

## **OBBIETTIVI DEL CORSO**

**Acquisire le conoscenze di base per lo studio dei corsi futuri**

**Acquisire un metodo e un linguaggio scientifico**

**Comprendere e padroneggiare i principi che regolano le reazioni chimiche**

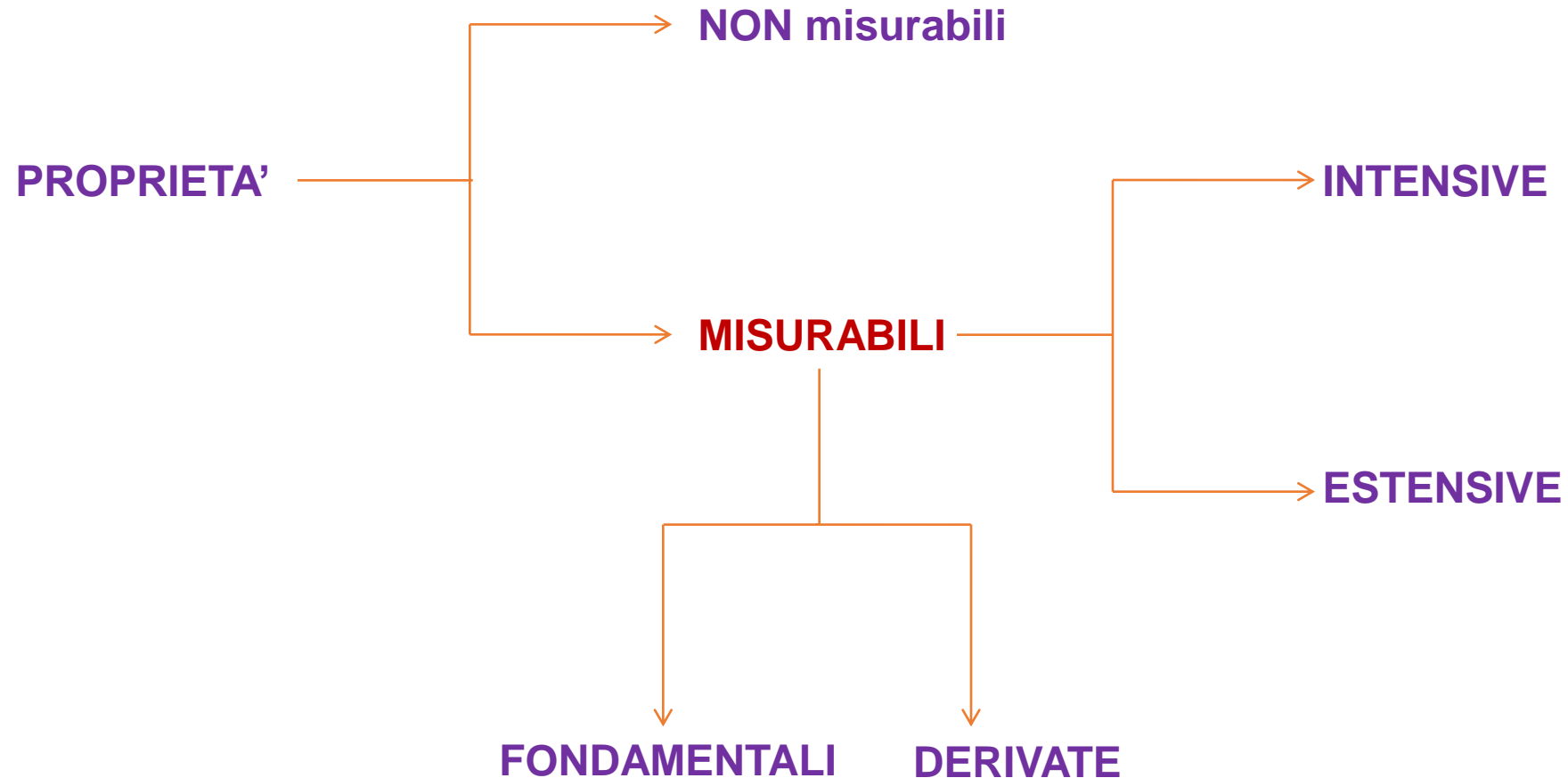
**Acquisire la capacità di collegare i fenomeni macroscopici con i fenomeni microscopici che li originano.**

***La Chimica è la scienza quantitativa e sperimentale che studia e descrive la materia, le sue proprietà e le sue trasformazioni (livello macroscopico)***

***La Chimica è la scienza delle molecole e delle loro trasformazioni (livello microscopico)***

## LE PROPRIETA' DI UN SISTEMA

**SISTEMA:** Si definisce SISTEMA la porzione di Universo che viene studiata.



**MISURARE** una proprietà significa confrontarla con una proprietà nota presa come unità di riferimento.

## LE PROPRIETA' FONDAMENTALI

**TABELLA 1-5**

*Le Sette Unità Fondamentali di Misura (SI)*

Proprietà fisica	Nome dell'unità	Simbolo
lunghezza	metro	m
massa	chilogrammo	kg
tempo	secondo	s
corrente elettrica	ampere	A
temperatura	kelvin	K
intensità luminosa	candela	cd
quantità di sostanza	mole	mol

# LE PROPRIETA' FONDAMENTALI

UNITÀ SUPPLEMENTARI SI		
Grandezza	Nome dell'unità	Simbolo
Angolo piano	radiante	rad
Angolo solido	steradiane	sr

**Metro** Il metro viene definito come la lunghezza del percorso compiuto dalla luce nel vuoto in un intervallo di tempo pari a  $1/299\,792\,458$  di secondo.

Questa nuova definizione, messa in pratica dalla XVII Conferenza Generale sui Pesi e le Misure (CGPM), sostituisce quella precedente basata su di un multiplo della lunghezza d'onda di una radiazione emessa, in una certa transizione, dall'atomo di cripto. Il motivo di tale variazione sta essenzialmente nei progressi della tecnologia laser nell'ottenere radiazioni più riproducibili. Il valore della velocità della luce ( $c = 299\,792\,458$  m s<sup>-1</sup>) è mantenuto costante in seguito alle decisioni della XV Conferenza Generale sui Pesi e le Misure.

**Kilogrammo** Il kilogrammo è l'unità di massa ed è uguale alla massa del prototipo di platino-iridio sanzionato dalla I CGPM del 1889 e conservato nel Museo di Sevres.

Fino ad ora non si è potuto trovare un fenomeno, o una grandezza, naturale immutabile e misurabile con elevata precisione. Resta pertanto il riferimento al campione di Pt-Ir, che, peraltro, pur conservato con ogni precauzione, muta nel tempo, anche se con estrema lentezza.

**Secondo** Il secondo è la durata di  $9\,192\,631\,770$  periodi della radiazione corrispondente alla transizione tra i livelli iperfini dello stato fondamentale dell'atomo di Cesio 133 (XIII CGPM, 1967).

**Ampère** L'ampère è l'intensità di quella corrente che, mantenuta costante in due conduttori rettilinei e paralleli di lunghezza infinita e sezione circolare trascurabile posti alla distanza di un metro nel vuoto, produce fra questi una forza di  $2 \cdot 10^{-7}$  newton per metro di lunghezza (IX CGPM, 1948).

**Kelvin** Il kelvin è l'unità di misura della temperatura termodinamica ed è pari alla frazione  $1/273.16$  della temperatura termodinamica del punto triplo dell'acqua (misurata con un termometro a ciclo di Carnot, XIII CGPM, 1967).

**Candela** La candela è l'intensità luminosa, in una data direzione, di una sorgente che emette una radiazione monocromatica di frequenza  $540 \cdot 10^{12}$  hertz con un'intensità in quella direzione di  $1/683$  watt per steradiane (XVI CGPM, 1979).

**Radiante** Il radiante è l'angolo piano tra due raggi di un circolo tale che sulla circonferenza venga tagliato un arco pari alla lunghezza del raggio ( $1 \text{ rad} = 180^\circ/\pi = 57.295\,78^\circ$ ).

**Steradiane** Lo steradiane è un angolo solido che ha il vertice nel centro della sfera e che sottende una calotta sferica la cui area è uguale a quella di un quadrato che abbia lato uguale al raggio della sfera.

**Mole** La mole è l'ammontare di sostanza di un generico sistema che contiene tante entità elementari quanti sono gli atomi contenuti in  $0.012$  kg (esatti) di carbonio 12 (XIV CGPM, 1971).

# LE PROPRIETA' FONDAMENTALI

***Kilogrammo** Il kilogrammo è l'unità di massa ed è uguale alla massa del prototipo di platino-iridio sanzionato dalla I CGPM del 1889 e conservato nel Museo di Sevres.*

Fino ad ora non si è potuto trovare un fenomeno, o una grandezza, naturale immutabile e misurabile con elevata precisione. Resta pertanto il riferimento al campione di Pt-Ir, che, peraltro, pur conservato con ogni precauzione, muta nel tempo, anche se con estrema lentezza.

**Valida fino al 20 maggio 2019.**

**Nuova definizione:**

**Il chilogrammo è la quantità di massa per compensare una forza di  $6, 62607015 \cdot 10^{34} \text{ J s}$  in una Bilancia di Watt percorsa da una data quantità di corrente.**

***Mole** La mole è l'ammontare di sostanza di un generico sistema che contiene tante entità elementari quanti sono gli atomi contenuti in 0.012 kg (esatti) di carbonio 12 (XIV CGPM, 1971).*

**Valida fino al 20 maggio 2019.**

**Nuova definizione:**

**La mole è la quantità di sostanza che contiene esattamente un numero di Avogadro, cioè  $6.022 140 76 \cdot 10^{23}$ , di entità fondamentali.**

Le unità Fondamentali e Derivate costituiscono il **Sistema Internazionale di Misura (SI)** – multipli e sotto multipli espressi in base 10!

**TABELLA 1-6** *Prefissi comunemente usati nei sistemi metrico e SI*

Prefisso	Abbreviazione	Significato	Esempio
mega-	M	$10^6$	1 megametro (Mm) = $1 \times 10^6$ m
chilo-*	k	$10^3$	1 chilometro (km) = $1 \times 10^3$ m
deci-	d	$10^{-1}$	1 decimetro (dm) = $1 \times 10^{-1}$ m
centi-*	c	$10^{-2}$	1 centimetro (cm) = $1 \times 10^{-2}$ m
milli-*	m	$10^{-3}$	1 milligrammo (mg) = $1 \times 10^{-3}$ g
micro-*	$\mu^\dagger$	$10^{-6}$	1 microgrammo ( $\mu\text{g}$ ) = $1 \times 10^{-6}$ g
nano-*	n	$10^{-9}$	1 nanogrammo (ng) = $1 \times 10^{-9}$ g
pico-	p	$10^{-12}$	1 picogrammo (pg) = $1 \times 10^{-12}$ g

\*Questi prefissi sono usati comunemente in Chimica.

†Questa è una lettera greca che si pronuncia mu.

