

# Grandezze fisiche e loro misura

## Cos'è la fisica? e di che cosa si occupa?

- Scienza sperimentale che studia i fenomeni naturali suscettibili di sperimentazione e caratterizzati da entità o grandezze misurabili.
- La Fisica si occupa quindi sia dello studio del moto dei corpi, che dello studio dell'interazione gravitazionale e elettromagnetica, ma anche dello studio della struttura della materia.

## Il metodo scientifico

- Fonda la sua validità sull'osservazione e sulla sperimentazione.

## Grandezze fisiche e loro misura

- Definizione di grandezza fisica
- Concetto di misura
- Unità di misura
- Errori di misura
- Definizione operativa di una grandezza fisica
- Grandezze fondamentali e derivate
- Leggi fisiche
- Analisi dimensionale
- Proprietà delle grandezze fisiche

## Il Sistema Internazionale (S.I.)

- Grandezze fondamentali del S.I.
- Il sistema MKS e il sistema cgs

## Ordini di grandezza: microcosmo e macrocosmo

- Distanze, tempi, masse.

# Fisica deriva dal greco φυσικσ = Natura.

**Di che cosa si occupa la fisica?** Dello studio degli eventi o dei fenomeni naturali e li descrive usando un linguaggio matematico, per mezzo di relazioni analitiche quantitative fra le grandezze fisiche che li caratterizzano (**leggi fisiche**).

**Il metodo scientifico (o sperimentale)** è il fondamento su cui si basano le conoscenze della fisica classica a moderna. Esso fonda la sua validità sull'osservazione e sulla sperimentazione (riproduzione in laboratorio degli eventi osservati).

**I fenomeni fisici devono avere carattere di riproducibilità.**

Il metodo sperimentale fu introdotto e messo a punto da Galileo Galilei nel 16° secolo e si articola in **4 fasi** distinte:

- (i) osservazione del fenomeno (*fase sperimentale*).  
Schematizzazione: individuazione delle cause.
- (ii) modellizzazione (*fase mentale*).  
Scelta delle grandezze fisiche essenziali alla descrizione del fenomeno.
- (iii) riproduzione del fenomeno (*fase sperimentale*).  
...*prova e riprova* ...
- (iv) formulazione quantitativa e derivazione delle leggi fisiche che concorrono alla costruzione di teorie (*fase mentale*).

## Grandezze fisiche e loro misura:

Grandezza fisica: definizione.

Si intende una **proprietà misurabile** che caratterizza un evento fisico. Per definizione, quindi, una grandezza fisica è un'entità caratterizzata da un numero e una unità di misura:  $\mathcal{G} = X u$

Due tipi di grandezze fisiche: *fondamentali* e *derivate*.

Grandezze fisiche fondamentali di interesse della Meccanica: *lunghezza [L], tempo [T], massa [M]*.

**Misura di una grandezza fisica** è il numero che risulta dal confronto della grandezza da misurare con una grandezza, ad essa omogenea, assunta come riferimento (detta **campione di misura o unità di misura o standard**):  $X = \mathcal{G}/u$

### Unità di misura:

L'unità di misura è la **denominazione esclusiva** attribuita alla misura della grandezza assunta come riferimento.

Esempi di unità di misura (del S.I.):

- il *metro* è l'unità di misura della *lunghezza*;
- il *secondo* è l'unità di misura del *tempo*;
- il *chilogrammo* è l'unità di misura della *massa*.

**N.B.:** La misura di una grandezza fisica non può dirsi completa se al valore numerico non è associata l'indicazione della sua precisione, mediante l'assegnazione dell'errore (errore della misura).

## Errori di misura: (=> **Modulo di laboratorio**)

Gli errori sperimentali derivano dall'**indeterminazione** con cui si associa ad una grandezza fisica il numero che ne esprime la misura, espressa in funzione di opportune unità di misura.

Esempi: la distanza tra due punti (misura della lunghezza del segmento congiungente i due punti), la temperatura di un corpo, la durata temporale di un evento, la massa di un corpo.

Gli errori di misura limitano la **precisione** con la quale si determina il valore numerico della grandezza fisica che si sta misurando. (**Precisione ↔ Risoluzione  $\Delta X$  dello strumento**)

$$\mathcal{G} = X \pm (\Delta X/2) u$$

Una misura è sicuramente significativa quando l'errore a essa associato è minore del valore numerico della misura stessa.

