



# TAVOLA PERIODICA DEGLI ELEMENTI


1	H	1,0079	Idrogeno	2	He	4,0026	Elio
3	Li	6,941	Litio	9	F	18,9984	Fluoro
4	Be	9,0122	Berillio	10	Ne	20,1797	Neon
11	B	10,811	Boro	8	O	15,9994	Ossigeno
12	C	12,011	Carbonio	7	N	14,0067	Azoto
13	Al	26,9815	Alluminio	14	Si	28,0855	Silicio
14	Mg	24,305	Magnesio	15	P	30,9737	Fosforo
19	K	39,098	Potassio	16	S	32,066	Zolfo
20	Ca	40,08	Calcio	17	Cl	35,4527	Cloro
21	Sc	44,9559	Scandio	18	Ar	39,948	Argo
22	Ti	47,88	Titanio	31	Ga	70,30	Gallio
23	V	50,9415	Vanadio	30	Zn	65,39	Zinco
24	Cr	51,996	Cromo	29	Cu	63,546	Rame
25	Mn	54,938	Manganese	28	Ni	58,693	Nichel
26	Fe	55,845	Ferro	27	Co	58,9332	Cobalto
27	Ni	58,693	Nichel	26	Mn	54,938	Manganese
28	Ni	58,693	Nichel	25	Cr	51,996	Cromo
29	Cu	63,546	Rame	24	V	50,9415	Vanadio
30	Zn	65,39	Zinco	23	Ti	47,88	Titanio
31	Ga	70,30	Gallio	22	Sc	44,9559	Scandio
32	Ge	72,61	Germanio	21	Ca	40,08	Calcio
33	As	74,9216	Arsenico	20	K	39,098	Potassio
34	Se	78,96	Selenio	19	Ar	39,948	Argo
35	Br	79,904	Bromo	18	Cl	35,4527	Cloro
36	Kr	83,80	Kriptone	17	S	32,066	Zolfo
54	Xe	131,29	Xenone	16	P	30,9737	Fosforo
55	Rb	85,47	Rubidio	15	Si	28,0855	Silicio
56	Sr	87,62	Stronzio	14	Al	26,9815	Alluminio
57	La	138,9055	Lantanio	13	B	10,811	Boro
58	Ce	140,115	Cerzio	12	C	12,011	Carbonio
59	Pr	140,9076	Praseodimio	11	N	14,0067	Azoto
60	Nd	144,242	Niobio	10	O	15,9994	Ossigeno
61	Pm	150,4	Promezio	9	F	18,9984	Fluoro
62	Sm	151,965	Samarzio	8	Ne	20,1797	Neon
63	Eu	157,25	Eurpazio	7	He	4,0026	Elio
64	Gd	157,25	Gadolino	6	Li	6,941	Litio
65	Tb	158,9253	Terbio	5	Be	9,0122	Berillio
66	Dy	162,50	Disprosio	4	B	10,811	Boro
67	Ho	164,9303	Olimio	3	Li	6,941	Litio
68	Er	167,26	Erbio	2	He	4,0026	Elio
69	Tm	168,9342	Termio	1	H	1,0079	Idrogeno
70	Yb	173,04	Ytterbio				
71	Lu	174,967	Lutezio				
72	Hf	178,49	Hafnio				
73	Ta	180,95	Tantalio				
74	W	183,84	Tungsteno				
75	Re	186,207	Reniolo				
76	Os	190,23	Osmio				
77	Ir	192,227	Iridio				
78	Pt	195,08	Platino				
79	Au	196,9665	Oro				
80	Hg	200,59	Mercurio				
81	Tl	204,3833	Tallio				
82	Pb	207,2	Piombo				
83	Bi	208,9804	Bismuto				
84	Po	209	Polonio				
85	At	210	Astatina				
86	Rn	222	Radone				
87	Fr	223	Francio				
88	Ra	226	Radio				
89	Ac	227	Attinio				
90	Th	232	Torio				
91	Pa	231	Protattinio				
92	U	238	Uranio				
93	Np	237	Neptunio				
94	Pu	244	Plutonio				
95	Am	243	Americio				
96	Cm	247	Curcio				
97	Bk	247	Berkelio				
98	Cf	251	Californio				
99	Es	252	Einsteinio				
100	Fm	257	Fermio				
101	Md	258	Mendelevio				
102	No	259	Nobelio				
103	Lr	260	Lorenzio				
104	Rf	261	Rutherfordio				
105	Db	262	Dubnio				
106	Sg	266	Sgorgio				
107	Bh	264	Bohrio				
108	Hs	265	Hassio				
109	Mt	266	Mitnerio				
110	Ds	269	Darmstadtio				
111	Rg	272	Roentgenio				
112	Uub	277	Ununbio				
113	Uut	288	Ununtrio				
114	Uuq	289	Ununquadio				
115	Uup	289	Ununpentio				
116	Uuh	289	Ununhexio				
117	Uus	289	Ununseptio				
118	Uuo	293	Ununoctio				

