

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**

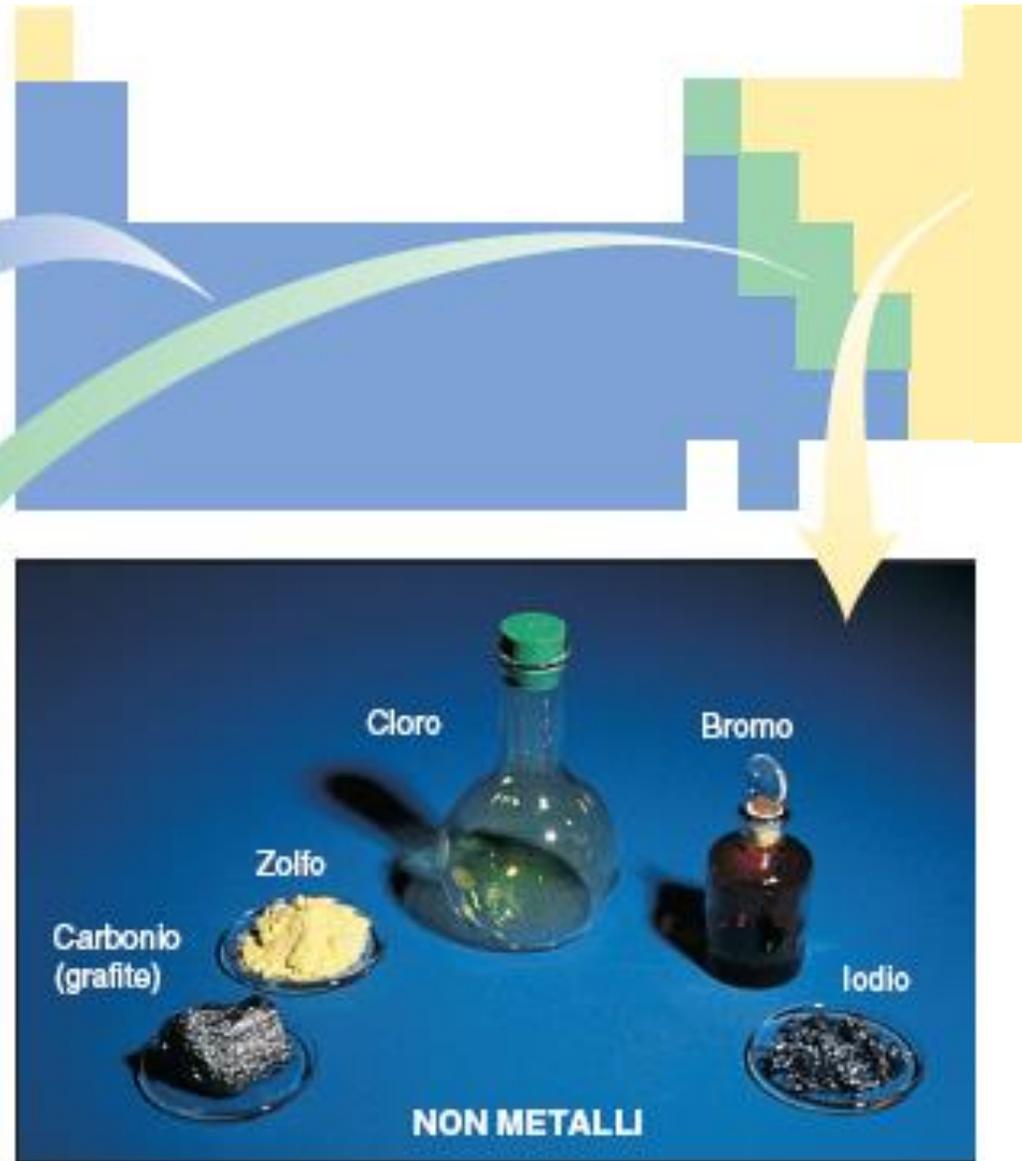
sostanze che possono essere decomposte in altre sostanze di peso inferiore