# LA NOTAZIONE SCIENTIFICA o NOTAZIONE ESPONENZIALE

**La notazione scientifica esprime ogni numero prodotto di due termini:  
una parte intera unitaria e un certo numero di cifre decimali moltiplicato  
per una potenza di 10 (ordine di grandezza)**



## PROPRIETA' FONDAMENTALI E DERIVATE

MASSA – LUNGHEZZA – VOLUME – DENSITA' –  
TEMPERATURA

---

---

### MASSA

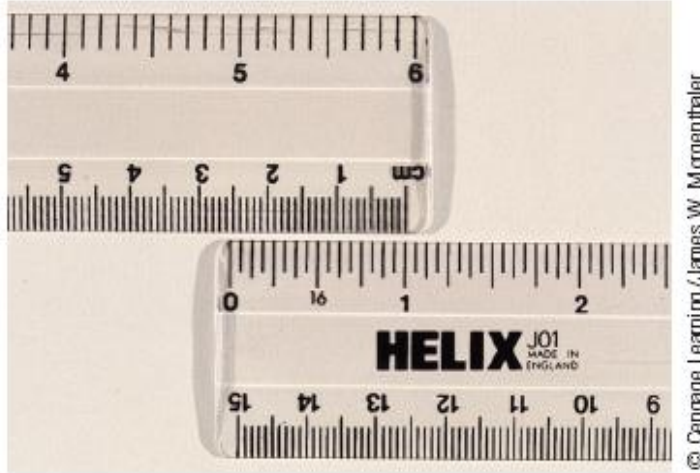
**TABELLA 1-7**

*Alcune unità  
di massa (SI)*

<i>chilogrammo</i> , kg	unità base
grammo, g	1 000 g = 1 kg
<i>milligrammo</i> , mg	1 000 mg = 1 g
<i>microgrammo</i> , $\mu\text{g}$	1 000 000 $\mu\text{g}$ = 1 g

# PROPRIETA' FONDAMENTALI E DERIVATE

## LUNGHEZZA



## MOLECOLE

Per le distanze tra gli atomi si usa:

$$\text{\AA} \text{ Angstrom } 1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$$

$$1 \text{ pm} = 10^{-12} \text{ m}$$

## VOLUME

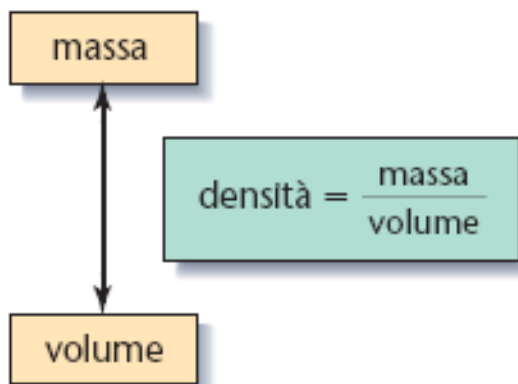


$\text{m}^3$

$$1 \text{ L} = 1 \text{ dm}^3 = 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$1 \text{ mL} = 10^{-3} \text{ L} = 10^{-3} \text{ dm}^3 = 1 \text{ cm}^3 = 1 \text{ cc}$$

# DENSITA'

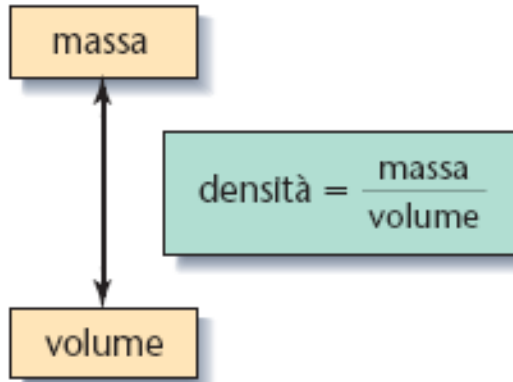


**TABELLA 1-9** *Densità di alcune sostanze comuni\**

Sostanza	Densità (g/cm <sup>3</sup> )	Sostanza	Densità (g/cm <sup>3</sup> )
idrogeno (gas)	0.000089	sabbia*	2.32
anidride carbonica (gas)	0.0019	alluminio	2.70
sughero*	0.21	ferro	7.86
legno di quercia*	0.71	rame	8.92
alcol etilico	0.789	argento	10.50
acqua	1.00	piombo	11.34
magnesio	1.74	mercurio	13.59
sale da cucina	2.16	oro	19.30

\*Sughero, legno di quercia e sabbia sono materiali comuni che sono stati riportati per costituire un riferimento familiare per il lettore e non rappresentano elementi o composti puri come le altre sostanze della tabella.

# DENSITA'



**Ghiaccio in  
acqua liquida**



© Cengage Learning/Charles D. Winters

**Alcol etilico solido in  
alcol etilico liquido**



© Cengage Learning/Charles D. Winters

# LA TEMPERATURA

È una misura dell'intensità del calore.

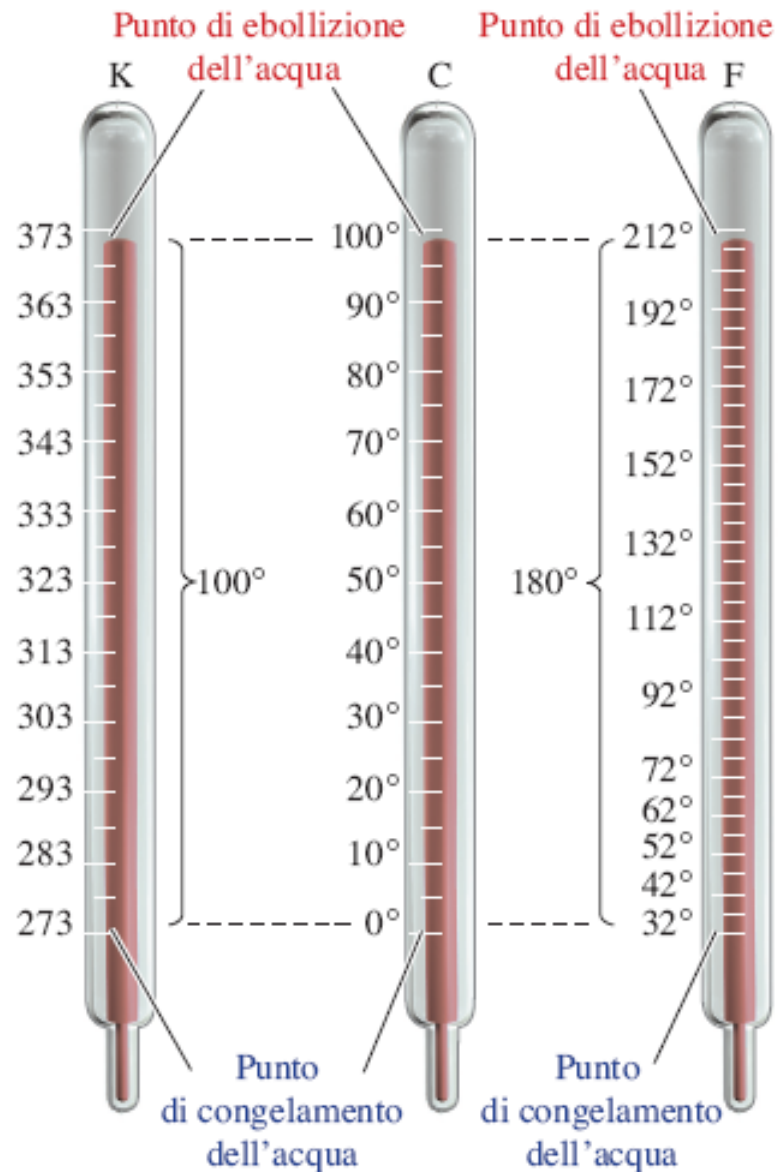
**Il calore spontaneamente fluisce sempre da un corpo a temperatura più alta ad un corpo a temperatura più bassa.**

$$0 \text{ K} = - 273.15 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$0 \text{ } ^\circ\text{C} = + 273.15 \text{ K}$$

$$T_{\text{K}} = t_{\text{ } ^\circ\text{C}} + 273.15$$

$$\Delta T = 1 \text{ } ^\circ\text{C} = 1 \text{ K}$$

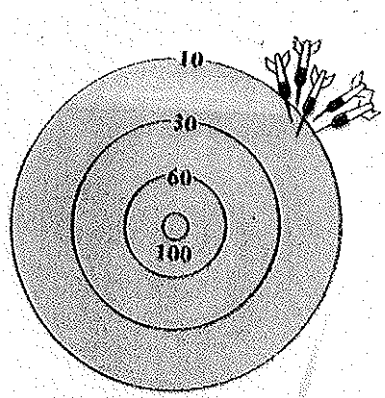


# GLI STRUMENTI DI MISURA

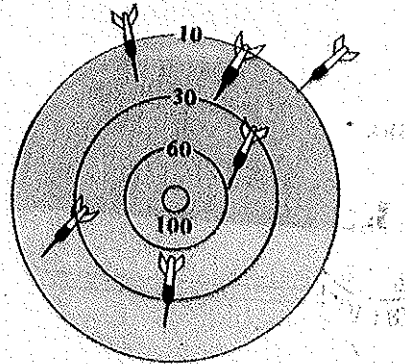
**PROPRIETA'** degli strumenti di misura:

**ACCURATEZZA:** è la capacità di uno strumento di dare un valore il più vicino possibile al valore vero;

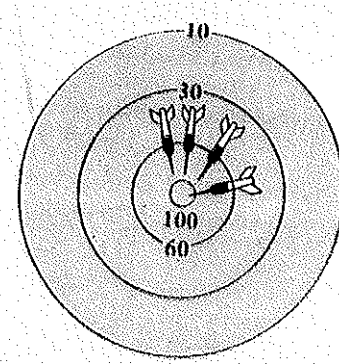
**PRECISIONE:** è la capacità di uno strumento di dare lo stesso valore in più misurazioni sullo stesso campione.



Strumento **PRECISO**  
ma **NON ACCURATO**



Strumento **NE'**  
**PRECISO NE'**  
**ACCURATO**



Strumento **PRECISO**  
e **ACCURATO**

## LE CIFRE SIGNIFICATIVE

Le misure sono tutte affette da un **ERRORE!**

Il risultato della misura **NON** può essere scritto con un numero indeterminato di cifre, ma il numero di cifre deve essere indicativo dell'errore commesso nella misura: **LE CIFRE SIGNIFICATIVE!**

Il risultato della misura deve essere arrotondato in modo da avere solo **CIFRE CERTE** tranne **L'ULTIMA CHE E' INCERTA** per  $\pm 1$ .

Esempio: una misura di volume è fatta con una vetreria che dà come risultato 28.73 mL, vuol dire che l'errore è sul centesimo di mL;

Un'altra vetreria dà come risultato 28.7 mL, vuol dire che l'errore è sul decimo di mL.

I due errori sono diversi per un ordine di grandezza.

# MATERIA ed ENERGIA

## Legge di **conservazione della materia**

Durante una reazione chimica o una trasformazione fisica non si osserva nessuna variazione della quantità di materia.

