

ZANICHELLI

Simonetta Klein

Il racconto della chimica e della Terra

ZANICHELLI

Capitolo 5

Gli atomi, le molecole e gli ioni

Sommario

1. Dagli atomi alle formule chimiche
2. L'atomo oggi
3. Il sistema periodico degli elementi
4. Dagli atomi alle molecole
5. Gli ioni e il legame ionico
6. I legami chimici tra molecole e ioni e tra ioni e molecole

Dagli atomi alle formule chimiche



John Dalton

La **teoria atomica di Dalton** si può riassumere in cinque punti:

- 1- la materia è costituita da **atomi** che non si creano, non si distruggono e non si spezzano
- 2- tutti gli atomi di un dato elemento hanno identica massa, mentre atomi di elementi diversi hanno masse diverse.

Dagli atomi alle formule chimiche

3- gli atomi di un elemento non si possono convertire in atomi di un altro elemento

4- in un composto gli atomi di diversi elementi sono presenti in proporzione costante espressa da numeri interi

5- gli atomi partecipano interi alle reazioni chimiche

La teoria di Dalton approfondisce la differenza tra elementi e composti.

Dagli atomi alle formule chimiche

Gli elementi

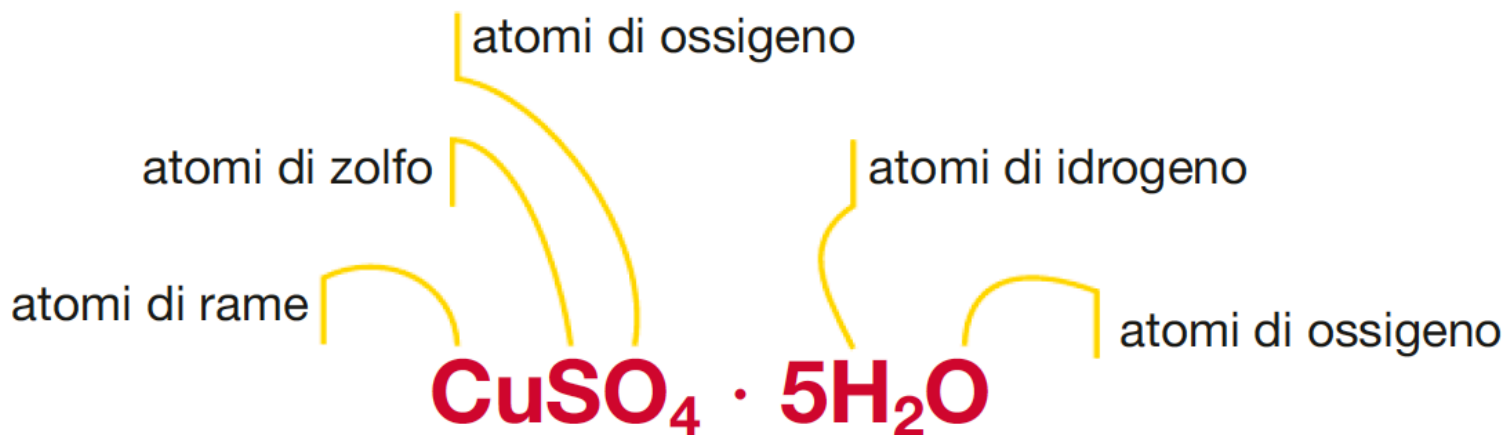
- sono costituiti da atomi dello stesso tipo, quindi non possono decomporsi
- ogni elemento si indica con un **simbolo** caratteristico (Berzelius introdusse la moderna simbologia chimica).

I composti

- sono costituiti da atomi diversi in proporzioni costanti uniti fortemente tra loro; si possono scindere solo con reazioni di decomposizione
- ogni composto è descritto da una **formula chimica** che rappresenta gli elementi presenti e il loro rapporto.

Dagli atomi alle formule chimiche

Un esempio di formula chimica (solfato di rame pentaidrato):



1 : 1 : 10 : 9 è la proporzione fra gli atomi di rame, di zolfo, di idrogeno e di ossigeno.

