





*Di cosa è fatto il mondo?*

Se potessimo usare una lente potentissima cosa potremmo vedere dentro le cose che ci circondano, che usiamo, che mangiamo?

La scultura di Nathan Sawaya di sinistra contiene più di 10000 mattoncini LEGO ...

... e lo stesso artista newyorkese che vediamo a destra cosa contiene?

Quali sono i microscopici, invisibili mattoncini che vanno a costituire tutta la materia?

Queste domande se le sono poste moltissime persone, grandi e piccole, di ogni nazionalità ed epoca...

Secondo **Aristotele**, forse il più famoso pensatore dell'antica Grecia vissuto nel 300 a.C. circa, ogni cosa nel mondo è composta dai quattro elementi: acqua, aria, terra, fuoco.



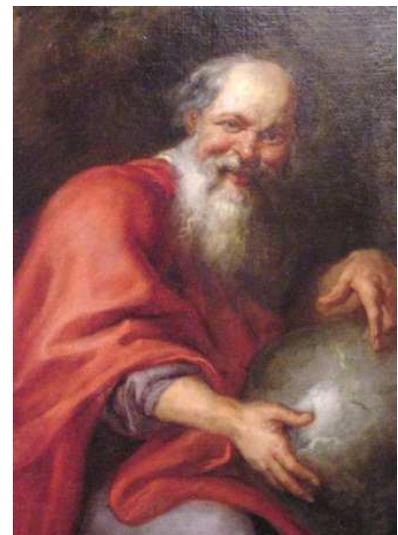
L'unione di tali elementi determina la nascita delle cose e la loro separazione determina la morte.

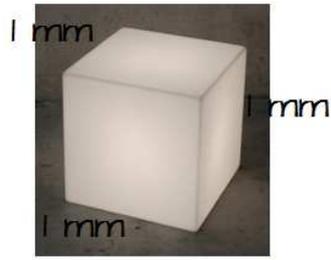


Anassagora (500 a.C.), pensava che si sarebbe potuto dividere un oggetto in due parti e ciascuna di queste parti in altre due parti fino all'infinito.

Anassagora sosteneva l'infinita divisibilità della materia.

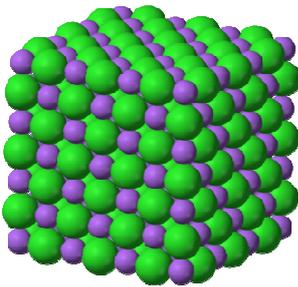
Secondo Democrito (400 a.C.) **invece**, la materia non sarebbe divisibile infinitamente perchè prima o poi si sarebbe arrivati a particelle indivisibili, chiamate per questo "**atomi**" (dal greco "*atomos*" - indivisibile). Democrito duemilaquattrocento anni fa giunse ad affermare: "*In verità esistono solo atomi e il vuoto*". Egli è famoso anche per il quesito che fece agli dei dell'Olimpo noto come "**la collana di Democrito**".





Girando fra le dita un granello di sale delle dimensioni di 1 mm cubico egli si chiese quanto potesse essere lunga una fila (collana) di atomi di quel granello se disposti l'uno di fianco all'altro.

Oggi conosciamo le dimensioni degli atomi però non sempre abbiamo la percezione di quanto queste particelle siano effettivamente grandi... o meglio, piccole.



Il sale (cloruro di sodio) è composto da atomi di sodio e cloro "ingabbiati" molto ordinatamente in un reticolo cristallino quindi in realtà non è possibile disporre atomi di sodio e di cloro in una singola fila; questo calcolo serve solo per dimostrare quanto siano piccoli gli atomi!

Utilizzando nel calcolo le dimensioni dell'atomo di sodio e cloro, più precisamente il diametro delle sferette viola e verdi in figura e altre informazioni siamo giunti al risultato: la collana di Democrito è lunga circa 13 milioni di chilometri!

Questa dimensione corrisponde a oltre 33 volte la distanza fra la Terra e la Luna (384.400 km)!!