## Legge di **conservazione dell'energia**

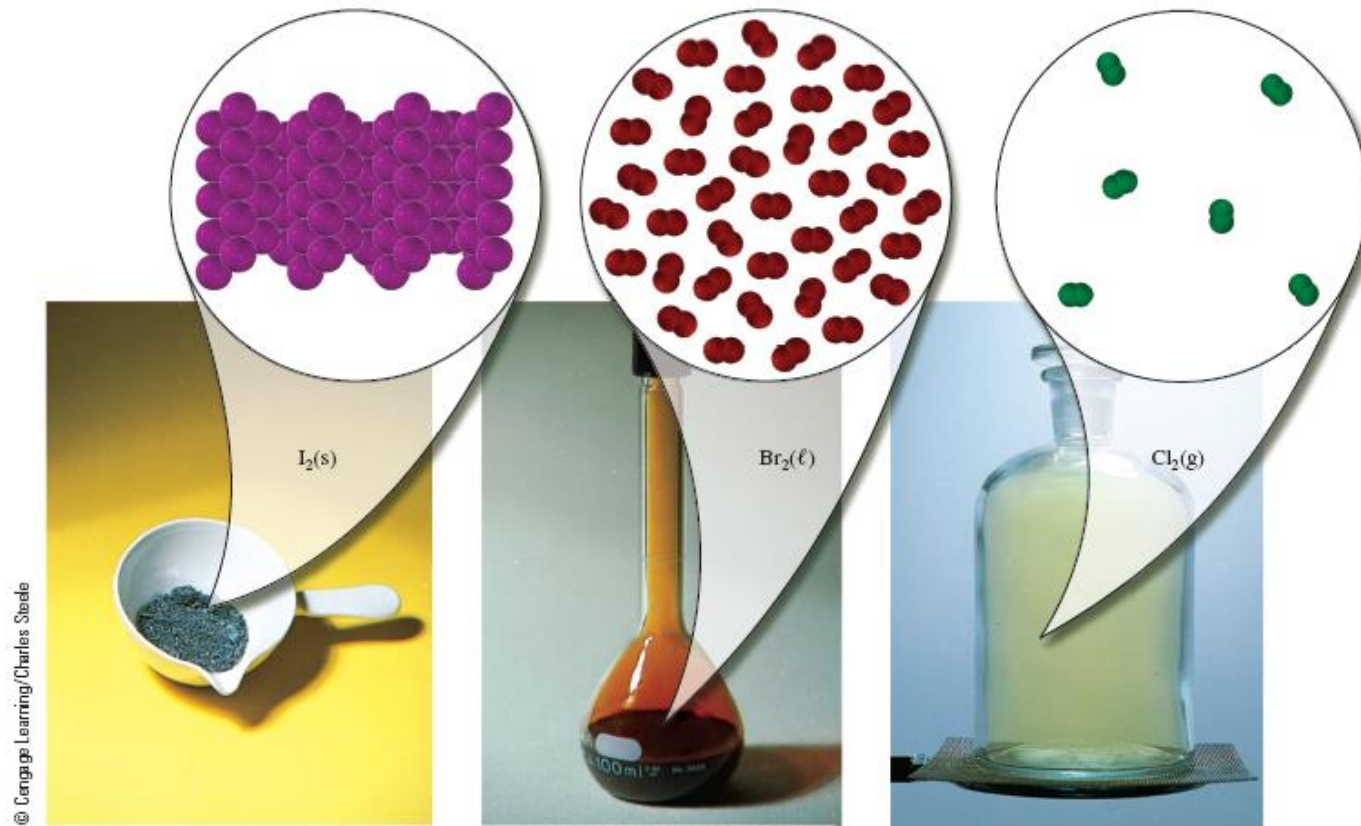
In una reazione chimica o in una trasformazione fisica l'energia non può essere creata o distrutta, ma può essere solo convertita da una forma ad un'altra.

## Legge di **conservazione dell'energia e della materia**

Nell'Universo la somma della quantità di energia e materia è costante.



# LA MATERIA: GLI STATI DI AGGREGAZIONE



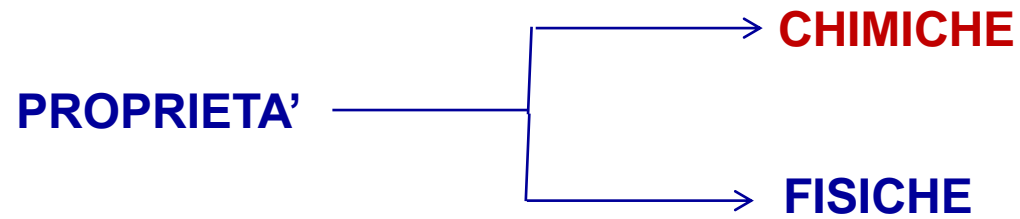
© Cengage Learning/Charles Steele

Proprietà	Solido
Rigidità	Rigido
Espansione al riscaldamento	Modesta
Compressibilità	Modesta

Proprietà	Liquido
	È fluido ed assume la forma del contenitore
	Modesta
	Modesta

Proprietà	Gas
	Riempie completamente ogni contenitore
	Si espande infinitamente
	Facilmente comprimibile

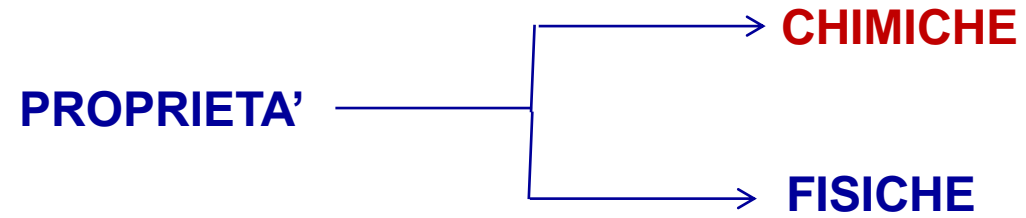
# LA MATERIA



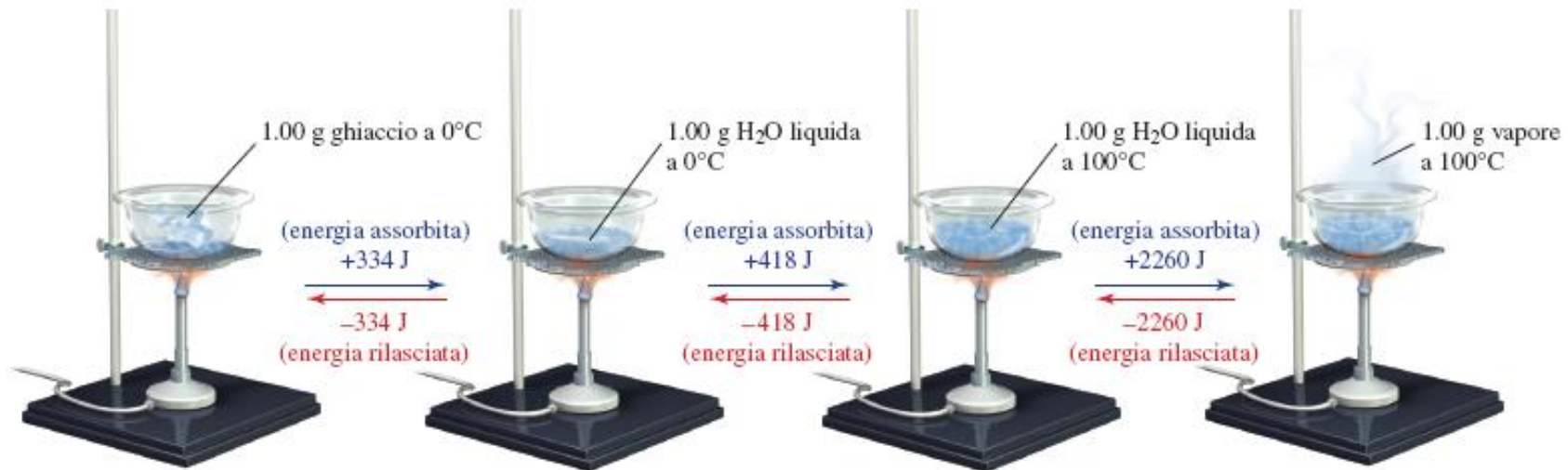
**TABELLA 1-2** *Proprietà fisiche di alcune sostanze di uso comune (ad 1 atm di pressione)*

Sostanza	Punto di fusione (°C)	Punto di ebollizione (°C)	Solubilità a 25°C (g/100 g)		Densità (g/cm <sup>3</sup> )
			<i>In acqua</i>	<i>In alcol etilico</i>	
acqua	0	100	—	infinita	1.00
acido acetico	16.6	118.1	infinita	infinita	1.05
benzene	5.5	80.1	0.07	infinita	0.879
bromo	-7.1	58.8	3.51	infinita	3.12
cloruro di sodio	801	1473	36.5	0.065	2.16
ferro	1530	3000	insolubile	insolubile	7.86
metano	-182.5	-161.5	0.0022	0.033	$6.67 \times 10^{-4}$
ossigeno	-218.8	-183.0	0.0040	0.037	$1.33 \times 10^{-3}$

