

# | Fisica applicata

| Corso di Laurea in Infermieristica



**UNIVERSITÀ**  
DEGLI STUDI DI BARI  
**ALDO MORO**

**Dott.ssa Caterina Capomolla**  
U.O.C. di FISICA SANITARIA  
P. O. "VITO FAZZI" Lecce

# Programma

- Grandezze fisiche. Unità di misura.
- Il moto
- Concetto di forza.
- I fluidi
- Lavoro ed energia
- Fenomeni termici
- Fenomeni elettrici ed elettromagnetici
- Radiazioni ionizzanti

## Bibliografia

Testo consigliato: A. H. Cromer – FISICA – Ed. Piccin, Padova.

### Libri consigliati

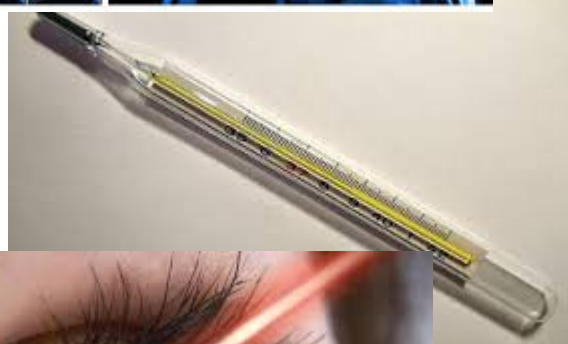
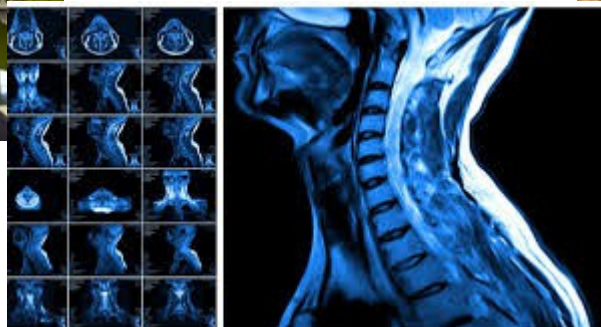


E. Ragozzino  
"Elementi di fisica",  
Edises, Napoli



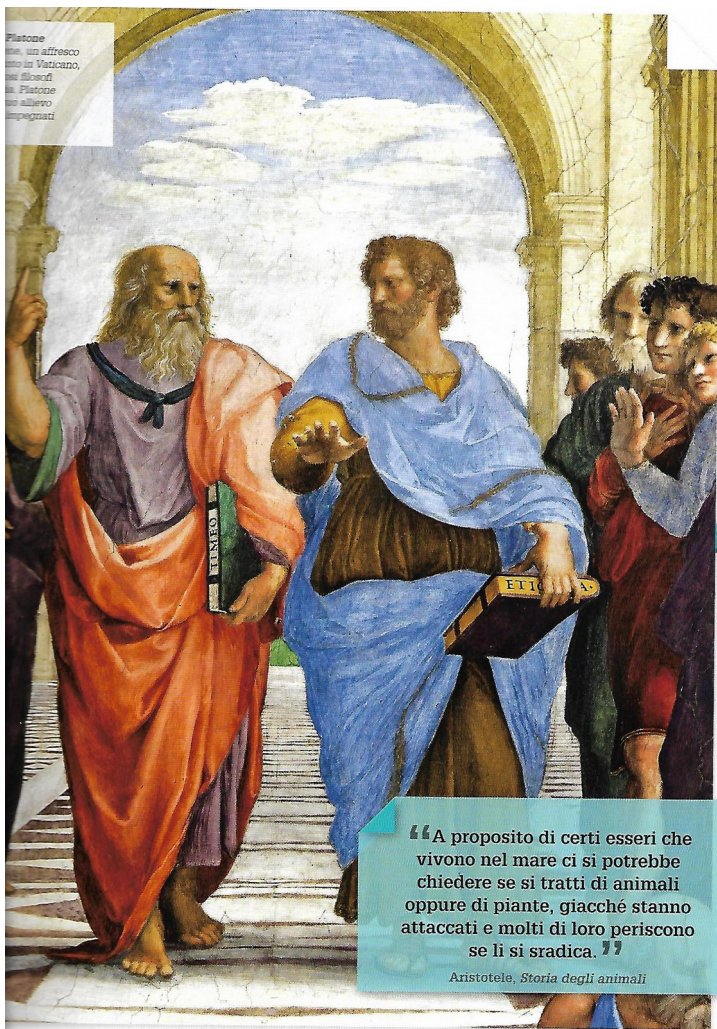
D. Scannicchio, E.  
Giroletti  
"Fisica Biomedica",  
Edises, Napoli

# Fisica: applicazioni in Medicina

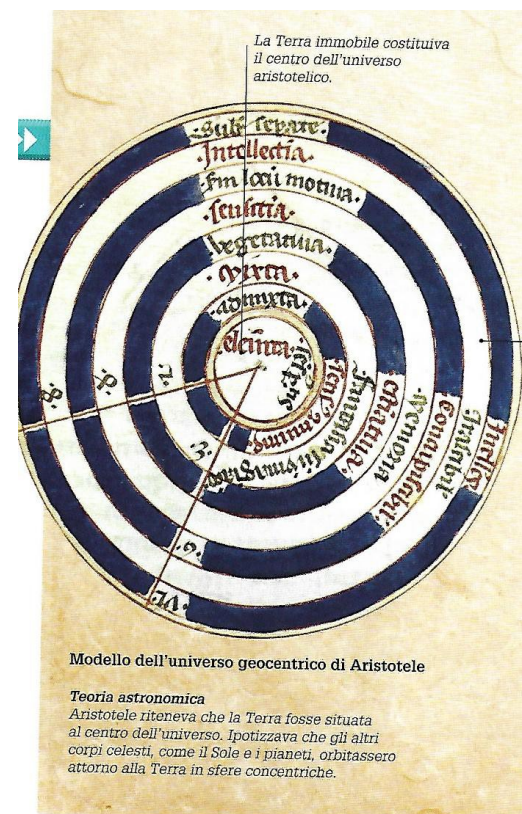




# La Fisica: spiegazione di ciò che accade



I filosofi greci come (Anassimene, Aristotele) avevano cercato spiegazioni di ciò che accade nel mondo naturale. Per esempio avevano elaborato varie teorie su quale sostanza costituisse l'universo o sulla sua organizzazione