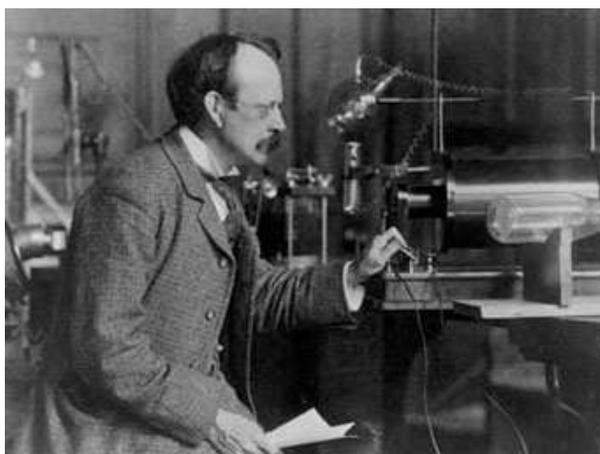
Nel 1800 **Dalton** enuncia la teoria atomica:

- Tutta la materia è formata da atomi;
- Gli atomi sono indivisibili e indistruttibili;
- Gli atomi di uno stesso elemento sono tutti uguali fra loro;



Ma l'atomo è davvero indivisibile??

Il fisico J. J. **Thomson** intorno al 1900 scopre l'esistenza di una particella caricata negativamente, l'**elettrone**.



Egli realizza il primo modello atomico secondo il quale l'atomo è costituito da una sfera il cui raggio è di circa  $0,0000000001\text{ m}$  ( $10^{-10}\text{ m}$ ).

La sfera è carica positivamente ed i corpuscoli negativi (elettroni) sono disseminati in essa come l'uvetta nel panettone.

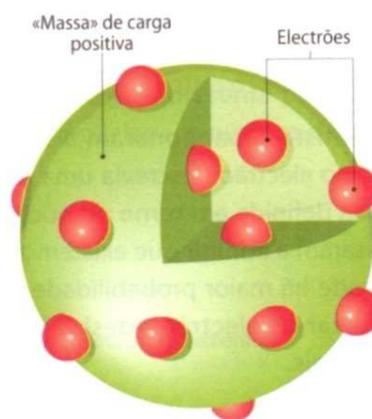
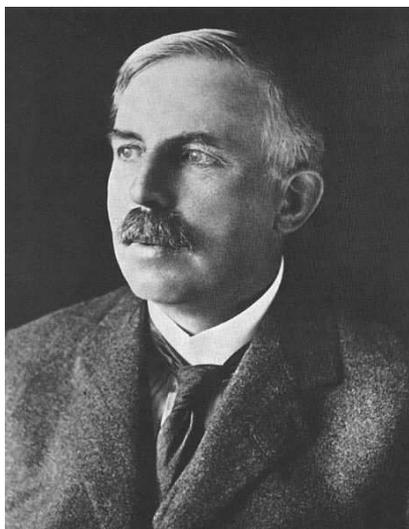


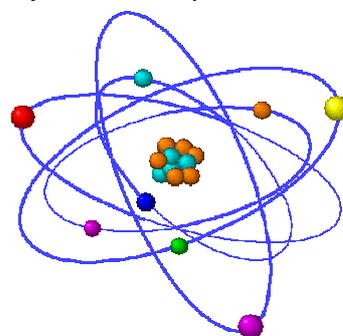
Figura 2 | Modelo atómico de Thomson

Questo modello è infatti passato alla storia come "**modello a panettone**".



In seguito, intorno al 1910, **Rutherford** elabora il modello planetario dell'atomo: gli elettroni ruotano intorno ad un **nucleo** delle dimensioni di  $10^{-14}\text{ m}$  (in cui è concentrata tutta la carica positiva), come i pianeti del sistema solare ruotano intorno al Sole.

Nel nucleo è concentrata la quasi totalità della massa dell'atomo.



E' nato con Rutherford il concetto di **nucleo**.

Gli atomi sono quasi del tutto **vuoti** (la dimensione del nucleo,  $10^{-14}$  m, è 10000 volte più piccola di quella dell'atomo,  $10^{-10}$  m); in altre parole sarebbe necessario ingrandire l'atomo fino alle dimensioni della più grande cupola al mondo, quella della basilica di S. Pietro a Roma, per poter intravedere nel centro il nucleo dell'atomo, grande come un granello di sale.



Poiché tutto sulla Terra è fatto di atomi vuol dire che il nostro corpo e la sedia su cui siamo seduti, sono composti da una quantità di spazio vuoto un milione di milioni di volte maggiore dello spazio occupato dalla materia!

In altre parole, se l'atomo fosse pieno per tutto il suo volume, un centimetro cubo di materia peserebbe, sulla Terra, circa 100 miliardi di kg.

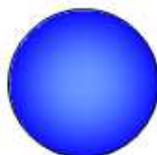
## LA STRUTTURA MODERNA DELL'ATOMO

Successivamente **Bohr** e altri fisici perfezionarono il modello di atomo: nasce l'idea di **orbitale** (o guscio elettronico) cioè la regione di spazio, con determinata forma e distanza dal nucleo, dove si muove l'elettrone.