# LA MATERIA

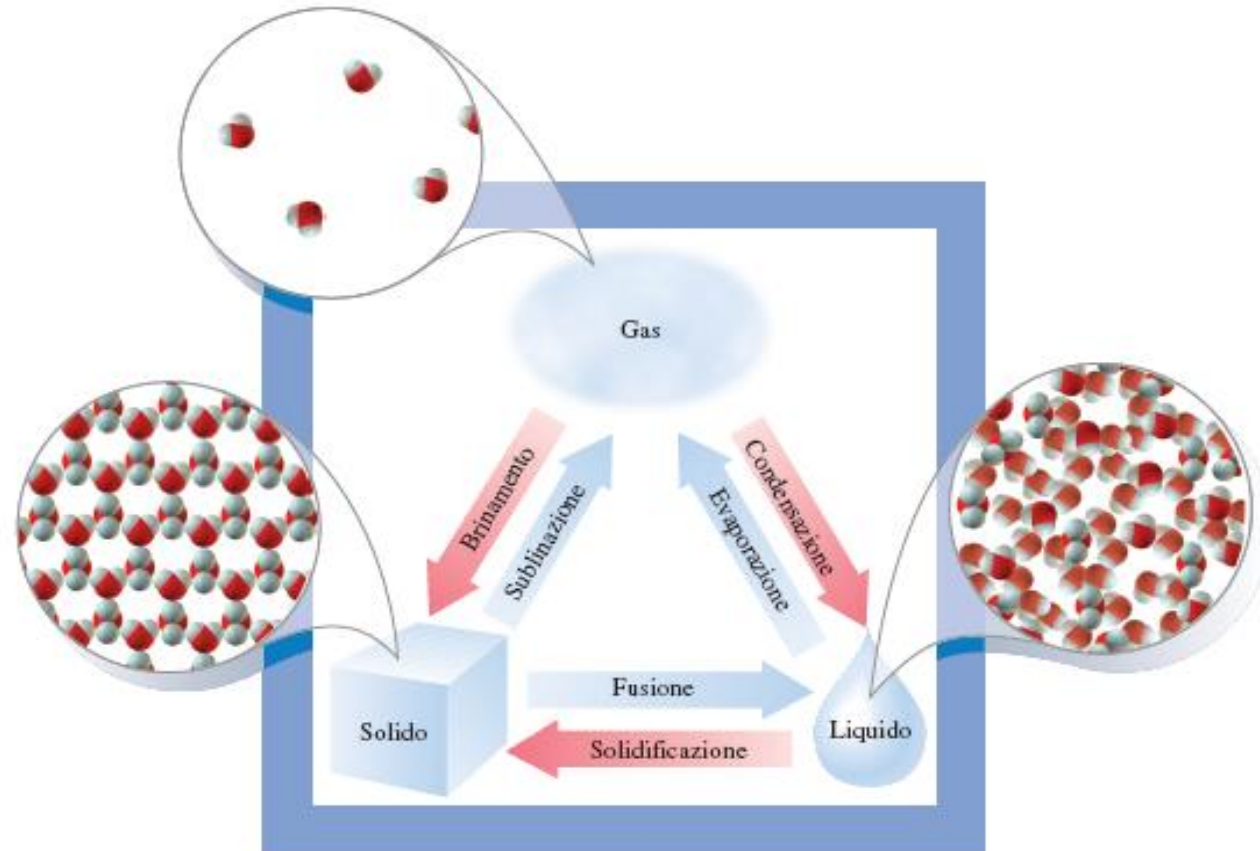


## TRASFORMAZIONI FISICHE

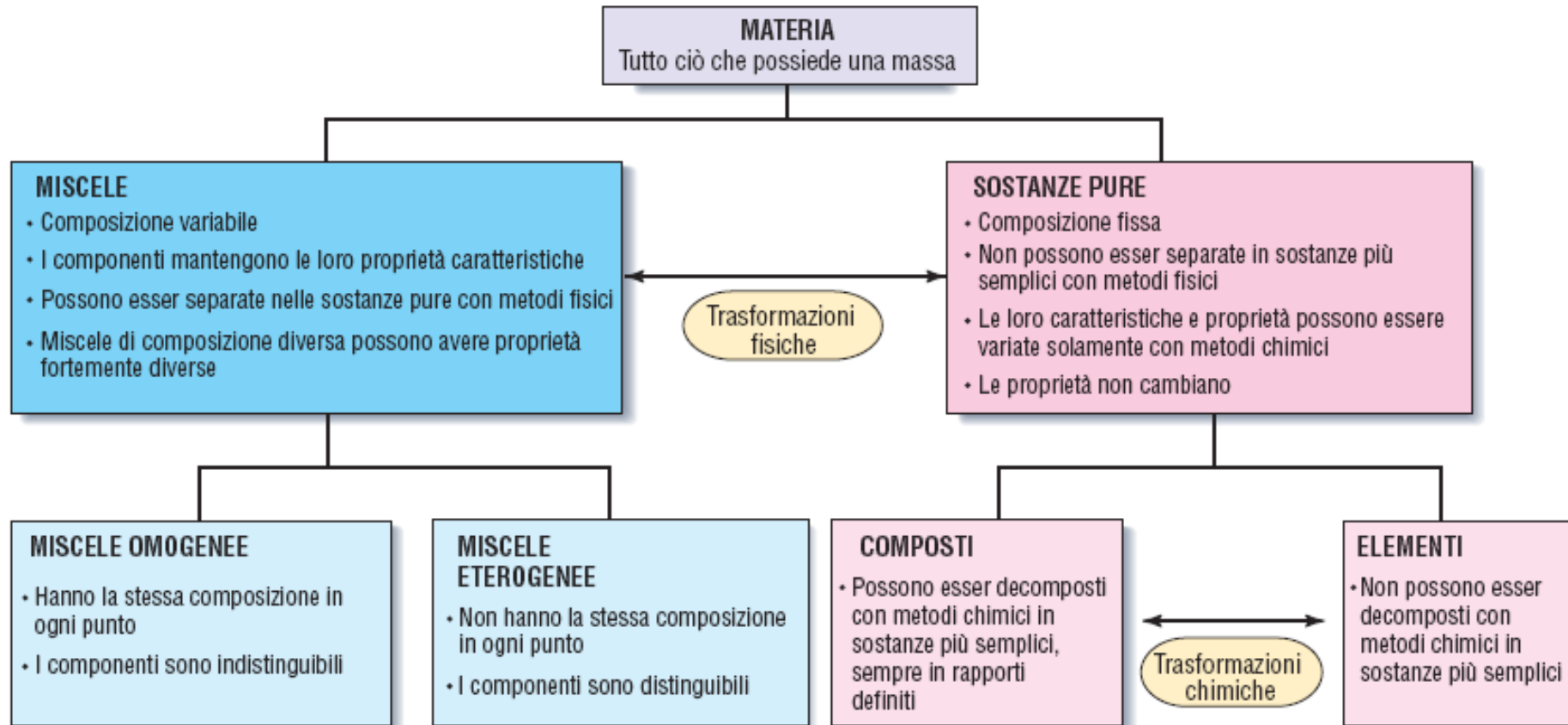


# LA MATERIA:

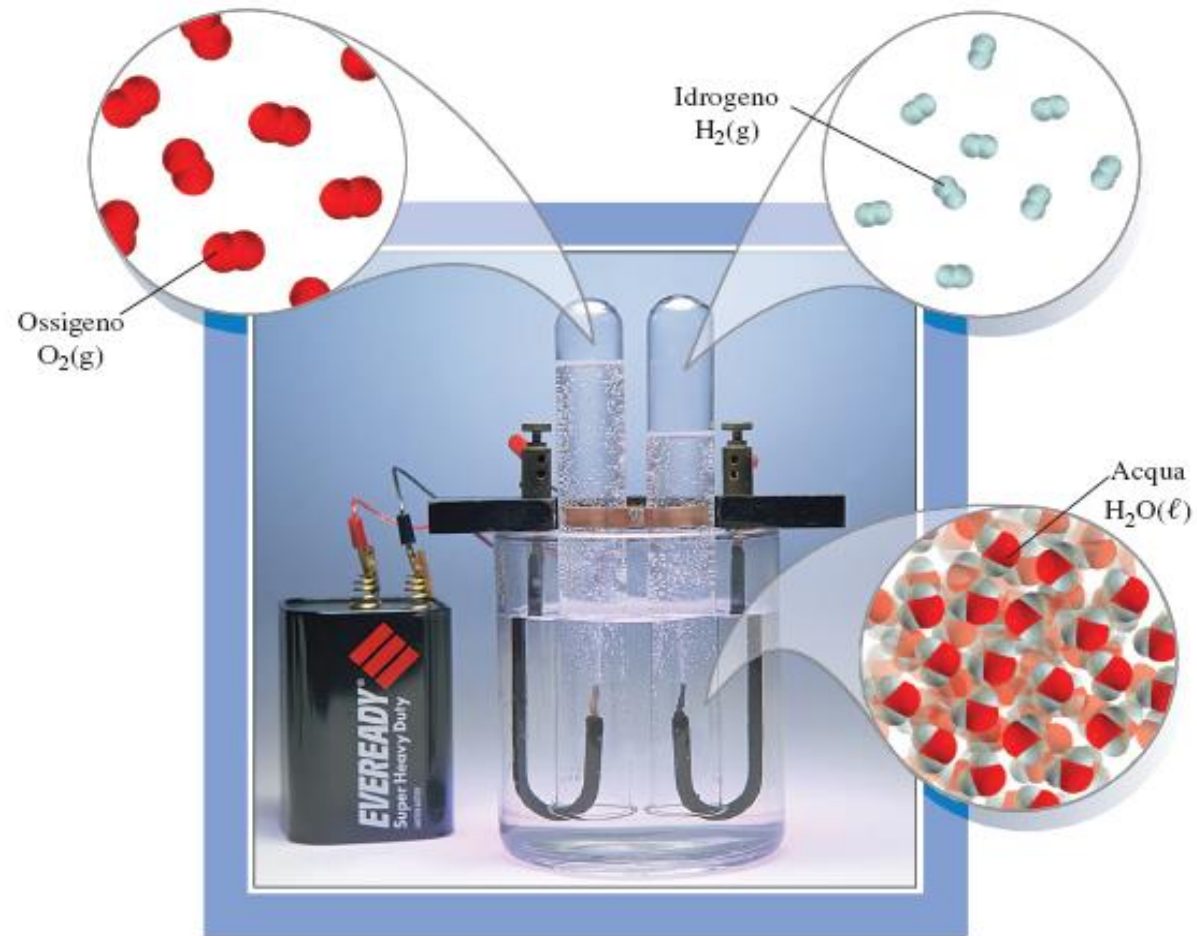
## I CAMBIAMENTI DI STATO O TRANSIZIONI DI FASE



# I TIPI DI MATERIA



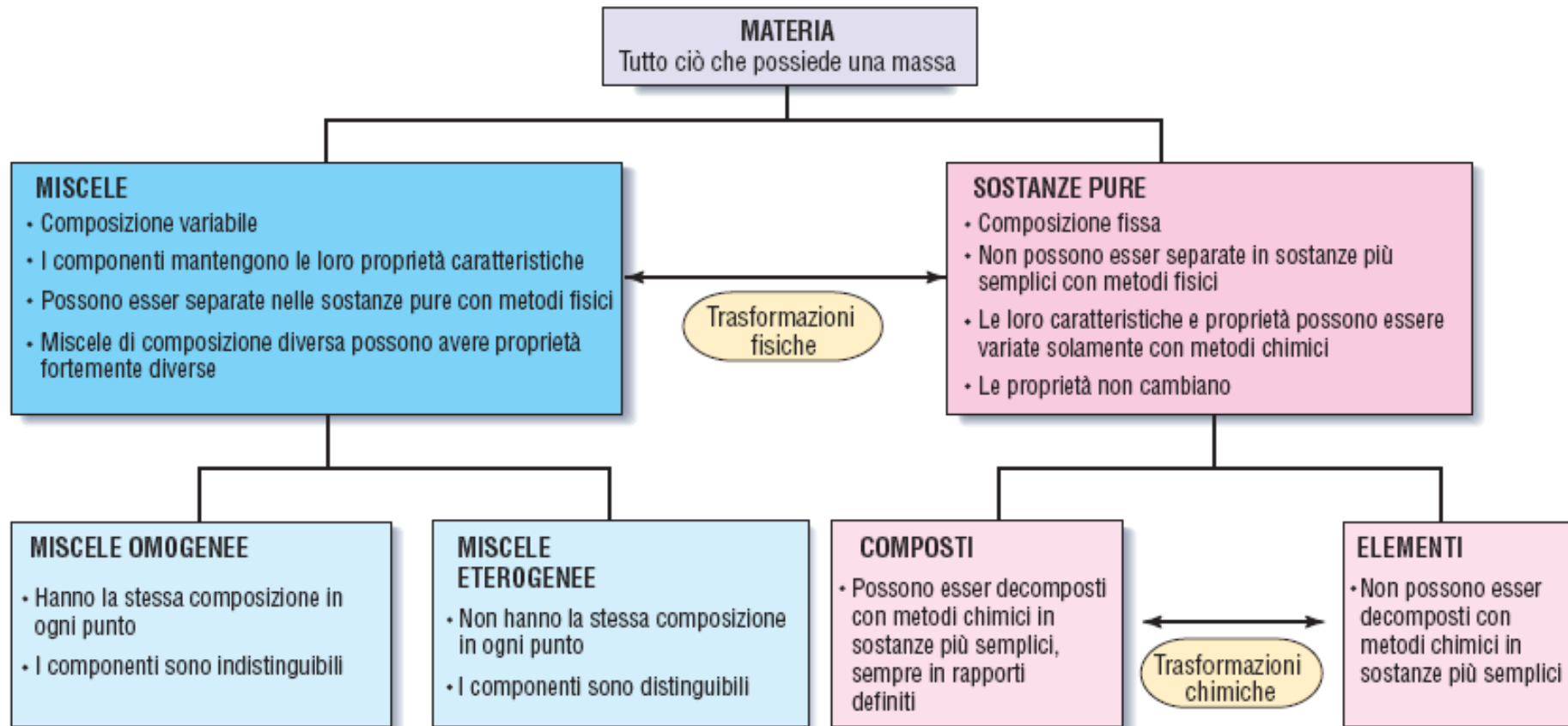
# ELEMENTI E COMPOSTI



## Legge delle proporzioni definite

Campioni puri e diversi dello stesso composto contengono sempre gli stessi elementi nelle identiche percentuali in massa.