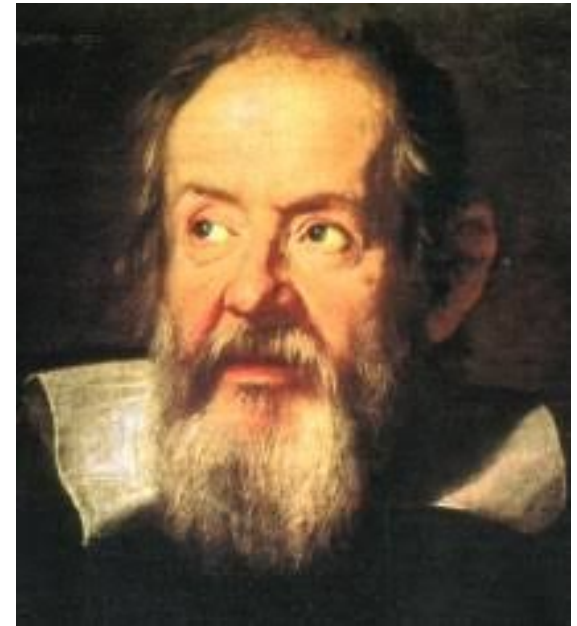


# La Fisica: metodo scientifico

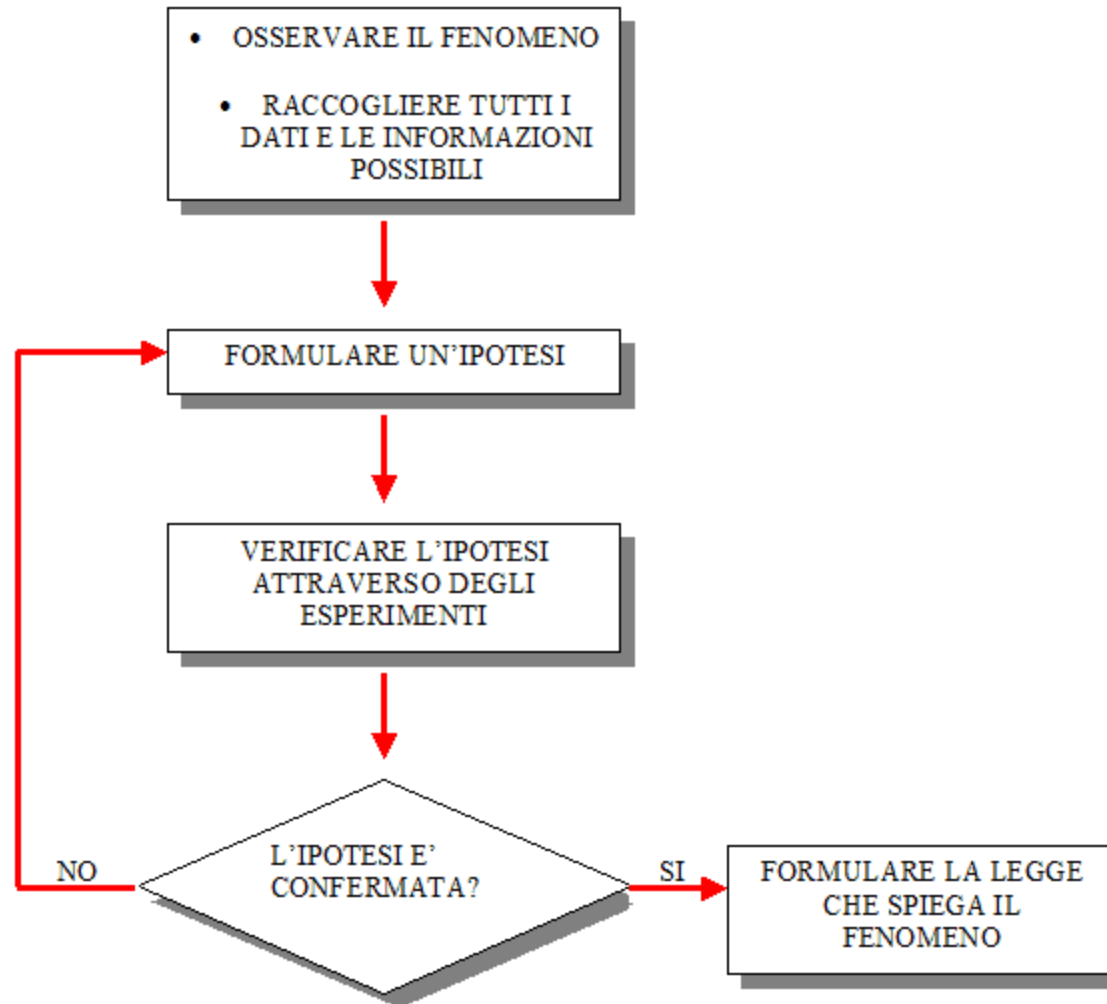
Scienza che studia in maniera razionale e quantitativa leggi e principi che regolano la natura

Diventa una scienza vera e propria solo nel XVII secolo grazie allo scienziato Galileo Galilei

- Riconoscere il problema
- Formulare un'ipotesi sulla soluzione
- Prevedere le conseguenze della ipotesi
- Compiere esperienze per verificare le previsioni
- Elaborare una regola o modello generale più semplice in grado di organizzare in modo coerente ipotesi



# La Fisica: scienza sperimentale



# Grandezze Fisiche



# Grandezze Fisiche

Ogni fenomeno fisico è descrivibile attraverso un certo numero di grandezze fisiche quantificabili

Una **grandezza fisica** è una proprietà di un corpo o di un sistema che può essere misurata sperimentalmente.

**Misurare una grandezza**  
significa confrontarla con una grandezza omogenea di riferimento

# Grandezze omogenee

Sono grandezze omogenee quelle grandezze tra le quali è possibile l'operazione di confronto

**Misurare** una grandezza significa scegliere un'altra grandezza, omogenea con quella che si vuole misurare, e vedere quante volte essa è contenuta in quest'ultima.

La misura di una grandezza è il Rapporto tra la grandezza ed un campione preso come unità

# Misurare Grandezze Fisiche

Misurare una grandezza significa dire quante volte l'unità di misura è contenuta nella grandezza.

L'operazione di confronto deve stabilire di quante volte la grandezza di riferimento è maggiore o minore della grandezza da misurare. La misura della grandezza fisica è rappresentata da un valore numerico, seguito dal simbolo dell'unità di misura scelta per misurarla.

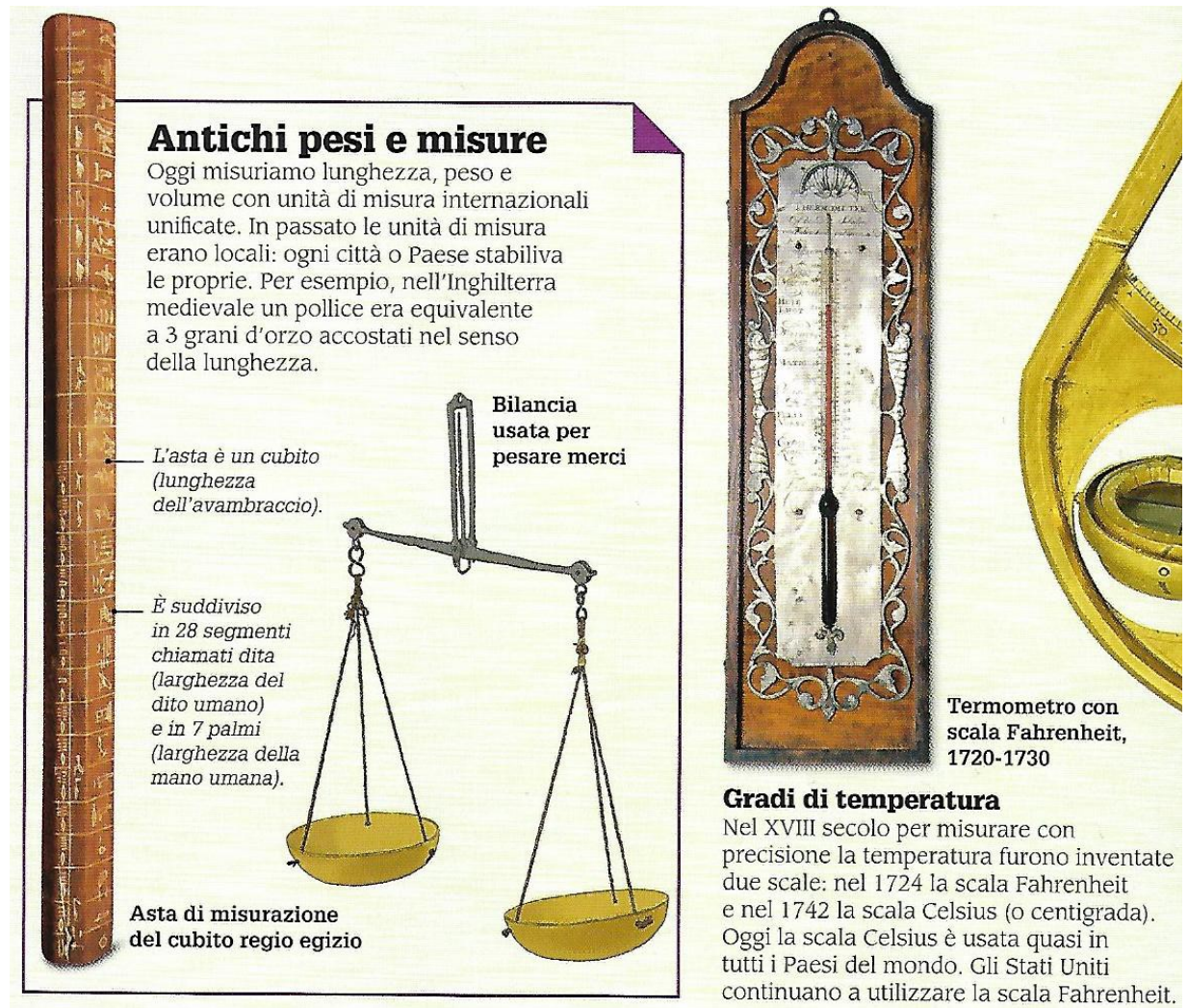
Per comunicare il risultato di una misura bisogna scrivere un numero seguito da un'unità di misura. Per esempio il bambino in figura è alto 1,16m.