 metalli

 non metalli

 gas inerti

 semi-conduttori

 Lantanidi e attinidi

## 1. LA CHIMICA E LA MATERIA

La chimica è la scienza che studia la struttura, la composizione, le proprietà della materia e le sue trasformazioni. La chimica studia anche l'energia, l'altro componente dell'universo, il cui studio risulta indispensabile per comprendere le proprietà e il comportamento della materia. Ogni sistema ha infatti la tendenza ad evolvere spontaneamente verso una condizione di minima energia.

Si tratta di una scienza sperimentale in cui la teoria deve trovare fondamento nella sperimentazione. La sperimentazione, a sua volta, senza la guida delle ipotesi e intuizioni teoriche non può andare molto avanti. Quando un gran numero di esperimenti fornisce uno stesso risultato con regolarità è possibile formulare una *Legge*. Quando in passato degli scienziati hanno individuato regolarità comuni a più leggi sono nate le Teorie Scientifiche. Le Leggi e le Teorie sono i pilastri su cui si fonda una scienza ma è importante che tali teorie non vengano mai accettate come delle verità assolute e inoppugnabili.

È importante comprendere, nell'accingerci a studiare la chimica, che, questa scienza cerca di interpretare la materia con dei modelli che sono delle costruzioni fittizie che spiegano gran parte dei fenomeni della realtà cui si è arrivati mettendo insieme tutti i dati sperimentali trovati in laboratorio. Questi modelli potrebbero essere non più validi se si dovessero trovare nuovi dati sperimentali che non sono in accordo con essi. La storia della scienza è fatta di continui casi in cui nuove scoperte hanno fatto cadere vecchie teorie, bisogna lasciare sempre la nostra mente aperta e pronta a rivedere le nostre convinzioni; questo è il segreto del progresso scientifico.

### 1.1 COSTITUZIONE DELLA MATERIA

**Materia** è tutto ciò che costituisce l'universo, che ha un volume ed una massa propri e che può quindi essere percepito dai nostri sensi.

La **massa** è la "quantità di materia" posseduta da un corpo. È una proprietà intrinseca dei corpi. Una definizione più precisa è tuttavia quella data dalla seconda legge di Newton (principio di inerzia), secondo la quale la massa,  $m$ , è la costante di proporzionalità tra la forza,  $F$ , applicata ad un corpo e la sua accelerazione,  $a$ :

$$F = m \cdot a$$

La massa non varia nello spazio essendo una proprietà intrinseca dei corpi. L'unità di misura della massa è il *chilogrammo-massa*.

Strettamente associato al concetto di massa è quello di peso.

Il **peso** è una forza; in particolare è la forza che agisce su un corpo in un campo gravitazionale, secondo la relazione:

$$P = m \cdot g$$

dove  $P$  = forza-peso,  $m$  = massa,  $g$  = accelerazione di gravità (mediamente  $9,8 \text{ m/s}^2$  sulla terra). Quindi il peso, dipendendo dalla accelerazione di gravità, può variare da un luogo ad un altro. L'unità di misura del peso è il *chilogrammo-peso*, il quale ha, le stesse dimensioni della forza:  $\text{Kg m/s}^2$  ( $1 \text{ Kg m/s}^2 = 1 \text{ Newton}$ ).

Come vedremo meglio in seguito, la materia è costituita da atomi. I concetti di

atomo, molecola e composto sono più o meno familiari, ma cerchiamo di definirli in maniera precisa e univoca.

L'**atomo** è la più piccola parte di un elemento, è una parte intera e indivisibile della materia.

La **molecola** è la più piccola parte di un elemento o di un composto che può esistere in natura. Le molecole possono essere costituite da un solo atomo, da due o più atomi uguali, o da atomi diversi in rapporti ben definiti (composti).

Lo **ione** è un atomo o un gruppo di atomi che porta cariche positive o negative.

## 1.2 STATI FISICI DELLA MATERIA

La materia si può presentare in diversi stati fisici, o stati di aggregazione. Essi sono conseguenza di due proprietà caratteristiche delle particelle che la costituiscono:

- 1) il movimento, che dipende dall'energia cinetica posseduta dalle particelle;
- 2) le forze di attrazione o repulsione elettrostatica, che conferiscono alle particelle una energia potenziale, che dipende dalla natura delle particelle e dalla loro distanza. Tali forze possono essere di natura elettrostatica: forze di Van der Waals, legami idrogeno etc.