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

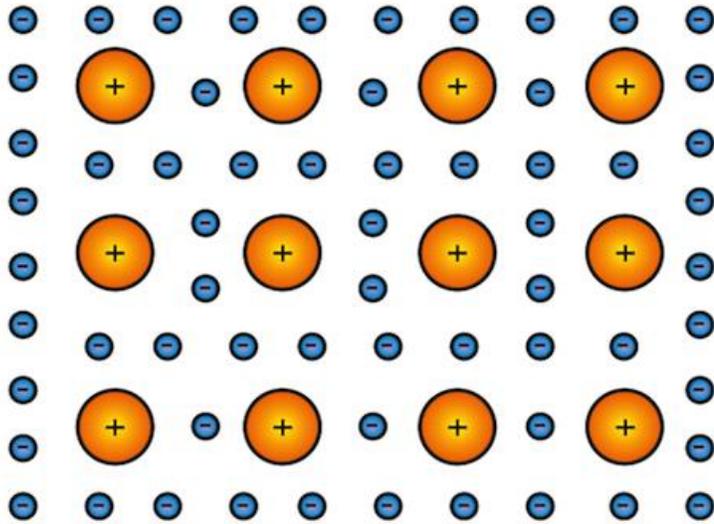
ELEMENTI DEI GRUPPI PRINCIPALI

		ELEMENTI DEI GRUPPI PRINCIPALI										ELEMENTI DEI GRUPPI PRINCIPALI																												
		1A (1)																	8A (18)																					
1	1	H (1,008)																	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)								
		ELEMENTI DI TRANSIZIONE																																						
3	11	Na (22,99)	12	Mg (24,31)	3B (3)	4B (4)	5B (5)	6B (6)	7B (7)	(8)	8B (9)	(10)	1B (11)	2B (12)	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	lanthanidi	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	actinidi	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)											

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:

Fe(s) , Al(s) , Hg(l) , Na(s) , K(s) , 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

Periodo	1A (1)	2A (2)	ELEMENTI DI TRANSIZIONE										ELEMENTI DEI GRUPPI PRINCIPALI							
	1	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	H (1) 1,008																		He (2) 4,003	
2	Li (3) 6,941	Be (4) 9,012													B (5) 10,81	C (6) 12,01	N (7) 14,01	O (8) 16,00	F (9) 19,00	Ne (10) 20,18
3	Na (11) 22,99	Mg (12) 24,31											Al (13) 26,98	Si (14) 28,09	P (15) 30,97	S (16) 32,07	Cl (17) 35,45	Ar (18) 39,95		
4	K (19) 39,10	Ca (20) 40,08	Sc (21) 44,96	Ti (22) 47,88	V (23) 50,94	Cr (24) 52,00	Mn (25) 54,94	Fe (26) 55,85	Co (27) 58,93	Ni (28) 58,69	Cu (29) 63,55	Zn (30) 65,39	Ga (31) 69,72	Ge (32) 72,61	As (33) 74,92	Se (34) 78,96	Br (35) 79,90	Kr (36) 83,80		
5	Rb (37) 85,47	Sr (38) 87,62	Y (39) 88,91	Zr (40) 91,22	Nb (41) 92,91	Mo (42) 95,94	Tc (43) (98)	Ru (44) 101,1	Rh (45) 102,9	Pd (46) 106,4	Ag (47) 107,9	Cd (48) 112,4	In (49) 114,8	Sn (50) 118,7	Sb (51) 121,8	Te (52) 127,6	I (53) 126,9	Xe (54) 131,3		
6	Cs (55) 132,9	Ba (56) 137,3	La (57) 138,9	Hf (72) 178,5	Ta (73) 180,9	W (74) 183,9	Re (75) 186,2	Os (76) 190,2	Ir (77) 192,2	Pt (78) 195,1	Au (79) 197,0	Hg (80) 200,6	Tl (81) 204,4	Pb (82) 207,2	Bi (83) 209,0	Po (84) (209)	At (85) (210)	Rn (86) (222)		
7	Fr (87) (223)	Ra (88) (226)	Ac (89) (227)	Rf (104) (265)	Db (105) (268)	Sg (106) (271)	Bh (107) (270)	Hs (108) (277)	Mt (109) (276)	Ds (110) (281)	Rg (111) (280)	Cn (112) (285)	Nh (113) (284)	Fl (114) (289)	Mc (115) (288)	Lv (116) (293)	Ts (117) (294)	Og (118) (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