# Come si misurava

Nei tempi antichi per misurare le lunghezze si usavano parti del corpo umano

(ancora oggi alcuni sistemi usano i piedi).

I primi pesi spesso facevano riferimento a quantità fisse di granaglie. Queste unità di misura furono utili per migliaia di anni, finché il progredire della sperimentazione scientifica comportò la necessità di metodi più precisi per effettuare le misurazioni.



# Misure dirette

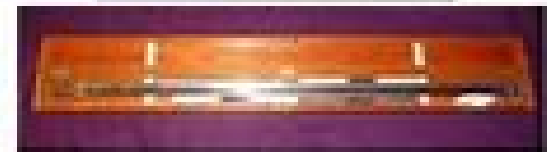
Nella **Misura diretta**: è possibile individuare una grandezza fisica omogenea (dello stesso tipo) definita campione e confrontarla con la grandezza da misurare

es. misura di lunghezza con un metro graduato

Le grandezze per le quali è possibile effettuare misure dirette sono espresse in unità di misura fondamentali

## Il Chilo e il Metro

- Una lega di Osmio e Iridio è stata usata nel 1889 per costruire il Metro e il Chilogrammo standard; custoditi presso l'ufficio internazionale dei pesi e delle misure di Sèvres, in Francia.





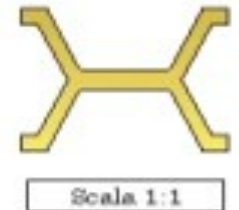
# Campioni del metro

## La storia del metro (4)



Nel **1878** si realizzò praticamente il campione.

Nel **1899** vennero costruite 30 copie del metro campione che venne designato con la sigla M, costituite da una barra al 90% di platino e al 10% di iridio. Tale lega fu scelta perché dura e compatta con **coefficiente di elasticità elevato** e **coefficiente di dilatazione termica praticamente nullo**.



Il campione è conservato in ambiente termostato a 0° C nei sotterranei di Sèvres (padiglione di Breteuil) presso Parigi ed è il prototipo n° 6 (i campioni 13 e 19 conservati sempre a Sèvres servono da riscontro).

**Il metro M non è sufficientemente preciso, né accessibile.**

# Campioni del metro e del secondo

Recentemente il **metro** è stato ridefinito come la *distanza percorsa nel vuoto dalla luce nell'intervallo di tempo di 1/299.792.558 secondi.*

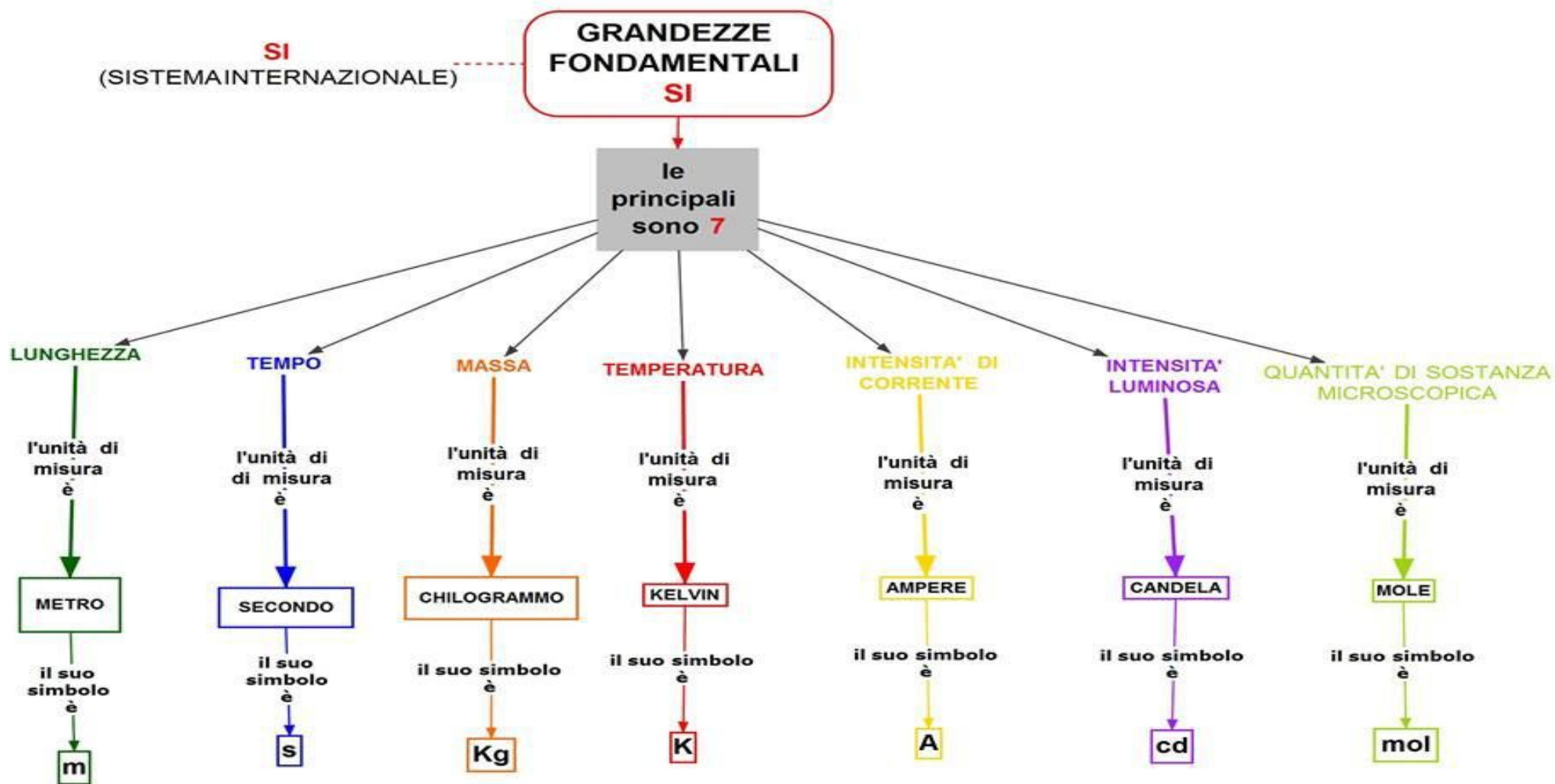
Naturalmente questa definizione implica la definizione dell'unità di misura del tempo, che nel Sistema Internazionale è il **secondo** (simbolo s). Il secondo fu inizialmente definito come 1/86.400 della durata del giorno solare medio, ma poiché la velocità di rotazione della Terra non è costante, è stato ridefinito nel 1967 come *la durata di 9.192.631.770 oscillazioni della radiazione emessa dall'atomo di cesio-133 nello stato fondamentale nella transizione tra due particolari livelli.*

# Campioni delle unità di misura

Poiché le grandezze fisiche, e le conseguenti unità che è possibile adottare per misurare, sono innumerevoli, nel 1960, attraverso la IX Conferenza Internazionale dei Pesi e delle Misure, è stato istituito un sistema di unità di misura omogeneo, assoluto, invariante e decimale: si tratta del Sistema Internazionale di unità di misura, indicato generalmente con la sigla SI, il cui scopo è quello di rendere più semplici gli scambi di conoscenze tra scienziati di nazionalità differenti. Il SI rappresenta la versione più recente del sistema metrico decimale, introdotto in Francia alla fine del '700

Il **Sistema Internazionale**, oggi accettato universalmente, si basa su sette grandezze fondamentali e sulle loro rispettive unità di misura fondamentali, arbitrariamente scelte, da cui tutte le altre vengono derivate.