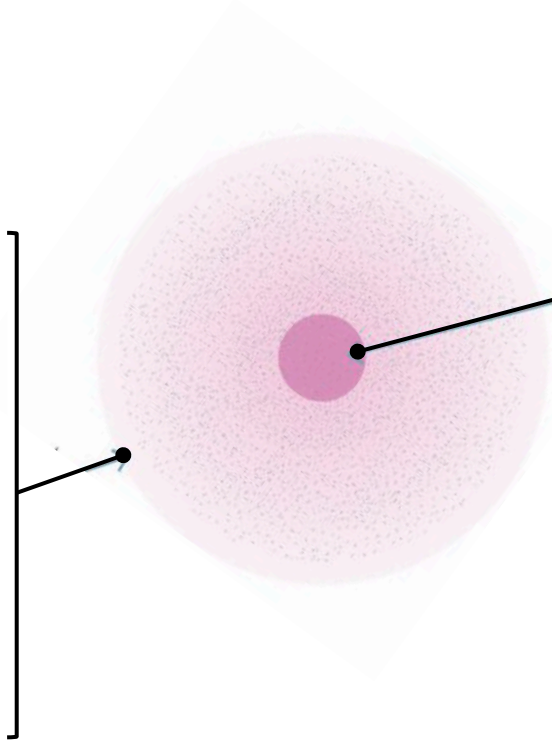
L'indice **5** davanti alle formule moltiplica gli indici dell'**idrogeno** e dell'**ossigeno** successivi.

La formula potrebbe essere scritta $\text{CuSH}_{10}\text{O}_9$.

L'atomo oggi

Per descrivere la struttura dell'**atomo** si sfrutta la meccanica quantistica.

La **nube elettronica** è la zona in cui è più probabile trovare l'elettrone.



Il **nucleo** si trova nella regione centrale dell'atomo. È composto da **protoni** e **neutroni**, scomponibili in particelle dette quark.

L'atomo oggi

Gli **elettroni** si muovono velocissimi attorno al nucleo e non sono scomponibili.

Il percorso degli elettroni non può essere determinato, ma si può predire la probabilità di trovarli in una certa zona.

La nube elettronica che circonda il nucleo permette di visualizzare le probabilità: è più densa dove la probabilità è maggiore.

L'atomo oggi

Proprietà dei componenti dell'atomo:

Protoni

Neutroni

Elettroni

massa

10^{-24} g

circa uguale a
quella dei protoni

2000 volte più piccola
di quella di protoni o
neutroni

**carica
elettrica**

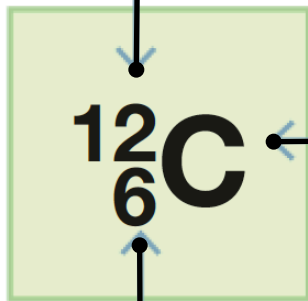
positiva
 $+ 10^{-19}$ C

nulla 0 C

negativa con valore
assoluto pari a
quello dei protoni
 $- 10^{-19}$ C

L'atomo oggi

Il **numero di massa A** è il numero totale di protoni e neutroni che compongono il nucleo.



L'atomo di un elemento si distingue dagli altri in base al numero atomico. Gli **isotopi** di uno stesso elemento hanno uguale numero di protoni, ma diverso di neutroni.

Z è il numero di protoni (**numero atomico**).
L'atomo è neutro quando il numero dei protoni è uguale a quello degli elettroni.

Il sistema periodico degli elementi

La **tavola periodica**, o **sistema periodico degli elementi**, è una tabella in cui vengono ordinati gli elementi, che si succedono in base al numero atomico.

Le colonne verticali contengono elementi simili tra loro e sono dette **gruppi**.

Nelle righe orizzontali, dette **periodi**, le proprietà dell'elemento variano con regolarità.

Il sistema periodico degli elementi

La linea blu separa metalli e non metalli.

metalli
(solidi,
lucenti,
conduttori)

numero atomico: 1
simbolo: H
nome: idrogeno
massa atomica [u]: 1,008 2204
elettronegatività (secondo Pauling):

* Per gli elementi radioattivi che non hanno isotopi stabili, il valore della massa atomica è quello dell'isotopo a vita più lunga e viene riportato tra parentesi quadre [].