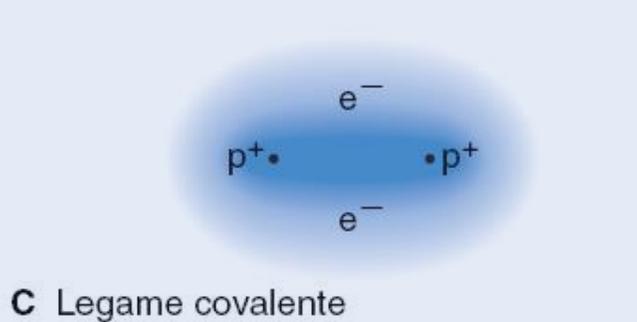
P: molecole tetraatomiche P_4

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

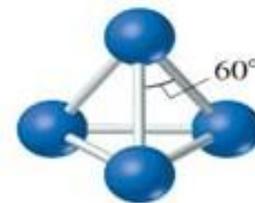
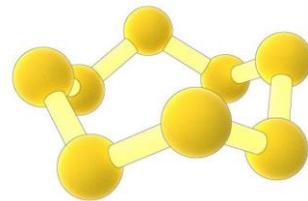
Rappresentazione della struttura dei non metalli

formazione del legame covalente

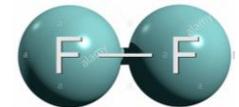
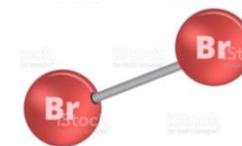


Le sostanze non metalliche possono essere immaginate come gruppi finiti di atomi (molecole) tenuti assieme da elettroni localizzati in mezzo tra due atomi legati. Gli elettroni impegnati nel legame si rappresentano con un trattino

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



(a) Fosforo bianco



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

I non metalli

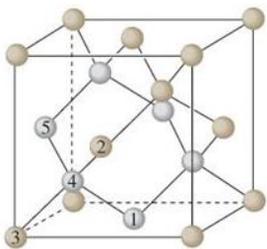
	3A (13)	4A (14)	5A (15)	6A (16)	7A (17)
	5 B 10,81	6 C 12,01	7 N 14,01	8 O 16,00	9 F 19,00
2B (12)	13 Al 26,98	14 Si 28,09	15 P 30,97	16 S 32,07	17 Cl 35,45
30	31	32	33	34	35

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)

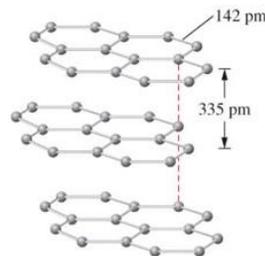
Allotropi del carbonio

Diamante

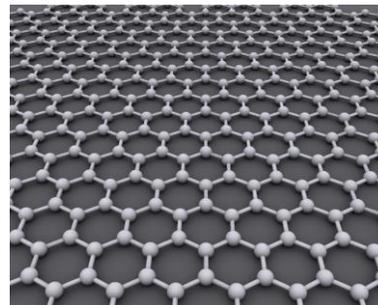


(b)

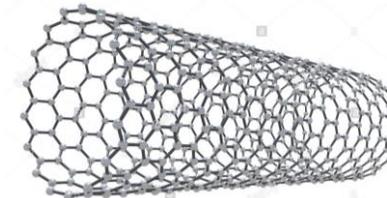
grafite



grafene



Nanotubi



fullerene (C₆₀)

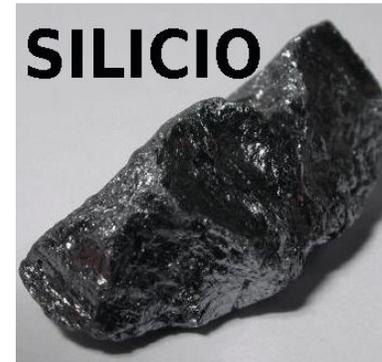


I semimetalli

	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



germanio



- 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 **H₂ (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

