

CHIMICA GENERALE

Corso A

Anno Accademico 2024-2025

Docente: Prof. Francesco Pineider

Email: francesco.pineider@unipi.it

*Indirizzo: Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale
Via Moruzzi 13*

La Chimica

Lo studio della trasformazione

Capitolo 1

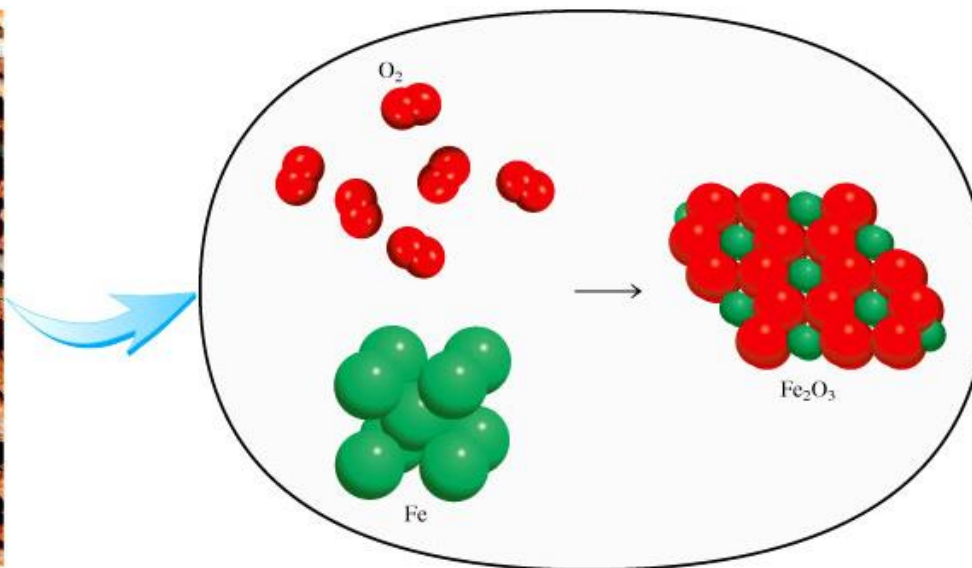


Che cos'è la Chimica?

- *Lo studio della materia e delle sue proprietà*
- *Delle trasformazioni subite da essa*
- *Dell'energia associata a queste trasformazioni*



Livello macroscopico



Livello microscopico

MATERIA

Occupa spazio

E' dotata di massa

SOSTANZE PURE

Composizione definita

Proprietà distinte

MISCELE

Combinazione di 2 o più sostanze in cui le singole componenti mantengono identità distinte

*Trasformazioni
fisiche*



MATERIA

SOSTANZE PURE

MISCELE

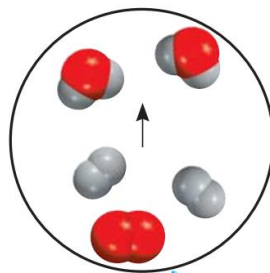
*Trasformazioni
fisiche*

ELEMENTI

*Sostanze che non possono
essere separate in
sostanze più semplici
attraverso mezzi chimici*

COMPOSTI

*Sostanze costituite da 2 o
più elementi uniti
chimicamente in
proporzioni definite*



Hydrogen burning in air to form water.

Fisico o chimico?

Trasformazione fisica

Non altera la composizione o l'identità di una sostanza

E.g.: Fusione (passaggio di stato)

➡ *Proprietà fisiche*



Trasformazione chimica

Causa una variazione della composizione o dell'identità delle sostanze coinvolte

E.g.: Combustione (reazione chimica)

➡ *Proprietà chimiche*



Gli Elementi

Un **ELEMENTO** è una sostanza che non può essere separata in sostanze più semplici attraverso **mezzi chimici**

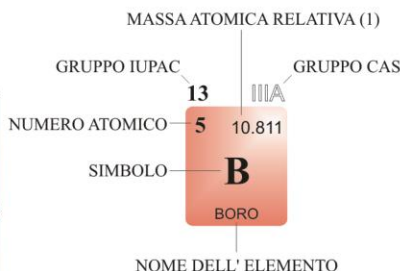
- Ad oggi sono stati identificati **114 elementi**
- 82 elementi sono presenti **naturalmente** sulla terra (oro **Au**, alluminio **Al**, piombo **Pb**, ossigeno **O**, carbonio **C**, etc...)
- 32 elementi sono stati **creati** in laboratorio e sono **instabili** (Tecnezio **Tc**, Americio **Am**, etc...)