L'energia cinetica varia al variare della temperatura; le forze di attrazione, oltre a dipendere da diversi parametri (struttura, composizione, etc), sono funzione della pressione. La materia si può presentare in tre diversi stati di aggregazione gassoso, liquido e solido a seconda del tipo di energia che prevale (cinetica o potenziale). Modificando opportunamente i parametri che agiscono su un sistema, si può avere il passaggio di stato cioè la trasformazione da uno stato di aggregazione all'altro:

- **GAS:** Allo stato gassoso la materia è presente in forma di **molecole**. L'energia cinetica prevale sulle forze di interazione tra le molecole e quindi esse sono in grado di muoversi liberamente in tutto lo spazio a disposizione. Per questo motivo un gas non ha né forma, né volume propri.
- **LIQUIDO:** Allo stato liquido la materia è presente in forma di molecole o ioni. Le interazioni fra le particelle prevalgono in questo caso sull'energia cinetica limitando i movimenti traslazionali. Restano tuttavia possibili i moti di rotazione delle particelle su se stesse. Un liquido ha un volume proprio, ma non una forma propria e infatti tende ad assumere la forma del recipiente che lo contiene. I liquidi sono incompressibili.
- **SOLIDO:** Allo stato solido le interazioni tra le particelle (**molecole, ioni o atomi**) sono piuttosto forti tali da impedire sia i moti traslazionali che rotazionali. Le particelle occupano posizioni fisse nello spazio (es. reticolo cristallino) e gli unici movimenti consentiti sono piccole oscillazioni (vibrazioni) intorno a queste posizioni. I solidi hanno sia un volume che una forma definiti.

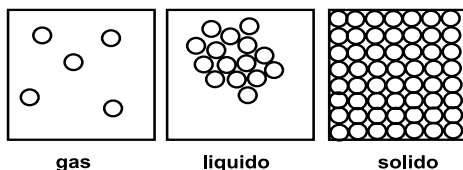


Fig. 1.1 Stati di aggregazione della materia

### 1.3 STRUTTURA DELLA MATERIA

Iniziamo lo studio della chimica cercando di comprendere come è fatta macroscopicamente (cioè come appare ai nostri occhi) la materia. Successivamente cercheremo di dare una spiegazione microscopica a queste proprietà cioè studieremo la struttura atomica della materia quella non visibile ai nostri occhi e che è responsabile delle sue proprietà.

La **materia** può essere:

- una **miscela omogenea** se è costituita da una sola fase;
- una **miscela eterogenea** se è costituita da diverse fasi separabili una dall'altra mediante varie tecniche che si basano sul fatto che le varie fasi del miscuglio hanno diverse proprietà meccaniche, elettriche e magnetiche.

Un termine di uso frequente è quello di **sistema**. Si definisce così una porzione delimitata dell'universo che può avere dimensioni assai variabili, dall'infinitamente piccolo all'infinitamente grande.

- Una **fase** è una parte di un sistema, di composizione chimica determinata, con proprietà fisiche uniformi, separata da altre parti del sistema da superfici limite fisicamente definite.

Un sistema omogeneo non è necessariamente costituito da un'unica sostanza pura. Una porzione di materia si dice infatti omogenea, quando si presenta con **una composizione chimica costante in ogni suo elemento di volume**.

- Esempio di miscela omogenea è una miscela di sale e acqua in cui si verifica una perfetta miscelazione tra i due elementi e non si distingue più il sale dall'acqua, i miscugli omogenei vengono detti anche **soluzioni**.
- Esempio di miscela eterogenea è il legno che presenta al suo interno parti che hanno proprietà fisiche molto diverse fra loro.

PRINCIPALI TECNICHE DI SEPARAZIONE DELLE FASI	
MISCELE ETEROGENEE	MISCELE OMOGENEE
Filtrazione	Distillazione
Sedimentazione	Cristallizzazione
Centrifugazione	Fusione a zone
Stratificazione per densità crescente	Estrazione con solventi
	Cromatografia

Tab. 1.1 Metodi di separazione delle miscele sfruttando le diverse proprietà delle fasi.

Quando con nessuno dei metodi sopra citati, né con altri metodi, si riesce a separare la materia in parti aventi proprietà diverse allora si ha una **sostanza**.

→ Una **sostanza** non è ancora la parte più piccola di cui è composta la materia ma essa è ulteriormente divisibile, con metodi diversi da quelli visti sopra, ad esempio utilizzando il calore o l'energia elettrica. Utilizzando tali metodi di separazione si ottengono gli **elementi** che non possono essere più decomposti in altre sostanze più semplici.

→ Un **composto** è una sostanza costituita da due o più elementi diversi. Ad esempio sono elementi l'ossigeno e l'idrogeno mentre l'acqua è un composto perché costituita dagli elementi ossigeno e idrogeno.

