

Suddivisione della fisica

La fisica può essere suddivisa in **Meccanica**, **Acustica**, **Termologia**, **Ottica**, **Elettrologia**.

- (1) La **Meccanica**: studia il moto dei corpi e ne individua le cause
- (2) La **Termologia**: studia i fenomeni legati al calore ed alla temperatura
- (3) l'**Acustica**: studia i fenomeni riguardanti l'emissione e la propagazione del suono
- (4) l'**Ottica**: studia il comportamento e le proprietà della luce
- (5) l'**Elettromagnetismo**: studio i fenomeni elettrici e quelli magnetici

Nel ventesimo secolo, alla fisica tradizionale (detta anche fisica classica) si sono aggiunte nuove conoscenze:

- La **Fisica della relatività ristretta** (Einstein 1905) che si utilizza quando le velocità dei corpi in esame sono confrontabili con la velocità della luce.
- La **Fisica della relatività generale** (Einstein 1915–16) che si applica quando si ha a che fare con oggetti di massa molto grande o quando si tenta di interpretare certi fenomeni alle enormi distanze delle galassie (Einstein 1915–16)
- la **Meccanica quantistica** che si applica quando sono coinvolte dimensioni atomiche o nucleari.

La fisica quantistica (che comprende anche la fisica atomica e quella nucleare) esamina il comportamento di corpi (come gli elettroni o i nucleoni) che sono molto più piccoli degli oggetti che incontriamo nella vita quotidiana. I nucleoni sono le particelle (protoni e neutroni) che si trovano all'interno dei nuclei degli atomi.

Le grandezze fisiche

La fisica si occupa solo delle grandezze misurabili. **Misurare** una grandezza fisica significa trovare un numero che esprime quante volte l'unità di misura sta nella grandezza da misurare. Si potrebbe pensare di scegliere tante unità di misura quante sono le grandezze fisiche: otterremmo una moltitudine di unità non collegate fra di loro. Nella pratica è sufficiente fissare le unità di misura solo per alcune di esse e le chiameremo **grandezze fondamentali**. Le altre grandezze

fisiche, dette **grandezze derivate**, sono ricavate da quelle fondamentali. Nel 1978 è stato introdotto il **Sistema Internazionale di misura (SI)** che utilizza sette grandezze fondamentali: la lunghezza, la massa, il tempo, l'intensità di corrente, la temperatura, la quantità di materia, l'intensità luminosa le cui unità di misura sono rispettivamente il metro, il chilogrammo, il secondo, l'ampere, il kelvin, la mole, la candela.

Tabella 1 Grandezze fisiche fondamentali del Sistema Internazionale		
Nome	Unità di misura	Simbolo
lunghezza	metro	m
massa	kilogrammo	kg
tempo	secondo	s
temperatura	kelvin	K
intensità corrente elettrica	ampere	A
intensità luminosa	candela	cd
quantità di sostanza	mole	mol

La misurazione di una grandezza fisica può avvenire secondo tre metodi: diretto, indiretto, mediante l'uso di apparecchi tarati. Si esegue una **misurazione diretta** quando la grandezza in esame viene confrontata direttamente con una grandezza ad essa omogenea, scelta come unità di misura. Una **misura** si dice **indiretta** quando viene ricavata, mediante l'applicazione di formule matematiche, dalla misura di altre grandezze dalle quali essa dipende. Uno **strumento di misura tarato** è un apparecchio che fornisce il valore della grandezza da misurare mediante il confronto con quantità note della stessa grandezza. Sono strumenti tarati il dinamometro, il tachimetro di un'auto.

Gli strumenti di misura possono essere digitali e analogici. • in uno strumento digitale il valore di una misura appare come una sequenza di cifre • in uno strumento analogico il valore della misura si legge su una scala graduata.

Numeri grandi e numeri piccoli

In fisica spesso si incontrano grandezze le cui misure sono espresse da numeri molto grandi o molto piccoli. In questo caso si usa per la loro scrittura la **notazione scientifica** o **forma esponenziale** che consiste nello scrivere il numero come prodotto di un coefficiente **a**, maggiore o uguale ad **1** e minore di **10**, per una potenza del **10** con esponente **n** positivo se si tratta di un numero grande o con esponente negativo se si tratta di un numero piccolo. In simboli abbiamo: **$a \times 10^n$** se il numero è grande, **$a \times 10^{-n}$** se il numero è piccolo, con **$1 \leq a < 10$** .