TAVOLA PERIODICA DEGLI ELEMENTI

<http://www.periodni.com/it/>

PERIODO

GRUPPO	1	2											13	14	15	16	17	18
	IA	IIA											IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA
1	1.0079												5	6	7	8	9	10
1	H												B	C	N	O	F	He
	IDROGENO												BORO	CARBONIO	AZOTO	OSSIGENO	FLUORO	ELIO
2	3 6.941	4 9.0122											13 26.982	14 28.086	15 30.974	16 32.065	17 35.453	18 39.948
2	Li	Be											Al	Si	P	S	Cl	Ne
	LITIO	BERILLIO											ALLUMINIO	SILICIO	FOSFORO	SOLFO	CLORO	ARGO
3	11 22.990	12 24.305											19 39.098	20 40.078	21 44.956	22 47.867	23 50.942	24 51.996
3	Na	Mg											K	Ca	Sc	Ti	V	Cr
	SODIO	MAGNESIO											POTASSIO	CALCIO	SCANDIO	TITANIO	VANADIO	CROMO
4	19 39.098	20 40.078	21 44.956	22 47.867	23 50.942	24 51.996	25 54.938	26 55.845	27 58.933	28 58.693	29 63.546	30 65.38	31 69.723	32 72.64	33 74.922	34 78.96	35 79.904	36 83.798
4	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	ZINCO	GALLIO	GERMANIO	ARSENICO	SELENIO	BROMO	CRIPTO
5	37 85.468	38 87.62	39 88.906	40 91.224	41 92.906	42 95.96	43 (98)	44 101.07	45 102.91	46 106.42	47 107.87	48 112.41	49 114.82	50 118.71	51 121.76	52 127.60	53 126.90	54 131.29
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
	RUBIDIO	STRONZIO	ITTRIO	ZIRCONIO	NIOBIO	MOLIBDENO	TECNETO	RUTENIO	RODIO	PALLADIO	ARGENTO	CADMIO	INDIO	STAGNO	ANTIMONIO	TELLURIO	IODIO	XENO
6	55 132.91	56 137.33	57-71	72 178.49	73 180.95	74 183.84	75 186.21	76 190.23	77 192.22	78 195.08	79 196.97	80 200.59	81 204.38	82 207.2	83 208.98	84 (209)	85 (210)	86 (222)
6	Cs	Ba	La-Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
	CESIO	BARIO	Lantanidi	AFNIO	TANTALIO	WOLFRAMIO	RENIO	OSMIO	IRIDIO	PLATINO	ORO	MERCURIO	TALLIO	PIOMBO	BISMUTO	POLONIO	ASTATO	RADON
7	87 (223)	88 (226)	89-103	104 (267)	105 (268)	106 (271)	107 (272)	108 (277)	109 (276)	110 (281)	111 (280)	112 (285)	113 (...)	114 (287)	115 (...)	116 (291)	117 (...)	118 (...)
7	Fr	Ra	Ac-Lr	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Uut	Fl	Uup	Lv	Uus	Uuo
	FRANCIO	RADIO	Attinidi	RUTHERFORDIO	DUBNIO	SEABORGIO	BOHRIO	HASSIO	MEITNERIO	DARMSTADTIO	ROENTGENIO	COPERNICIO	UNUNTRIO	FLEROVIO	UNUNPENTIO	LIVERMORIO	UNUNSEPTIO	UNUNOCTIO



Metalli	Semimetali	Non metalli
Metalli alcalini	Calcogeni	
Metalli alcalino terrosi	Alogeni	
Metalli di transizione	Gas nobili	
Lantanidi		
Attinidi		

STATO DI AGGREGAZIONE A 25 °C

Ne - gas **Fe** - solido

Hg - liquido **Tc** - artificiali

LANTANIDI

57 138.91	58 140.12	59 140.91	60 144.24	61 (145)	62 150.36	63 151.96	64 157.25	65 158.93	66 162.50	67 164.93	68 167.26	69 168.93	70 173.05	71 174.97
La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
LANTANIO	CERIO	PRASEODIMIO	NEODIMIO	PROMETIO	SAMARIO	EUROPIO	GADOLINIO	TERBIO	DISPROSIO	OLMIO	ERBIO	TULIO	ITTERBIO	LUTEZIO

ATTINIDI

89 (227)	90 232.04	91 231.04	92 238.03	93 (237)	94 (244)	95 (243)	96 (247)	97 (247)	98 (251)	99 (252)	100 (257)	101 (258)	102 (259)	103 (262)
Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr
ATTINIO	TORIO	PROTOATTINIO	URANIO	NETTUNIO	PLUTONIO	AMERICIO	CURIO	BERKELIO	CALIFORNIO	EINSTEINIO	FERMIO	MENDELEVIO	NOBELIO	LAWRENTIO

Copyright © 2012 Eni Generali

(1) Pure Appl. Chem., 81, No. 11, 2131-2156 (2009)


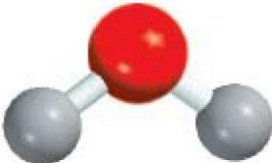
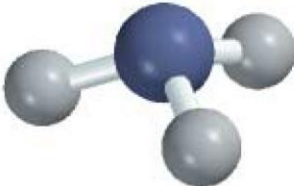
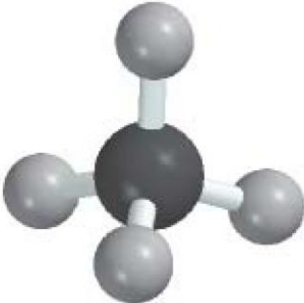

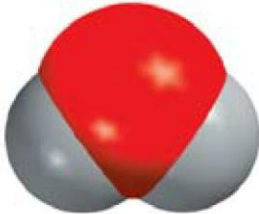
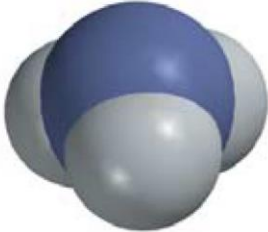
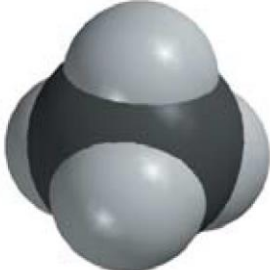
Le masse atomiche relative sono espresse con cinque cifre significative. L'elemento non ha alcuni nuclidi stabili e un valore tra parentesi, e.g. [209], indica il numero totale dell'isotopo lungo-vivo dell'elemento. Tuttavia, tre elementi (Th, Pa ed U) hanno una composizione isotopica terrestre caratteristica e così loro massa atomica data.