1	2											13	14	15	16	17	18																
1	2											III	IV	V	VI	VII	VIII																
H	He											B	C	N	O	F	Ne																
idrogeno	elio											boro	carbonio	azoto	ossigeno	fluoro	neon																
1,008 2204	4,003 002											10,81 204	12,01 255	14,01 304	16,00 404	19,00 398	20,18 --																
3	4											13	14	15	16	17	18																
Li	Be											Al	Si	P	S	Cl	Ar																
litio	berillio											alluminio	silicio	fosforo	zolfo	cloro	argon																
6,941 038	9,012 157											26,98 161	28,09 130	30,97 219	32,07 218	35,45 316	39,95 --																
11	12	13	14	15	16	17	18											13	14	15	16	17	18										
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar											Al	Si	P	S	Cl	Ar										
sodio	magnesio	alluminio	silicio	fosforo	zolfo	cloro	argon											alluminio	silicio	fosforo	zolfo	cloro	argon										
22,99 038	24,30 409	26,98 161	28,09 130	30,97 219	32,07 218	35,45 316	39,95 --											26,98 161	28,09 130	30,97 219	32,07 218	35,45 316	39,95 --										
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30											31	32	33	34	35	36						
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn											Ga	Ge	As	Se	Br	Kr						
potassio	calcio	scandio	titanio	vanadio	cromo	manganese	ferro	cobalto	nichel	rame	zinc											galio	germanio	arsenico	selenio	bromo	kriptone						
39,10 082	40,08 100	44,96 126	47,87 154	50,94 163	52,00 159	54,94 155	55,85 183	58,93 188	58,69 191	63,55 100	65,37 165											69,72 181	72,64 201	74,92 218	78,96 255	79,90 300	83,80 300						
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54											51	52	53	54		
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe											antimonio	tellurio	iodio	xenone		
rubidio	stronzio	ittrio	zirconio	niobio	molibdeno	tecnecio	rutenio	rodio	paladino	argento	cadmio	indio	stagno	antimonio	tellurio	iodio	xenone											antimonio	tellurio	iodio	xenone		
85,47 82	87,62 096	88,91 122	91,22 133	92,91 180	95,94 216	98,91 190	101,1 220	102,9 228	106,4 220	107,9 198	112,4 169	114,8 178	118,7 196	121,8 206	127,6 210	126,9 289	131,3 260											121,8 206	127,6 210	126,9 289	131,3 260		
55	56	57-71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86											81	82	83	84		
Cs	Ba		Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn											talio	piombo	bismuto	polonio	astato	radon
cesio	bario		hafnio	tantalio	tungsteno	renio	osmio	iridio	platino	oro	mercurio	talio	piombo	bismuto	polonio	astato	radon											talio	piombo	bismuto	polonio	astato	radon
132,9 079	137,3 089		178,5 130	180,9 150	183,8 236	186,2 190	190,2 220	192,2 220	195,1 228	197,0 254	200,6 190	204,4 204	207,2 233	208,0 262	209,0 200	210,0 220	222,0 222											204,4 204	207,2 233	208,0 262	209,0 200	210,0 220	222,0 222
87	88	89-103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118											113	114	115	116	117	118
Fr	Ra		Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og											nihonio	flerovio	moscovio	livernorio	tennessio	oganesson
francio	radio		rutherfordio	dubnio	seaborgio	bohrio	hassio	meitnerio	damstadtio	roentgenio	copernicium	nihonio	flerovio	moscovio	livernorio	tennessio	oganesson											nihonio	flerovio	moscovio	livernorio	tennessio	oganesson
[223] 0,90	[226] 0,90		[261] --	[262] --	[263] --	[264] --	[265] --	[266] --	[271] --	[272] --	[285] --	[294] --	[294] --	[298] --	[293] --	[294] --	[294] --											[294] --	[294] --	[298] --	[293] --	[294] --	[294] --

non metalli

Accanto alla
linea ci sono i
semimetalli,
con proprietà
intermedie.

Nel gruppo VIII ci sono i **gas nobili**, che non formano legami.

Il sistema periodico degli elementi

L'**elettronegatività** esprime la capacità di un atomo di attrarre gli elettroni. Aumenta da sinistra a destra in ogni periodo e dal basso verso l'alto in ogni gruppo.