# Grandezze Fisiche fondamentali e Unità di misura



# Multipli e sottomultipli del sistema internazionale

<i>Prefisso</i>	<i>Simbolo</i>	<i>Fattore di moltiplicazione</i>
tera	T	$10^{12}$
giga	G	$10^9$
mega	M	$10^6$
kilo	k	$10^3$
etto	h	$10^2$
deca	da	$10^1$

<i>Prefisso</i>	<i>Simbolo</i>	<i>Fattore di moltiplicazione</i>
deci	d	$10^{-1}$
centi	c	$10^{-2}$
milli	m	$10^{-3}$
micro	$\mu$	$10^{-6}$
nano	n	$10^{-9}$
pico	p	$10^{-12}$

*Es: 1 m*

$$1 \text{ km} = 10^3 \text{ m}$$

$$1 \text{ Mm} = 10^6 \text{ m}$$

$$1 \text{ Gm} = 10^9 \text{ m}$$

$$1 \text{ dm} = 10^{-1} \text{ m}$$

$$1 \text{ cm} = 10^{-2} \text{ m}$$

$$1 \text{ mm} = 10^{-3} \text{ m}$$

$$1 \text{ }\mu\text{m} = 10^{-6} \text{ m}$$

$$1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$$

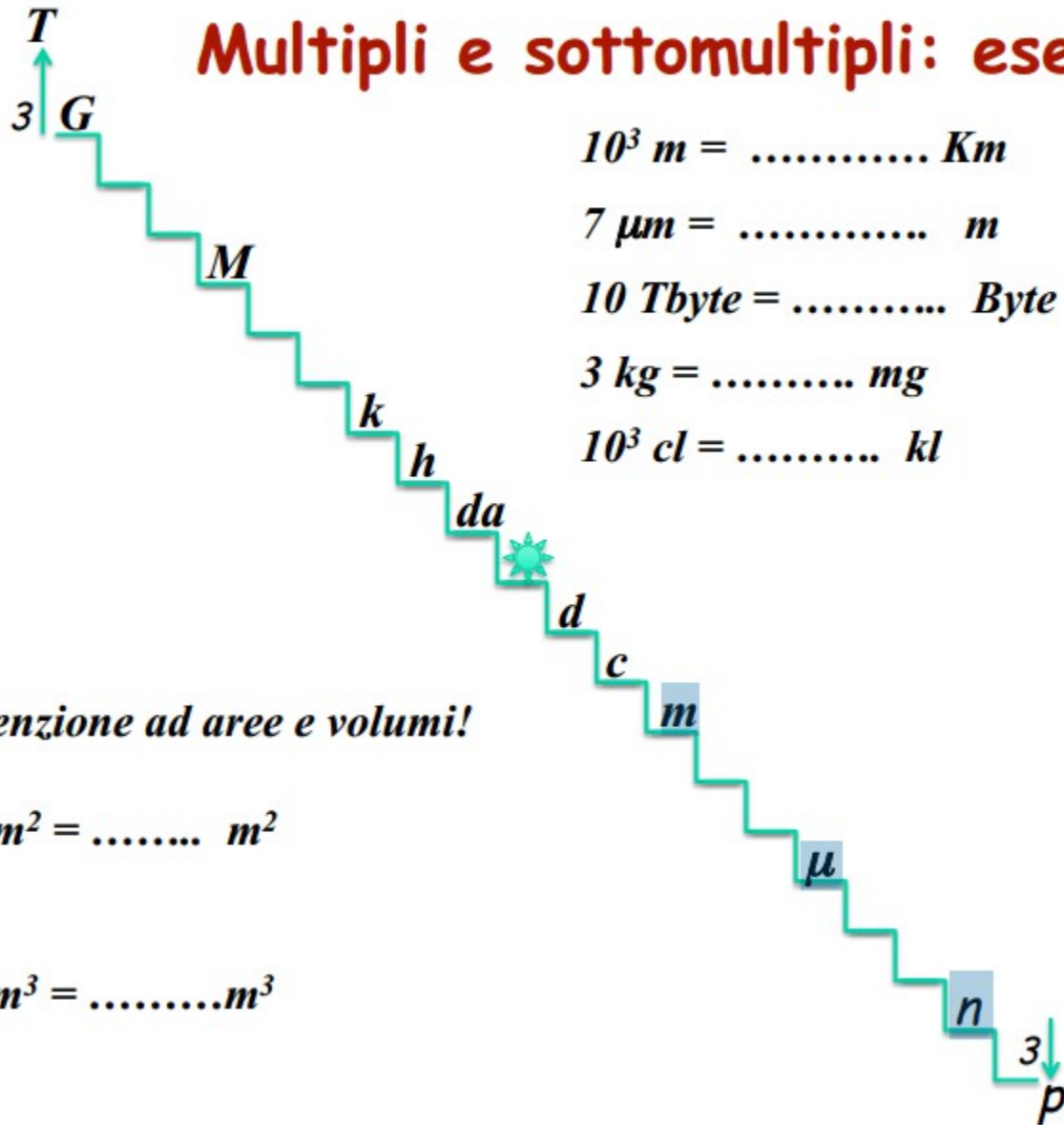
$$1 \text{ pm} = 10^{-12} \text{ m}$$

$$(1 \text{ mm} = 1/1000 \text{ m} = 1/10^3 \text{ m} = 10^{-3} \text{ m})$$



# Multipli e sottomultipli esempi

## Multipli e sottomultipli: esempi



*Attenzione ad aree e volumi!*

$$1 km^2 = \dots\dots\dots m^2$$

$$1 cm^3 = \dots\dots\dots m^3$$

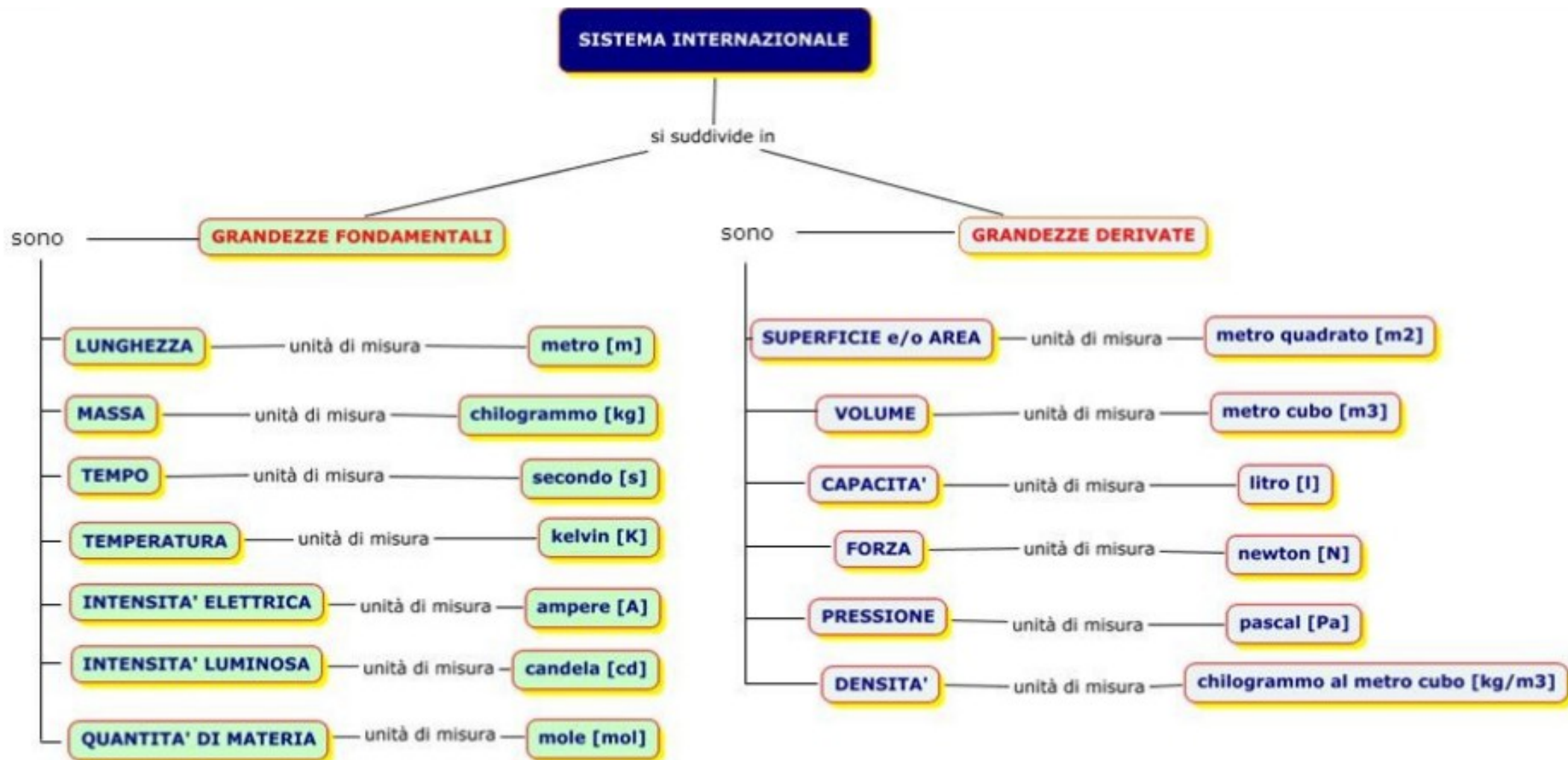
# Grandezze Fisiche derivate

Le rimanenti grandezze fisiche sono derivate a partire dalle grandezze fondamentali mediante relazioni analitiche

Esempi di grandezze **DERIVATE**

Superficie	(lunghezza) <sup>2</sup>	[L] <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>
Volume	(lunghezza) <sup>3</sup>	[L] <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
Velocità	(lunghezza/tempo)	[L]/[t]	m/s
Accelerazione	(velocità/tempo)	[L]/[t] <sup>2</sup>	m/s <sup>2</sup>
Forza	(massa*accelerazione)	[M][L]/[t] <sup>2</sup>	kg·m/s <sup>2</sup>
Densità	(massa/volume)	[M]/[L] <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>
Pressione	(forza/superficie)	.....	.....
.....			

# Sistema Internazionale



## ***La misura esatta non esiste: concetto di errore***

La parola “errore” non significa **equivoco** o **sbaglio**

Essa assume il significato di **incertezza** da associare alla misura

**Nessuna grandezza fisica può essere  
misurata con completa certezza**

Poichè è inevitabile che in una misura tutte le fonti di incertezza siano eliminate, il **valore vero** di una grandezza, che sarebbe il risultato di un'operazione di misura ideale, priva di errore, perde significato.

Pertanto, perchè una misura abbia senso è necessario determinare oltre alla “**migliore stima**” del valore vero, l'indeterminazione da cui è presumibilmente affetta.

