

# La materia si organizza in sostanze

## Definizione macroscopica

Porzione di materia che è riconosciuta da un insieme di **proprietà chimico-fisiche** che la caratterizzano



- lo stato di aggregazione
- il colore
- il punto di fusione e il punto di ebollizione
- la densità
- le proprietà di conduzione
- la solubilità in acqua
- malleabilità e duttilità

## Definizione microscopica

Porzione di materia con una composizione atomica definita e una disposizione degli atomi nello spazio definita

# Le sostanze si classificano in:

**elementari o semplici**

**composti**

Sostanze che non possono essere ulteriormente decomposte

**Definizione  
macroscopica**

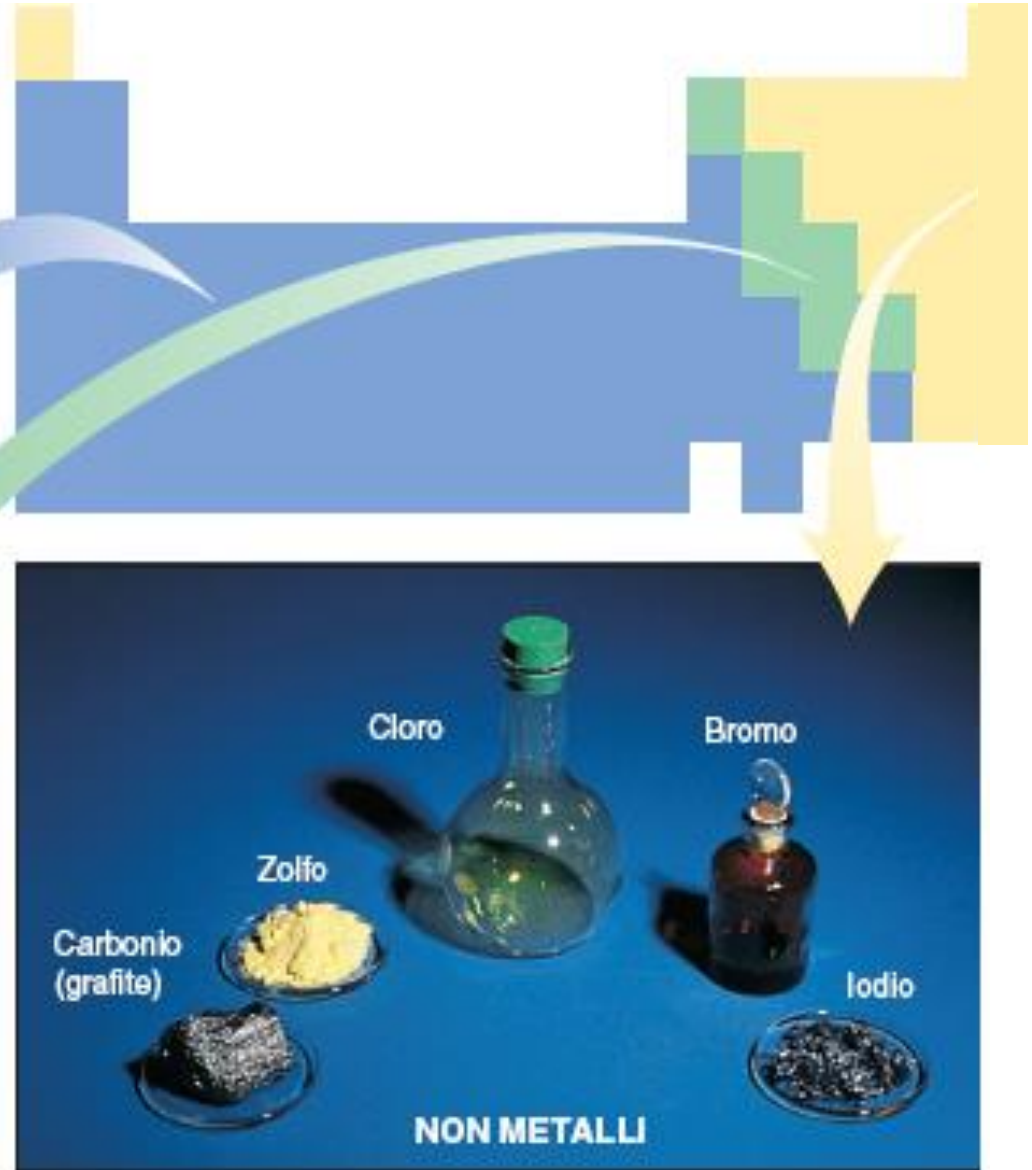
sostanze che possono essere decomposte in altre sostanze di peso inferiore