Ecco allora che si delinea la **struttura moderna dell'atomo**: intorno ad un **nucleo** costituito da particelle cariche positivamente (**protoni**) e da particelle elettricamente neutre (**neutroni**), cioè prive di carica elettrica, si muovono gli elettroni in spazi ben precisi chiamati **orbitali**... pensate agli strati di una cipolla...



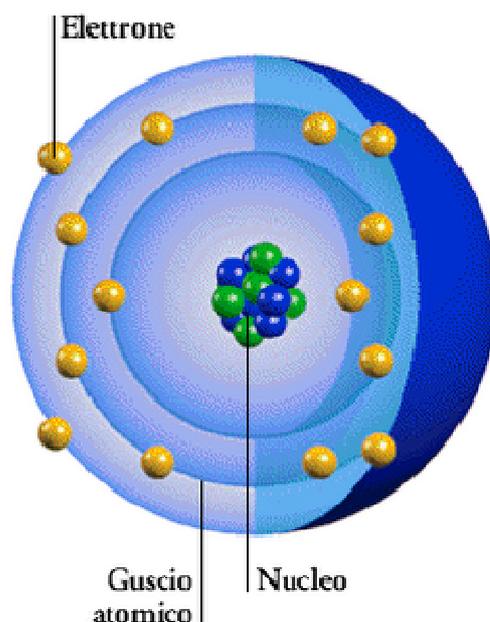
**PROTONE**



**NEUTRONE**

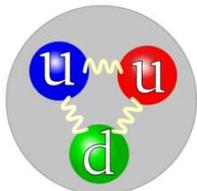


**ELETTRONE**



In un qualsiasi atomo il numero di protoni (**numero atomico Z**) è uguale a quello degli elettroni, le cariche elettriche si annullano e l'atomo risulta privo di carica elettrica.

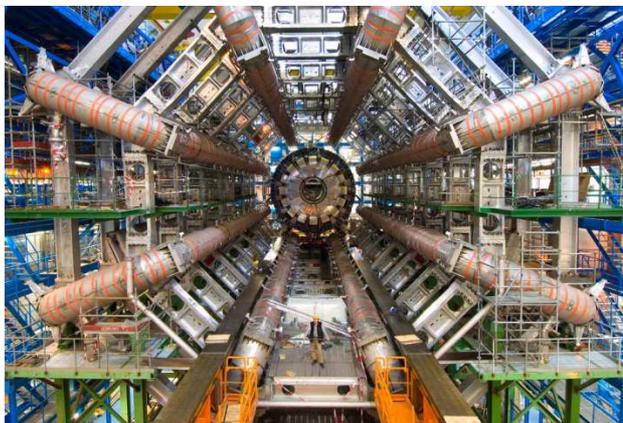
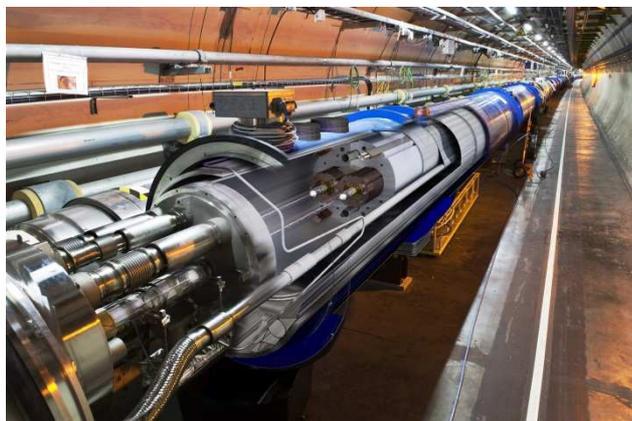
**Numero atomico Z** = numero di protoni = numero di elettroni



Le teorie attualmente in vigore affermano inoltre che sia il neutrone che il protone sono costituiti da particelle ancora più piccole, i **quark**, mentre l'elettrone rimane indivisibile.

Come sono riusciti a scoprire i quark cioè a "spaccare" un protone?

Grazie a macchine potentissime che causano delle collisioni tra particelle veloci quasi come la luce come ad esempio l'acceleratore di particelle LHC situato presso il Cern di Ginevra.