O₂ (g) ossigeno biatomico

O₃ (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 **S₈ (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

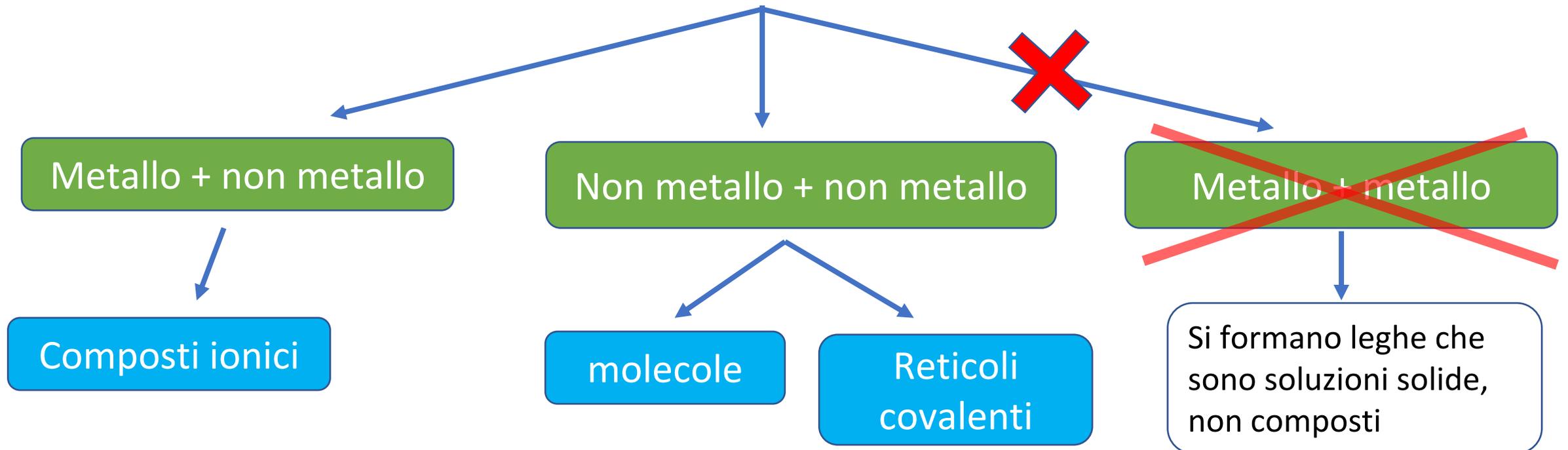
il carbonio elementare a 25°C e 1 atm, assume diverse forme stabili, di natura differente

Si rappresentano con le formule:

C_(diamante), **C**_(grafite), **C**₍₆₀₎, **C**_(grafene),

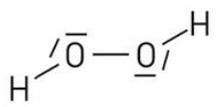
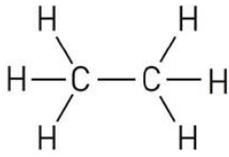
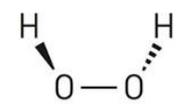
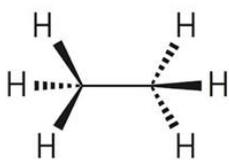
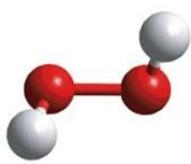
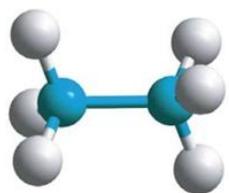
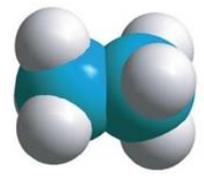
Cosa succede quando si combinano gli elementi?