# I TIPI DI MATERIA



**Un elemento è un tipo di materia costituito da un SOLO TIPO DI ATOMI!**

# LA TAVOLA PERIODICA

**TABELLA 4-5** *La tavola periodica*

Metalli alcalini		Metalli di transizione										Alogeni					Gas nobili
1A (1)	2A (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																	2 He
2 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
3 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
4 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 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 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 Fr	88 Ra	89 Ac	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 (Uub)	113 (Uut)	114 (Uuq)	115 (Uup)	116 (Uuh)	--	118 (Uuo)
		* 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															
		† 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															



# LA TAVOLA PERIODICA

s-block elements		d-block elements										p-block elements					
Group 1	Group 2	Group 3	Group 4	Group 5	Group 6	Group 7	Group 8	Group 9	Group 10	Group 11	Group 12	Group 13	Group 14	Group 15	Group 16	Group 17	Group 18
1 H																	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
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
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
55 Cs	56 Ba	57-71 La-Lu	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
87 Fr	88 Ra	89-103 Ac-Lr	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Uub						

## f-block elements

Lanthanoids	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
Actinoids	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

# ELEMENTI COMUNI

**TABELLA 1-3** *Nomi di alcuni elementi comuni e loro simboli*

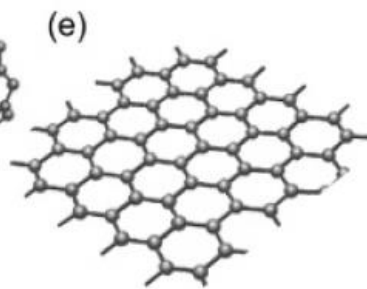
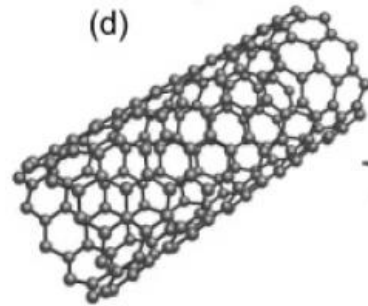
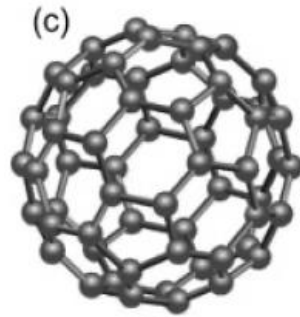
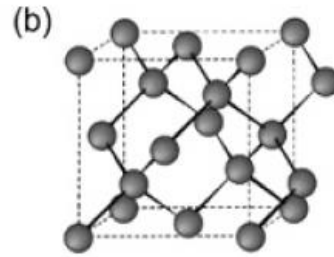
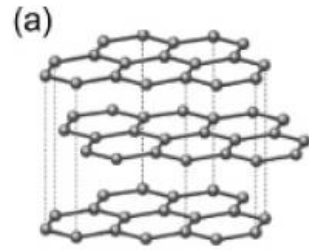
Simbolo	Elemento	Simbolo	Elemento	Simbolo	Elemento
Ag	argento	F	fluoro	Ni	nichel
Al	alluminio	Fe	ferro	O	ossigeno
Au	oro ( <i>aurum</i> )	H	idrogeno	P	fosforo ( <i>phosphorum</i> )
B	boro	He	elio	Pb	piombo
Ba	bario	Hg	mercurio ( <i>hydrargyrum</i> )	Pt	platino
Bi	bismuto	I	iodio	S	zolfo ( <i>sulfur</i> )
Br	bromo	K	potassio ( <i>kalium</i> )	Sb	antimonio ( <i>stibium</i> )
C	carbonio	Kr	cripto	Si	silicio
Ca	calcio	Li	litio	Sn	stagno
Cd	cadmio	Mg	magnesio	Sr	stronzio
Cl	cloro	Mn	manganese	Ti	titanio
Co	cobalto	N	azoto ( <i>nitrogenum</i> )	U	uranio
Cr	cromo	Na	sodio ( <i>natrum</i> )	W	tungsteno ( <i>Wolfram</i> )
Cu	rame ( <i>cuprum</i> )	Ne	neon	Zn	zinco

## ELEMENTI

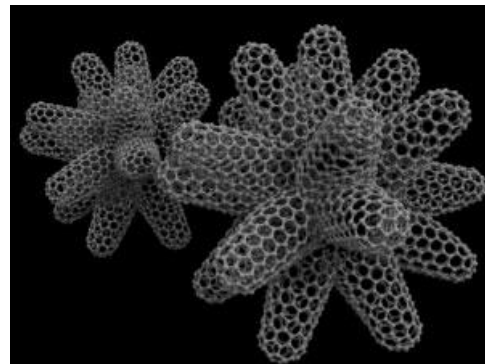
**TABELLA 1-4** *Abbondanza degli elementi nella crosta terrestre, negli oceani e nell'atmosfera*

Elemento	Simbolo	% in massa	Elemento	Simbolo	% in massa
ossigeno	O	49.5%	cloro	Cl	0.19%
silicio	Si	25.7	fosforo	P	0.12
alluminio	Al	7.5	manganese	Mn	0.09
ferro	Fe	4.7	carbonio	C	0.08
calcio	Ca	3.4	zolfo	S	0.06
sodio	Na	2.6	bario	Ba	0.04
potassio	K	2.4	cromo	Cr	0.033
magnesio	Mg	1.9	azoto	N	0.030
idrogeno	H	0.87	fluoro	F	0.027
titanio	Ti	0.58	zirconio	Zr	0.023
Tutti gli altri insieme		≈0.1%			

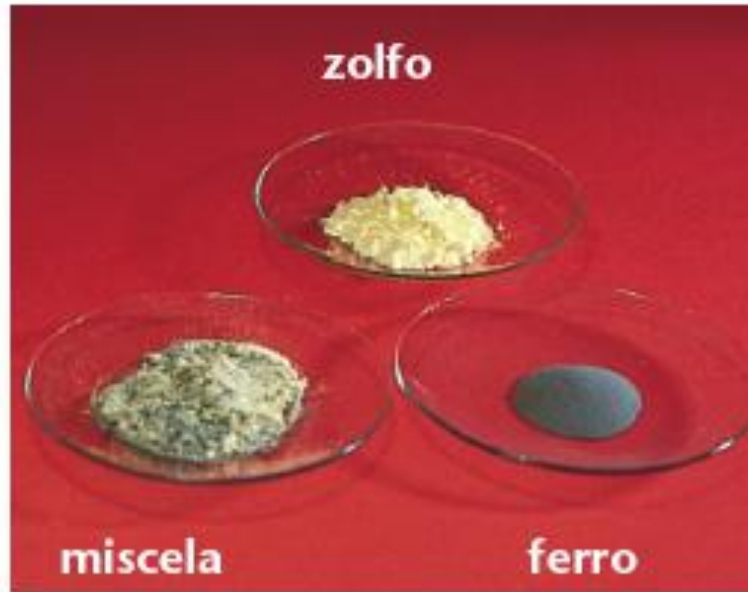
Forme allotropiche del Carbonio: a) Grafite;  
b) Diamante; c) Fullerene; d) Nanotubi; e) Grafene



Carbon nanohorns



# ELEMENTI E MISCELE



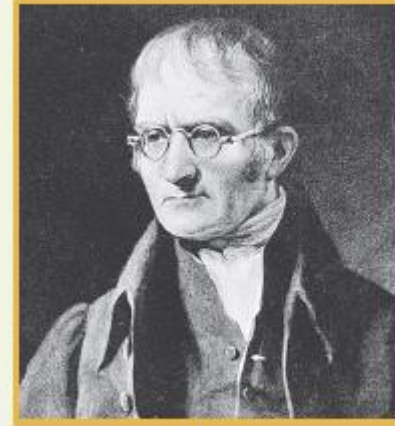
(a)



(b)

# LA STRUTTURA DELLA MATERIA

## LA TEORIA ATOMICA DI DALTON



John Dalton  
(1766–1844)

The E. F. Smith Memorial Collection in the History of Chemistry, Department of Special Collections, Van Pelt–Dietrich Library, University of Pennsylvania

1. Tutta la materia è costituita di atomi. Questi oggetti indivisibili e indistruttibili sono le particelle chimiche costituenti tutta la materia.
2. Tutti gli atomi di un dato elemento sono identici, sia in peso che in proprietà chimiche. Invece, atomi di diversi elementi hanno pesi e proprietà chimiche diverse.
3. I composti sono formati da combinazioni di atomi differenti in rapporti di piccoli numeri interi.\*
4. Una reazione chimica comporta la combinazione, separazione o riarrangiamento di atomi; gli atomi non vengono né creati né distrutti nel corso di reazioni chimiche ordinarie.

**Un ATOMO è la più piccola porzione di un elemento che mantiene le proprietà chimiche dell'elemento stesso!**

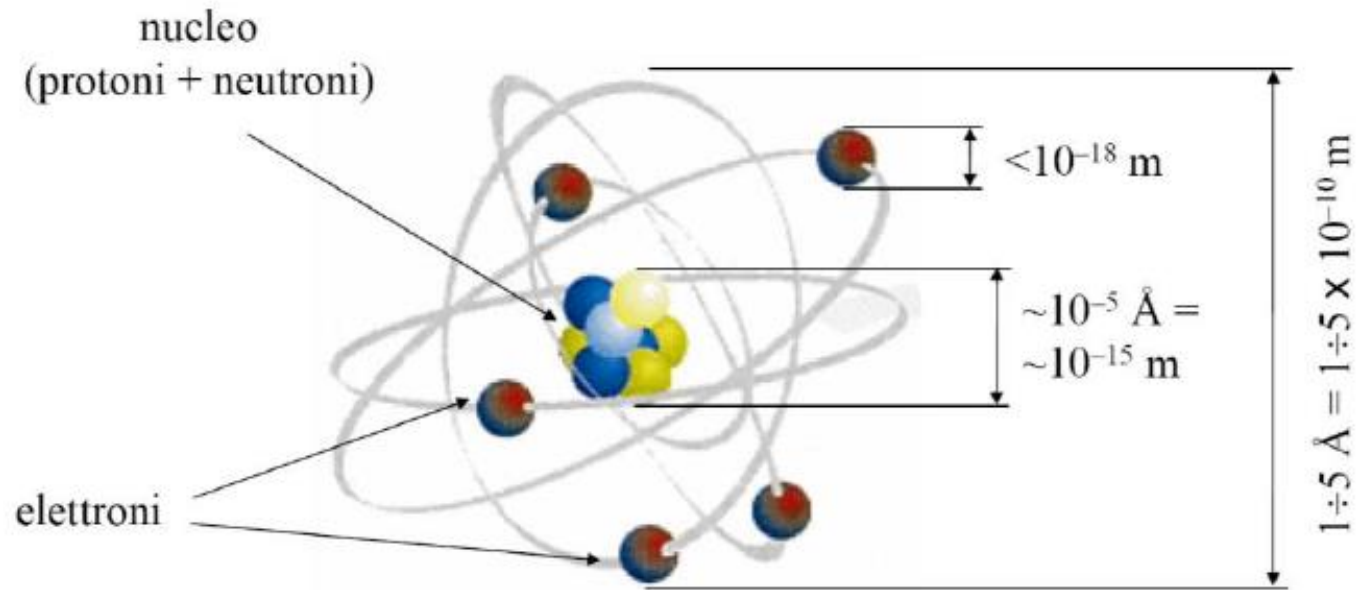
## LE PARTICELLE FONDAMENTALI

Particella (simbolo)	Massa		Carica	
	g	uma	C	Carica relativa
Protone (p o p <sup>+</sup> )	$1.6725 \cdot 10^{-24}$	1.00728	$+ 1.602 \cdot 10^{-19}$	+ 1.0
Neutrone (n o n <sup>0</sup> )	$1.6748 \cdot 10^{-24}$	1.00867	0	0
Elettrone (e <sup>-</sup> )	$9.109 \cdot 10^{-28}$	0.00055	$- 1.602 \cdot 10^{-19}$	- 1.0

uma = unità di massa atomica =  $1.6605 \cdot 10^{-24}$  g

# L'ATOMO

Nell'atomo nucleare tutta la carica positiva e quasi tutta la massa si trovano concentrate in un minuscolo nucleo, mentre gli elettroni, carichi negativamente, formano intorno ad esso una sorta di nuvola.