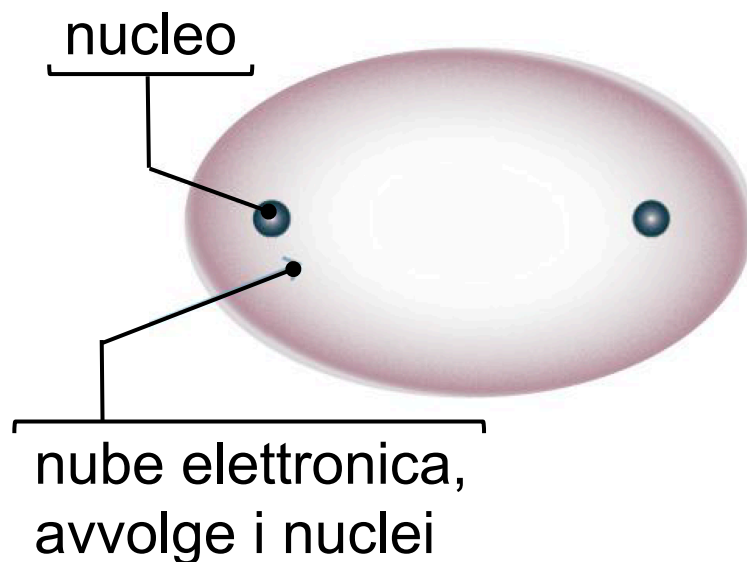
Escludendo i gas nobili, l'elemento più elettronegativo è il fluoro, a cui segue l'ossigeno.

Escludendo gli elementi instabili, l'elemento meno elettronegativo è il cesio.

Dagli atomi alle molecole

I **legami chimici** sono forze elettriche che si stabiliscono fra gli atomi.

Nelle molecole, aggregati stabili, il vincolo che unisce gli atomi è il **legame covalente**.



Dagli atomi alle molecole


Nel legame covalente:

- sono condivise coppie di elettroni, detti **di legame**
- le coppie elettroniche condivise possono essere una (legame **semplice**), due (**doppio**) o tre (**triplo**).
- le nuvole elettroniche dei due atomi si fondono in una
- ogni atomo può formare solo un certo numero di legami e solo con certi elementi
- i legami hanno delle precise direzioni nello spazio che determinano la forma complessiva della molecola.

Dagli atomi alle molecole

Una molecola può essere rappresentata in diversi modi:

- **formula molecolare grezza (bruta)**: simboli e indici esprimono quali e quanti atomi ci sono in una molecola
- **formula di struttura**: sono rappresentati uno per uno tutti gli atomi della molecola, indicati dai rispettivi simboli, e uniti tra loro da trattini che rappresentano i legami
- **modello molecolare**: gli atomi sono rappresentati da piccole sfere e i legami da bastoncini

Formula grezza	Formula di struttura	Modello molecolare
H_2 idrogeno	$\text{H} - \text{H}$	

Gli ioni e il legame ionico

Uno **ione** è un atomo (o una molecola) in cui il numero dei protoni è diverso dal numero degli elettroni. Pertanto, uno ione non è neutro, ma carico elettricamente.

Uno ione si forma per cessione o acquisto di elettroni (mai di protoni) in base all'elettronegatività dell'elemento: atomi molto elettronegativi strappano gli elettroni ad altri poco elettronegativi.

Gli ioni e il legame ionico

Ci sono due tipi di ioni:

- **anioni** sono gli ioni negativi. Si generano dall'acquisto di elettroni e si indicano con il simbolo seguito dal segno meno. Nella nomenclatura si usa la desinenza -uro.

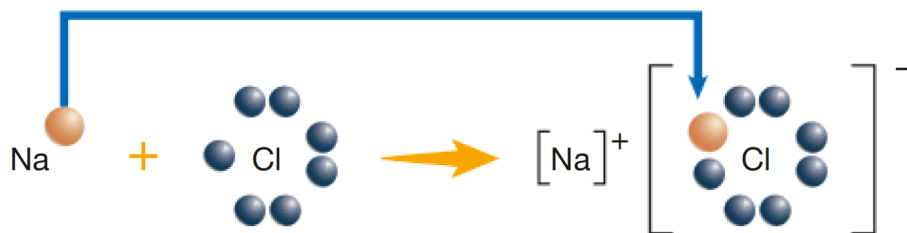
Per esempio lo ione cloruro, Cl^-

- **cationi** sono gli ioni positivi. Si formano per cessione di elettroni e si rappresentano con il simbolo seguito dal segno più. Nella nomenclatura sono definiti come ioni di un dato elemento.

per esempio lo ione sodio, Na^+

Gli ioni e il legame ionico

Il **legame ionico** è la forza elettrostatica che unisce ioni di carica opposta.