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 ₃
Formula molecolare	H ₂ O ₂	C ₂ H ₆
Formula di struttura "condensata"	HO-OH	H ₃ C-CH ₃
Formula di struttura		
Formula "tridimensionale"		
Formula di struttura tridimensionale "ball & stick"		
Formula di struttura tridimensionale "spacefill"		

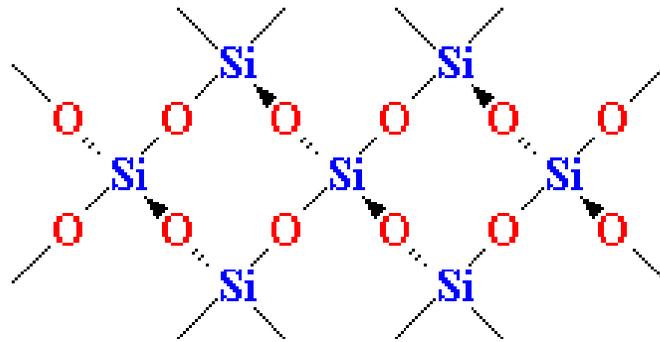
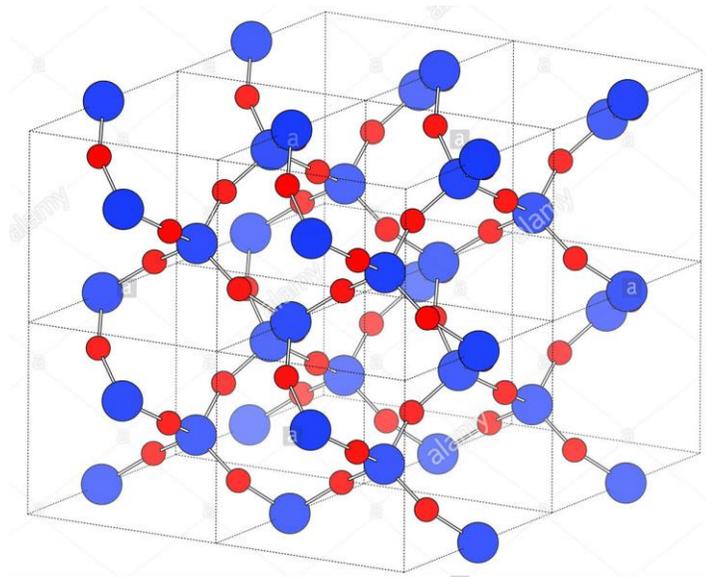
Formule brute: solo composizione

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

SiO₂ esiste solo la formula empirica visto che i reticoli covalenti non si organizzano in molecole: in qualsiasi porzione di SiO₂, per ogni atomo di silicio nel composto si trovano due atomi di ossigeno.

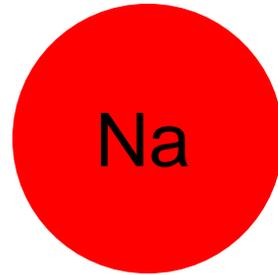


Ogni atomo di Si è legato a 4 atomi di O e ogni atomo di O è legato a 2 atomi di Si senza soluzione di continuità.

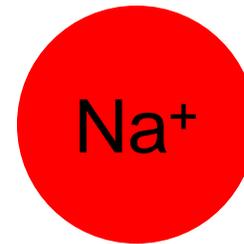
Uno *ione* è un atomo, o un gruppo di atomi, che presenta una carica positiva o negativa

catione – ione con una carica positiva

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



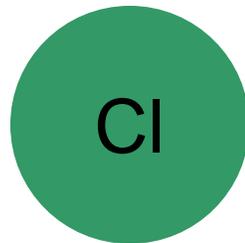
11 protoni
11 elettroni



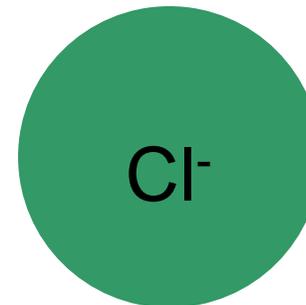
11 protoni
10 elettroni

anione – uno ione con una carica negativa

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



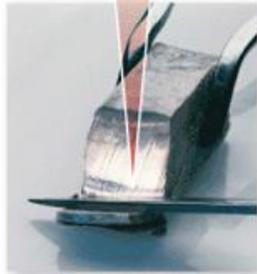
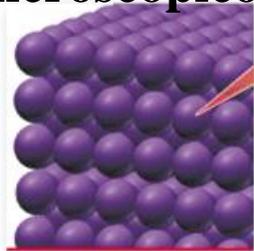
17 protoni
17 elettroni