I numeri $3,29 \times 10^{50}$ e $7,15 \times 10^{-33}$ sono numeri scritti in notazione scientifica. Il primo numero è molto grande, il secondo è molto piccolo. Quando si usa una calcolatrice tascabile il numero grande $2,3 \cdot 10^5$ viene scritto così: $2,3E05$ cioè $2,3 \cdot 10^5 = 2,3E05$ ($10^5 = E05$). $32,7 \cdot 10^{-6} = 32,7E-06$ ($10^{-6} = E-06$) $35,2 \cdot 10^{25} = 35,2E25$

L'ordine di grandezza di un numero è la potenza del **10** che più si avvicina al numero. Per esempio, l'ordine di grandezza della massa della Luna $m_L = 7,34 \times 10^{22} \text{ kg}$ è 10^{23} kg in quanto **7,34** è maggiore di **5**. L'ordine di grandezza del numero $N = 2,3 \times 10^8$ è 10^7 in quanto **2,3** è minore di **5**.

L'arrotondamento di un numero decimale

Per approssimare un numero decimale mantenendo le prime **n** (ad esempio **5**) cifre decimali si procede come segue: • se la sesta cifra decimale è minore di **5**, si lasciano le prime **5** cifre decimali e si sopprimono tutte le altre cifre che seguono la quinta cifra (approssimazione per difetto) $8,3567238 \sim 8,35672$

• se la sesta cifra decimale è maggiore o uguale a **5**, allora la quinta cifra decimale viene aumentata di una unità e si tralasciano tutte le altre cifre che seguono la quinta cifra.

$$8,3567283 \sim 8,35673$$

Prefissi decimali

MULTIPLI			SOTTOMULTIPLI		
prefisso	valore	simbolo	prefisso	valore	simbolo
deca	10^1	da	deci	10^{-1}	d
etto	10^2	h	centi	10^{-2}	c
kilo	10^3	k	milli	10^{-3}	m
mega	10^6	M	micro	10^{-6}	μ
giga	10^9 *	G	nano	10^{-9}	n
tera	10^{12} *	T	pico	10^{-12}	p
peta	10^{15}	P	femto	10^{-15}	f
exa	10^{18}	E	atto	10^{-18}	a
zeta	10^{21}	Z	zepto	10^{-21}	z
yotta	10^{24}	Y	yocto	10^{-24}	y

* $10^9 = 1$ miliardo e $10^{12} = 1$ bilione; negli Usa, però, il termine *billion* indica mille milioni (10^9).

Grandezze	Unità di misura fondamentale	Multipli e sottomultipli dell'unità fondamentale
LUNGHEZZE	METRO (m) (¹)	<p style="text-align: center;">Multipli</p> <ul style="list-style-type: none"> • miriametro (Mm) $1 Mm = 10.000m = 10^4 m$ • chilometro (km) $1km = 1.000m = 10^3 m$ • ettometro (hm) $1hm = 100m = 10^2 m$ • decametro (dam) $1dam = 10m$ <p style="text-align: center;">Sottomultipli</p> <ul style="list-style-type: none"> • decimetro (dm) $1dm = 0,1m = 10^{-1} m$ • centimetro (cm) $1cm = 0,01m = 10^{-2} m$ • millimetro (mm) $1mm = 0,001m = 10^{-3} m$ • micron (μ) $1\mu = 0,000001m = 10^{-6} m$ • ångström (Å) $1\text{Å} = 0,0000000001m = 10^{-9} m$
SUPERFICI	metro quadrato (m^2)	<p style="text-align: center;">Multipli</p> <ul style="list-style-type: none"> • chilometro quadrato (km^2) $1km^2 = 1.000.000m^2 = 10^6 m^2$ • ettometro quadrato (hm^2) $1hm^2 = 10.000 m^2 = 10^4 m^2$ • decametro quadrato (dam^2) $1dam^2 = 100 m^2 = 10^2 m^2$ <p style="text-align: center;">Sottomultipli</p> <ul style="list-style-type: none"> • decimetro quadrato (dm^2) $1dm^2 = 0,01m^2 = 10^{-2} m^2$ • centimetro quadrato (cm^2) $1cm^2 = 0,0001m^2 = 10^{-4} m^2$ • millimetro quadrato (mm^2) $1mm^2 = 0,000001m^2 = 10^{-6} m^2$

⁽¹⁾ E' la quarantamilionesima parte del meridiano terrestre , che coincide con la lunghezza del campione di platino-iridio conservato a Parigi