Sostanze formate da uno o più atomi dello stesso elemento

**Definizione  
microscopica**

sostanze formate da due o più atomi di elementi diversi

# Sostanze elementari e tavola periodica



# I metalli

**Metalli alcalini**

**Metalli alcalini terrosi**

**Metalli di transizione**

**Terre rare**

ELEMENTI DEI GRUPPI PRINCIPALI

		ELEMENTI DEI GRUPPI PRINCIPALI										ELEMENTI DEI GRUPPI PRINCIPALI										
		1A (1)																		8A (18)		
1	1	H (1,008)																		He (4,003)		
2	3	Li (6,941)	4	Be (9,012)																		Ne (20,18)
periodo	3	11	12	ELEMENTI DI TRANSIZIONE										13	14	15	16	17	18			
		Na (22,99)	Mg (24,31)	3B (3)	4B (4)	5B (5)	6B (6)	7B (7)	(8)	(9)	(10)	1B (11)	2B (12)	Al (26,98)	Si (28,09)	P (30,97)	S (32,07)	Cl (35,45)	Ar (39,95)			
	4	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36			
		K (39,10)	Ca (40,08)	Sc (44,96)	Ti (47,88)	V (50,94)	Cr (52,00)	Mn (54,94)	Fe (55,85)	Co (58,93)	Ni (58,69)	Cu (63,55)	Zn (65,39)	Ga (69,72)	Ge (72,61)	As (74,92)	Se (78,96)	Br (79,90)	Kr (83,80)			
	5	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54			
		Rb (85,47)	Sr (87,62)	Y (88,91)	Zr (91,22)	Nb (92,91)	Mo (95,94)	Tc (98)	Ru (101,1)	Rh (102,9)	Pd (106,4)	Ag (107,9)	Cd (112,4)	In (114,8)	Sn (118,7)	Sb (121,8)	Te (127,6)	I (126,9)	Xe (131,3)			
	6	55	56	57	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86			
	Cs (132,9)	Ba (137,3)	La (138,9)	Hf (178,5)	Ta (180,9)	W (183,9)	Re (186,2)	Os (190,2)	Ir (192,2)	Pt (195,1)	Au (197,0)	Hg (200,6)	Tl (204,4)	Pb (207,2)	Bi (209,0)	Po (209)	At (210)	Rn (222)				
7	87	88	89	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118				
	Fr (223)	Ra (226)	Ac (227)	Rf (265)	Db (268)	Sg (271)	Bh (270)	Hs (277)	Mt (276)	Ds (281)	Rg (280)	Cn (285)	Nh (284)	Fl (289)	Mc (288)	Lv (293)	Ts (294)	Og (294)				

ELEMENTI DI TRANSIZIONE INTERNA

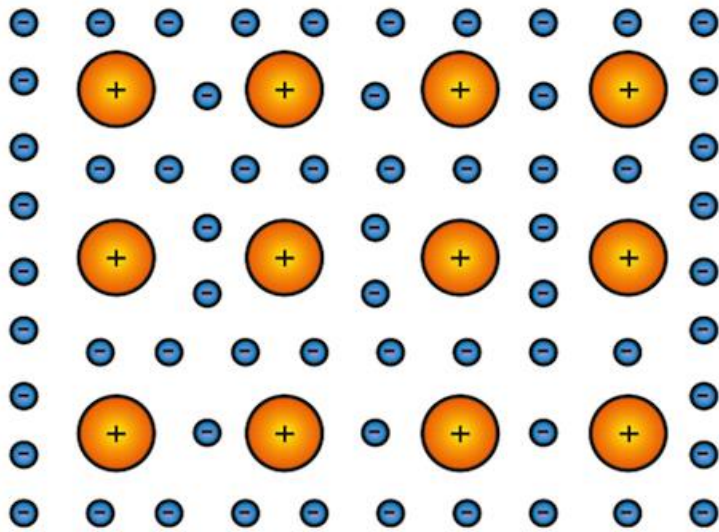
6	lantanidi	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
		Ce (140,1)	Pr (140,9)	Nd (144,2)	Pm (145)	Sm (150,4)	Eu (152,0)	Gd (157,3)	Tb (158,9)	Dy (162,5)	Ho (164,9)	Er (167,3)	Tm (168,9)	Yb (173,0)	Lu (175,0)
7	attinidi	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
		Th (232,0)	Pa (231)	U (238,0)	Np (237)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

La maggior parte degli elementi sono classificati come metalli:

- Sono solidi ad eccezione del Hg
- Sono lucenti
- Conducono bene l'elettricità
- Conducono bene il calore
- Sono malleabili
- Sono duttili



# Rappresentazione della struttura dei metalli



La formula per queste sostanze elementari prevede di indicare solo il simbolo dell'elemento:

$\text{Fe(s)}$ ,  $\text{Al(s)}$ ,  $\text{Hg(l)}$ ,  $\text{Na(s)}$ ,  $\text{K(s)}$ ,  $\text{Mg(s)}$ , ...

