

# **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 che implicano grandezze misurabili.
- Sono oggetto della Fisica lo studio dei moti, dell'interazione gravitazionale e elettromagnetica, la 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
- Proprietà delle grandezze fisiche
- Leggi fisiche
- Analisi dimensionale

## **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.

## Cos'è la Fisica? φυσικ = 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 e moderna. Il metodo scientifico 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*).
- (iv) formulazione quantitativa e derivazione delle leggi fisiche che concorrono alla formulazione di una teoria (*fase mentale*).  
Relazione matematica fra le grandezze fisiche.

Nello studio di un fenomeno fisico il passo più importante è senza dubbio rappresentato dalla misura di quantità ben definite che caratterizzano l'evento sotto osservazione (**misura di grandezze fisiche**) e dalla ricerca delle possibili relazioni quantitative esistenti fra le grandezze fisiche che lo governano e lo caratterizzano (**leggi fisiche**).

A che cosa servono le **leggi fisiche**?

A costruire un insieme consistente di relazioni analitiche (**teorie**), con le quale spiegare il comportamento della natura nelle sue più differenti manifestazioni (fenomeni meccanici, elettrici, magnetici etc).

Processi deduttivi: dal modello alla legge fisica.

Processi induttivi: dalla legge fisica alla previsione di nuovi fenomeni

Carattere predittivo di una teoria, come corpo di leggi in grado di prevedere l'evoluzione dei fenomeni naturali.

Le leggi fisiche possono essere usate per progettare!

**Fisica: scienza basata sulla misura di grandezze fisiche.**

## **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 ente caratterizzato da un numero e da una unità di misura

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

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

**Misurazione di una grandezza fisica:** Insieme di procedure e di convenzioni che consentono di associare ad una grandezza fisica un valore e una ben definita unità di misura.

**Misura di una grandezza fisica** è il numero che risulta dal confronto della grandezza da misurare con un'altra grandezza, ad essa omogenea, assunta come riferimento (detta campione di misura o unità di misura).

**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*.

## Requisiti dei campioni di misura:

I campioni di misura, cioè i sistemi fisici che definiscono le unità di misura, devono soddisfare alla seguenti proprietà:

- 1 - precisione (deve assicurare la massima precisione possibile);
- 2 - invarianza nel tempo (ripetibilità dei risultati delle misure, effettuate in tempi successivi, della stessa proprietà fisica);
- 3 - riproducibilità (facilmente "clonabile");
- 4 - universalità (accordo generale sulla sua adottabilità).

Altre proprietà dei campioni di misura (o unità di misura):

- Arbitrarietà nella loro scelta;
- Evoluzione nel tempo della loro definizione;
- La misura di una grandezza fisica viene espressa in una specifica unità di misura mediante il confronto con il campione di quella specifica unità di misura.

**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:**

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

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

Gli errori di misura limitano la precisione con la quale si determina il valore numerico della grandezza fisica che si sta misurando. (Precisione e Sensibilità)

Una misura è sicuramente significativa quando l'errore ad essa associato è ben 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 dare 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 regolo 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.

Ovviamente il numero di cifre significative non può essere grande a piacere, ma deve essere compatibile con le tecniche di misura usate.

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

## **Notazione scientifica e ordini di grandezza:**

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

$$G = m \times 10^n$$

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

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

## **Misura e misurazione delle grandezze fisiche:**

Misurazione di una grandezza fisica: processo 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**;
- metodi indiretti (misura delle **grandezze fisiche derivate**).

Le grandezze fisiche derivate sono collegate alle grandezze fondamentali da una relazione matematica o da una legge fisica.



# Definizione operativa di una “grandezza fisica”

Grandezze la cui misura è diretta:

- definizione di un procedimento  
(ripetibile)

⇒

- definizione di un “campione” di riferimento e di  
una unità di misura

Esempi:

grandezza	↔	unità di misura
lunghezza		metro, pollice
tempo		secondo
massa		chilogrammo, oncia,..
temperatura		grado (Celsius,Fahrenheit,...)

Grandezze la cui misura è indiretta (“grandezze derivate”):

espresse come funzioni delle “grandezze dirette”

esempi:

velocità, accelerazione, forza, corrente elettrica ...

## **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.

## **Leggi fisiche:**

Relazioni di natura matematica che legano fra loro differenti grandezze fisiche fondamentali per dare origine alle più svariate grandezze fisiche derivate.

Proprietà specifica di una grandezza fisica fondamentale o derivata che sia è la sua dimensione.

Le dimensioni delle grandezze derivate sono ottenute direttamente da quelle delle grandezze fondamentali attraverso le leggi fisiche.

## **Analisi dimensionale:**

Le equazioni della fisica sono relazioni fra grandezze fisiche e devono essere dimensionalmente consistenti, nel senso che tutti i suoi termini devono avere la stessa dimensione.

Importanza dell'analisi dimensionale delle equazioni e leggi fisiche.

In fisica, la grandezze a-dimensionali sono considerate numeri puri.

## **Rappresentazione delle leggi fisiche:**

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

## **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.

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

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

# 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 è  $1/683 \text{ W/sterad}$
- quantità di sostanza mole **mol** quantità di sostanza contenente tante “unità elementari” (atomi /molecole/ ioni...) pari al **numero di Avogadro**

$$N_A = 6,02252 \cdot 10^{23}$$