[http://www.youtube.com/watch?v=U4\\_6YPGy1gs](http://www.youtube.com/watch?v=U4_6YPGy1gs)



(VIDEO SU CERN E LHC)

Tutti i protoni dell'universo sono uguali, così come tutti i neutroni e tutti gli elettroni... ma allora cosa differenzia un pezzo di ferro da uno di alluminio??  
cioè cosa differenzia un atomo di ferro da un atomo di alluminio??



Li differenzia il **numero atomico Z** (Fe = 26, Al = 13) e il **numero di massa A** rappresentato dalla somma delle particelle che compongono il nucleo (protoni e neutroni)... che danno a quegli atomi caratteristiche chimiche e fisiche particolari.



Se un atomo di ferro contiene 26 protoni, quanti elettroni possiede?

Se un atomo di ferro contiene 30 neutroni qual è il suo numero di massa A?

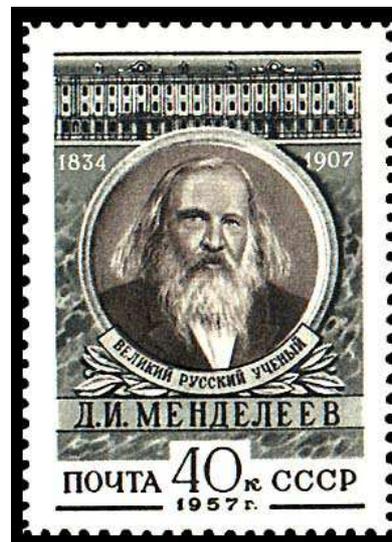
Se un atomo di alluminio contiene 14 neutroni qual è il suo numero di massa A?

### Quanti tipi di atomi esistono in natura?

Il chimico che studiò le differenze tra le caratteristiche degli atomi e che per primo cercò di classificarli fu il russo Dimitrij **Mendeleev** (si pronuncia mendeléief).

Egli riuscì a realizzare una tabella (la **tavola periodica degli elementi**) che organizza gli elementi in colonne (gruppi) e righe (periodi) a seconda di loro particolari caratteristiche.

Attualmente sono noti 118 elementi chimici diversi, di questi circa 90 sono presenti in natura mentre i rimanenti sono stati creati artificialmente in laboratorio (Fermio, Einstenio, Rutherfordio, Mendelevio...).



## TAVOLA PERIODICA DEGLI ELEMENTI

	1 I																18 VIII	
1	1 H																2 He	
2	3 Li	4 Be										5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne	
3	11 Na	12 Mg										13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar	
4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
6	55 Cs	56 Ba	57 La	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
7	87 Fr	88 Ra	89 Ac	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg							
	LANTANIDI			58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu	
	ATTINIDI			90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr	

<http://www.ptable.com/#Writeup/Wikipedia>



(SITO TAVOLA PERIODICA ELEMENTI)

Da sinistra a destra gli elementi hanno il numero atomico crescente; importante sapere che il numero romano dei gruppi (colonne) rappresenta il numero di elettroni presenti nell'orbitale più esterno che dona all'atomo la capacità di legarsi con altri atomi a costituire molecole.... cosa vuol dire??

Facciamo un passo indietro e pensiamo ad un atomo, con il suo nucleo e con un certo numero di elettroni che gli girano intorno (il numero di questi elettroni è indicato dal numero atomico Z). Il Carbonio (C) ha Z=6 cioè ha 6 elettroni che ruotano intorno al suo nucleo e si muovono all'interno di orbitali concentrici... ma dove? Quanti elettroni si muovono in ogni orbitale??

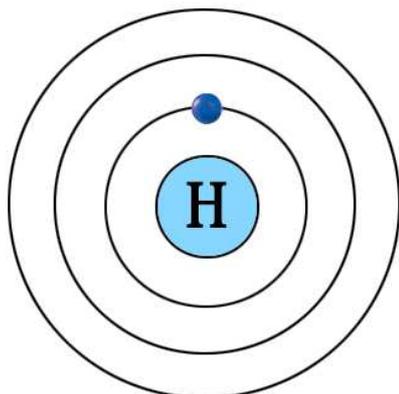
<http://www.raiscuola.rai.it/articoli/atomo-la-struttura-elettronica/9633/default.aspx>



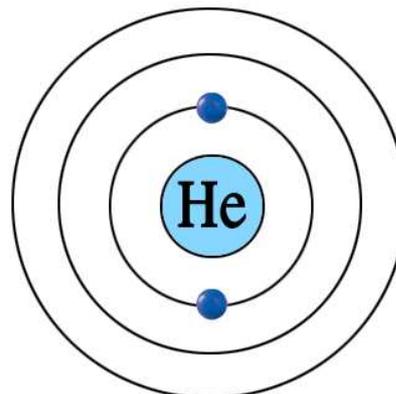
(VIDEO STRUTTURA ATOMO RAI-SCUOLA)

