re 186,2	76 Os 190,2	77 Ir 192,2	78 Pt 195,1	79 Au 197,0	80 Hg 200,6	81 Tl 204,4	82 Pb 207,2	83 Bi 209,0	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)				
	7	87 Fr (223)	88 Ra (226)	89 Ac (227)	104 Rf (261)	105 Db (262)	106 Sg (266)	107 Bh (262)	108 Hs (265)	109 Mt (266)	110 Ds (269)	111 Uuu (272)	112 Uub (285)	113 Uut (284)	114 Uuq (299)	115 Uup (288)	116 Uuh (292)						

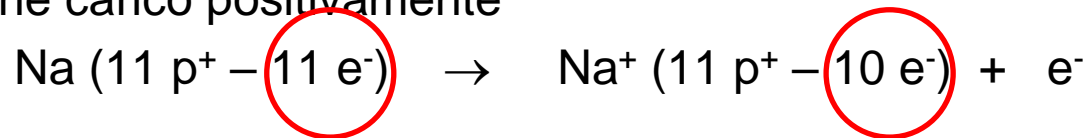
ELEMENTI DI TRANSIZIONE INTERNA

6	lantanidi	58 Ce 140,1	59 Pr 140,9	60 Nd 144,2	61 Pm (145)	62 Sm 150,4	63 Eu 152,0	64 Gd 157,3	65 Tb 158,9	66 Dy 162,5	67 Ho 164,9	68 Er 167,3	69 Tm 168,9	70 Yb 173,0	71 Lu 175,0
7	attinidi	90 Th 232,0	91 Pa (231)	92 U 238,0	93 Np (237)	94 Pu (242)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (252)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)	103 Lr (260)

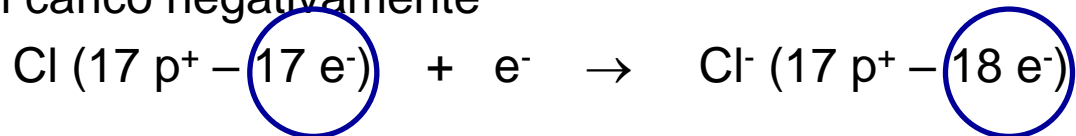
Ioni

- Un singolo atomo o un gruppo di atomi legati covalentemente che ha una carica netta positiva o negativa.
- Ione monoatomico: particella carica in seguito all'acquisto o alla cessione di un elettrone da parte di un atomo.