*...se il protone dell'atomo di idrogeno avesse raggio 1m e fosse posto in Piazza Unità, l'elettrone starebbe – mediamente – a più di 50 km di distanza, cioè quasi a Palmanova del Friuli..*

# LE PARTICELLE FONDAMENTALI

Particella (simbolo)	Massa		Carica	
	g	uma	C	Carica relativa
Protone (p o p <sup>+</sup> )	$1.6725 \cdot 10^{-24}$	1.00728	$+ 1.602 \cdot 10^{-19}$	+ 1.0
Neutrone (n o n <sup>0</sup> )	$1.6748 \cdot 10^{-24}$	1.00867	0	0
Elettrone (e <sup>-</sup> )	$9.109 \cdot 10^{-28}$	0.00055	$- 1.602 \cdot 10^{-19}$	- 1.0

uma = unità di massa atomica =  $1.6605 \cdot 10^{-24}$  g

**Gli ATOMI sono particelle elettricamente neutre**

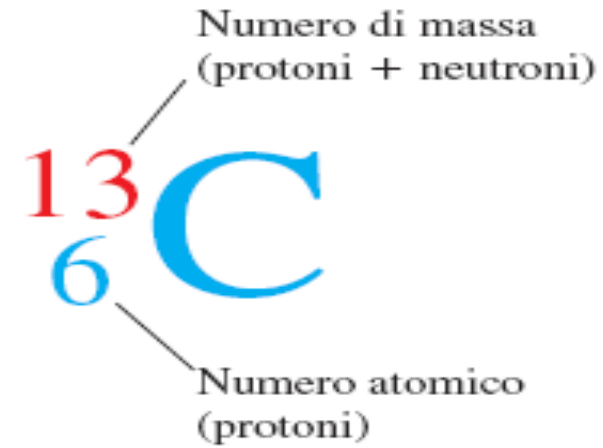


**In un atomo il numero di e<sup>-</sup> è UGUALE al numero di p.**

# LE PARTICELLE FONDAMENTALI

Numero di massa **A**

Numero atomico **Z**



Gli **ISOTOPI** sono atomi di uno stesso elemento che hanno lo **stesso** numero di **protoni**, ma **diverso** numero di **neutroni**.

**TABELLA 4-2** *I tre isotopi dell'idrogeno*

Nome	Simbolo	Simbolo del nuclide	Massa (uma)	Abbondanza in natura (% in atomi)	N. di protoni	N. di neutroni	N. di elettroni (nell'atomo neutro)
Idrogeno	H	${}^1_1\text{H}$	1.007825	99.985%	1	0	1
Deuterio	D	${}^2_1\text{H}$	2.01400	0.015%	1	1	1
Trizio*	T	${}^3_1\text{H}$	3.01605	0.000%	1	2	1

\*Non è presente in natura perché instabile. Si forma dalla decomposizione di isotopi artificiali.

## GLI ISOTOPI

**TABELLA 4-3** *Le abbondanze di alcuni isotopi naturali*

Elemento	Massa atomica (uma)	Isotopo	% Abbondanza naturale	Massa (uma)
boro	10.811	$^{10}_{05}\text{B}$	19.91	10.01294
		$^{11}_{05}\text{B}$	80.09	11.00931
ossigeno	15.9994	$^{16}_{08}\text{O}$	99.762	15.99492
		$^{17}_{08}\text{O}$	0.038	16.99913
		$^{18}_{08}\text{O}$	0.200	17.99916
cloro	35.4527	$^{35}_{17}\text{Cl}$	75.770	34.96885
		$^{37}_{17}\text{Cl}$	24.230	36.96590
uranio	238.0289	$^{234}_{92}\text{U}$	0.0055	234.0409
		$^{235}_{92}\text{U}$	0.720	235.0439
		$^{238}_{92}\text{U}$	99.2745	238.0508

I 20 elementi che hanno un solo isotopo presente in natura sono  $^9\text{Be}$ ,  $^{19}\text{F}$ ,  $^{23}\text{Na}$ ,  $^{27}\text{Al}$ ,  $^{31}\text{P}$ ,  $^{45}\text{Sc}$ ,  $^{55}\text{Mn}$ ,  $^{59}\text{Co}$ ,  $^{75}\text{As}$ ,  $^{89}\text{Y}$ ,  $^{93}\text{Nb}$ ,  $^{103}\text{Rh}$ ,  $^{127}\text{I}$ ,  $^{133}\text{Cs}$ ,  $^{141}\text{Pr}$ ,  $^{159}\text{Tb}$ ,  $^{165}\text{Ho}$ ,  $^{169}\text{Tm}$ ,  $^{197}\text{Au}$ , e  $^{209}\text{Bi}$ . Ci sono comunque isotopi artificiali di questi elementi.

## GLI ISOTOPI

TABELLA 4-3		<i>Le abbondanze di alcuni isotopi naturali</i>		
Elemento	Massa atomica (uma)	Isotopo	% Abbondanza naturale	Massa (uma)
boro	10.811	$^{10}_{05}\text{B}$	19.91	10.01294
		$^{11}_{05}\text{B}$	80.09	11.00931
ossigeno	15.9994	$^{16}_{08}\text{O}$	99.762	15.99492
		$^{17}_{08}\text{O}$	0.038	16.99913
		$^{18}_{08}\text{O}$	0.200	17.99916
cloro	35.4527	$^{35}_{17}\text{Cl}$	75.770	34.96885
		$^{37}_{17}\text{Cl}$	24.230	36.96590
uranio	238.0289	$^{234}_{92}\text{U}$	0.0055	234.0409
		$^{235}_{92}\text{U}$	0.720	235.0439
		$^{238}_{92}\text{U}$	99.2745	238.0508

I 20 elementi che hanno un solo isotopo presente in natura sono  $^9\text{Be}$ ,  $^{19}\text{F}$ ,  $^{23}\text{Na}$ ,  $^{27}\text{Al}$ ,  $^{31}\text{P}$ ,  $^{45}\text{Sc}$ ,  $^{55}\text{Mn}$ ,  $^{59}\text{Co}$ ,  $^{75}\text{As}$ ,  $^{89}\text{Y}$ ,  $^{93}\text{Nb}$ ,  $^{103}\text{Rh}$ ,  $^{127}\text{I}$ ,  $^{133}\text{Cs}$ ,  $^{141}\text{Pr}$ ,  $^{159}\text{Tb}$ ,  $^{165}\text{Ho}$ ,  $^{169}\text{Tm}$ ,  $^{197}\text{Au}$ , e  $^{209}\text{Bi}$ . Ci sono comunque isotopi artificiali di questi elementi.

---

**Gli IONI:** quando un atomo perde o acquista elettroni si trasforma in una particella carica, **uno ione:** positivamente, **catione**, o negativamente, **anione**.

# LA TAVOLA PERIODICA

**TABELLA 4-5** *La tavola periodica*

		Metalli										Non metalli					Gas nobili											
		Metalli alcalini										Metalloidi					Alogeni		Gas nobili									
		1A (1)	2A (2)		Metalli di transizione										3A (13)	4A (14)	5A (15)	6A (16)	7A (17)	8A (18)								
		1A (1)	2A (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		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		3B (3)	4B (4)	5B (5)	6B (6)	7B (7)	8B (8, 9, 10)			1B (11)	2B (12)	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	112 (Uub)	113 (Uut)	114 (Uuq)	115 (Uup)	116 (Uuh)	--	118 (Uuo)								
	*	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
	†	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

Solidi metallici



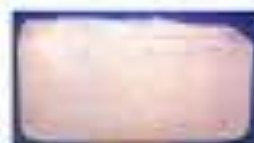
Solidi ionici

*Il cloruro di sodio*



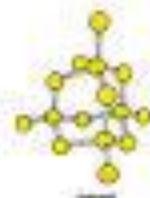
Solidi molecolari

*Il ghiaccio*



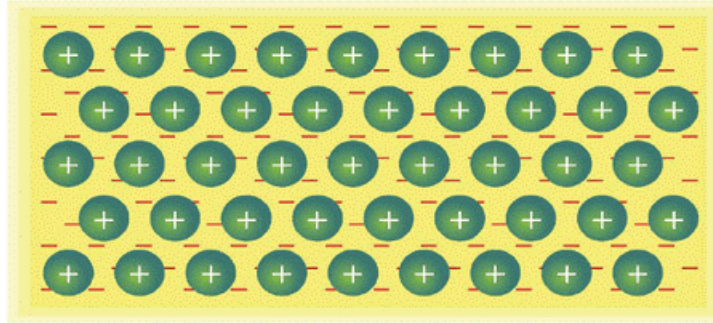
Solidi covalenti

*Il diamante*



## LEGAME METALLICO

**Un metallo può essere descritto come un reticolo di ioni positivi (nucleo più elettroni di core) immersi in una nube di elettroni di valenza mobili (delocalizzati) attorno ai cationi.**



**Gli elettroni sono liberi di muoversi attraverso l'intero reticolo:**

- Conduzione elettrica
- Conduzione di calore

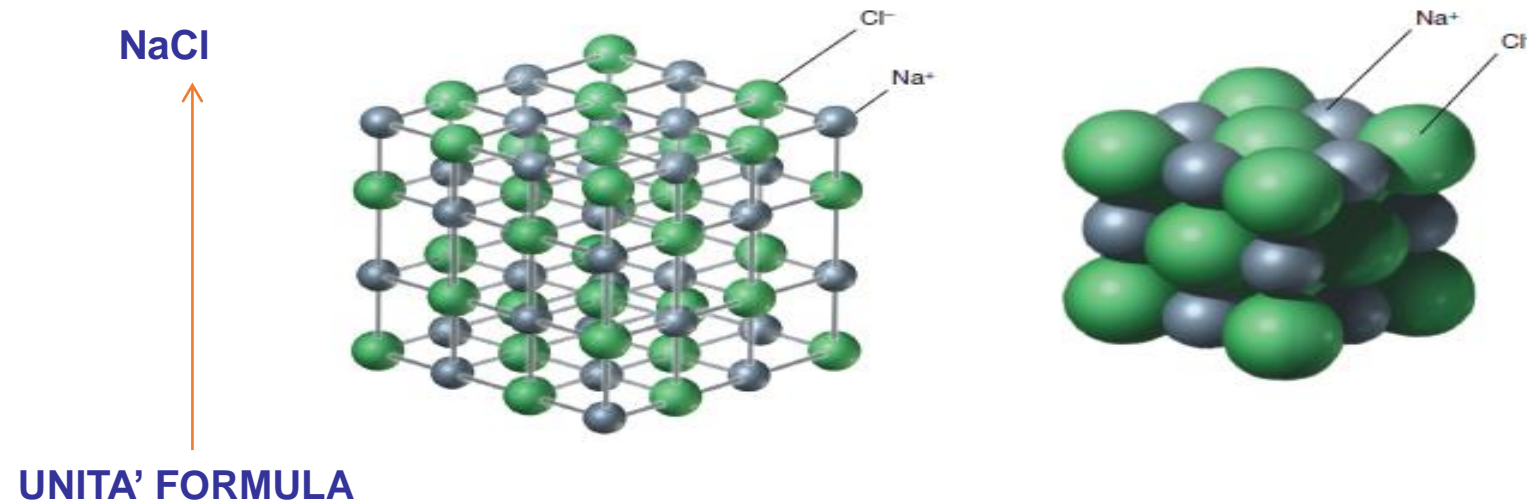
**La conduzione elettrica e termica sono dovuti proprio alla mobilità elettronica**



## I COMPOSTI IONICI

I COMPOSTI IONICI sono raggruppamenti di un gran numero di ioni.