Le sostanze metalliche possono essere immaginate come reticoli (potenzialmente infiniti) di nuclei e elettroni interni tenuti assieme da un «mare» di elettroni esterni delocalizzati in tutto il reticolo (legame metallico)

Per il modo con cui gli atomi si aggregano, i metalli possono esistere solo in stato aggregazione solido o liquido. Allo stato gassoso, perdono la loro natura metallica



Rame in fili

Metalli in lingotti



Ferro (Fe)



# I non metalli

**H:** molecola biatomica  $H_2$ , nonostante la collocazione in tabella è da considerarsi un non metallo

ELEMENTI DEI GRUPPI PRINCIPALI

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

ELEMENTI DEI GRUPPI PRINCIPALI

1	1A (1)	1	H	1,008	2A (2)	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	ELEMENTI DI TRANSIZIONE						13	Al	26,98	14	Si	28,09	15	P	30,97	16	S	32,07	17	Cl	35,45	18	Ar	39,95																								
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	(265)	105	Db	(268)	106	Sg	(271)	107	Bh	(270)	108	Hs	(277)	109	Mt	(276)	110	Ds	(281)	111	Rg	(280)	112	Cn	(285)	113	Nh	(284)	114	Fl	(289)	115	Mc	(288)	116	Lv	(293)	117	Ts	(294)	118	Og	(294)

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)

**Gas nobili:** unici elementi atomici, tutti gassosi

**alogeni:** letteralmente, che formano sali. Tutte molecole biatomiche,  $X_2$

**N e O:** molecole biatomiche  $N_2$ ,  $O_2$

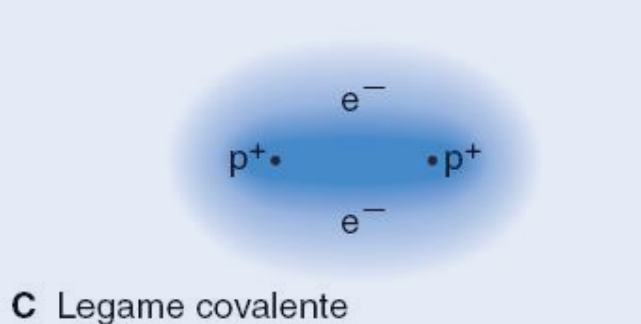
**P:** molecole tetraatomiche  $P_4$

**S e Se:** molecole ottoatomiche  $S_8$ ,  $Se_8$

Raggruppati tutti nella parte destra della tavola si trovano gli elementi classificati come «non metalli». Ad eccezione dei gas nobili formano tutti molecole

# Rappresentazione della struttura dei non metalli

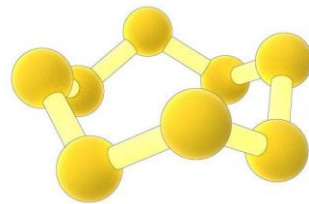
formazione del legame covalente



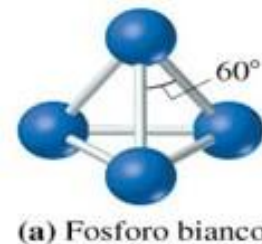
Le sostanze non metalliche possono essere immaginate come gruppi finiti di atomi (molecole) tenuti assieme da elettroni localizzati in mezzo tra due atomi legati. Gli elettroni impegnati nel legame si rappresentano con un trattino

La formula per queste sostanze elementari prevede di indicare il numero di atomi che costituiscono la molecola

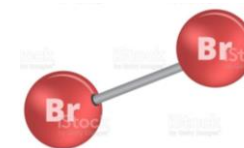
$S_8(s)$



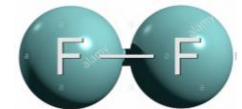
$P_4(s)$



$Br_2(l)$



$F_2(g)$



Al contrario dei metalli, le sostanze non metalliche possono esistere in qualsiasi stato di aggregazione senza perdere la loro natura molecolare



# I non metalli

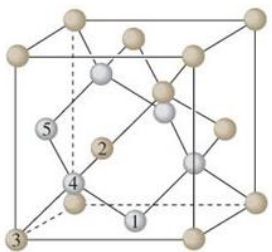
	3A (13)	4A (14)	5A (15)	6A (16)	7A (17)
	5 B 10,81	6 C 12,01	7 N 14,01	8 O 16,00	9 F 19,00
2B (12)	13 Al 26,98	14 Si 28,09	15 P 30,97	16 S 32,07	17 Cl 35,45
30	31	32	33	34	35