- **Catione**: ione carico positivamente

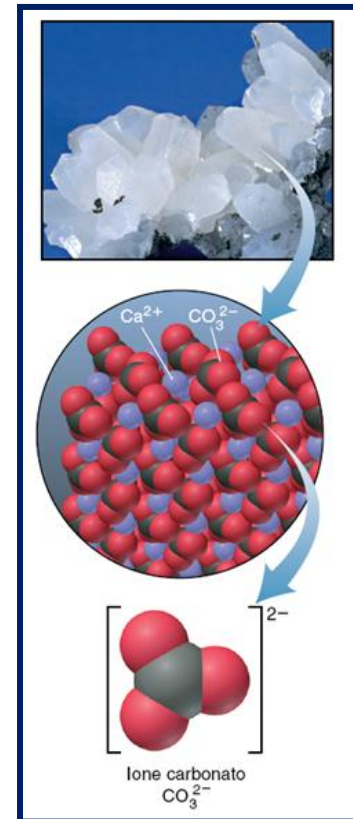


- **Anione**: ioni carico negativamente



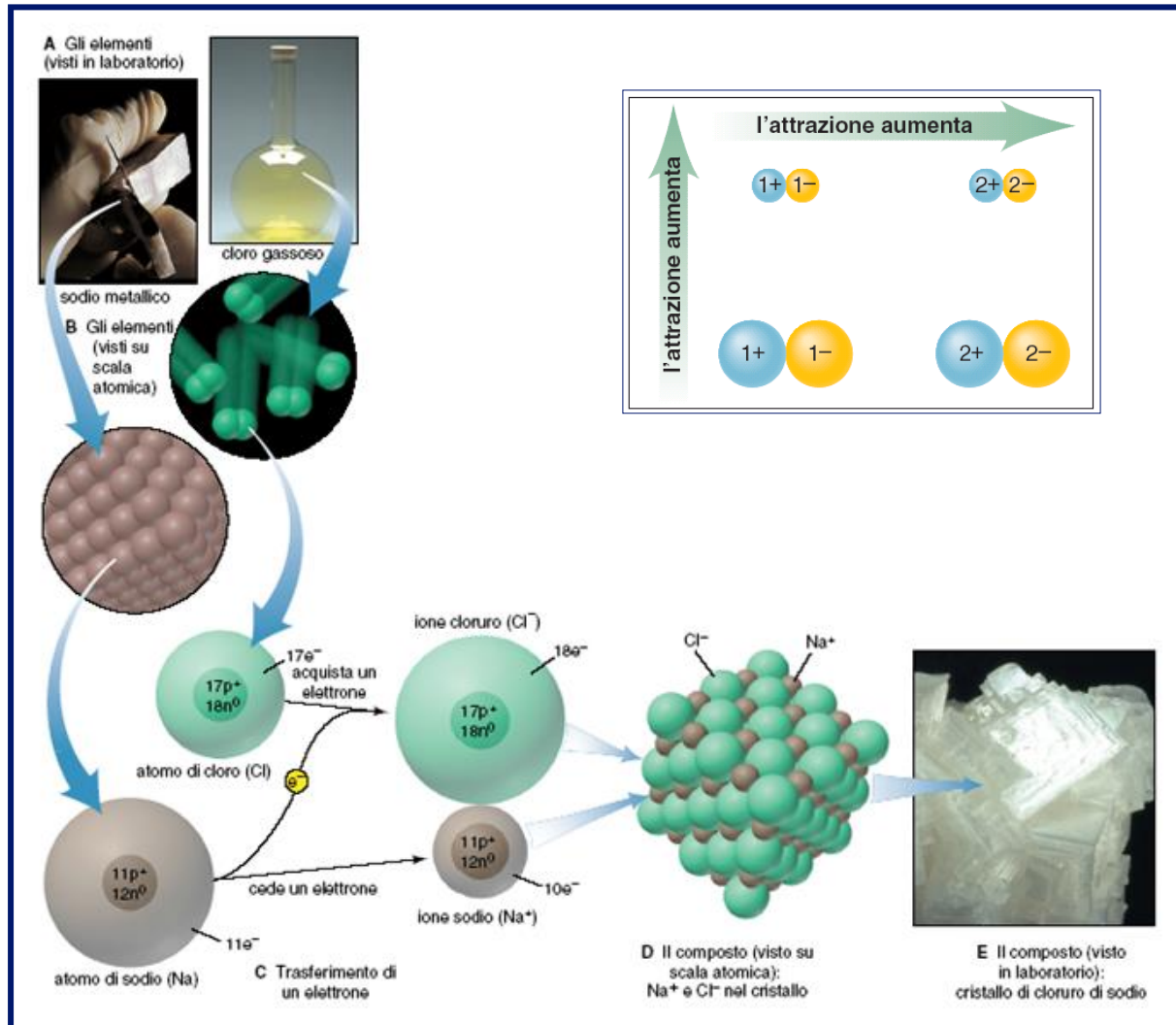
- **Ione poliatomico**: ione formato da due o più atomi legati tra loro da legami covalenti e ha una carica netta.

In molte reazioni lo ione poliatomico reagisce come un'entità unica.