# Errori sistematici e causali

## Errori sistematici

Le misure delle grandezze fisiche sono inevitabilmente affette da errore. Il valore di una grandezza misurata non potrà perciò mai essere noto con precisione arbitrariamente grande.

Alcune sorgenti di errore possono dar luogo ad una discrepanza sistematica tra valore misurato e valore vero che si riproduce inalterata in una serie di misure ripetute.

Si parla di errori sistematici, gli errori più insidiosi, poiché non immediatamente identificabili.

In genere un errore sistematico può essere eliminato modificando lo strumento o la procedura, oppure apportando una correzione alla misura

## Errori casuali

Se si ripete la misura della stessa grandezza col medesimo strumento, nelle stesse condizioni e seguendo la stessa procedura, si riscontrano differenze casuali tra il valore misurato e il valore vero. I risultati di queste misure ripetute fluttuano in maniera casuale in un certo intervallo, la cui ampiezza definisce la precisione delle misure stesse.

Si può ridurre l'effetto degli errori casuali di misura ricorrendo alla teoria degli errori, che fornisce delle procedure per ottenere la migliore stima (valor medio) della grandezza fisica in studio e dell'incertezza ad essa associata (deviazione standard).



# Grandezze scalari e vettoriali

Per informare un medico della nostra temperatura basta fornire un numero indicato dalla colonnina di mercurio. Lo stesso vale per il nostro peso o l'altezza.

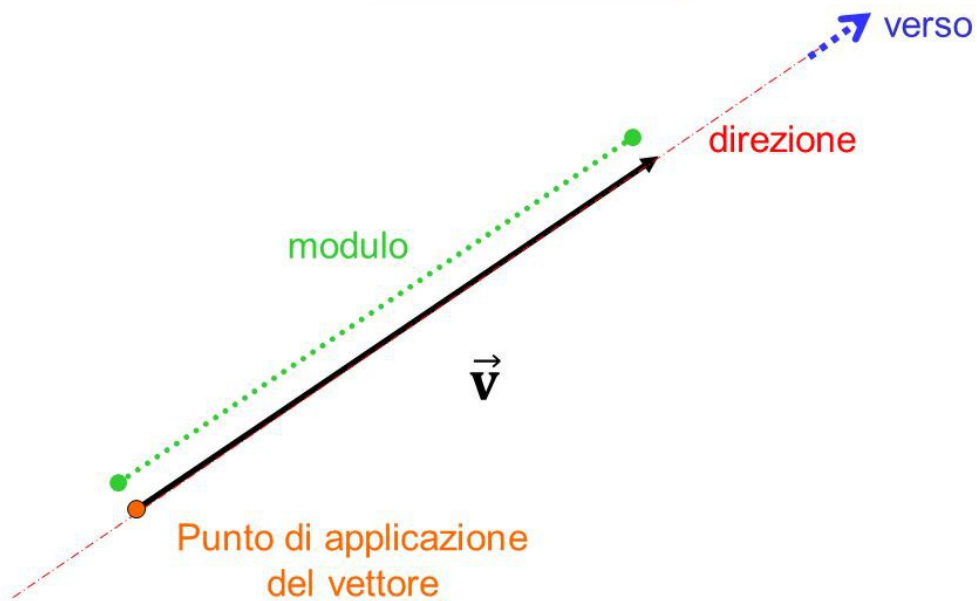
Temperatura, Massa, Lunghezza sono grandezze fisiche scalari.

Se volessimo informare qualcuno di un nostro spostamento da un luogo scelto come punto d'incontro non basterebbe dirgli di quanti metri ci siamo spostati!

Dobbiamo indicare anche la direzione e il verso lungo la quale ci siamo mossi se vogliamo essere rintracciati.

Lo spostamento è una grandezza fisica vettoriale.

# Vettori



Per definire un vettore occorre specificare:

- Punto d'applicazione
- Modulo o lunghezza
- Direzione
- Verso

Si definisce versore un vettore di modulo unitario

# Vettore

Un vettore è, in parole povere, una freccia.

I vettori solitamente si indicano con lettere latine in grassetto, con sopra una freccia

Il **modulo** di un vettore è la sua lunghezza, e si indica con  $||$

La **direzione** di un vettore è la retta (geometrica) su cui giace il segmento.