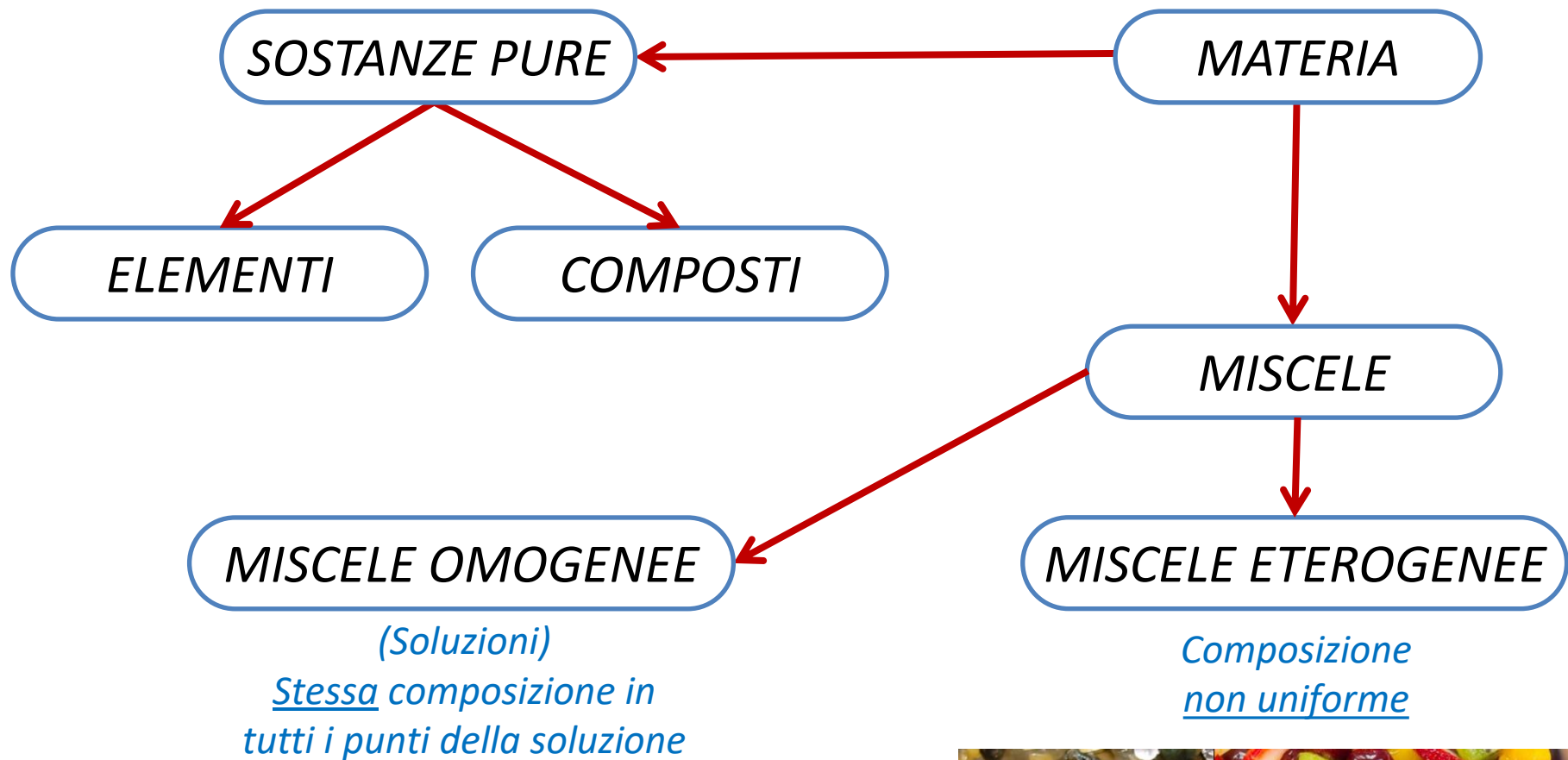
Alcuni elementi comuni e i loro simboli

Nome	Simbolo	Nome	Simbolo	Nome	Simbolo
Alluminio	Al	Cromo	Cr	Ossigeno	O
Argento	Ag	Ferro	Fe	Piombo	Pb
Arsenico	As	Fluoro	F	Platino	Pt
Azoto	N	Fosforo	P	Potassio	K
Bario	Ba	Idrogeno	H	Rame	Cu
Bromo	Br	Iodio	I	Silicio	Si
Calcio	Ca	Magnesio	Mg	Sodio	Na
Carbonio	C	Mercurio	Hg	Stagno	Sn
Cloro	Cl	Nichel	Ni	Zolfo	S
Cobalto	Co	Oro	Au	Zinco	Zn