+1	-1	-2	-3
NH ₄ ⁺ (ammonio)	OH ⁻ (idrossido)	CO ₃ ²⁻ (carbonato)	PO ₄ ³⁻ (fosfato)
Hg ₂ ²⁺ (mercurio I)	NO ₃ ⁻ (nitrato)	SO ₄ ²⁻ (solfato)	
	ClO ₃ ⁻ (clorato)	CrO ₄ ²⁻ (cromato)	
	ClO ₄ ⁻ (perclorato)	Cr ₂ O ₇ ²⁻ (bicromato)	
	CN ⁻ (cianuro)	HPO ₄ ²⁻ (idrogenofosfato)	
	C ₂ H ₃ O ₂ ⁻ (acetato)		
	MnO ₄ ⁻ (permanganato)		
	HCO ₃ ⁻ (idrogenocarbonato)		
	H ₂ PO ₄ ⁻ (diidrogeno fosfato)		

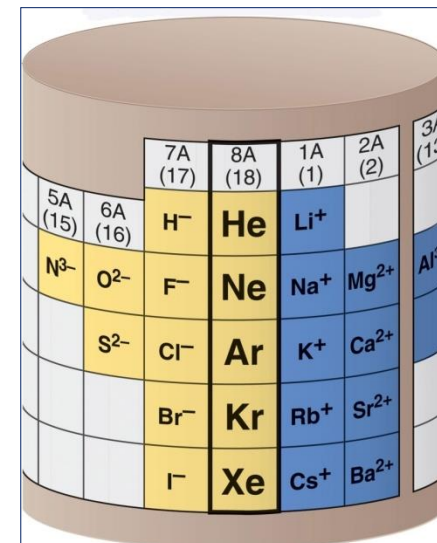
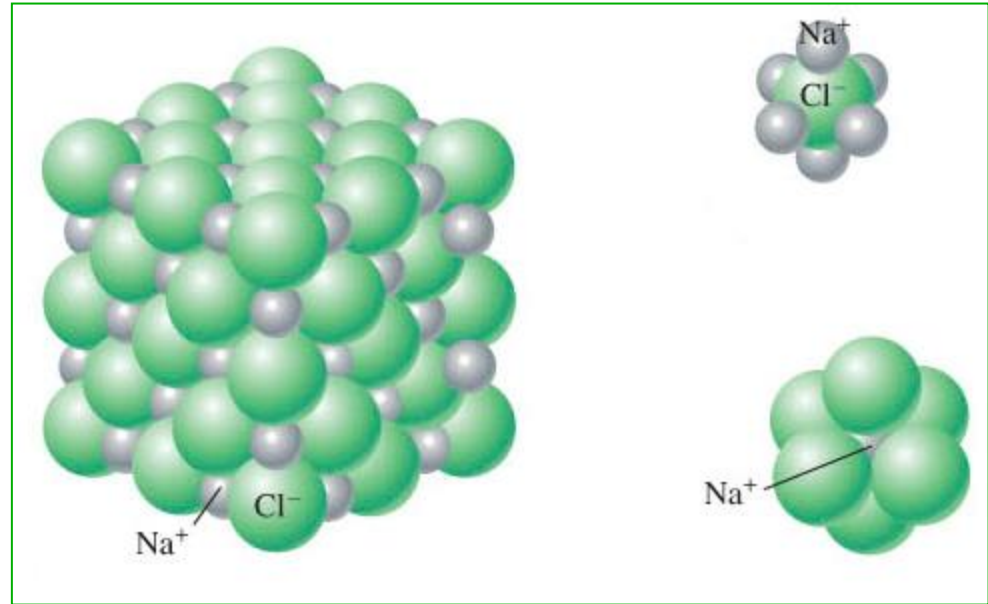
Legame ionico



- Composto formato da cationi e anioni tenuti insieme da forze di attrazione elettrostatiche (legami ionici)

Composti ionici

- Principio di elettroneutralità: la carica positiva totale dei cationi deve essere uguale alla carica negativa totale degli anioni
- Esempio: cloruro di sodio – **NaCl**
- Formula di un composto ionico il più piccolo rapporto tra anioni e cationi, elettricamente neutro.