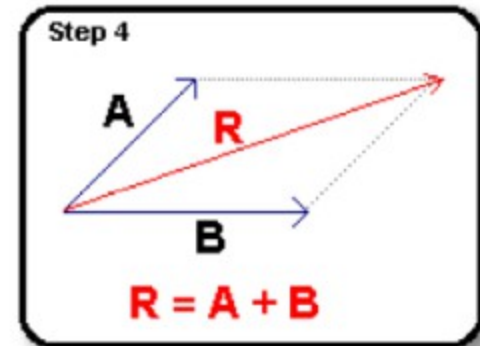
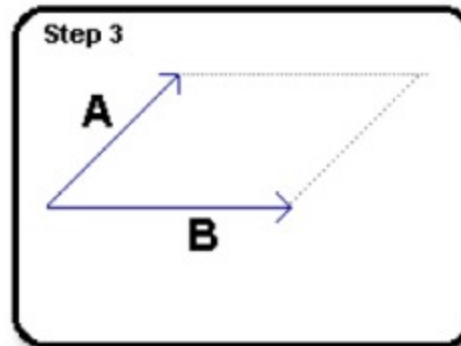
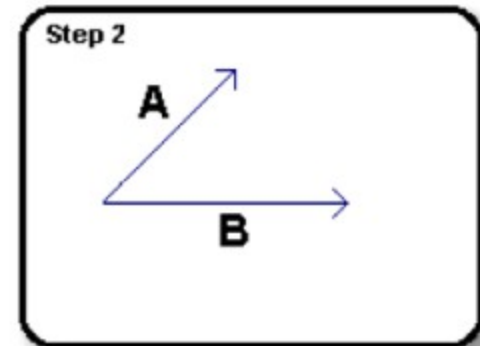
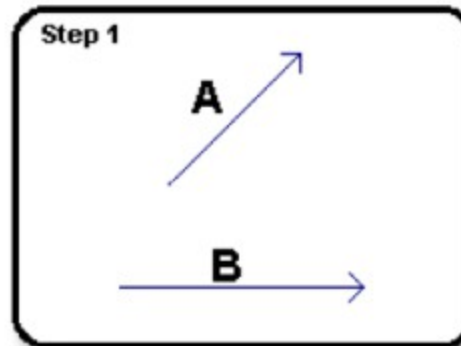
*Se mi sposto di tre metri verso destra, per esempio, la direzione dello spostamento sarà la retta che congiunge un punto direttamente alla mia sinistra con un punto direttamente alla mia destra.*

Il **verso** di un vettore è il verso in cui la direzione del vettore viene percorsa, cioè l'orientazione del segmento che definisce il vettore.

*Lo spostamento di prima poteva anche essere svolto verso sinistra: la direzione sarebbe rimasta la medesima, mentre sarebbe cambiato il verso.*

# Somma di vettori

- Si fanno coincidere i punti di applicazione
- Si tracciano i segmenti paralleli a partire dalle punte
- Si traccia il vettore somma dal punto comune di applicazione al punto di intersezione fra i segmenti



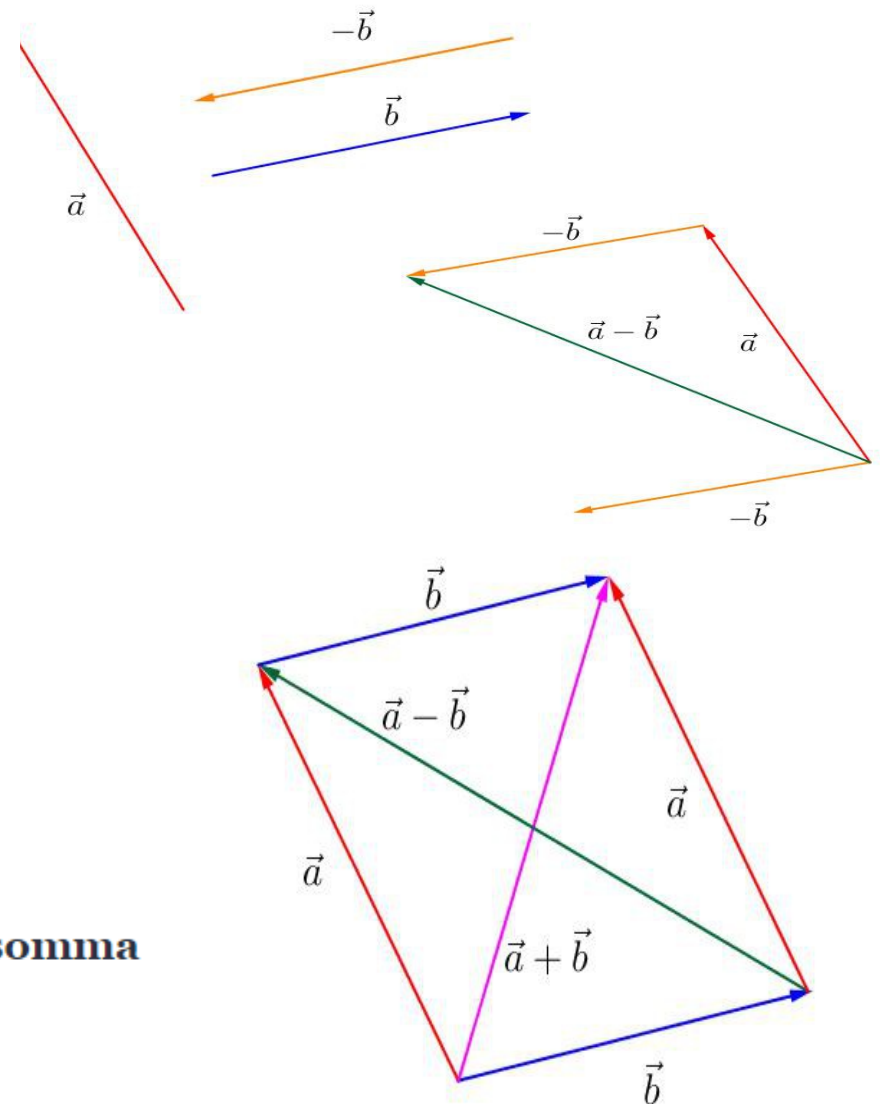
# Differenza di vettori

## Differenza di due vettori

Come nell'algebra usuale, l'operazione inversa alla somma è la differenza. Per calcolare la differenza  $\vec{a} - \vec{b}$  di due vettori  $\vec{a}$ ,  $\vec{b}$ , è utile prima calcolare l'**opposto di un vettore**: dato un vettore  $\vec{v}$ , il suo opposto  $-\vec{v}$  è quel vettore che ha medesimo modulo e direzione, ma verso contrario:



Ciò detto, la differenza tra  $\vec{a}$  e  $\vec{b}$  è la somma vettoriale tra  $\vec{a}$  e l'opposto di  $\vec{b}$ ,  $-\vec{b}$ :





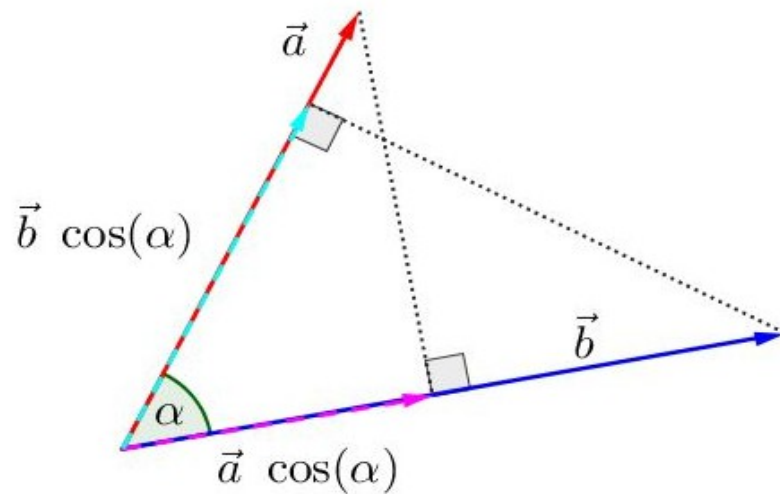
# Trigonometria

007007007007007007 007

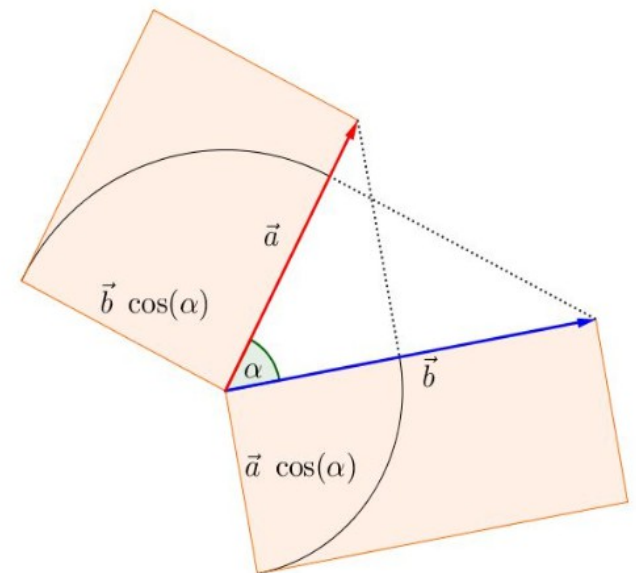
# Prodotto scalare

Il **prodotto scalare** tra due vettori restituisce sempre uno scalare. Siano  $\vec{a}$  e  $\vec{b}$  due vettori, e  $\alpha$  l'**angolo convesso** tra essi compreso; il prodotto scalare tra  $\vec{a}$  e  $\vec{b}$  è allora

$$\vec{a} \cdot \vec{b} = |\vec{a}| |\vec{b}| \cos(\alpha)$$



Si può notare che il prodotto scalare rappresenta l'area (con segno) del rettangolo ottenuto proiettando uno dei due vettori ortogonalmente sull'altro:

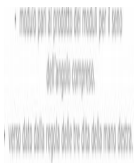
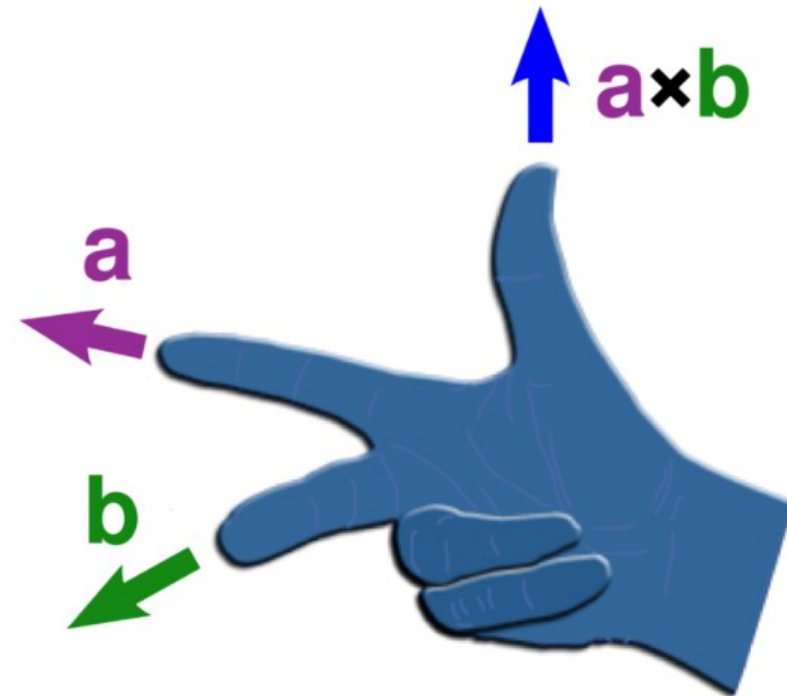


# Prodotto vettoriale

Il **prodotto vettoriale** fra due vettori restituisce sempre un vettore. Dati due vettori  $\vec{a}$  e  $\vec{b}$  (in quest'ordine), sia  $\alpha$  l'angolo convesso tra di essi compreso.

Definiamo allora il **prodotto vettore tra  $\vec{a}$  e  $\vec{b}$**  come quel vettore  $\vec{a} \times \vec{b}$  (o, a volte,  $\vec{a} \wedge \vec{b}$ ) che possiede:

- **modulo pari all'area del parallelogrammo** avente per lati i due vettori:  
 $|\vec{a} \times \vec{b}| = |\vec{a}| |\vec{b}| |\sin(\alpha)|$
- **direzione perpendicolare** al piano individuato dai due vettori
- **verso indicato dalla cosiddetta “regola della mano destra”**: disponiamo pollice, indice e medio in modo tale che essi risultino tra loro perpendicolari. In questo caso abbiamo l'indice che mostra verso e direzione del vettore  $\vec{a}$ , il medio che è disposto secondo il verso e la direzione di  $\vec{b}$  e il pollice che rappresenta direzione e verso di  $\vec{a} \times \vec{b}$



**Il moto**

# Meccanica

La meccanica è quella parte della fisica che si occupa del moto dei corpi

## **Cinematica:** moto dei corpi

si occupa di descrivere il movimento di un corpo, indipendentemente dalle cause che lo hanno prodotto. Viene dal greco antico (kinésis), che vuol dire, appunto, “movimento”

## **Dinamica:** cause del moto

studia le cause che determinano il movimento di un corpo, le forze, ed esprime il movimento di un corpo in termini di queste ultime. δύναμις (dynamis), che vuol dire “forza”.

## **Statica:** equilibrio dei corpi

studia i corpi in equilibrio, ossia quei casi particolari in cui le forze agenti si bilanciano. L'equilibrio può essere statico (il sistema rimane fermo nel suo complesso) o dinamico (il sistema si muove di moto uniforme). Il termine στασις (stasis) in greco antico significa “stasi”, ovvero lo stare, l'assenza di movimento.



# POSIZIONE e SPOSTAMENTO

La **posizione** di un corpo a un certo istante  $t_1$  e' definita come la distanza  $s_1$  del corpo dall'origine  $O$  del sistema di riferimento

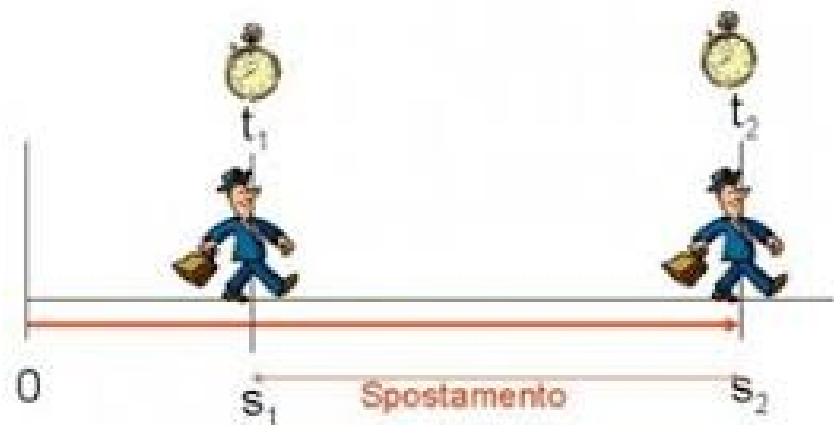
Se nell'intervallo di tempo

$$\Delta t = t_2 - t_1$$

il corpo si sposta da  $P_1$  a  $P_2$  lung

**spostamento**

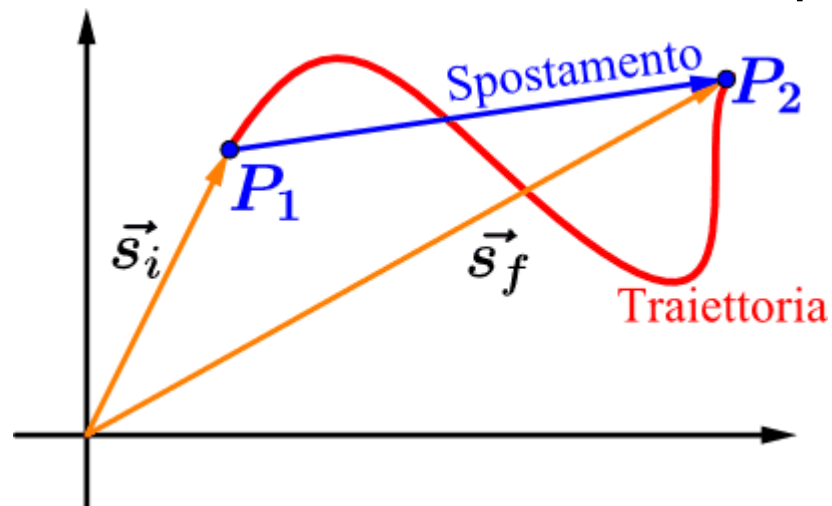
$$\Delta s = s_2 - s_1$$



# Traiettoria

La **traiettoria** è la linea costituita dall'insieme delle posizioni occupate dal corpo in movimento

Il **verso** del moto coincide con il verso dello spostamento del punto



# Velocità

*Si chiama velocità di un corpo lo spazio percorso nell'unità di tempo.*

$$v = \frac{s}{t}$$

Definire la velocità di un punto materiale, per quanto riguarda l'intensità, significa stabilire quanti metri esso percorre nel tempo di un secondo.