Due tipi di errori sperimentali: **errori sistematici** ed **errori accidentali o casuali**. (**Precisione e Accuratezza**)

Un modo un po' rozzo ma già efficace di comunicare l'errore di una misura è di indicare le cifre significative solo fin tanto che esse non possano essere affette da presumibili errori.

Ad esempio, nella misura della distanza  $l$  tra due punti con un righello millimetrato, non ha senso indicare il valore della misura oltre alla cifra dei millimetri.

## Precisione e cifre significative:

Il grado di precisione di una misura viene espresso dal numero di cifre significative. All'aumentare del numero di cifre significative aumenta anche la precisione della misura di una grandezza fisica.

Il numero di cifre significative non può essere grande a piacere, ma deve essere compatibile con la tecnica di misura usata.

Esistono alcune semplici regole per stabilire le cifre significative che bisogna dare come risultato di una misura o di un calcolo. (Daldosso)

## Notazione scientifica e ordini di grandezza:

In generale, **una grandezza**  $\mathcal{G}$  può essere espressa, attraverso la notazione esponenziale come prodotto di un numero  $m$  (detto **mantissa**) e di una potenza di 10, nella forma seguente:

$$\mathcal{G} = m \times 10^n$$

dove  $1 < m < 10$  e  $n$  è un numero intero.

L'ordine di grandezza di  $\mathcal{G}$  è  $10^n$  se  $m < 3.16227$  ( $= 10^{0.5}$ );  
ma è, invece,  $10^{n+1}$  se  $m > 3.16227$ .

## Misura e misurazione delle grandezze fisiche:

Misurazione di una grandezza fisica: procedimento con cui si associa a una grandezza un numero che ne esprime la *misura* o l'*intensità*, in termini di una specifica unità di misura.

## Definizione operativa delle grandezze fisiche:

Ogni grandezza fisica per poter essere considerata tale dev'essere **definita in modo operativo**, descrivendo cioè le modalità e le procedure per mezzo delle quali essa possa essere misurata.

**Metodi di misura** delle grandezze fisiche si distinguono in:

- metodi diretti , usati per la misura delle **grandezze fisiche fondamentali** (dette anche **primitive**);
- metodi indiretti (misura delle **grandezze fisiche derivate**).

Le **grandezze fisiche derivate** sono collegate alle **grandezze fondamentali** da una relazione matematica (= **legge fisica**).

Un esempio di **legge fisica** è la velocità di un corpo.

La velocità  $v$  di un corpo è definita come il rapporto fra lo spazio  $s$  percorso e il tempo  $t$  impiegato a percorrerlo:  $v = s/t$ .

Si tratta evidentemente di una definizione operativa di  $v$  in quanto la definizione data indica la procedura da seguire per la sua misura, attraverso un metodo di misura indiretto.

## Analisi dimensionale:

Proprietà specifica di una grandezza fisica G, fondamentale o derivata che sia, è la sua dimensione, simbolicamente: **[G]**.

Le dimensioni delle grandezze fondamentali sono lunghezza, tempo e massa sono convenzionalmente indicate dalle lettere L, T e M, racchiuse entro parentesi quadra: **[L]**, **[T]** e **[M]**.

Le dimensioni delle grandezze derivate **[G.D.]** sono ottenute direttamente per combinazione di quelle delle grandezze fondamentali attraverso le leggi fisiche che le legano:  
Simbolicamente **[G.D.] = [L]<sup>R</sup> [T]<sup>S</sup> [M]<sup>T</sup> = [L<sup>R</sup> T<sup>S</sup> M<sup>T</sup>]**

Le grandezze a-dimensionali sono considerate numeri puri.

Le leggi e le equazioni della fisica sono relazioni analitiche che legano fra loro differenti **grandezze fisiche fondamentali** per dare origine alle più svariate **grandezze fisiche derivate**. Esse devono essere dimensionalmente consistenti, cioè tutti i termini presenti in esse devono avere le stesse dimensioni.

**N.B.:** Importanza dell'analisi dimensionale delle relazioni (leggi e equazioni) della fisica nella risoluzione dei problemi.