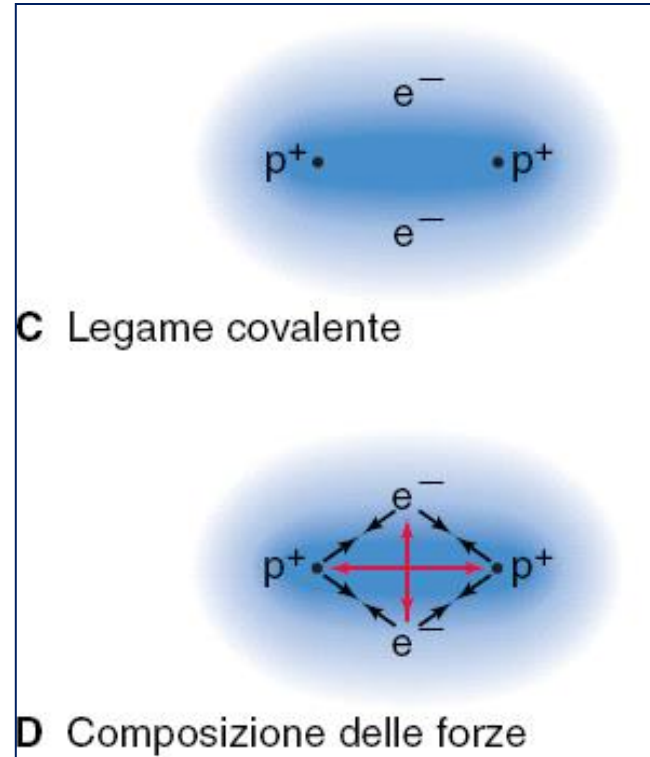
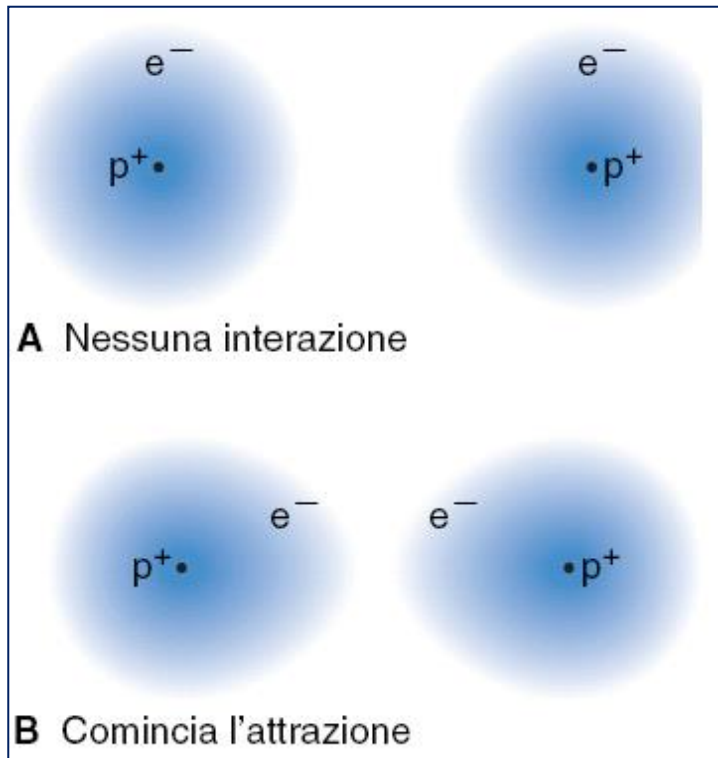
	7A (17)	8A (18)	1A (1)	2A (2)	3A (13)
5A (15)	H ⁻	He	Li ⁺		
6A (16)	N ³⁻	F ⁻	Ne	Na ⁺	Mg ²⁺
	O ²⁻	Cl ⁻	Ar	K ⁺	Ca ²⁺
	S ²⁻	Br ⁻	Kr	Rb ⁺	Sr ²⁺
		I ⁻	Xe	Cs ⁺	Ba ²⁺