Anioni e cationi si combinano tra loro in modo che le rispettive cariche si annullino formando composti elettricamente neutri detti **composti ionici** o **sali**.

Nei sali ioni di carica opposta si distribuiscono ordinatamente in un reticolo cristallino in modo alternato.

Gli ioni e il legame ionico

Uno ione:

- è **monoatomico** quando è costituito da un solo atomo (per esempio Na^+)
- è **poliatomico** (ioni molecolari o molecole ioniche) quando composto da più atomi uniti tra loro da legami covalenti (per esempio NO_3^-).

Gli ioni e il legame ionico

I legami covalente, ionico e metallico (non trattato nel testo) sono detti **legami chimici forti** (o **primari**).

Dai legami primari dipende formula e reattività di una sostanza. Possono essere scissi in una reazione chimica.

I legami chimici tra molecole e tra ioni e molecole

Un **legame intermolecolare** si forma quando gli elettroni di una molecola risentono dell'attrazione dei nuclei di una molecola vicina.

Sono legami più deboli dei legami ionici e covalenti.

L'attitudine delle molecole verso questi legami dipende dalla **polarità**.

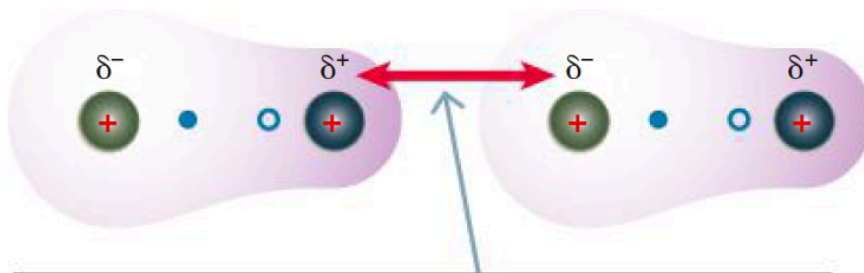
I legami chimici tra molecole e tra ioni e molecole

In una molecola composta da due atomi con diversa elettronegatività, la nube elettronica si concentra intorno al più elettronegativo. Si forma una **molecola polare**.

Due atomi identici uniti da legami covalenti formano una **molecola apolare**.

I legami chimici tra molecole e tra ioni e molecole

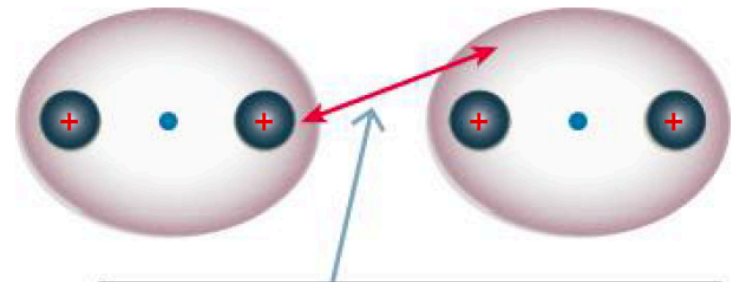
Molecole polari



La parte negativa (δ^-) di una molecola polare è fortemente attratta dalla parte positiva (δ^+) della molecola vicina.

Gli elettroni sono più disponibili: si formano legami intermolecolari più forti.

Molecole apolari



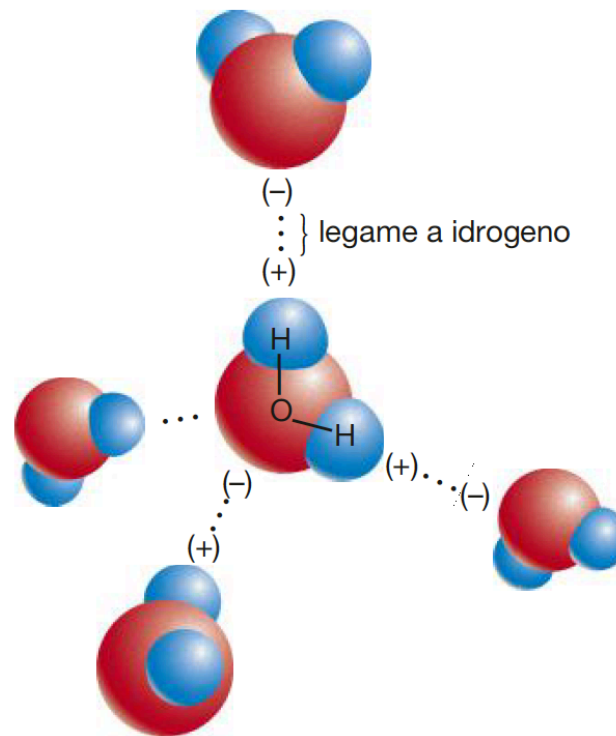
Il legame fra molecole apolari è più debole: c'è una piccola attrazione tra la nube elettronica di una molecola e il nucleo di un'altra.