**C** : di solito forma molecole «infinite» in cui gli atomi sono arrangiati in reticoli covalenti:

- reticolo tridimensionale (diamante o grafite),
- reticolo bidimensionale (grafene), ma anche
- reticolo monodimensionale (nanotubi),
- molecola con 60 atomi (fullerene)

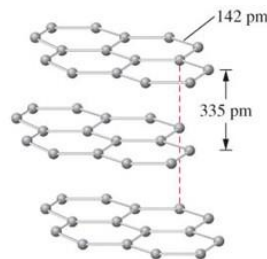
## Allotropi del carbonio

**Diamante**

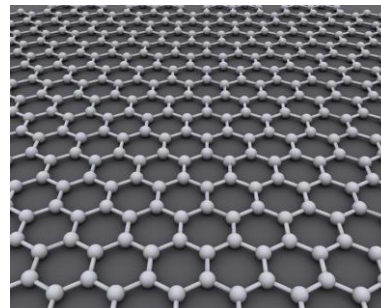


(b)

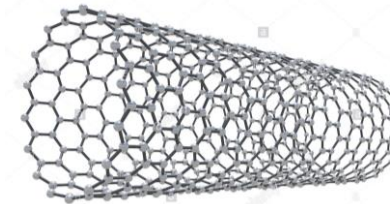
**grafite**



**grafene**



**Nanotubi**



**fullerene (C<sub>60</sub>)**



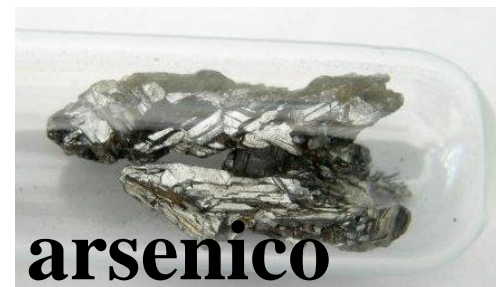


# I semimetalli

	3A (13)	4A (14)	5A (15)	6A (16)	7A (17)
	5 B 10,81	6 C 12,01	7 N 14,01	8 O 16,00	9 F 19,00
	13 Al 26,98	14 Si 28,09	15 P 30,97	16 S 32,07	17 Cl 35,45
2B (12)	30 Zn 65,39	31 Ga 69,72	32 Ge 72,61	33 As 74,92	34 Se 78,96
	48 Cd 112,4	49 In 114,8	50 Sn 118,7	51 Sb 121,8	52 Te 127,6
	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po

A confine tra metalli e non metalli stanno i metalloidi o semimetalli e presentano caratteristiche intermedie.

- Il legame che tiene assieme gli atomi è intermedio tra quello metallico e quello covalente.
- Non formano molecole



- Sono solidi
- Sono lucenti
- semiconduttori
- Sono duri e fragili

# Differenza tra elemento e sostanza elementare

L'elemento idrogeno qualifica tutti gli atomi con numero atomico pari ad 1 ed è rappresentato dal simbolo **H**

Per idrogeno elementare si intende una sostanza formata solo da atomi di idrogeno, di natura molecolare e di stato di aggregazione gassoso.

Si rappresenta con la formula **H<sub>2</sub> (g)**

# Differenza tra elemento e sostanza elementare

L'elemento ossigeno qualifica tutti gli atomi con numero atomico pari ad 8 ed è rappresentato dal simbolo **O**

Per ossigeno elementare si intende una sostanza formata solo da atomi di ossigeno. Le forme più stabili in condizioni standard, sono due entrambe di natura molecolare e di stato di aggregazione gassoso.

Si rappresentano con le formule

**O<sub>2</sub> (g) ossigeno biatomico**

**O<sub>3</sub> (g) ozono**

## Differenza tra elemento e sostanza elementare

L'elemento zolfo qualifica tutti gli atomi con numero atomico pari ad 16 ed è rappresentato dal simbolo **S**

Per zolfo elementare si intende una sostanza formata solo da atomi di zolfo. La forma più stabile in condizioni standard è di natura molecolare e di stato di aggregazione solido.

Si rappresenta con la formula **S<sub>8</sub> (s)**



## Differenza tra elemento e sostanza elementare

L'elemento mercurio qualifica tutti gli atomi con numero atomico pari ad 80 ed è rappresentato dal simbolo **Hg**

Per mercurio elementare si intende una sostanza formata solo da atomi di mercurio, di natura metallica e di stato di aggregazione liquido.