Molecole

- Unità fondamentale di un elemento o di un composto covalente, costituita da due o più elementi legati tramite condivisione di elettroni.
- *La maggior parte dei composti covalenti è costituita da molecole.*

Legame covalente

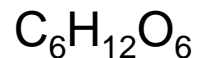
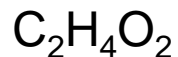
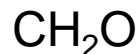
- I legami covalenti si formano quando gli elementi, generalmente non metalli, condividono elettroni.
- Esempio: legame tra due atomi di H (molecola H₂)



Formule chimiche

- In una **formula chimica**, i simboli degli elementi e i pedici numerici indicano la specie e il numero di ciascun atomo presente nella più piccola unità della sostanza.
- Formula molecolare**: indica gli elementi ed il numero di atomi di ogni elemento che costituiscono la molecola
$$\text{H}_2\text{O} \quad \text{NH}_3 \quad \text{CH}_4$$
- Formula minima o empirica**: indica la composizione atomica relativa di un composto (rapporti tra gli atomi espressi con i più piccoli numeri interi)

Formula molecolare



Formula minima



- **Formula di struttura:** rappresenta l'ordine in cui gli atomi sono legati tra loro in una molecola e il tipo di legami.

- **Formula di struttura condensata:** rappresenta l'ordine in cui gli atomi sono legati mettendo in evidenza gruppi di atomi legati ad un singolo atomo o con una reattività specifica.



H_2O , acqua	$\text{H}-\text{O}-\text{H}$
H_2O_2 , perossido di idrogeno	$\text{H}-\text{O}-\text{O}-\text{H}$
CCl_4 , tetracloruro di carbonio	$\begin{array}{c} \text{Cl} \\ \\ \text{Cl}-\text{Cl}-\text{Cl} \\ \\ \text{Cl} \end{array}$
$\text{C}_2\text{H}_5\text{O}$ etanolo	

Formule chimiche – esempio H_2O_2

- La **formula empirica** mostra il numero *relativo* di atomi di ciascun elemento nel composto. È il tipo più semplice di formula chimica.

*La formula empirica del perossido di idrogeno è HO;
1 atomo di H per ogni atomo di O.*

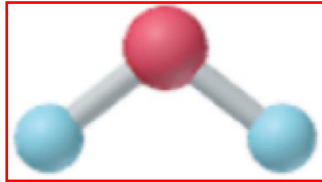
- La **formula molecolare** mostra il numero *reale* di atomi di ciascun elemento in una molecola del composto.

La formula molecolare del perossido di idrogeno è H_2O_2 .

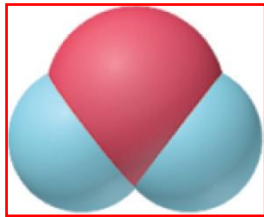
- Una **formula di struttura** mostra il numero di atomi e i *legami tra di essi*; cioè, le posizioni reciproche e le connessioni degli atomi nella molecola.

La formula di struttura del perossido di idrogeno è H-O-O-H.