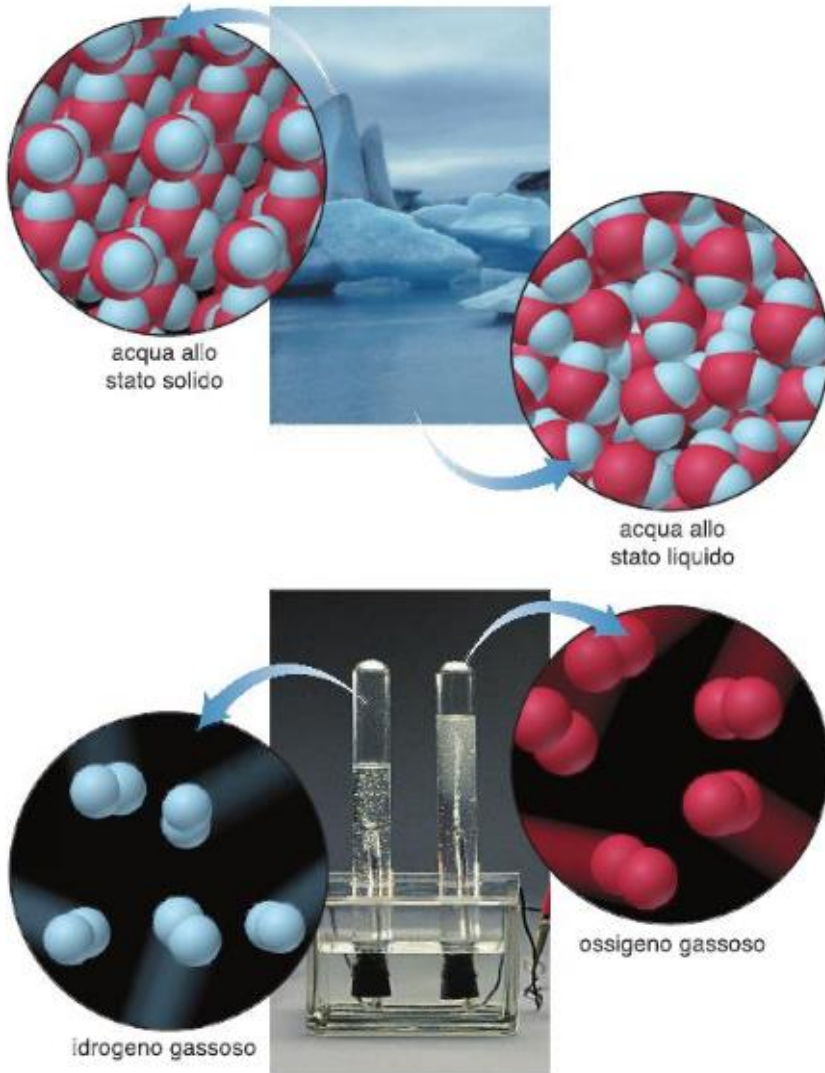
I Composti

Un **COMPOSTO** è una sostanza costituita da 2 o più elementi uniti chimicamente in **proporzioni definite**

	Hydrogen	Water	Ammonia	Methane
Molecular formula	H ₂	H ₂ O	NH ₃	CH ₄
Structural formula	H—H	H—O—H	$\begin{array}{c} \text{H}-\text{N}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$
Ball-and-stick model				
Space-filling model				



Gli stati della materia



Solido

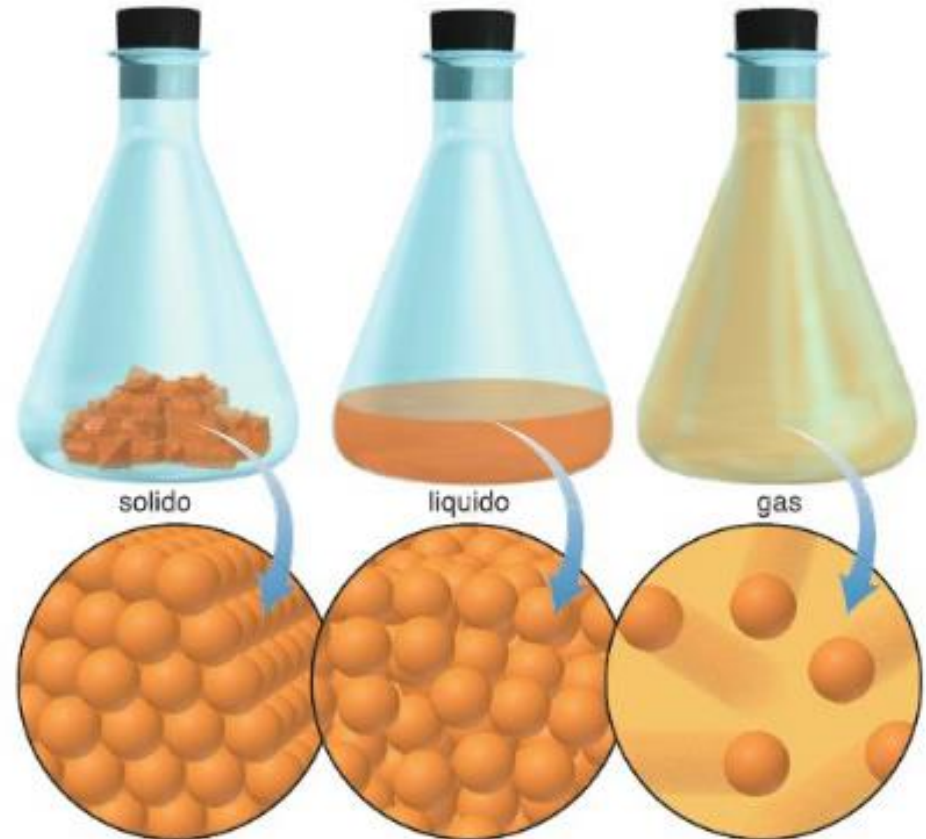
Volume definito
Forma definita

Gas

Volume e forma definiti dal
contenitore

Liquido

Volume definito
Forma definita dal contenitore



Proprietà chimiche e fisiche della materia

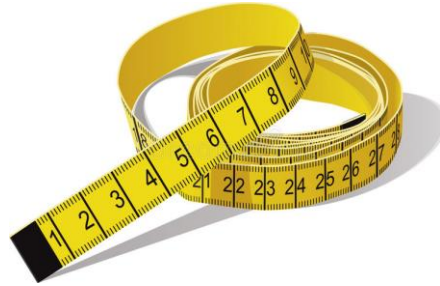
- **PROPRIETÀ FISICHE:** *proprietà che la sostanza possiede di per sé, senza trasformarsi in, o interagire con, un'altra sostanza
(E.g.: Colore, densità, conduttività elettrica...)*
- **PROPRIETÀ CHIMICHE:** *proprietà che la sostanza presenta quando si trasforma in, o interagisce con, un'altra sostanza
Per osservare queste proprietà occorre indurre un cambiamento chimico.
(E.g.: resistenza alla corrosione, pH, energia di ionizzazione, elettronegatività...)*