Fino ad oggi si conoscono 111 elementi chimici alcuni a noi molto noti come il rame, l'argento, l'oro che esistono in natura come elementi e non come composti, 16 di questi elementi sono stati prodotti dall'uomo mediante reazioni nucleari.

Elemento	% in peso
Ossigeno	46,6
Silicio	27,7
Alluminio	8,1
Ferro	5,0
Calcio	3,6
Sodio	2,8
Potassio	2,6
Magnesio	2,1
Tutti gli altri	1,5

Il 98,5 % della crosta terrestre è costituito dagli otto elementi elencati nella tabella di lato. L'ossigeno e il silicio sono gli elementi più abbondanti. Tutti gli altri elementi sono presenti in così piccole percentuali che la loro scoperta è avvenuta solo da pochi anni.

I chimici hanno raggruppato tutti questi elementi in una tavola periodica in base alle loro proprietà chimiche e alle analogie di comportamento degli elementi. Di questa tavola periodica parleremo più avanti quando saranno chiariti altri concetti. Ma quello che è importante è che gli elementi vengono suddivisi in due grosse categorie.

- I **metalli** che sono solidi, lucenti, buoni conduttori di calore e di corrente, duri ma duttili e malleabili. *Esempi:* il ferro, il rame, l'alluminio;
- I **non metalli** che non possiedono nessuna delle proprietà dei metalli.

La chimica, come tutte le scienze ha un suo linguaggio simbolico cioè associa dei simboli ad alcuni nomi. Gli elementi sono tutti contraddistinti da simboli. Alcuni esempi sono riportati nella tabella di sotto, per gli altri si veda la tavola periodica.

Elemento	Simbolo	Elemento	Simbolo	Elemento	Simbolo
Ossigeno	O	Sodio	Na	Calcio	Ca
Idrogeno	H	Silicio	Si	Rame	Cu
Cloro	Cl	Alluminio	Al	Oro	Au
Potassio	K	Ferro	Fe	Argento	Ag

### 1.4 L'ENERGIA

Non è facile dare una definizione precisa di energia. L'energia di un sistema è espressione della sua *capacità di compiere lavoro in virtù dello "stato fisico" dei suoi componenti*.

- Il **lavoro** ( $L$ ) è pari al prodotto di una forza applicata ad un corpo per lo spostamento che il corpo subisce nella stessa direzione in cui gli è stata applicata la forza:

$$L = F \cdot s$$

dove con  $s$  si indica lo spostamento compiuto dal corpo e con  $F$  la componente della forza lungo la direzione del moto.

Ci sono diverse forme di energia:

- L'**energia cinetica** ( $E_c$ ) è associata ad un corpo in movimento ed è pari a:

$$E_c = 1/2 m v^2$$

dove  $m$  = massa,  $v$  = velocità.

L' $E_c$  è quindi pari al lavoro che un corpo può compiere in virtù del suo stato di moto.

Energia cinetica e lavoro hanno la stessa unità di misura.

- L'**energia potenziale** ( $E_p$ ) può essere considerata come una forma di energia "immagazzinata", associata alla posizione relativa dei componenti del sistema.

*Un masso in cima ad una montagna o una molla compressa contengono una certa  $E_p$ ; tale energia è pari al lavoro che possono compiere il masso rotolando a valle o la molla scattando.*

Non è possibile dare una formula generale per esprimere l'energia potenziale, come abbiamo fatto per l'energia cinetica.

Altre forme di energia sono: *energia meccanica, termica, elettrica, chimica, nucleare, etc.*

**Il Principio di conservazione dell'energia** dice che l'energia, come la materia, non si crea né si distrugge ma si trasforma in altri tipi di energia. Ogni forma può essere convertita nell'altra, ma in ogni trasformazione si ha sempre la perdita di una certa quantità di energia, sotto forma di calore, che rappresenta una forma degradata di energia, in quanto rappresenta un'aliquota dell'energia iniziale che non si è trasformata in lavoro

L'unità di misura dell'energia è il **Joule** (J): **1 Joule = 1 kg m<sup>2</sup>s<sup>-2</sup>**.

L'unità di misura dell'energia termica è la caloria (circa 4,18 J) che corrisponde alla quantità di calore necessario per innalzare la temperatura di 1 g di acqua da 14,4°C a 15,5°C.

Einstein dimostrò che massa ed energia sono convertibili l'uno nell'altro secondo la Legge  **$E=mc^2$**  dove **E** è l'energia, **m** la massa e **c** è la velocità della luce  **$c=3 \cdot 10^{10}$  cm\*sec<sup>-1</sup>**.

Nelle normali reazioni chimiche la quantità di energia coinvolta non è molto elevata quindi la variazione di massa è molto piccola e la si può trascurare. Lo stesso non si può dire delle reazioni nucleari in cui l'energia coinvolta è circa  $10^7$  volte in più.