17 protoni
18 elettroni

Formazione di un composto ionico

**Livello
microscopico**

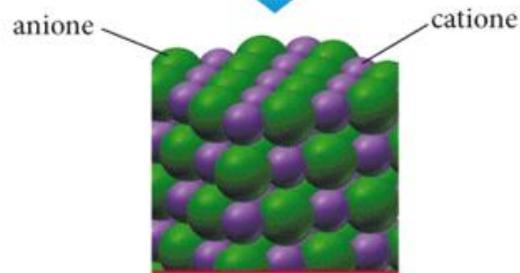
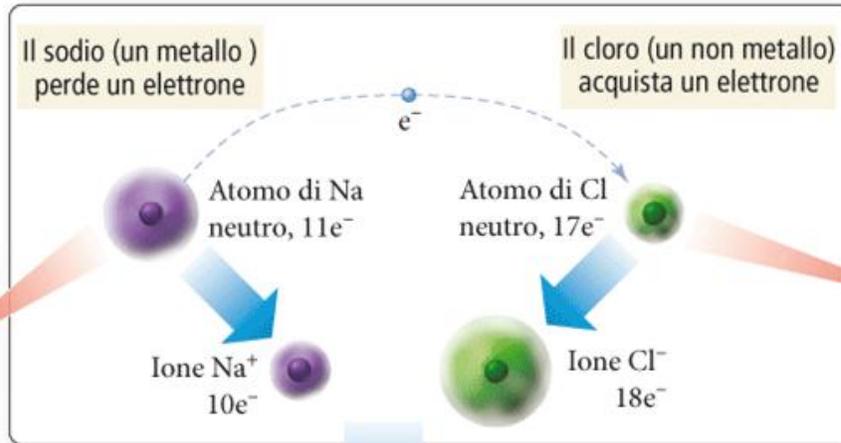


Sodio metallico

**Livello
macroscopico**



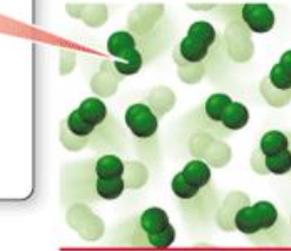
Cloruro di sodio
(sale da tavola)



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

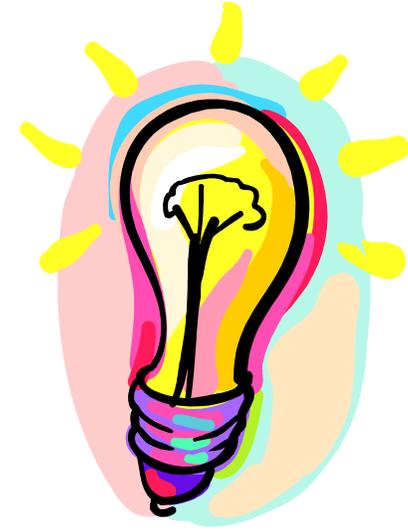
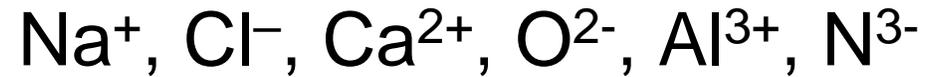
Livello simbolico
 $2\text{Na(s)} + \text{Cl}_2\text{(g)} \rightarrow 2\text{NaCl}$

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

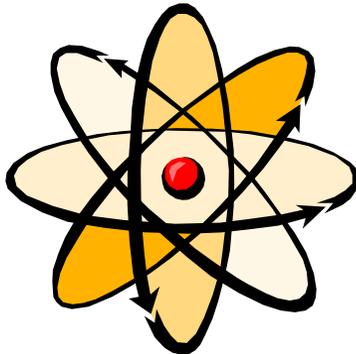


Cloro gassoso

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?