Il primo orbitale (o guscio elettronico) può ospitare al massimo 2 elettroni:

idrogeno, H,  $Z=1$

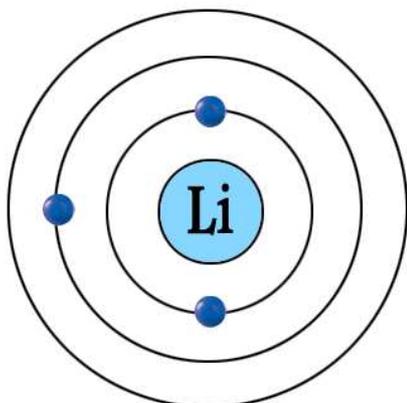


elio, He,  $Z=2$

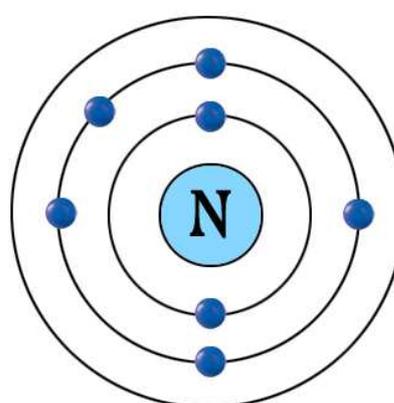


Quando il numero atomico cresce gli elettroni vanno ad occupare il secondo guscio, che a differenza del primo può contenere 8 elettroni:

litio, Li,  $Z=3$

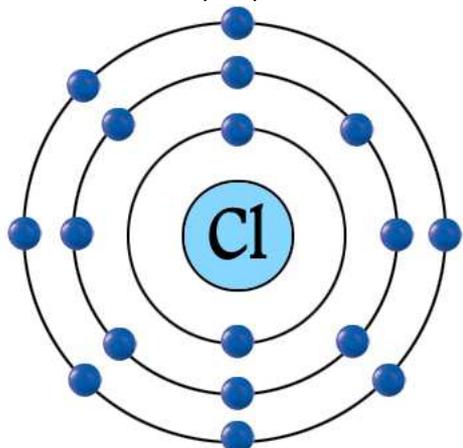


azoto, N,  $Z=7$

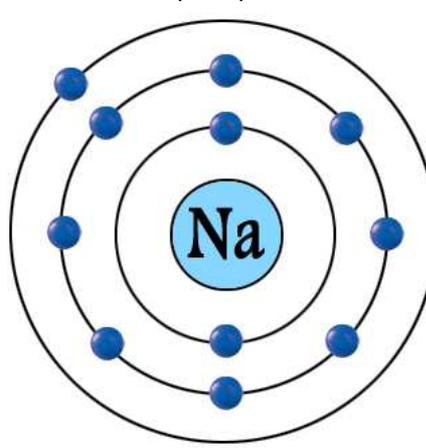


Un atomo che contiene più di 10 elettroni (2 nel primo strato e 8 nel secondo) dispone gli elettroni in più nel terzo strato per un massimo, anche in questo caso, di 8 elettroni:

Cloro, Cl,  $Z=17$

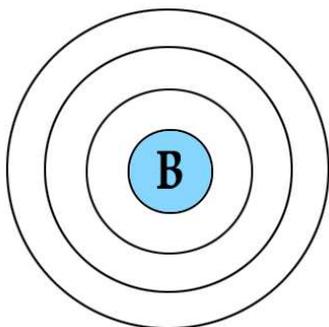


Sodio, Na,  $Z=11$

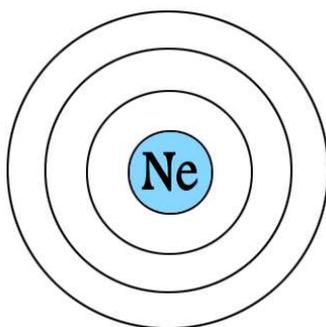


Inserisci gli elettroni al posto giusto:

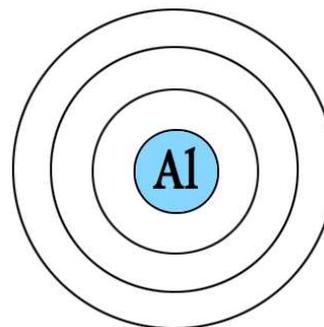
boro, B, Z=5



neon, Z=10



alluminio, Z=13

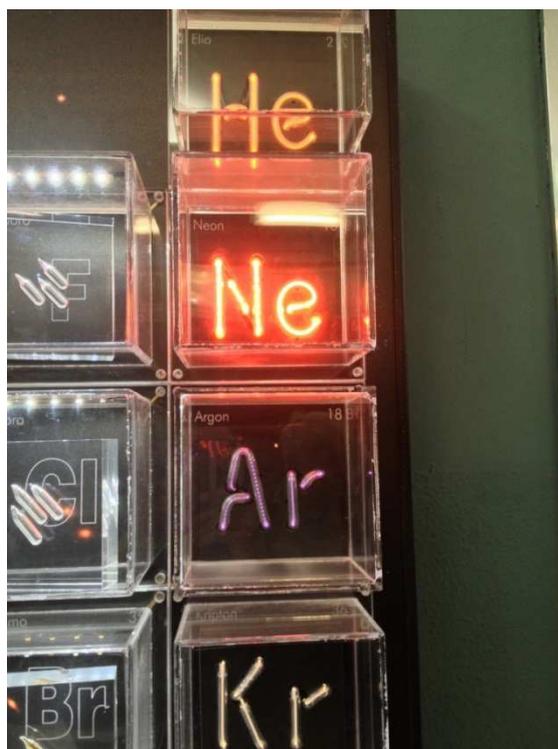


Ci sono atomi che tendono a legarsi con altri atomi e ci sono atomi che tendono a rimanere isolati... ad esempio il cloro (Cl) tende a reagire mentre il neon (Ne) non è per niente reattivo.

*Perché? Cosa determina questa tendenza?*

**Gli atomi cercano di completare l'ultimo strato elettronico**, il guscio (orbitale) più esterno, in che modo? Mettendo in comune, cedendo o acquistando elettroni cioè formando **legami chimici**.

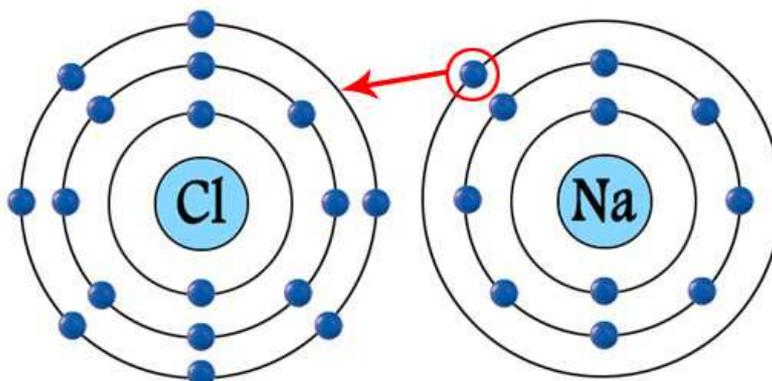
Se l'ultimo strato è già completo l'atomo si dice **stabile** o inerte, esso è poco reattivo. Questo è il caso dei *gas nobili*, gli elementi disposti nel gruppo VIII (elio, neon, argon...).



## IL LEGAME IONICO

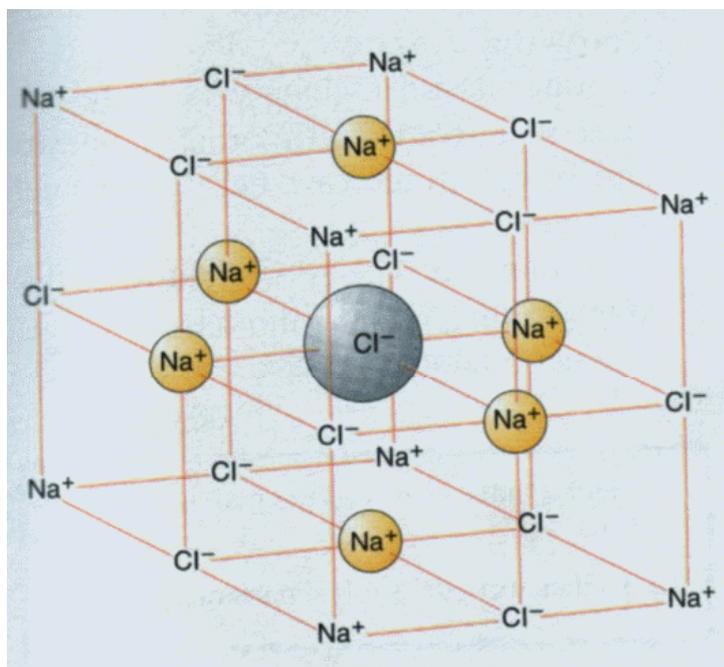
Prendiamo in considerazione il cloruro di sodio (NaCl), il sale da cucina: esso è composto da atomi di sodio e cloro che si legano tra loro a seguito della perdita e dell'acquisto di un elettrone.