Rappresentazione delle molecole



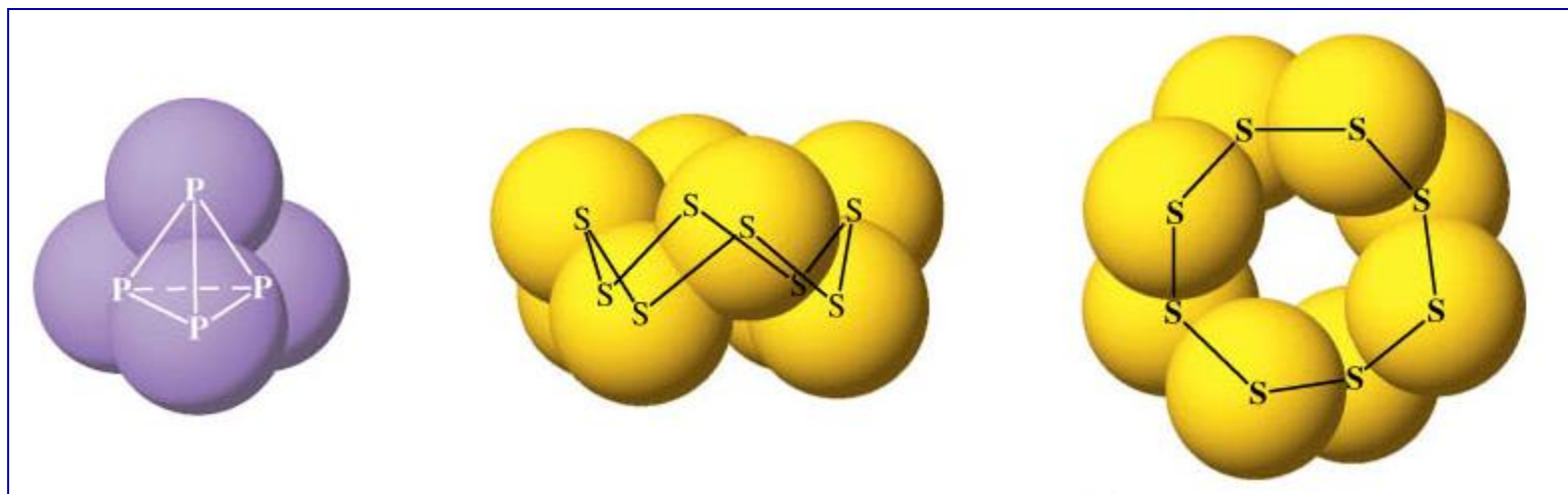
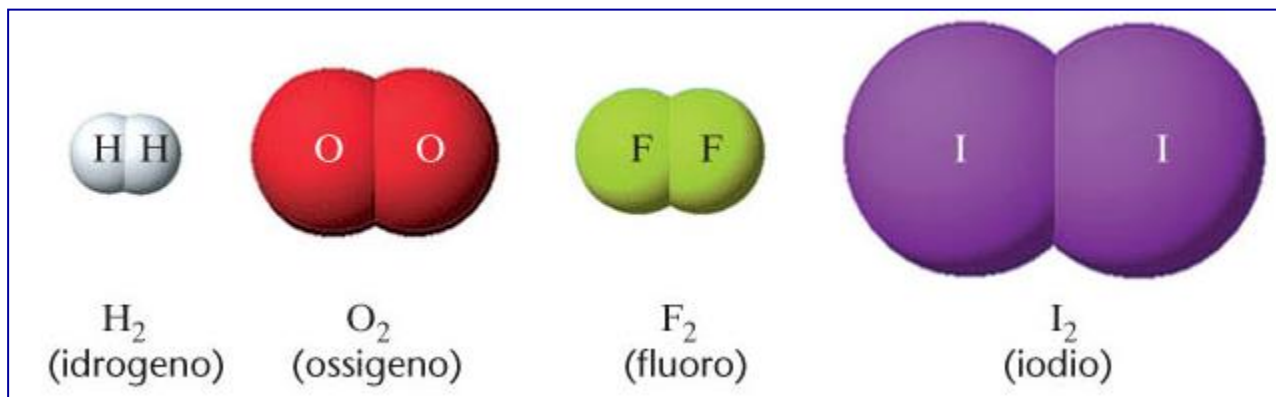
Modelli Ball-and-stick (sfere-bastoncini):
angoli e dimensioni relative sono accurati, ma le
distanze esagerate.



Modelli Space-filling (a riempimento di spazio):
sono versioni accuratamente ingrandite delle
molecole ma non rappresentano i legami.