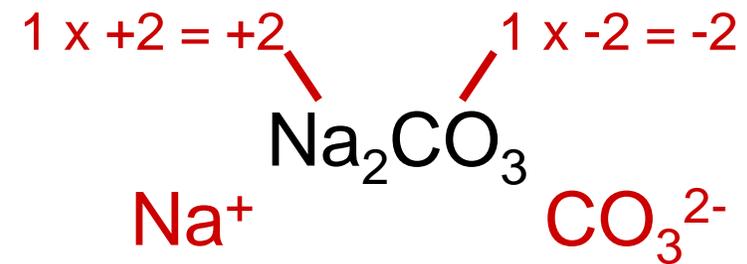
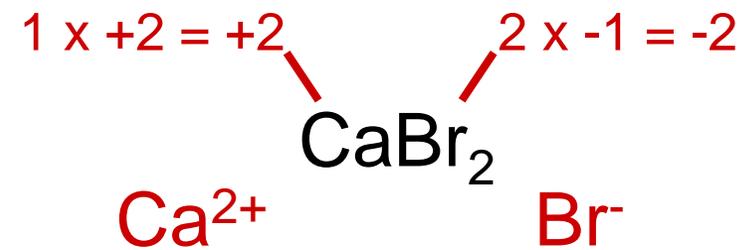
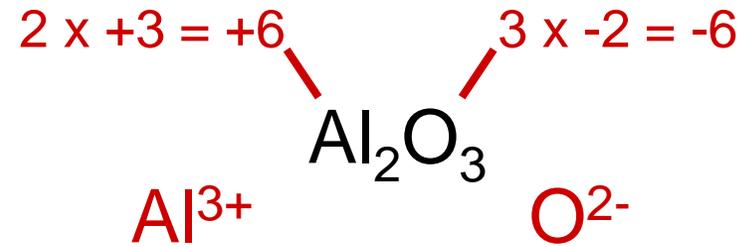
Quanti protoni ed elettroni ci sono in Al^{3+} ?

13 protoni, $13 - 3 = 10$ elettroni

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

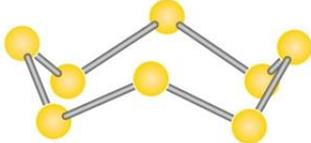
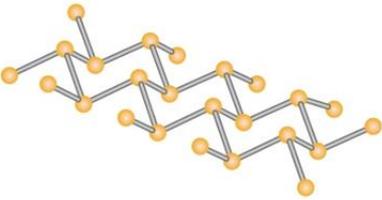
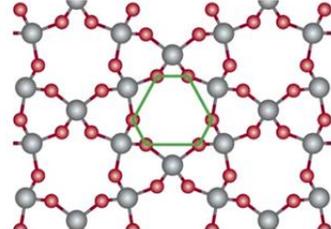
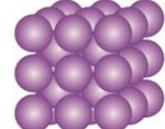
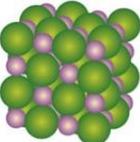
34 protoni, $34 + 2 = 36$ elettroni

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		— ^a	
	Poliatomica	S ₈		CO ₂	
reticolare		As		SiO ₂	
Metallica	Sempre reticolare	Fe		— ^{a,b}	
Ionica	Sempre reticolare	— ^a		NaCl	

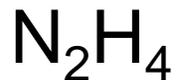
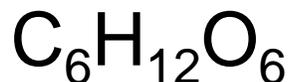
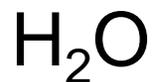
^a Si noti che, ovviamente, non esistono composti monoatomici o metallici, né sostanze elementari ioniche.

^b 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

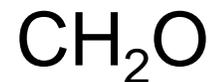
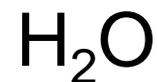
La formula molecolare mostra il numero esatto di atomi di ciascun elemento che formano la molecola

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)

**CaCl₂
oppure
SiO₂**

Non ha senso scrivere Ca₂Cl₄ o Si₃O₆, perché non hanno identità molecolare