Si rappresenta con la formula **Hg (l)**

## Differenza tra elemento e sostanza elementare

L'elemento carbonio qualifica tutti gli atomi con numero atomico pari a 6 ed è rappresentato dal simbolo **C**

Per carbonio elementare si intende una sostanza formata solo da atomi di carbonio

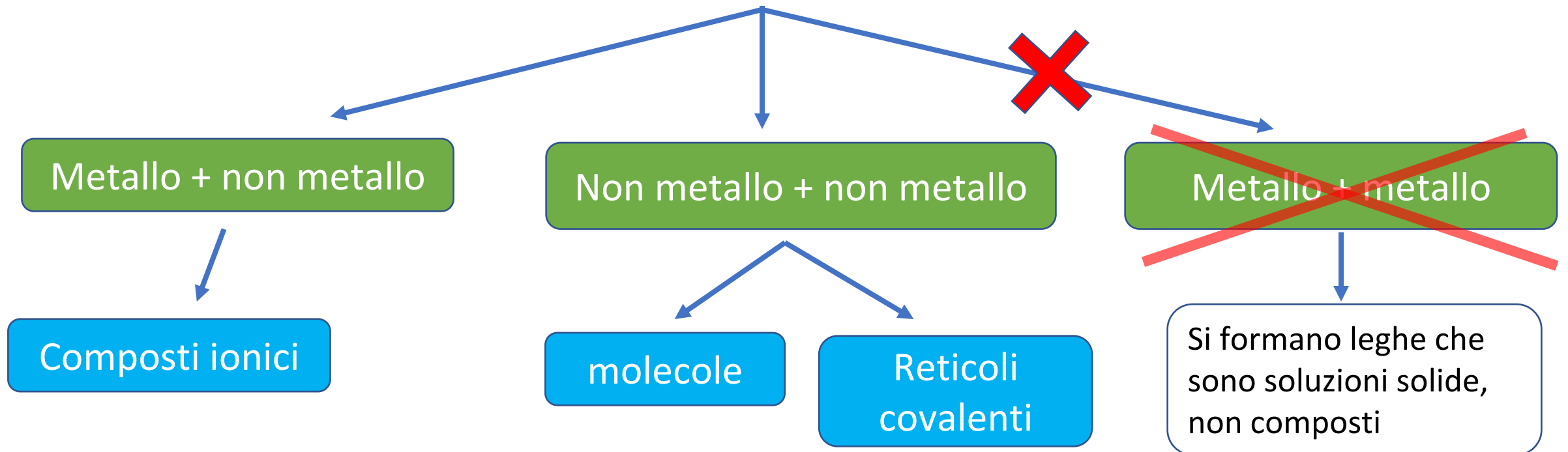
il carbonio elementare a 25°C e 1 atm, assume diverse forme stabili, di natura differente

Si rappresentano con le formule:

**C**<sub>(diamante)</sub>, **C**<sub>(grafite)</sub>, **C**<sub>(60)</sub>, **C**<sub>(grafene)</sub>,

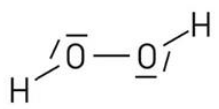
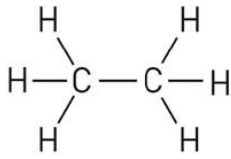
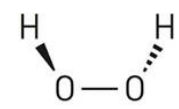
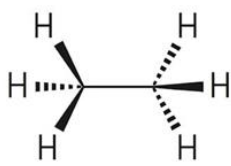
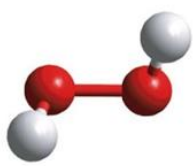
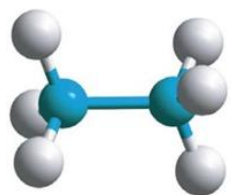

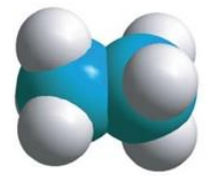
# Cosa succede quando si combinano gli elementi?

Dipende  
dal carattere metallico degli elementi combinati



# Rappresentazioni composti molecolari

**TABELLA 2.1** ■ Modi differenti di rappresentare le formule del perossido di idrogeno e dell'etano.

	PEROSSIDO DI IDROGENO	ETANO
Formula minima	HO	CH <sub>3</sub>
Formula molecolare	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>
Formula di struttura "condensata"	HO-OH	H <sub>3</sub> C-CH <sub>3</sub>
Formula di struttura		
Formula "tridimensionale"		
Formula di struttura tridimensionale "ball & stick"		
Formula di struttura tridimensionale "spacefill"		