Modelli Ball-and-stick e Space-filling

	Formula di struttura	Modello ball-and-stick	Modello space-filling
H ₂ O, acqua	$\text{H}-\text{O}-\text{H}$		
H ₂ O ₂ , perossido di idrogeno	$\text{H}-\text{O}-\text{O}-\text{H}$		
CCl ₄ , tetracloruro di carbonio	$\begin{array}{c} \text{Cl} \\ \\ \text{Cl}-\text{C}-\text{Cl} \\ \\ \text{Cl} \end{array}$		
C ₂ H ₅ OH, etanolo	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{O}-\text{H} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$		



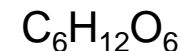
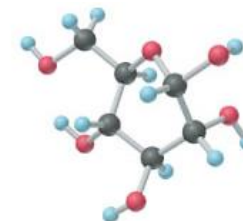
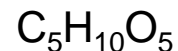
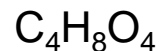
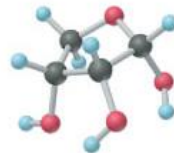
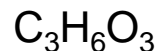
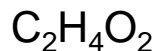
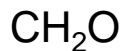
Formule empiriche e molecolari

- La **formula empirica** indica la composizione atomica relativa di un composto (rapporti tra gli atomi espressi con i più piccoli numeri interi)
La formula empirica del perossido di idrogeno è HO.
- La **formula molecolare** indica gli elementi ed il numero di atomi di ogni elemento che costituiscono la molecola di un composto
La formula molecolare del perossido di idrogeno è H₂O₂
- La formula molecolare è ***un multiplo secondo un numero intero*** della formula empirica.

$$\frac{\text{massa molare (g/mol)}}{\text{massa della formula empirica (g/mol)}} = \text{multiplo intero}$$

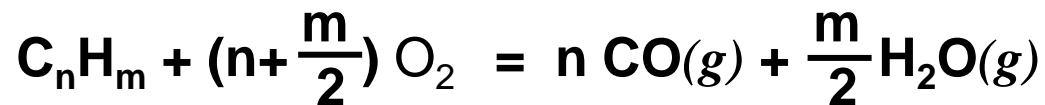
Composti con formula empirica CH₂O
(40,0% C; 6,71% H; 53,3% O; in massa)

Nome	Formula molecolare	Multiplo intero	<i>M</i> (g/mol)
formaldeide	CH ₂ O	1	30,03
acido acetico	C ₂ H ₄ O ₂	2	60,05
acido lattico	C ₃ H ₆ O ₃	3	90,09
eritrosio	C ₄ H ₈ O ₄	4	120,10
ribosio	C ₅ H ₁₀ O ₅	5	150,13
glucosio	C ₆ H ₁₂ O ₆	6	180,16



Determinazione delle formule empiriche dei composti organici

Analisi per combustione



Problemi

- Calcolare le moli e la massa di H e O contenuti in 1.00 g di H₂O
- Calcolare la massa di NaCl che contiene 10.0 g di Na.
- Sapendo che una miscela eterogenea di SnBr₂ e SnCl₄ contiene il 44.87% di Br e il 11.86% di Cl, calcolare la composizione percentuale della miscela.
- Calcolare la % di Br presente in una miscela costituita dal 40.0% di CaBr₂ e dal 60.0% di NaBr.
- Calcolare la massa di zolfo contenuta in 250 g di un minerale che contiene il 65.0 % di FeS₂ e il 35.0% di ZnS.
- Un minerale contiene il 7.00% di NiS. Calcolare la quantità di minerale che contiene 135.0 g di Ni
- Un composto organico contenente C, H, N, ha dato all'analisi i seguenti risultati: C, 75.90 %; H, 6.40% mentre la differenza è costituita da azoto. Determinare la formula minima del composto.
- Un minerale contenente Cu, Fe e S ha dato all'analisi i seguenti risultati: Cu, 34.36%; Fe, 30.55%; S, 34.65%. Determinare la formula del minerale.
- Un campione del minerale berillo ha dato all'analisi i seguenti risultati: BeO 14.03%; Al₂O₃, 18.73%; SiO₂, 67.01%. Calcolare la formula del minerale.
- Un composto contiene C, H, O. 1.621 g di composto per combustione danno 1.902 g di H₂O e 3.095 g di CO₂. Calcolare la formula minima del composto.
- .