## **Rappresentazione delle leggi fisiche.**

- rappresentazione tabulare (mediante tabelle)
- rappresentazione grafica (scale lineari e scale logaritmiche)

# Analisi dimensionale delle unità di misura di alcune grandezze fisiche derivate nel SI

Tabella A.1. Unità di misura derivate dotate di nome proprio

<i>Grandezza</i>	<i>Unità</i>	<i>Simbolo</i>	<i>Conversione</i>
Angolo piano	radiante	rad	$1 \text{ rad} = 1 \text{ m m}^{-1}$
Angolo solido	steradiano	sr	$1 \text{ sr} = 1 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$
Frequenza	hertz	Hz	$1 \text{ Hz} = 1 \text{ s}^{-1}$
Forza	newton	N	$1 \text{ N} = 1 \text{ m kg s}^{-2}$
Pressione	pascal	Pa	$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N m}^{-2}$
Lavoro, energia, calore	joule	J	$1 \text{ J} = 1 \text{ N m}$
Potenza	watt	W	$1 \text{ W} = 1 \text{ J s}^{-1}$
Carica elettrica	coulomb	C	$1 \text{ C} = 1 \text{ A s}$
Diff. di potenziale elettrico	volt	V	$1 \text{ V} = 1 \text{ W A}^{-1}$
Capacità	farad	F	$1 \text{ F} = 1 \text{ C V}^{-1}$
Resistenza elettrica	ohm	$\Omega$	$1 \Omega = 1 \text{ V A}^{-1}$
Conduttanza elettrica	siemens	S	$1 \text{ S} = 1 \Omega^{-1}$
Flusso magnetico	weber	Wb	$1 \text{ Wb} = 1 \text{ V s}$
Induzione magnetica	tesla	T	$1 \text{ T} = 1 \text{ Wb m}^{-2}$
Induttanza elettrica	henry	H	$1 \text{ H} = 1 \text{ Wb A}^{-1}$
Temperatura Celsius	grado Celsius	$^{\circ}\text{C}$	$T(^{\circ}\text{C}) = T(\text{K}) - 273.15$
Flusso luminoso	lumen	lm	$1 \text{ lm} = 1 \text{ cd sr}$
Illuminamento	lux	lx	$1 \text{ lx} = 1 \text{ lm m}^{-2}$
Attività (di radionuclidi)	becquerel	Bq	$1 \text{ Bq} = 1 \text{ s}^{-1}$
Dose assorbita	gray	Gy	$1 \text{ Gy} = 1 \text{ J kg}^{-1}$
Dose equivalente	sievert	Sv	$1 \text{ Sv} = 1 \text{ J Kg}^{-1}$

# Rappresentazione tabulare e grafica della posizione di un corpo in funzione del tempo

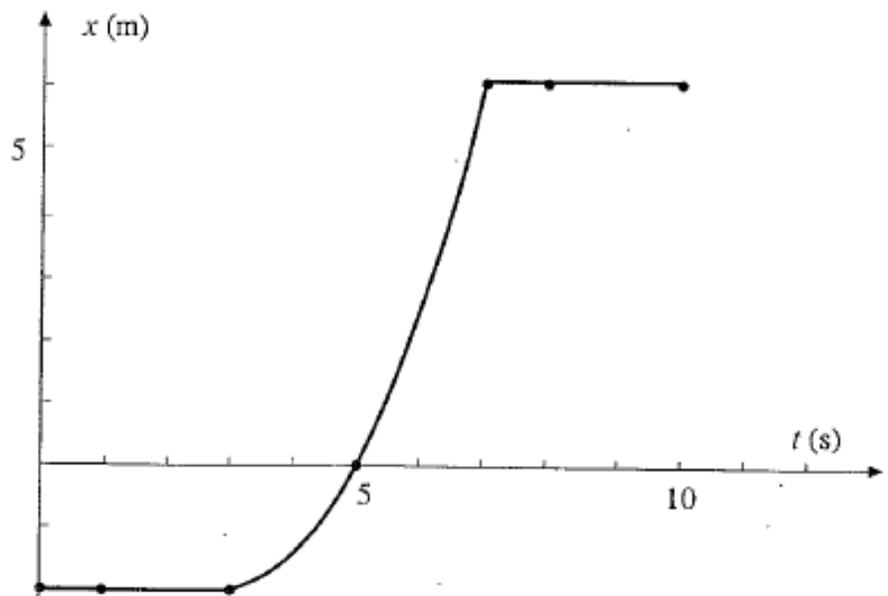
Rappresentazione del **diagramma orario di un corpo** in moto lungo una retta:

$$x = x(t)$$

## Tabulare

tempo	posizione
0 s	-2.0 m
1 s	-2.0 m
3 s	-2.0 m
4 s	-1.5 m
5 s	0.0 m
6 s	2.5 m
7 s	6.0 m
8 s	6.0 m
10 s	6.0 m