**Formule brute: solo composizione**

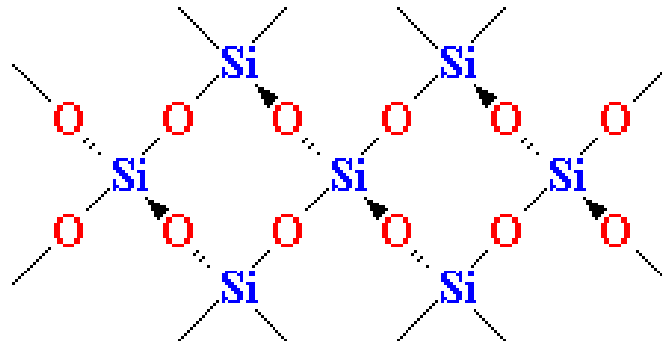
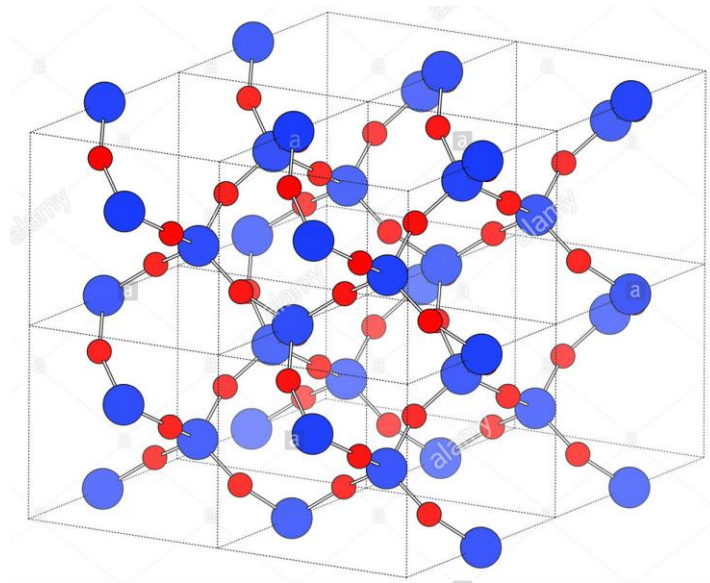
**Formule di struttura: legami tra gli atomi e disposizione geometrica**

**I legami covalenti si rappresentano con dei trattini che uniscono due atomi**



# Rappresentazioni reticoli covalenti

**SiO<sub>2</sub> esiste solo la formula empirica visto che i reticoli covalenti non si organizzano in molecole: in qualsiasi porzione di SiO<sub>2</sub>, per ogni atomo di silicio nel composto si trovano due atomi di ossigeno.**

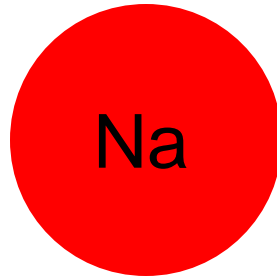


**Ogni atomo di Si è legato a 4 atomi di O e ogni atomo di O è legato a 2 atomi di Si senza soluzione di continuità.**

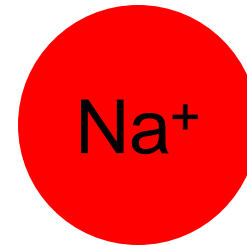
Uno *ione* è un atomo, o un gruppo di atomi, che presenta una carica positiva o negativa

*catione* – ione con una carica positiva

Se un atomo neutro perde uno o più elettroni diventa un catione.



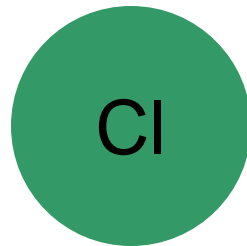
11 protoni  
11 elettroni



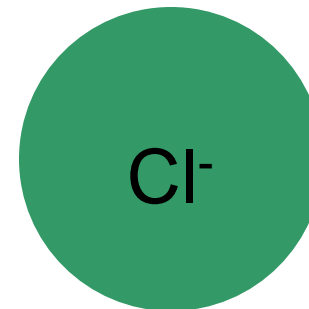
11 protoni  
10 elettroni

*anione* – uno ione con una carica negativa

Se un atomo neutro guadagna uno o più elettroni diventa un anione.



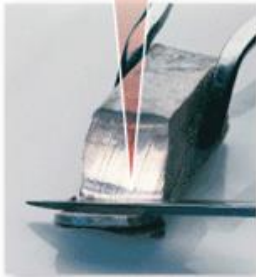
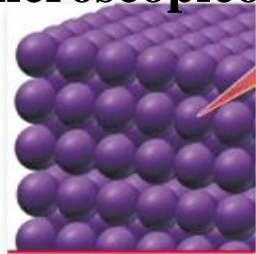
17 protoni  
17 elettroni