Il sodio (Na) ha  $Z=11$  quindi ha un elettrone nell'orbitale esterno mentre il cloro (Cl) ha  $Z=17$  quindi ha sette elettroni nell'ultimo strato... il sodio ha un elettrone in più e il cloro ne ha uno in meno... ecco che il primo allora cede, "regala" un elettrone al secondo in modo tale che entrambi si ritrovano ad avere così l'ultimo orbitale completo.

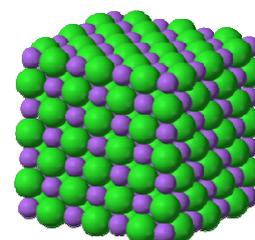


Il problema è che così facendo i due atomi non sono più neutri: il sodio ha perso un elettrone (che ha carica negativa) quindi diventa elettricamente positivo (**ione positivo**  $\text{Na}^+$ ) mentre il cloro acquista un elettrone quindi aggiunge una carica negativa divenendo negativo (**ione negativo**,  $\text{Cl}^-$ ).

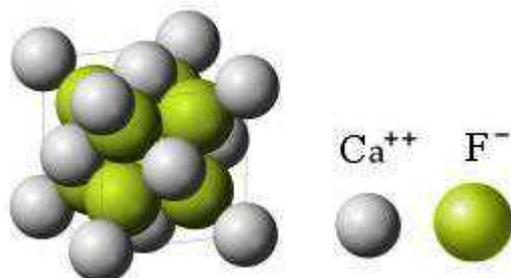
Ecco che i due atomi di carica opposta si attraggono fortemente formando un legame ionico.



cloruro di sodio



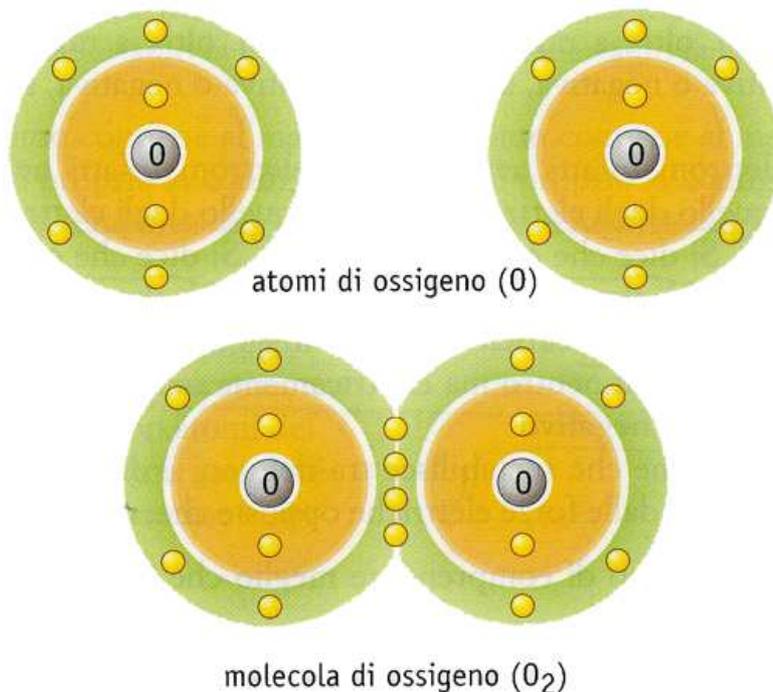
Anche il legame che si instaura tra Calcio e Fluoro è di tipo **ionico**. Il calcio per raggiungere la configurazione stabile deve cedere due elettroni, mentre il fluoro per raggiungere la configurazione stabile deve acquistare un elettrone. Risulta che il calcio cede due elettroni a due atomi di fluoro, ciascuno dei quali acquista un elettrone. Il calcio diviene ione positivo  $\text{Ca}^{++}$  e il fluoro ione negativo  $\text{F}^-$  quindi si attraggono formando un reticolo cristallino chiamato **Fluoruro di Calcio** ( $\text{CaF}_2$ ).