L'attrazione tra le molecole è labile e poco durevole: i legami intermolecolari sono più deboli.

I legami chimici tra molecole e tra ioni e molecole

Il **legame a idrogeno** si instaura tra molecole che hanno atomi di O (o N o F) legati covalentemente a un H.

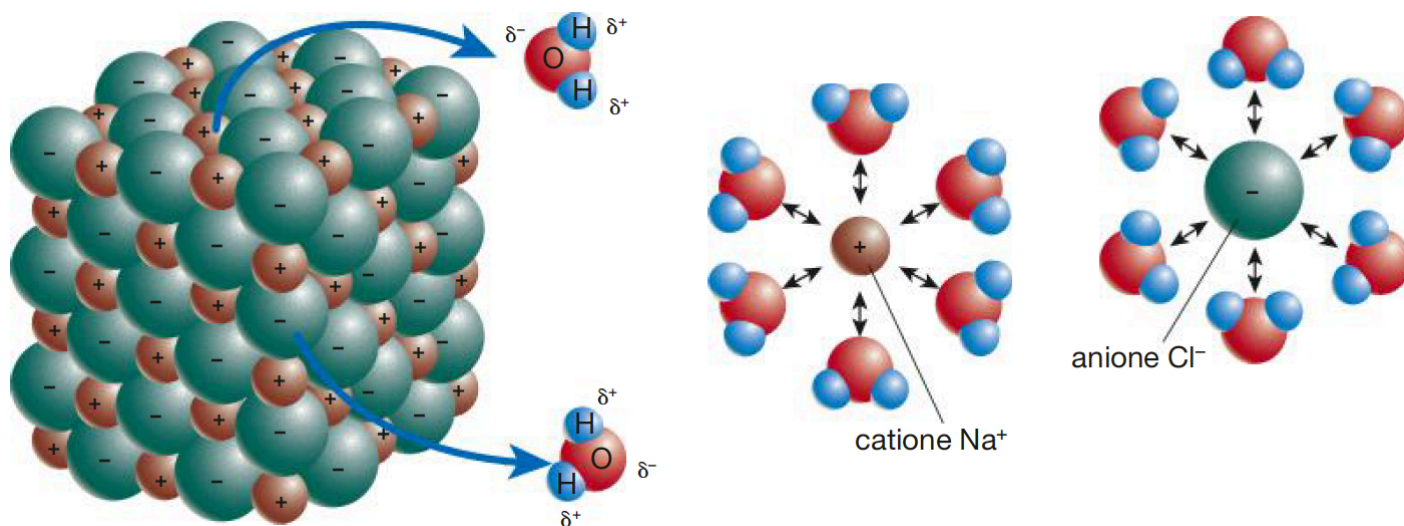
Gli atomi di O, N e F, i più elettronegativi del sistema periodico, attraggono fortemente gli elettroni del legame covalente. H risente molto dell'attrazione da parte di atomi così elettronegativi.



I legami chimici tra molecole e tra ioni e molecole

I **legami ione-molecola** si formano quando una sostanza ionica si discioglie in un solvente polare.

Le molecole polari del solvente si dispongono intorno a ciascuno ione del soluto in modo che l'estremità ricca di elettroni sia orientata verso lo ione negativo e viceversa.



I legami chimici tra molecole e tra ioni e molecole

I legami tra molecole neutre sono chiamate **forze di van der Waals** e sono i più deboli legami intermolecolari.

I **legami chimici deboli** o **secondari** sono quindi:

- il legame a idrogeno
- il legame ione-molecola
- le forze di van der Waals.