



1^a Lezione

Introduzione

- Il metodo scientifico
- Grandezze fisiche
- Il Sistema Internazionale
- Grandezze scalari e vettori



Il metodo sperimentale di Galileo

- Le Scienze Naturali studiano la natura con metodi descrittivi (metodo classificatorio, metodo misuratorio, ecc.) ovvero metodi essenzialmente *induttivi*.

- La Matematica si sviluppa con un metodo che è essenzialmente *deduttivo*.

- La Fisica si fonda invece sul *metodo sperimentale o Galileano* il quale è sia induttivo che deduttivo.

Il metodo Galileiano si basa su tre premesse:

- ▶ **filosofica**: i fenomeni della natura si ripetono in modo regolare se vengono mantenute le stesse condizioni iniziali ed ambientali.
- ▶ **tecnica**: è possibile modificare tecnicamente la scala dei fenomeni senza alterare le leggi che li governano. Questo allo scopo di rendere l'osservazione dei fatti più accessibile alla misura.
- ▶ **matematica**: se una legge è vera le conseguenze che si ricavano matematicamente da essa si devono verificare nei fatti.

Esso si articola in 4 fasi (due sperimentali e due mentali):

1. *osservazione* qualitativa dei fenomeni naturali, confrontandoli con altri oggetti o fenomeni di riferimento (*fase sperimentale*);
2. *schematizzazione* del fenomeno isolando gli aspetti fondamentali da quelli irrilevanti (*fase mentale*);
3. prova e riprova del fenomeno esaminato anche in modo artificiale (*fase sperimentale*);
4. formulazione quantitativa della legge che governa il fenomeno (*fase mentale*).

Misura di una grandezza fisica

- Misurare una grandezza fisica significa stabilire un numero che rappresenti il rapporto tra la grandezza considerata e una grandezza omogenea scelta come unità di misura.
- L'insieme delle operazioni necessarie a stabilire tale rapporto si chiama *misurazione* ed il risultato che si ottiene è detto *misura*.
- In questo modo ogni *grandezza fisica* è definita operativamente attraverso la precisazione delle modalità con cui viene effettuata una misura.

Perché una misura fisica abbia significato è necessario che:

1. due grandezze possano essere confrontabili;
2. due grandezze si possano sommare;
3. si possa definire l'unità di misura.

Riconosciamo due metodi di misurazione:

1. **diretta** (o relativa): si ottiene confrontando la grandezza in esame con una grandezza campione, omogenea con la prima, assunta come grandezza di riferimento. La misura che si ottiene è sempre un numero *positivo razionale*. Il suo valore dipende dalla grandezza campione assunta come unità di misura.
2. **indiretta** (o assoluta): si ottiene quando è nota una relazione che ne stabilisce il legame con una o più grandezze che vengono misurate direttamente. Es. il volume di un cubo $V = L^3$.

Sistema Internazionale delle unità di misura (SI)

- Le grandezze fisiche si differenziano in **FONDAMENTALI** e **DERIVATE**

Le grandezze fondamentali si riferiscono alle misure di **lunghezza**, **massa** e **tempo**.

Esse sono misurate nel sistema **MKS** rispettivamente in **metri (m)**, **chilogrammi (Kg)** e **secondi (s)** sebbene spesso possono essere utilizzate, per scopi pratici, unità di misura differenti. Per esempio, in elettromagnetismo le grandezze fondamentali sono misurate nel sistema **CGS** ovvero in **centimetri (cm)**, **grammi (g)** e **secondi (s)**.

- Il Sistema Internazionale delle unità di misure consiste delle 3 grandezze fondamentali più quattro derivate (**l'ampere**, **il grado kelvin**, **la candela** e **la mole**).

A queste vanno aggiunte:

- due grandezze adimensionali (**il radiante** e **lo steradiante**)
- due grandezze indipendenti da sistema di base (**l'unità di massa atomica** e **l'elettronvolt**).

Unità fondamentali del SI

lunghezza	metro	m	tragitto percorso dalla luce nel vuoto in un tempo di $1/299792458$ di secondo
massa	chilogrammo	kg	massa del campione Pt-Ir, conservato nel Museo Internazionale di Pesì e Misure di Sèvres (Parigi)
intervallo di tempo	secondo	s	durata di 9192631770 periodi della radiazione corrispondente alla transizione tra i livelli iperfini dello stato fondamentale dell'atomo di Ce^{133}
intensità di corrente elettrica	ampere	A	quantità di corrente che scorre all'interno di due fili paralleli e rettilinei posti nel vuoto ad una distanza di un metro, induce in loro una forza di $2 \cdot 10^{-7} N$ per ogni metro di lunghezza
temperatura termodinamica	kelvin	K	valore corrispondente a $1/273.16$ della temperatura termodinamica del punto triplo dell'acqua
quantità di sostanza	mole	mole	quantità di materia di una sostanza tale da contenere un numero di Avogadro di particelle elementari (pari a $0.012 kg$ di C^{12})
intensità luminosa	candela	cd	intensità luminosa di una sorgente che emette una radiazione monocromatica con frequenza $540 \cdot 10^{12} Hz$ e intensità energetica di $1/683 W/sr$