Proprietà Estensive ed Intensive

- PROPRIETÀ ESTENSIVA:** dipende dalla quantità di materia che viene presa in considerazione



MASSA



LUNGHEZZA



VOLUME

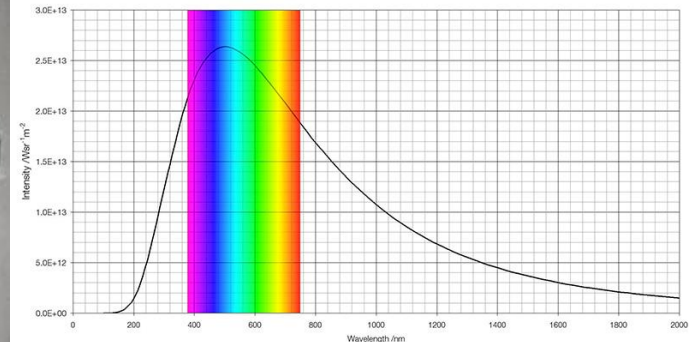
- PROPRIETÀ INTENSIVA:** non dipende dalla quantità di materia che viene presa in considerazione



DENSITÀ



TEMPERATURA



COLORE

Misure e Sistema Internazionale delle misure (SI)

Tabella 1.2 Unità di misura SI fondamentali

Grandezza fondamentale	Nome dell'unità	Simbolo
Lunghezza	metro	m
Massa	chilogrammo	kg
Tempo	secondo	s
Corrente elettrica	ampere	A
Temperatura	kelvin	K
Quantità di una sostanza	mole	mol
Intensità luminosa	candela	cd

Tabella 1.3 Prefissi usati con le unità di misura SI

Prefisso	Simbolo	Significato	Esempio
tera-	T	1 000 000 000 000, o 10^{12}	1 terametro (Tm) = 1×10^{12} m
giga-	G	1 000 000 000, o 10^9	1 gigametro (Gm) = 1×10^9 m
mega-	M	1 000 000, o 10^6	1 megametro (Mm) = 1×10^6 m
chilo-	k	1000, o 10^3	1 chilometro (km) = 1×10^3 m
deci-	d	1/10, o 10^{-1}	1 decimetro (dm) = 0.1 m
centi-	c	1/100, o 10^{-2}	1 centimetro (cm) = 0.01 m
milli-	m	1/1000, o 10^{-3}	1 millimetro (mm) = 0.001 m
micro-	μ	1/1 000 000, o 10^{-6}	1 micrometro (μ m) = 1×10^{-6} m
nano-	n	1/1 000 000 000, o 10^{-9}	1 nanometro (nm) = 1×10^{-9} m
pico-	p	1/1 000 000 000 000, o 10^{-12}	1 picometro (pm) = 1×10^{-12} m

La Massa ed il Peso

- **MASSA**: misura della **quantità di materia**
Unità di misura: chilogrammo (**kg**)

$$1 \text{ kg} = 1000 \text{ g} = 1 \times 10^3 \text{ g}$$

La massa campione **era** un cilindro di lega platino-iridio conservato al Bureau International des Poids ed des Mesures



Oggi il chilogrammo è definito in relazione alla massa unitaria di Plank (**mP**)

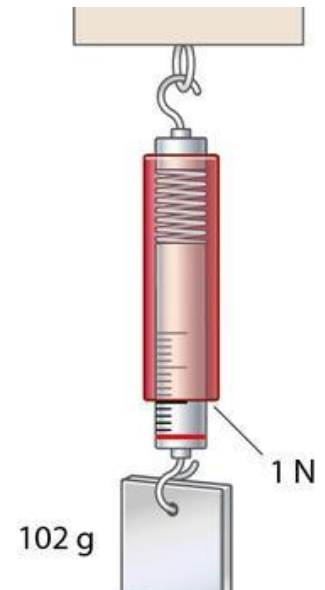
$$1 \text{ kg} \approx 4,595 \times 10^7 \text{ mP}$$

- **PESO**: la **forza** che la gravità (**g**) esercita su un oggetto
Unità di misura: newton (**N**)

$$\text{PESO} = g \times \text{MASSA}$$

Sulla Terra: $g_T = 9,822 \text{ m/s}^2$

Sulla Luna: $g_L \sim 1.7 \text{ m/s}^2$

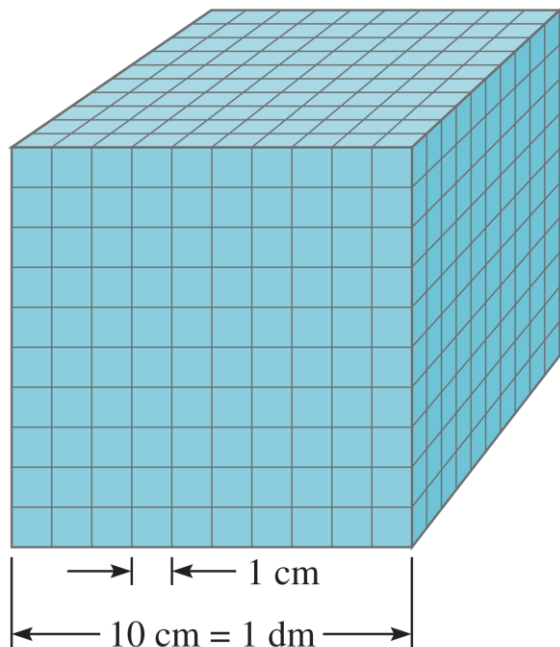


Il Volume

- VOLUME:** lunghezza al **cubo**

Unità di misura: metro cubo (m^3)