## Grafica



Nell'intervallo di tempo tra  $t = 0$  e  $t = 3$  s il punto rimane fermo nella posizione  $x = -2$  m, successivamente si muove secondo il verso positivo della retta con una relazione quadratica tra  $x$  e  $t$  del tipo  $x = a + b(t - t_0)^2$ , in cui  $a = -2$  m,  $b = 0.5 \text{ ms}^{-2}$ ,  $t_0 = 3$  s. Nella posizione  $x = 6$  m il punto si ferma.

## Proprietà delle grandezze fisiche:

### Grandezze metrizzabili e grandezze non-metrizzabili

- metrizzabili o **estensive**: grandezze per le quali si può definire un'operazione di somma (es.: lunghezza, tempo, massa, forza);
- non-metrizzabili o **intensive** (dette anche variabili di stato): sono grandezze per le quali non è possibile definire un'operazione di somma (es.: temperatura, densità, durezza).

### Grandezze scalari e grandezze vettoriali

- grandezze scalari definite dalla *intensità* + unità di misura;
- grandezze vettoriali definite dall'*intensità*, *direzione e verso*, oltre che da un'unità di misura.

### Grandezze fisiche e loro dipendenza dal tempo

- grandezze fisiche costanti nel tempo;
- grandezze variabili nel tempo;
- grandezze periodiche nel tempo;
- grandezze impulsive.

### Nota Bene: La grandezza fondamentale tempo.

Il tempo nell'accezione comune: sequenza di stati mentali o, anche, successione di istanti (intervalli molti brevi di tempo!)

Il tempo, secondo la Fisica, è la dimensione dell'universo che consente di ordinare la sequenza degli eventi che si verificano in un dato luogo.

## **Sistemi di unità di misura:**

Come si costruisce un sistema di unità di misura?

- a) mettendo insieme le unità di misura delle grandezze fondamentali;
- b) stabilendo un criterio di definizione di multipli e sottomultipli dell'unità di misura;
- c) definendo le grandezze derivate mediante composizione o combinazione di unità di misura differenti.

Esempi: il sistema britannico e il sistema metrico decimale

Il sistema metrico decimale si basa sulle grandezze primitive seguenti: *metro* [L], *secondo* [T] e *chilogrammo* [M].

Fattori di conversione fra le grandezze fisiche dei due diversi sistemi di unità di misura.

# Sistema Internazionale (S.I.) di Unità di Misura

Grandezza fondam.	Unità	Simbolo	Definizione
• lunghezza	metro	<b>m</b>	$1/299792458$ dalla luce nel vuoto in 1 s
• tempo	secondo	<b>s</b>	9192631770,0 periodi della radiazione prodotta dalla transizione tra i due livelli iperfini dello stato fond. dell'atomo di Cesio 133
• massa	chilogrammo	<b>kg</b>	massa del campione di Pt-Ir conservato a Sevrès
• temperatura	Kelvin	<b>K</b>	$1/273,15$ della temperatura assoluta punto triplo dell'acqua

## Il Sistema Internazionale (II)

- corrente elettrica ampère **A** intensità di corrente che in due conduttori rettilinei paralleli e di lunghezza infinita posti a distanza di 1 m produce una forza di  $2 \cdot 10^{-7} \text{ N}$
- intensità luminosa candela **cd** intensità luminosa di una sorgente di frequenza  $5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$  la cui intensità energetica é  $1/683 \text{ W/sterad}$
- quantità di sostanza mole **mol** quantità di sostanza contenente tante “unità elementari” (atomi /molecole/ ioni...) pari al **numero di Avogadro**  
$$N_A = 6,02252 \cdot 10^{23}$$