Unità supplementari

angolo piano	radiante	rad	angolo al centro di una circonferenza che sottende un arco di lunghezza pari al raggio: $1 \text{ rad} = 180^\circ$
angolo solido	steradiane	sr	angolo che su di una sfera con centro nel vertice dell'angolo intercetta una calotta di area uguale a quella di un quadrato avente lato uguale al raggio della sfera stessa

Unità indipendenti dal SI

massa	unità di massa atomica	u	l'unità di massa atomica è pari a $1/12$ della massa di un atomo del nuclide C^{12}
energia	elettronvolt	eV	l'elettronvolt è l'energia cinetica acquisita da un elettrone che passa nel vuoto da un punto ad un altro che abbia un potenziale superiore di 1 V

Multipli e sottomultipli

10^{24}	yotta	Y	1 000 000 000 000 000 000 000 000
10^{21}	zetta	Z	1 000 000 000 000 000 000 000
10^{18}	zeta	E	1 000 000 000 000 000 000
10^{15}	peta	P	1 000 000 000 000 000
10^{12}	tera	T	1 000 000 000 000
10^9	giga	G	1 000 000 000
10^6	mega	M	1 000 000
10^3	chilo	k	1 000
10^2	etto	h	100
10^1	deca	da	10
10^{-1}	deci	d	0.1
10^{-2}	centi	c	0.01
10^{-3}	milli	m	0.001
10^{-6}	micro	μ	0.000 001
10^{-9}	nano	n	0.000 000 001
10^{-12}	pico	p	0.000 000 000 001
10^{-15}	femto	f	0.000 000 000 000 001
10^{-18}	atto	a	0.000 000 000 000 000 001
10^{-21}	zepto	z	0.000 000 000 000 000 000 001
10^{-24}	yocto	y	0.000 000 000 000 000 000 000 001

Dimensione di una grandezza fisica

- Con l'eccezione delle grandezze fondamentali in cui la scelta delle unità di misura è arbitraria, le unità di misura delle grandezze derivate sono univocamente determinate.

- In genere, la definizione stessa di una grandezza consiglia l'unità di misura più appropriata. Per esempio, quando definiamo la velocità di un punto materiale scrivendo

$$v = \frac{\Delta r}{\Delta t}$$

è contemporaneamente definita anche l'unità di misura della velocità in modo dipendente dalle scelte delle unità di lunghezza e di tempo.

- Simbolicamente scriveremo

$$[v] = [L] [T]^{-1}$$

per indicare che la velocità è un'unità derivata data da una lunghezza $[L]$ per un tempo $[T]$ alla -1 (o diviso un tempo $[T]$).

- **Nota:** le unità di misura non omogenee non possono essere sommate o sottratte. Non si può sommare un tempo con una lunghezza o una temperatura con una viscosità.

- Pertanto, l'analisi sulle unità di misura può mettere in luce la presenza di errori. Tali errori sono evidenziati da:

- ▶ la presenza di fattori non omogenei;
- ▶ un risultato dimensionalmente sbagliato.

- Vi sono, infine, grandezze che hanno dimensione nulla rispetto alle grandezze fondamentali. Queste sono **grandezze adimensionali** o numeri puri. Sono, per esempio, numeri puri le unità di misura degli angoli (radiante e steradiante) le quali derivano da rapporti di lunghezze e superfici.

- In generale, tutte le grandezze che compaiono negli argomenti delle funzioni speciali (es., esponenziale, logaritmo, seno e coseno, ecc.) devono essere grandezze adimensionali.

- Le grandezze fisiche si classificano in **scalari** e **vettoriali**

- Le **grandezze scalari** sono completamente individuate da un unico numero (oltre che da una unità di misura). Tale numero altro non è che il rapporto tra la grandezza osservata e la grandezza assunta come unità di misura.

Sono grandezze scalari, ad esempio:

- ▶ la temperatura e la pressione
- ▶ la massa
- ▶ l'energia
- ▶ la viscosità di un liquido

- Le **grandezze vettoriali** trasportano invece un maggior numero di informazioni poichè sono caratterizzate oltre che da un numero anche da una direzione e da un verso.

Sono grandezze vettoriali, ad esempio:

- ▶ velocità e accelerazione
- ▶ forza
- ▶ il momento delle forze
- ▶ la tensione superficiale di un liquido

- Se in ogni punto dello spazio è associato uno scalare o un vettore avremo **un campo scalare** o **un campo vettoriale**

Sono campi scalari:

- ▶ la distribuzione delle temperature di un corpo
- ▶ la distribuzione delle densità in un corpo non omogeneo

Sono campi vettoriali:

- ▶ il campo elettrico e magnetico
- ▶ il campo delle linee di velocità di un fluido