Generalmente si usano sottomultipli come il centimetro cubo (cm^3) o il decimetro cubo (dm^3), che corrisponde al litro (L)

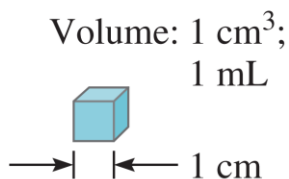


$$1 \text{ cm}^3 = (1 \times 10^{-2} \text{ m})^3 = 1 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$1 \text{ dm}^3 = (1 \times 10^{-1} \text{ m})^3 = 1 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$1 \text{ L} = 1000 \text{ mL} = 1000 \text{ cm}^3 = 1 \text{ dm}^3$$

$$1 \text{ mL} = 1 \text{ cm}^3$$



La Densità

- DENSITÀ**: massa divisa per volume (SI: unità derivata)
Unità di misura: kg/m^3
Più comunemente si utilizza il g/cm^3

$$\text{densità} = \frac{\text{massa}}{\text{volume}} \quad d = \frac{m}{V}$$

Esempio:

Un pezzo di platino metallico di densità 21.5 g/cm^3 ha un volume di 4.49 cm^3 . Qual'è la sua massa?

$$m = d \times V = 21.5 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \times 4.49 \text{ cm}^3 = 96.5 \text{ g}$$

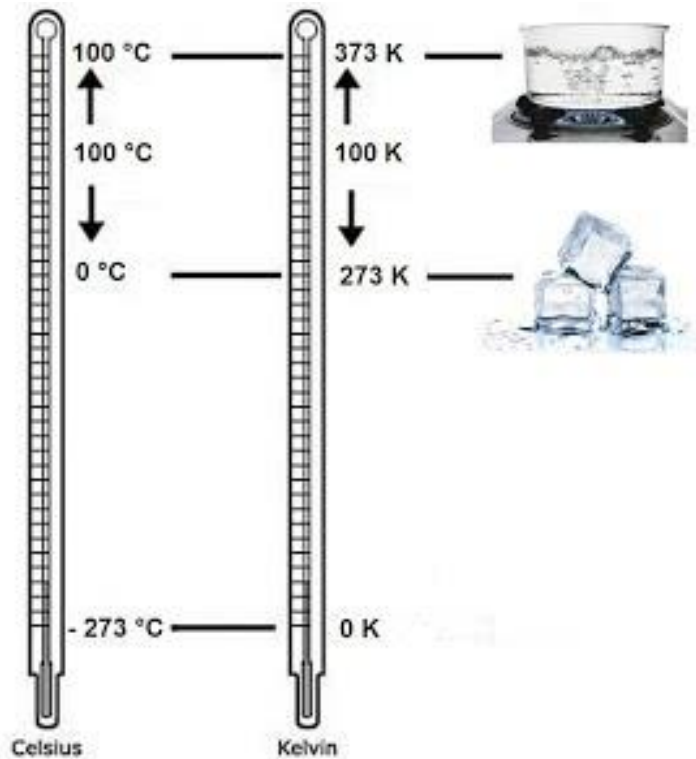
Densità di alcune sostanze a 25 °C

Sostanza	Densità (g/cm^3)
Aria a 1 atm	0.001
Etanolo	0.79
Acqua	1.00
Mercurio	13.6
Sale da cucina	2.2
Ferro	7.9
Oro	19.3
Osmio†	22.6

† L'osmio (Os) è l'elemento conosciuto più denso.

La Temperatura

- TEMPERATURA:** grandezza fondamentale SI
Unità di misura: kelvin (*K*)



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

$$273 K = 0 {}^{\circ}C$$

$$373 K = 100 {}^{\circ}C$$

La Notazione Scientifica

Numero di atomi in 12 g di carbonio:

602 200 000 000 000 000 000 000 \longrightarrow 6.022×10^{23}

Massa in grammi di un singolo atomo di carbonio:

0.000000000000000000000000199 g \longrightarrow 1.99×10^{-23} g



$$N \times 10^n$$

N è un numero
compreso tra 1 e 10

n è un numero intero
positivo o negativo
(ordine di grandezza)

La Notazione Scientifica

OPERAZIONI

$$n > 0$$

762.568



Spostare il separatore
decimale a *sinistra*

$$762.568 = 7.62568 \times 10^2$$

$$n < 0$$

0.00000227



Spostare il separatore
decimale a *destra*

$$0.00000227 = 2.27 \times 10^{-6}$$

$$N \times 10^n$$

Addizione e Sottrazione

- Scrivere ciascuna quantità con lo *stesso esponente n*
- Sommare o sottrarre N_1 e N_2 (N_3 , N_4 , etc...)
- L'esponente n *non cambia*

$$\begin{aligned} 4.31 \times 10^4 + 3.9 \times 10^3 &= \\ &= 4.31 \times 10^4 + 0.39 \times 10^4 = \\ &= 4.70 \times 10^4 \end{aligned}$$