17 protoni  
18 elettroni

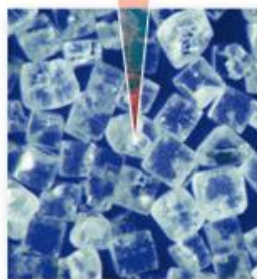
## Formazione di un composto ionico

**Livello  
microscopico**

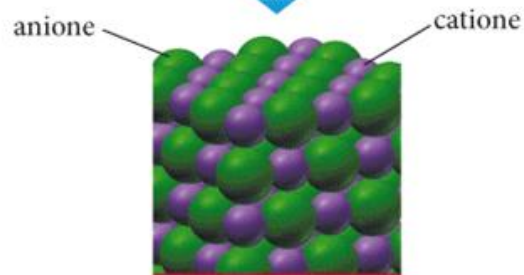
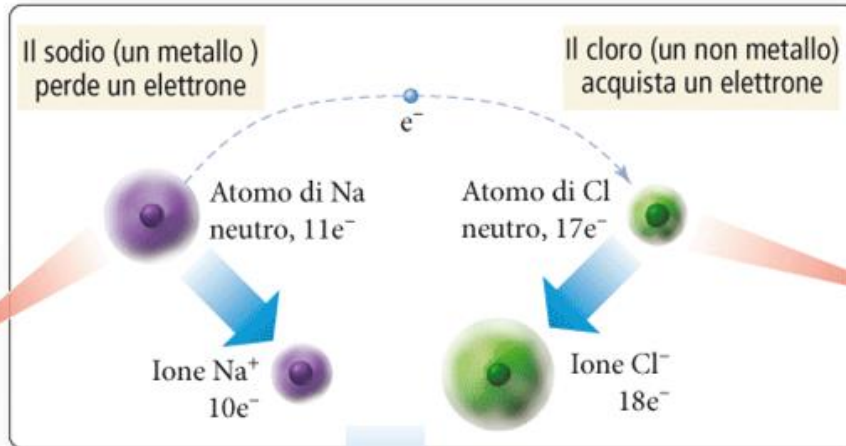


Sodio metallico

**Livello  
macroscopico**



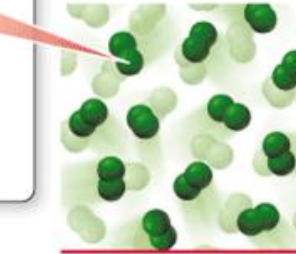
Cloruro di sodio  
(sale da tavola)



Ioni di carica opposta sono tenuti insieme da legami ionici e formano un reticolo cristallino

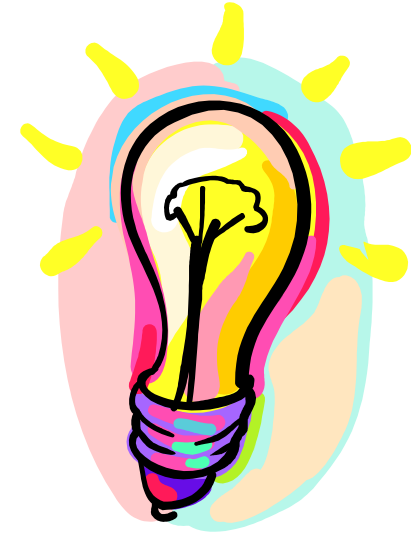
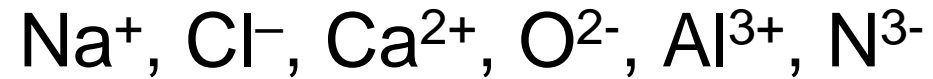
**Livello simbolico**  
 $2\text{Na(s)} + \text{Cl}_2\text{(g)} \rightarrow 2\text{NaCl}$

**Come nel caso dei reticoli covalenti, anche per i composti ionici come NaCl esiste solo la formula empirica visto che i reticoli non si organizzano in molecole: per ogni atomo di sodio nel composto si trova un atomo di cloro**

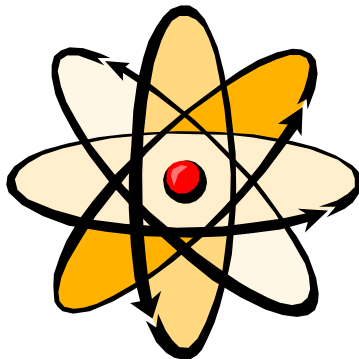


Cloro gassoso

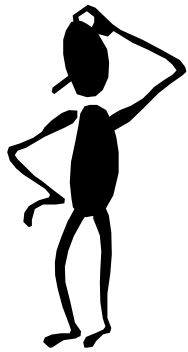
Uno *ione monatomico* è costituito da un singolo atomo



Uno *ione poliatomico* è formato da più di un atomo







Hai capito cos'è uno ione?

Quanti protoni ed elettroni ci sono in  $\text{Al}^{3+}$  ?