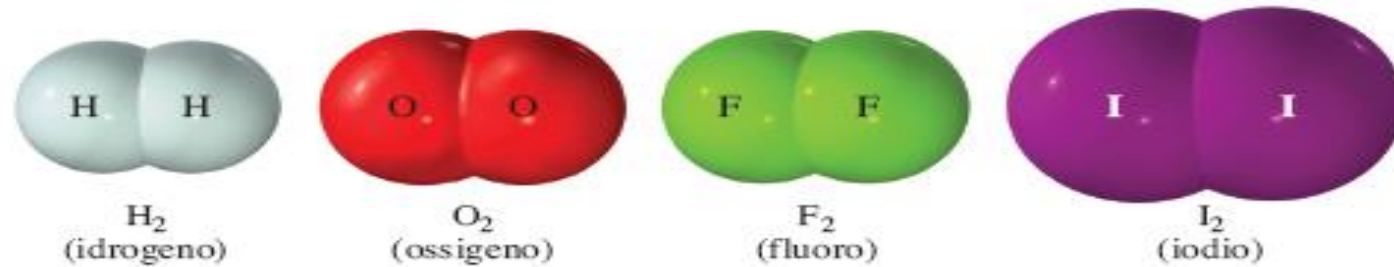
I COMPOSTI IONICI sono elettricamente **NEUTRI!**



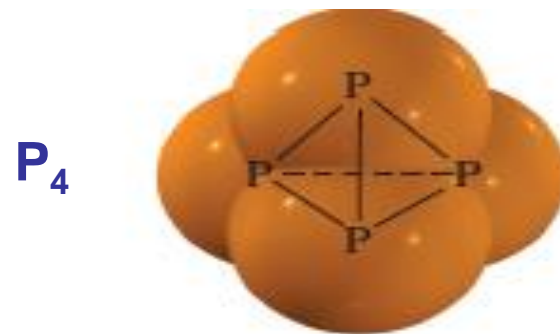
# LE MOLECOLE

Una **MOLECOLA** è la più piccola porzione di un **composto** o di un **elemento** che può esistere **libera e stabile in natura** e che mantiene le **proprietà chimiche** del composto o dell'elemento.

Una molecola è una specie elettricamente **NEUTRA!**



Esempi di **elementi** che esistono come **MOLECOLE POLIATOMICHE**

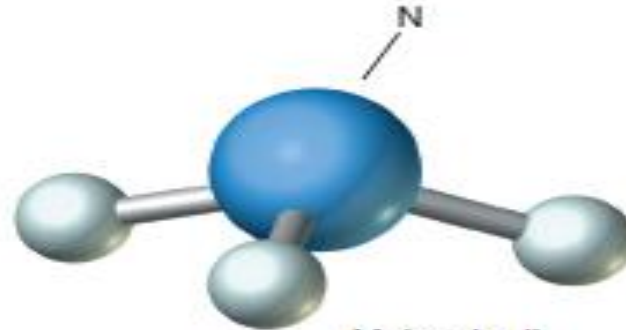


# LE MOLECOLE

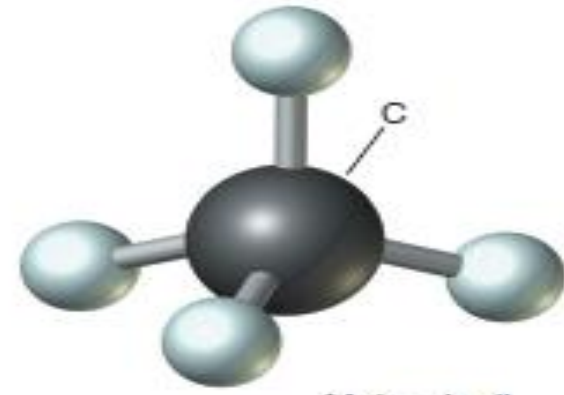
## Esempi di molecole di **COMPOSTI**



Molecola  
d'acqua



Molecola di  
ammoniaca



Molecola di  
metano



**FORMULE MOLECOLARI**

## Solidi molecolari

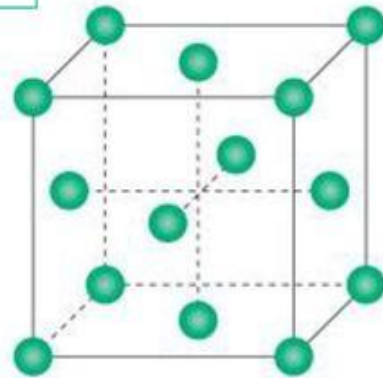
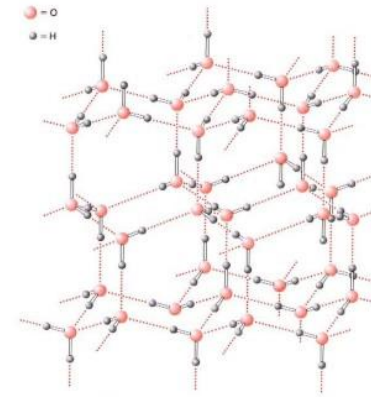
elementi

$F_2$   
 $Cl_2$   
 $O_2$   
 $N_2$   
 $P_4$   
 $S_8$   
Gas nobili

composti

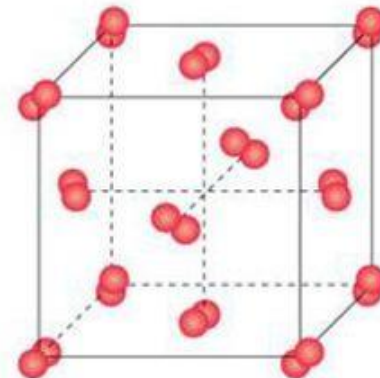
$H_2O$   
 $NH_3$   
 $HF$   
 $CO_2$   
 $C_6H_6$

Il reticolo è occupato da molecole

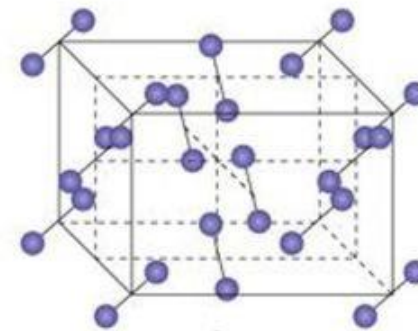


Ar

Reticolo cubico a facce centrate



$O_2$



$I_2$

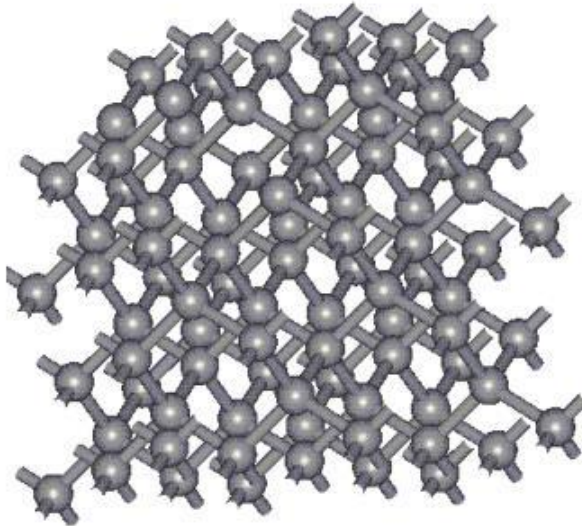
Reticolo tetragonale a facce centrate

## ***Solidi Covalenti***

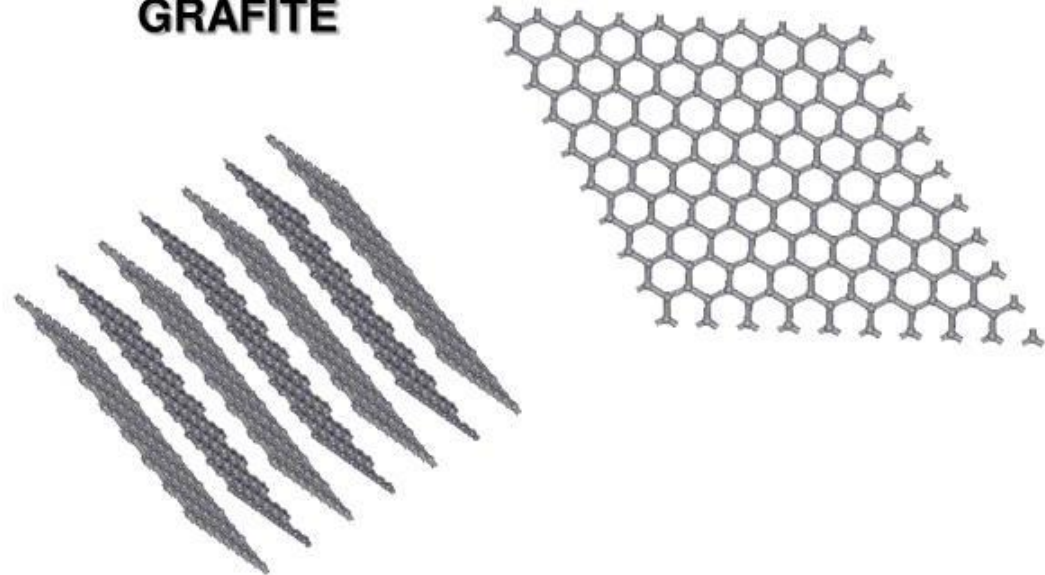
I solidi covalenti sono dei solidi nei quali l'interazione che origina il solido è un legame covalente che si stabilisce tra tutti gli atomi del cristallo

Un cristallo di un solido covalente può essere considerato come una gigantesca molecola

**DIAMANTE**



**GRAFITE**



## ALCUNI IONI MONOATOMICI E POLIATOMICI

**TABELLA 2-2** *Formule, cariche ioniche e nomi di alcuni ioni comuni*

Cationi comuni (ioni positivi)			Anioni comuni (ioni negativi)		
<i>Formula</i>	<i>Carica</i>	<i>Nome</i>	<i>Formula</i>	<i>Carica</i>	<i>Nome</i>
Na <sup>+</sup>	1+	sodio	F <sup>-</sup>	1-	fluoruro
K <sup>+</sup>	1+	potassio	Cl <sup>-</sup>	1-	cloruro
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	1+	ammonio	Br <sup>-</sup>	1-	bromuro
Ag <sup>+</sup>	1+	argento	OH <sup>-</sup>	1-	idrossido
Mg <sup>2+</sup>	2+	magnesio	CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>	1-	acetato
Ca <sup>2+</sup>	2+	calcio	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	1-	nitrato
Zn <sup>2+</sup>	2+	zinco	O <sup>2-</sup>	2-	ossido
Cu <sup>+</sup>	1+	rame(I)	S <sup>2-</sup>	2-	solfo
Cu <sup>2+</sup>	2+	rame(II)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	2-	solfo
Fe <sup>2+</sup>	2+	ferro(II)	SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	2-	solfito
Fe <sup>3+</sup>	3+	ferro(III)	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	2-	carbonato
Al <sup>3+</sup>	3+	alluminio	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	3-	fosfato

# ALCUNI IONI POLIATOMICI

CATIONI: ioni positivi

$\text{NH}_4^+$  ammonio

ANIONI: ioni negativi

$\text{OH}^-$  idrossido

$\text{CN}^-$  cianuro

$\text{CH}_3\text{COO}^-$  acetato

$\text{CO}_3^{2-}$  carbonato

$\text{HCO}_3^-$  idrogeno carbonato  
(o bicarbonato)

$\text{PO}_4^{3-}$  fosfato

$\text{MnO}_4^-$  permanganato

$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  dicromato

$\text{ClO}_4^-$  perclorato

$\text{NO}_2^-$

nitrito

$\text{NO}_3^-$

nitrato

$\text{SO}_3^{2-}$

solfito

$\text{SO}_4^{2-}$

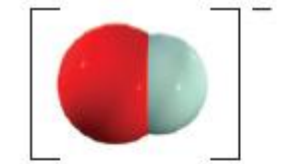
solfato

$\text{HSO}_4^-$

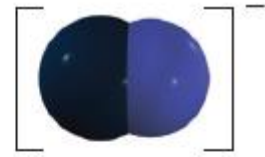
idrogeno solfato  
(o bisolfato)