Grandezze	Unità di misura fondamentale	Multipli e sottomultipli dell'unità fondamentale
VOLUMI	METRO CUBO (m^3)	<p style="text-align: center;">Multipli</p> <ul style="list-style-type: none"> • chilometro cubo (km^3) $1km^3 = 1.000.000.000m^3 = 10^9 m^3$ • ettometro cubo (hm^3) $1hm^3 = 1.000.000m^3 = 10^6 m^3$ • decametro cubo (dam^3) $1dam^3 = 1.000m^3 = 10^3 m^3$ <p style="text-align: center;">Sottomultipli</p> <ul style="list-style-type: none"> • decimetro cubo (dm^3) $1dm^3 = 0,001m^3 = 10^{-3} m^3$ • centimetro cubo (cm^3) $1cm^3 = 0,000001m^3 = 10^{-6} m^3$ • millimetro cubo (mm^3) $1mm^3 = 0,000000001m^3 = 10^{-9} m^3$
CAPACITA'	LITRO (ℓ) E' il volume di un decimetro cubo e coincide col volume di 1 kg di acqua distillata a $4^\circ C$	<p style="text-align: center;">Multipli</p> <ul style="list-style-type: none"> • ettolitro (hl) $1hl = 100\ell = 100dm^3$ • decalitro (dal) $1dal = 10\ell = 10dm^3$ <p style="text-align: center;">Sottomultipli</p> <ul style="list-style-type: none"> • decilitro (dl) $1dl = 0,1\ell = 100cm^3$ • centilitro (cl) $1cl = 0,01\ell = 10cm^3$ • millilitro (ml) $1ml = 0,001\ell = 1cm^3$

Grandezze	Unità di misura fondamentale	Multipli e sottomultipli dell'unità fondamentale
Pesi	grammo (g)	<p style="text-align: center;">Multipli</p> <ul style="list-style-type: none"> • tonnellata (t) $1 t = 1.000.000 g = 10^6 g = 1000 kg = 10^3 kg$ • quintale (q) $1 q = 100.000 g = 10^5 g = 100 kg = 10^2 kg$ • miriagrammo (Mg) $1 Mg = 10.000 g = 10^4 g = 10 kg = 10 kg$ • chilogrammo (kg) $1 kg = 1000 g = 10^3 g$ • ettogrammo (hg) $1 hg = 100 g = 10^2 g$ <p style="text-align: center;">Sottomultipli</p> <ul style="list-style-type: none"> • decigrammo (dg) $1 dg = 0,1 g = 10^{-1} g$ • centigrammo (cg) $1 cg = 0,01 g = 10^{-2} g$ • milligrammo (mg) $1 mg = 0,001 g = 10^{-3} g$
Tempi	giorno (g)	<ul style="list-style-type: none"> • secolo (s) $1 s = 100 a$ • anno commerciale (a) $1 a = 12 ms = 360 g$ • mese commerciale (ms) $1 ms = 30 g$ • ora (h) $1 h = \frac{1}{24} g$ • minuto primo (m) $1 m = \frac{1}{60} h$ • minuto secondo (s) $1 s = \frac{1}{60} m = \frac{1}{3600} h$

L'anno solare risulta uguale a $365^g 5^h 48^m 47^s$. L'anno civile è di **365 giorni** (o 366 giorni negli anni bisestili)

La misura di lunghezze, superfici e volumi

L'unità di misura delle lunghezze è il metro (m). Esistono suoi multipli e sottomultipli come indicati nelle seguenti tabelle.

L'unità di misura delle superfici è il metro quadrato (m²).

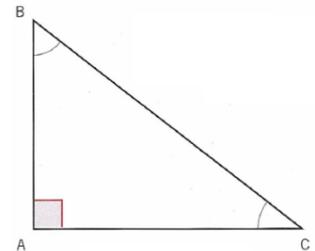
L'unità di misura dei volumi è il metro cubo (m³).

Seno e coseno di un angolo

$$\sin \hat{A} = \frac{AB}{BC} \quad \cos \hat{C} = \frac{CA}{BC}$$

Il seno dell'angolo \hat{C} è uguale al rapporto tra cateto AB opposto all'angolo \hat{C} e l'ipotenusa BC .

Il coseno dell'angolo \hat{C} è uguale al rapporto tra cateto AC adiacente all'angolo \hat{C} e l'ipotenusa BC .



Teorema: In ogni triangolo rettangolo • un cateto è uguale all'ipotenusa per il seno dell'angolo opposto • un cateto è uguale all'ipotenusa per il coseno dell'angolo adiacente.

$$AB = BC \cdot \sin \hat{C} \quad AC = BC \cdot \cos \hat{C}$$

La densità di un corpo

La massa di un corpo è una sua proprietà intrinseca che si misura con la bilancia a bracci uguali. E' una costante del corpo che può essere assunta come indice della quantità di materia posseduta dal corpo.