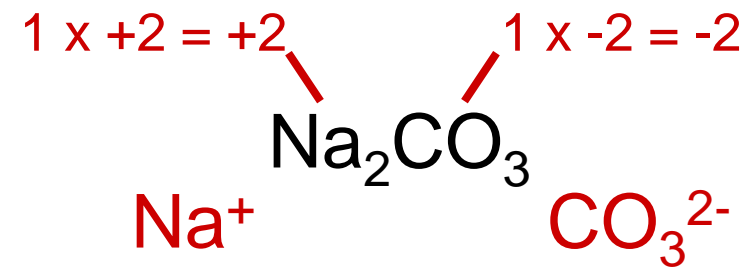
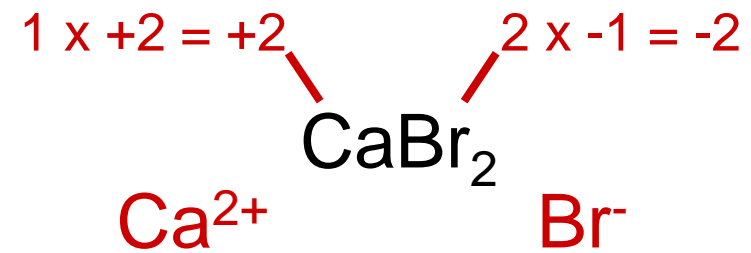
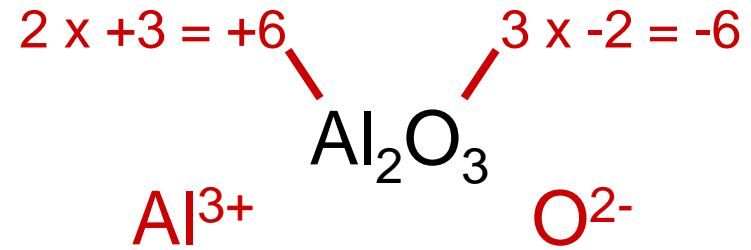
13 protoni,  $13 - 3 = 10$  elettroni

Quanti protoni ed elettroni ci sono in  $\text{Se}^{2-}$  ?

34 protoni,  $34 + 2 = 36$  elettroni


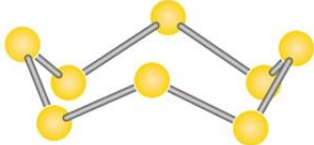

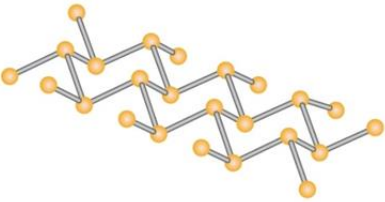
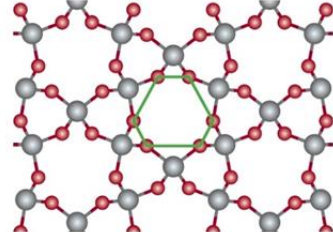
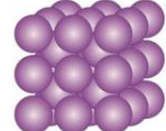
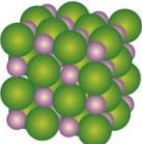


# Formula di un composto ionico



# Classificazione di elementi e composti in base al tipo di legame

covalenti

TIPO DI SOSTANZA	SOSTANZE ELEMENTARI	STRUTTURA	COMPOSTI	STRUTTURA	
Molecolare	Monoatomica	He		— <sup>a</sup>	
	Poliatomica	S <sub>8</sub>		CO <sub>2</sub>	
reticolare		As		SiO <sub>2</sub>	
Metallica	<b>Sempre reticolare</b>	Fe		— <sup>a,b</sup>	
Ionica	<b>Sempre reticolare</b>	— <sup>a</sup>		NaCl	

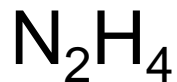
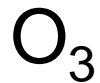
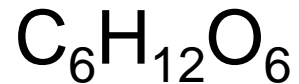
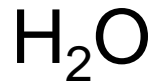
<sup>a</sup> Si noti che, ovviamente, non esistono composti monoatomici o metallici, né sostanze elementari ioniche.

<sup>b</sup> Le leghe non sono considerate composti ma miscele solide, in quanto la loro composizione è variabile.

# Formule brute per le sostanze che hanno identità molecolare

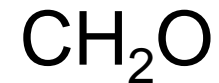
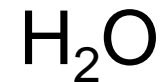
**La formula molecolare** mostra il numero esatto di atomi di ciascun elemento che formano la molecola

molecolare



**La formula empirica** indica quali elementi sono presenti all'interno di un composto e il rapporto minimo tra essi

empirica



# Formule brute per le sostanze che non hanno identità molecolare

**esiste solo la formula empirica!!**

**Nel caso delle sostanze che non hanno una identità molecolare, si usano pedici stechiometrici più piccoli possibili compatibili con la composizione della sostanza (formula empirica)**

**CaCl<sub>2</sub>  
oppure  
SiO<sub>2</sub>**

Non ha senso scrivere Ca<sub>2</sub>Cl<sub>4</sub> o Si<sub>3</sub>O<sub>6</sub>, perché non hanno identità molecolare