La Notazione Scientifica

OPERAZIONI

Moltiplicazione

- Moltiplicare N_1 per N_2
- Somma gli esponenti n_1 ed n_2

$$(N_1 \times 10^{n_1}) \times (N_2 \times 10^{n_2}) = (N_1 \times N_2) \times 10^{(n_1+n_2)}$$

$$\begin{aligned}(4.0 \times 10^{-5}) \times (7.0 \times 10^3) &= \\ &= (4.0 \times 7.0) \times 10^{(-5+3)} = \\ &= 28 \times 10^{-2} = 2.8 \times 10^{-1}\end{aligned}$$

Divisione

- Dividere N_1 per N_2
- Sottrarre l'esponente n_2 da n_1

$$\frac{N_1 \times 10^{n_1}}{N_2 \times 10^{n_2}} = \frac{N_1}{N_2} \times 10^{n_1-n_2}$$

$$\begin{aligned}\frac{8.5 \times 10^4}{5.0 \times 10^9} &= \frac{8.5}{5.0} \times 10^{(4-9)} = \\ &= 1.7 \times 10^{-5}\end{aligned}$$

Le Cifre Significative

- Qualsiasi cifra *diversa da zero* è *significativa*
1.234 kg 4 CIFRE SIGNIFICATIVE
- Gli *zero compresi* tra cifre diverse da zero *sono cifre significative*
606 m 3 CIFRE SIGNIFICATIVE
- Gli *zero alla sinistra* della prima cifra diversa da zero *non sono cifre significative*
0.08 L 1 CIFRA SIGNIFICATIVA
- Gli *zero alla destra* dell'ultima cifra diversa da zero *sono cifre significative*
0.00420 g 3 CIFRE SIGNIFICATIVE

Le Cifre Significative

OPERAZIONI

Addizione e Sottrazione

Il risultato *non può* avere alla destra del separatore decimale
più cifre di ciascuno dei numeri di partenza

$$\begin{array}{r} 89.332 + \\ 1.1 \\ \hline 90.432 \end{array}$$

Una cifra significativa dopo il separatore decimale

DUNQUE:

ARROTONDATO A 90.4

$$\begin{array}{r} 3.70 - \\ 2.9133 \\ \hline 0.7867 \end{array}$$

Due cifre significative dopo il separatore decimale

DUNQUE:

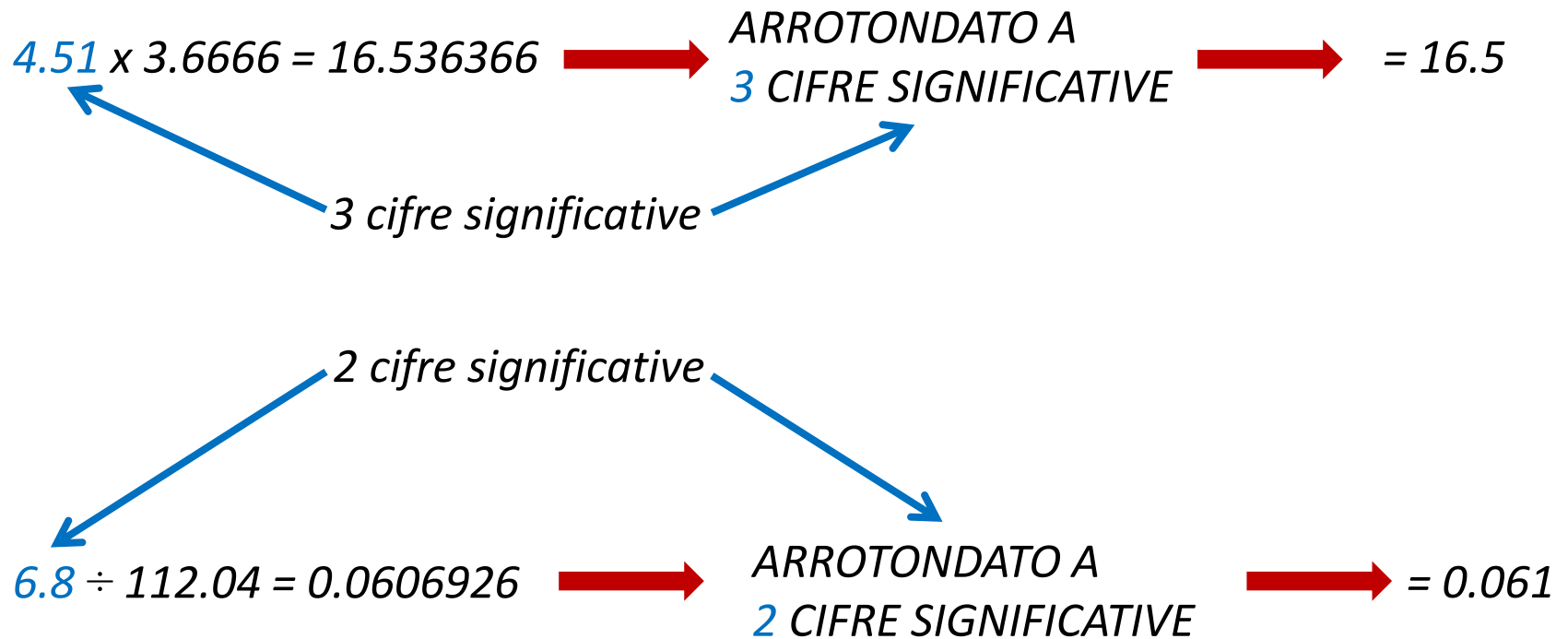
ARROTONDATO A 0.79

Le Cifre Significative

OPERAZIONI

Moltiplicazione e divisione

Il numero di cifre significative è determinato dal numero di partenza che ha il *minor numero* di cifre significative



Le Cifre Significative

OPERAZIONI

Numeri esatti

I numeri derivanti da *definizioni* o *numeri di oggetti* sono considerati avere un numero infinito di cifre significative

ESEMPIO: la media di **3** misure di peso:

6.64 g, 6.68 g, e 6.70 g



$$\frac{6.64 + 6.68 + 6.70}{\mathbf{3}} = 6.67333\bar{3} \cong 6.67g \neq 7g$$

Dal momento che **3** è un *numero esatto*



6.64 g

6.68 g

6.70 g

MEDIA $\frac{6.64 + 6.68 + 6.70}{3} = 6.67333\bar{3} \cong 6.67 \neq 7$

Esempio: Problema 1.44 pag. E5 eserciziario Chang, Overby (III ed.)