La densità di un corpo è il rapporto tra la sua massa ed il suo volume: $d = \frac{m}{V}$

La densità di un corpo si misura in $\frac{kg}{m^3}$, ma, nella pratica, si misura in $\frac{gr}{cm^3}$.

$$1 \frac{kg}{m^3} = \frac{10^3 gr}{10^6 cm^3} = \frac{1}{10^3} \frac{gr}{cm^3} = 0,001 \frac{gr}{cm^3} \quad 1 \frac{gr}{cm^3} = 10^3 \frac{kg}{m^3} = 1000 \frac{kg}{m^3} = 1 \frac{kg}{dm^3}$$

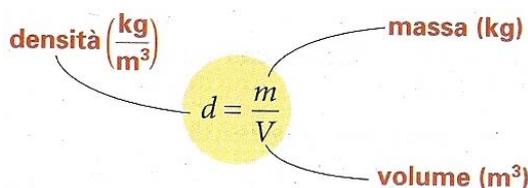


Tabella 1 Densità di alcune sostanze					
Solidi	Densità (kg/m ³)	Liquidi	Densità (kg/m ³)	Gas	Densità (kg/m ³)
oro	19 300	acqua	1000	aria	1,29
piombo	11 400	benzina	720	ossigeno	1,43
argento	10 500	olio d'oliva	920	ozono	2,22
rame	8900	petrolio	790	metano	0,72
ferro	7800	glicerina	1260	idrogeno	0,09
alluminio	2700	mercurio	13 600	elio	0,178

Gli errori nelle misure

Quando misuriamo una grandezza fisica **commettiamo sempre degli errori** che possono essere **(a) errori casuali** dovuti ad una molteplicità di cause non bene individuabili, che agiscono talvolta per difetto, altre volte per eccesso. **(b) errori sistematici** che sono quelli che ripetono sempre allo stesso modo, sempre per difetto o sempre per eccesso. Possono derivare da carenze strumentali o da uso di leggi non usate correttamente o da metodi errati.

Quando una grandezza viene misurata poche volte e si trovano valori diversi, allora si introduce il concetto di **errore assoluto o errore massimo**:

$$E_a = \text{errore assoluto} = \frac{\text{valore massimo} - \text{valore minimo}}{2} = \text{errore massimo}$$

L'errore massimo è detto anche **semidispersione**.

Supponiamo di avere misurato due volte una lunghezza **L**. Se le misure sono $L_1 = 5\text{ cm}$ e $L_2 = 6\text{ cm}$

l'errore assoluto di queste due misurazioni ci viene fornito da: $E_a = \frac{6-5}{2} = \frac{1}{2} = 0,5$

La misura più probabile della lunghezza **L** è: **$L = (5,5 \pm 0,5)\text{ cm}$** .

Uno sperimentatore misura una lunghezza e scrive come risultato: $L = (1,7 \pm 0,1)\text{ cm}$. Cosa possiamo dire sulla vera misura della lunghezza? Possiamo dire che la sua misura è compresa tra $1,6\text{ cm}$ e $1,8\text{ cm}$. Infatti, per quanto detto prima, possiamo scrivere: $1,7 - 0,1 < L < 1,7 + 0,1$
 $1,6\text{ cm} < L < 1,8\text{ cm}$. Diciamo pure che il valore della misura è $1,7\text{ cm}$ e l'errore commesso è $0,1\text{ cm}$.

Il valore medio di una serie di misure

Supponiamo di avere misurato 5 volte la lunghezza di un tavolo e di avere trovato le seguenti

misure x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 . Il valore $x_m = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5}{5} = M$ rappresenta il valore medio

delle misure trovate e rappresenta il **valore più probabile** della lunghezza del tavolo. Diciamo

pure che x_m rappresenta la migliore stima che possiamo fare del valore esatto della lunghezza del tavolo.

Il numero $x_m = M$ rappresenta la **media aritmetica** delle misure effettuate e rappresenta il valore più probabile della misura di una grandezza effettuata cinque volte con lo stesso strumento e lo stesso metodo.

L'**errore relativo** E_r è il rapporto tra l'errore assoluto E_a ed il valore medio x_m : $E_r = \frac{E_a}{x_m}$

L'**errore percentuale** E_{rpe} si ottiene moltiplicando per 100 l'errore relativo E_r :

$$E_{rpe} = E_r \times 100$$

Le cifre significative

Uno sperimentatore ha misurato una lunghezza ed ha trovato il seguente risultato: $L = (136 \pm 2)m$

Questo significa che: $134m < L < 138m$ e quindi le prime due cifre (**1e3**) sono esatte mentre l'ultima cifra (**6**) è incerta.

Definizione: Le **cifre significative** di un numero approssimato (come la misura di una lunghezza) sono le cifre certe e la prima cifra incerta.

Per la misura di una lunghezza abbiamo trovato: $L = 23,57 cm$ Questo significa che le cifre significative sono quattro; le prime tre sono esatte; la quarta cifra è quella incerta.