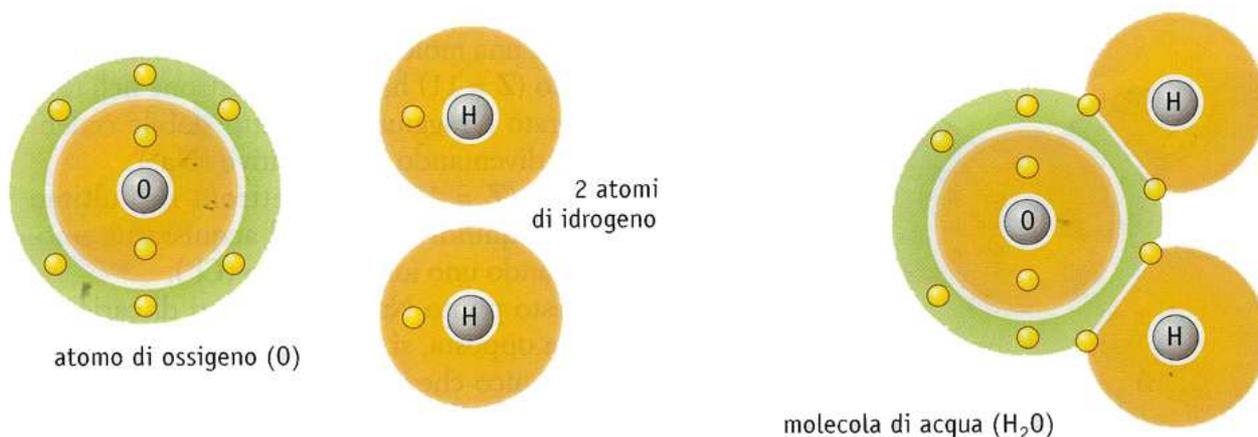
### IL LEGAME COVALENTE

Due atomi instabili possono completare il loro ultimo strato mettendo in comune alcuni elettroni. Ad esempio la molecola dell'ossigeno ( $\text{O}_2$ ) è formata da due atomi di ossigeno (O) uniti da un legame covalente.

I due atomi hanno 6 elettroni nello strato più esterno quindi entrambi mettono in condivisione 2 elettroni in modo da avere ciascuno 8 elettroni esterni... un otetto completo e stabile.

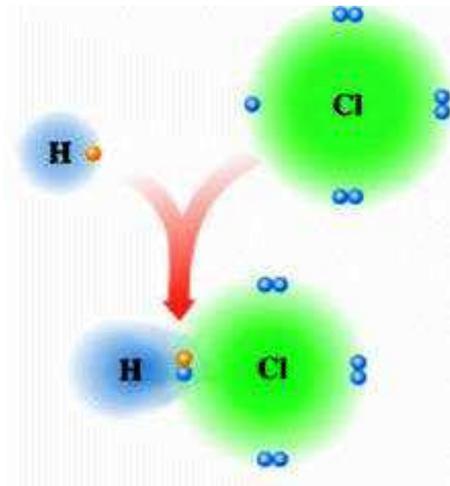


Anche atomi di idrogeno e ossigeno mettono in condivisione elettroni per formare quale molecola?



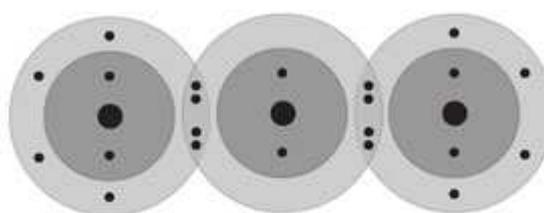
E l'idrogeno e il cloro?

acido cloridrico HCl

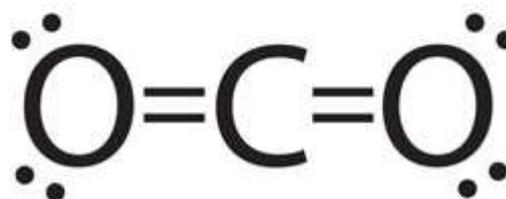


L'ossigeno e il carbonio?

anidride carbonica CO<sub>2</sub>



Carbon Dioxide Molecule (CO<sub>2</sub>)



### IL LEGAME METALLICO

I metalli sono elementi che tendono a cedere elettroni con estrema facilità diventando così ioni positivi; essi hanno gli atomi con gli elettroni più esterni liberi di muoversi. La nube di elettroni formata si lega così agli ioni positivi creando legami metallici.

Ecco perché i metalli sono buoni conduttori di elettricità (in figura il rame).