Determinare la densità di una barra metallica rettangolare

$$L1 = 8.53 \text{ cm}$$

$$L2 = 2.4 \text{ cm}$$

$$H = 1.0 \text{ cm}$$

$$\text{Massa} = 52.7064 \text{ g}$$

$$\text{density} = \frac{m}{V} = \frac{52.7064 \text{ g}}{(8.53 \text{ cm})(2.4 \text{ cm})(1.0 \text{ cm})} = 2.6 \text{ g/cm}^3$$

Determinare la densità di una barra metallica rettangolare

$$L1 = 8.53 \text{ cm}$$

$$L2 = 2.40 \text{ cm}$$

$$H = 1.00 \text{ cm}$$

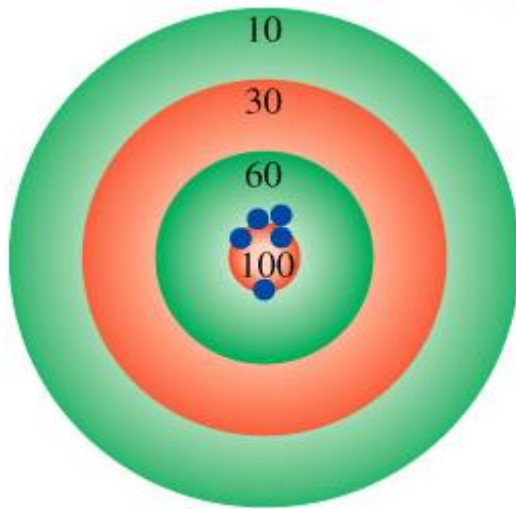
$$\text{Massa} = 52.7064 \text{ g}$$

$$\text{Densità} = 2.57 \text{ g/cm}^3$$

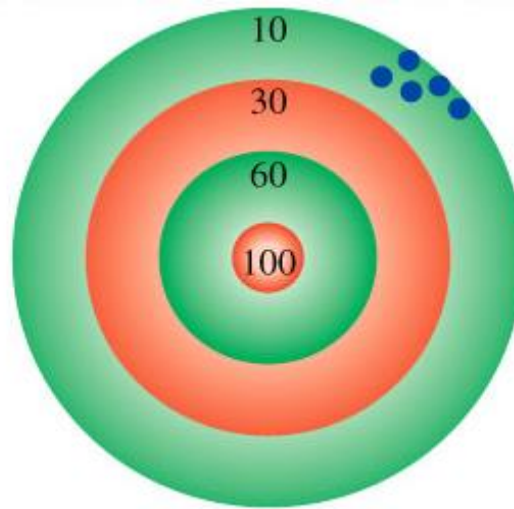
$$2.5746 \text{ g/cm}^3$$


L'Accuratezza e la Precisione

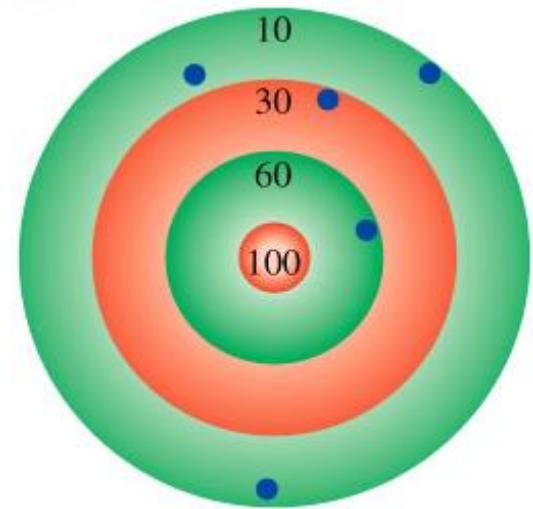
- **ACCURATEZZA**: quanto una misura è *vicina al valore vero*
- **PRECISIONE**: quanto un gruppo di misure sono *vicine tra loro*



ACCURATA
&
PRECISA
(NESSUN ERRORE)



PRECISA
MA
NON ACCURATA
(ERRORE SISTEMATICO)



NON ACCURATA
&
NON PRECISA
(ERRORE CASUALE)

Ripasso

Concetti fondamentali e parole chiave

- *Materia*
- *Sostanze pure*
- *Elementi*
- *Composti*
- *Miscela omogenee o soluzioni*
- *Miscela eterogenee*
- *Proprietà chimiche*
- *Proprietà fisiche*
- *Proprietà intensive*
- *Proprietà estensive*
- *Massa*
- *Volume*
- *Densità*
- *Peso*
- *Temperatura*
- *Notazione scientifica*
- *Cifre significative*
- *Accuratezza e precisione*

Ripasso

Domande ed esercizi utili

Eserciziario Chang, Overby capitolo 1

Domande

1.1-1.6

1.13-1.16

Esercizi

1.7-1.12

1.17

1.18

1.20-1.30

1.41

1.44-1.48

1.75

1.76

1.79