---

## LA STRUTTURA DI ALCUNI ANIONI POLIATOMICI

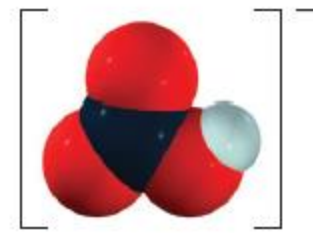


Ione idrossido,  
 $\text{OH}^-$

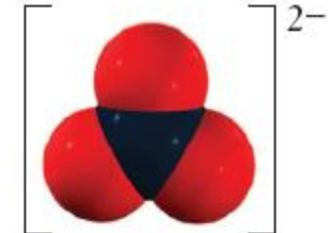


Ione cianuro,  
 $\text{CN}^-$

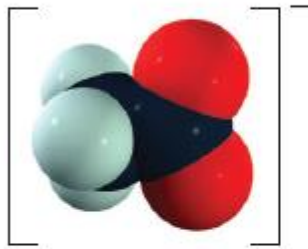
idrogenocarbonato



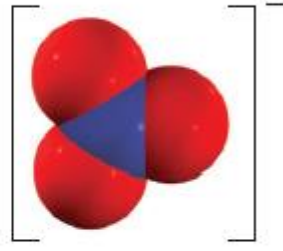
Ione ~~bicarbonato~~,  
 $\text{HCO}_3^-$



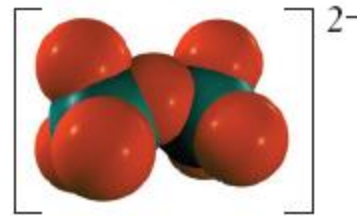
Ione carbonato,  
 $\text{CO}_3^{2-}$



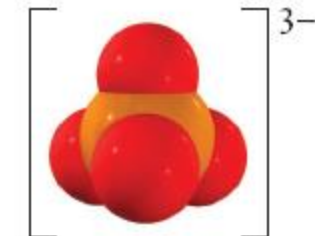
Ione acetato,  
 $\text{CH}_3\text{COO}^-$



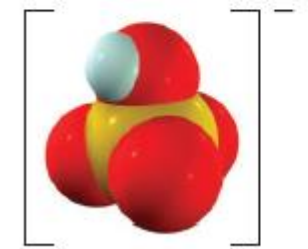
Ione nitrato,  
 $\text{NO}_3^-$



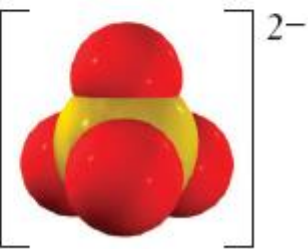
Ione dicromato,  
 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$



Ione fosfato,  
 $\text{PO}_4^{3-}$



Ione ~~bisolfato~~,  
 $\text{HSO}_4^-$



Ione solfato,  
 $\text{SO}_4^{2-}$

idrogenosolfato

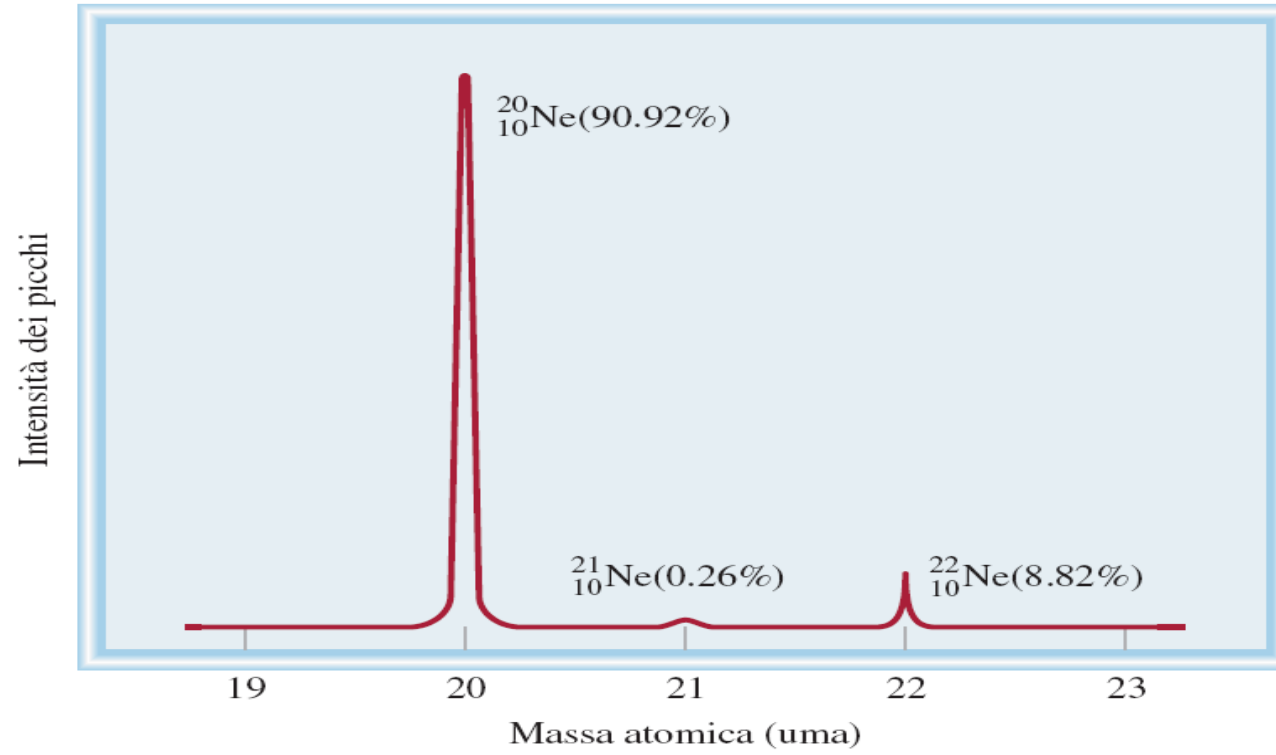


## PESO ATOMICO O MASSA ATOMICA

**1 uma = 1/12 esatto della massa di un atomo dell'isotopo  $^{12}\text{C}$**

La massa atomica, o peso atomico, di un elemento indica quanto è la massa di un atomo di quell'elemento rispetto alla massa di un atomo di carbonio 12.

Calcolo del peso atomico dalle **abbondanze isotopiche**.



## IL NUMERO DI AVOGADRO: $N = 6.022 \cdot 10^{23}$

Un campione di un elemento con una massa in grammi uguale alla massa atomica dell'elemento contiene un numero ben definito di atomi.

Questo numero è il NUMERO DI AVOGADRO

$$N = 6.022 \cdot 10^{23} \quad (\text{riflettiamo sui numeri})$$

## LA MOLE

La mole è una quantità di sostanza che contiene un numero di Avogadro di particelle, qualunque esse siano.

La massa in grammi di una mole di atomi di un elemento è numericamente uguale al peso atomico di quell'elemento in una.

La massa di una mole si chiama **massa molare**, l'unità di misura è **g/mol**.

# LA MOLE



12 uova

o

1 dozzina di uova

o

640 grammi di uova

$6.022 \times 10^{23}$  atomi di Fe

o

1 mole atomi di Fe

o

55.847 grammi di ferro

# LA MOLE

**TABELLA 2-3** *Massa di una mole di atomi di alcuni elementi comuni*

Elemento	Un campione con massa uguale a	Contiene
carbonio	12.0 g C	$6.02 \times 10^{23}$ atomi di C o 1 mole di atomi di C
titanio	47.9 g Ti	$6.02 \times 10^{23}$ atomi di Ti o 1 mole di atomi di Ti
oro	197.0 g Au	$6.02 \times 10^{23}$ atomi di Au o 1 mole di atomi di Au
idrogeno	1.0 g H <sub>2</sub>	$6.02 \times 10^{23}$ atomi di H o 1 mole di atomi di H ( $3.01 \times 10^{23}$ molecole di H <sub>2</sub> o $\frac{1}{2}$ mole di molecole di H <sub>2</sub> )
zolfo	32.1 g S <sub>8</sub>	$6.02 \times 10^{23}$ atomi di S o 1 mole di atomi di S ( $0.753 \times 10^{23}$ molecole di S <sub>8</sub> o $\frac{1}{8}$ mole di molecole di S <sub>8</sub> )

## LA MOLE

La **massa molare** di un composto è la massa in grammi di una mole di composto ed è numericamente uguale al suo peso molecolare per le molecole o al suo peso formula per i composti ionici. L'unità di misura è **g/mol**.

Calcolo del **peso molecolare** e del **peso formula**:

Data la formula del composto il suo peso molecolare (per le molecole) o peso formula (per i composti ionici) è dato dalla **somma dei pesi atomici di tutti gli elementi presenti ognuno moltiplicato per il numero di volte in cui l'elemento compare nella formula**.

# LA MOLE

TABELLA 2-5		Una mole di alcuni composti ionici	
Sostanza	Peso formula	Un campione con massa pari ad una mole	Contiene
sodio cloruro	58.4	58.4 g NaCl	$6.02 \times 10^{23}$ ioni $\text{Na}^+$ o una mole di ioni $\text{Na}^+$ $6.02 \times 10^{23}$ ioni $\text{Cl}^-$ o una mole di ioni $\text{Cl}^-$
calcio cloruro	111.0	111.0 g $\text{CaCl}_2$	$6.02 \times 10^{23}$ ioni $\text{Ca}^{2+}$ o una mole di ioni $\text{Ca}^{2+}$ $2 \times 6.02 \times 10^{23}$ ioni $\text{Cl}^-$ o due moli di ioni $\text{Cl}^-$
alluminio solfato	342.1	342.1 g $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	$2 \times 6.02 \times 10^{23}$ ioni $\text{Al}^{3+}$ o due moli di ioni $\text{Al}^{3+}$ $3 \times 6.02 \times 10^{23}$ ioni $(\text{SO}_4)^{2-}$ o tre moli di ioni $(\text{SO}_4)^{2-}$

I pedici delle formule indicano i rapporti tra gli atomi, ma indicano anche i rapporti molari.

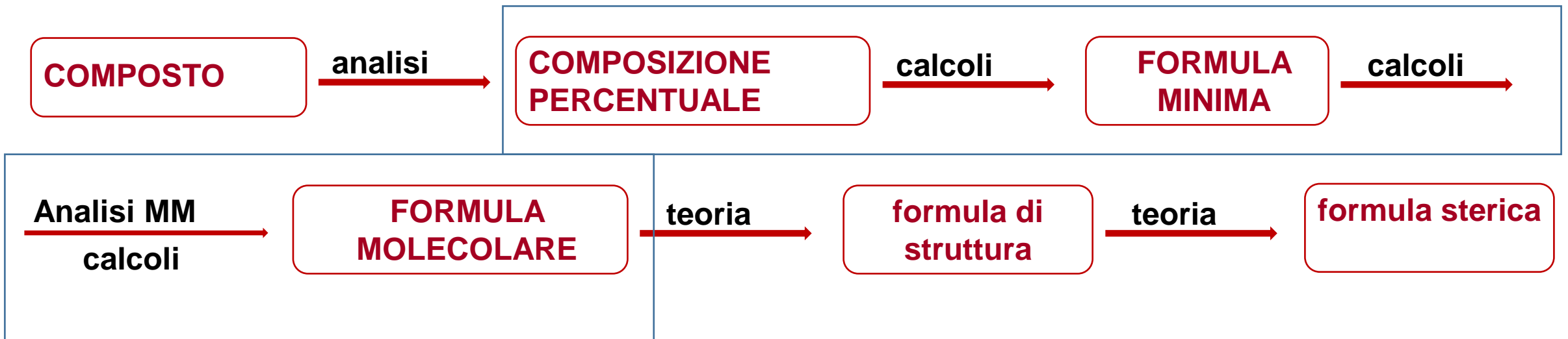
## LA MOLE E LA MASSA

Noto il **peso molecolare** o il **peso formula** del composto, conosciamo la sua **massa molare** e quindi possiamo **convertire il numero di moli in massa** o la **massa in numero di moli**.

$$n = \frac{m}{MM}$$

---

## LE FORMULE DEI COMPOSTI





**LA TAVOLA PERIODICA sul web:**

<http://www.rsc.org/periodic-table/>

<http://winter.group.shef.ac.uk/orbitron/>

<http://www.webelements.com/>