## Velocità media

la velocità media è definita come la velocità complessiva alla quale si muove un oggetto.

Matematica:

$$\text{Velocità media} = \frac{\text{Distanza di viaggio complessiva}}{\text{Tempo trascorso per coprire quella distanza}}$$



# LA VELOCITA' MEDIA



E' UGUALE A:



SPAZIO / SPOSTAMENTO

DIVISO :



TEMPO

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

DAI KILOMETRI/ORA  
AI METRI/SECONDO  
.... : 3,6

DAI METRI/SECONDO  
AI KILOMETRI/ORA  
.... X 3,6



LO SPAZIO / SPOSTAMENTO

E' UGUALE A

$$S = V \times T$$

VELOCITA' X TEMPO

$$T = S : V$$



IL TEMPO

E' UGUALE A

SPOSTAMENTO : VELOCITA'

## Velocità istantanea

Un corpo in moto difficilmente si muove sempre alla stessa velocità. Pertanto ci si deve riferire ad una **velocità media** (s/t).

La **velocità istantanea** invece è quella che si riferisce ad un tempo brevissimo.

Se un corpo percorre spazi uguali in tempi uguali la sua velocità è costante e si dice che il corpo si muove di **moto uniforme**.



## riepilogo

1. La velocità istantanea e la velocità media sono entrambe quantità scalari.
2. La velocità istantanea è la velocità in ogni istante nel tempo.
3. La velocità media è la velocità complessiva alla quale si muove un oggetto.
4. Il tachimetro descrive la velocità istantanea.
5. Quando si risolve la media di tutte le velocità istantanee verificatesi durante l'intero viaggio, si otterrà la velocità media.

# Accelerazione

Qualunque **variazione di velocità** si chiama **accelerazione**.

Un'accelerazione positiva è un aumento di velocità, un'accelerazione negativa, o decelerazione, è una diminuzione della velocità.

Il valore dell'accelerazione si calcola dividendo la differenza tra la velocità finale e quella iniziale per il tempo in cui è avvenuta la variazione di velocità.

*L'accelerazione si misura in  $m/s^2$  (metri al secondo quadrato).*



$$a = \frac{v_f - v_i}{t}$$

# Tipi di Moto

A seconda della velocità del corpo, vengono classificati due tipi di moto:

**moto uniforme** (quando la velocità è costante);

**moto vario** (quando la velocità varia nel tempo)

Inoltre, può essere fatta un'ulteriore classificazione sui moti uniformi, a seconda della traiettoria disegnata dal corpo:

**moto rettilineo uniforme** (se la traiettoria è una retta);

**moto curvilineo uniforme** (se la traiettoria è una curva qualsiasi)

.

# Moto rettilineo uniforme

Tra i vari tipi di moto rettilineo, ovvero che avviene lungo una retta con traiettoria rettilinea, il più semplice è quello uniforme

Il moto rettilineo uniforme è caratterizzato dalla **velocità uniforme**, ovvero costante, con cui il corpo percorre la propria traiettoria rettilinea; la velocità si indica con la lettera  $v$ .

Pertanto

Il moto rettilineo uniforme è il moto di un punto materiale che si sposta lungo una retta con velocità costante.

***Un corpo che si muove di moto rettilineo uniforme percorre spazi uguali in tempi uguali.***

Legge oraria

# Legge oraria del moto rettilineo uniforme

## Formule del moto rettilineo uniforme

La legge oraria che caratterizza il moto rettilineo uniforme è

$$S(t) = V \cdot t + S_0$$

ovvero lo spazio è una funzione lineare del tempo. Per spazi uguali.

Per ogni istante di tempo  $t$  è possibile dunque rappresentare il moto del corpo lungo la retta sulla quale si muove.

Il termine  $S_0$  che compare nella legge oraria è lo spazio in cui si trova il corpo all'inizio del moto, ovvero lo spazio in cui si muove.



# Moto rettilineo uniformemente accelerato

## Studio del moto rettilineo uniformemente accelerato

In generale il **moto rettilineo** è vario, nel senso che la velocità varia nel tempo secondo leggi e relazioni diverse.

Se un **moto vario** è caratterizzato da accelerazione costante, ovvero la velocità cresce o decresce sempre della stessa quantità ogni secondo, allora si parla di moto rettilineo uniformemente accelerato

## Legge oraria del moto rettilineo uniformemente accelerato

La legge oraria del **moto rettilineo uniformemente accelerato**, ovvero l'equazione che lega la posizione al tempo è del tipo:

$$S(t) = \frac{1}{2} a t^2 + v_0 t + S_0$$

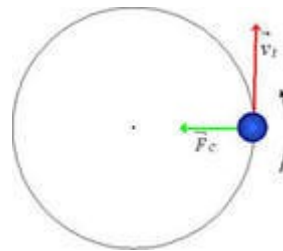
In cui  $S_0$  rappresenta lo spazio iniziale al tempo  $t = 0$ ,

Come è possibile notare dalla precedente equazione, lo spazio è legato al tempo tramite una relazione quadratica, ovvero di secondo grado.

# Moto circolare uniforme

Il moto circolare uniforme descrive un punto materiale che percorre una traiettoria circolare mantenendo costante il modulo del vettore velocità istantanea

Nel moto circolare uniforme il raggio vettore che individua un punto  $A$  della circonferenza è sempre perpendicolare alla velocità istantanea del moto nello stesso punto  $A$



Il moto circolare uniforme è un moto periodico

# Concetto di Forza

# Forza

È quella grandezza fisica che, applicata ad un corpo, ne causa la variazione della condizione di moto, oppure ne provoca la deformazione.

# Forza

Una forza è una grandezza vettoriale: infatti gli effetti che essa provoca dipendono non solo dalla sua intensità ma anche dalla sua direzione, dal suo verso e dal suo punto di applicazione.

Una forza può produrre due specie di effetti :

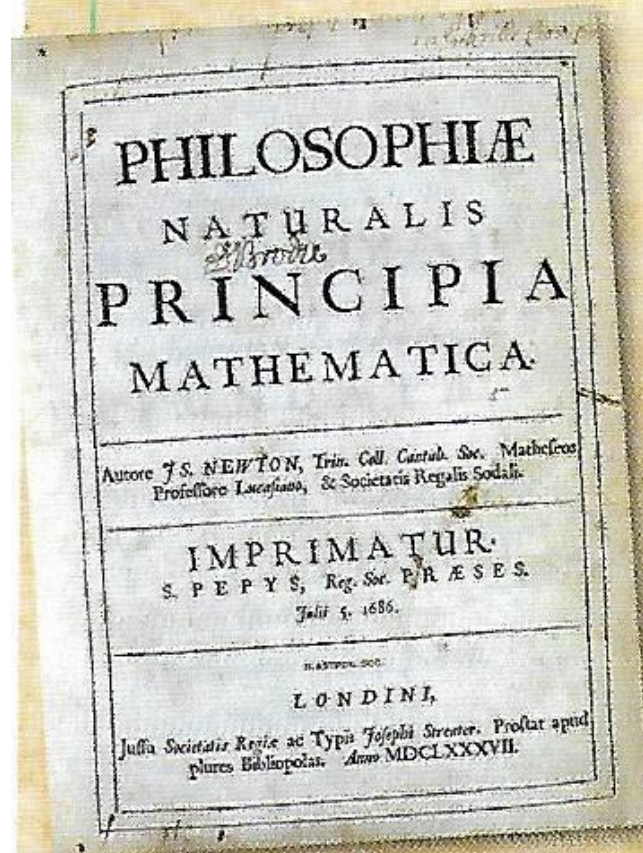
Un effetto **statico** (deformazione)

Un effetto **dinamico** (il corpo può mettersi in movimento)



# Principia mathematica

Il libro più famoso di Newton fu pubblicato con l'aiuto del collega scienziato Edmond Halley. Newton vi descriveva la legge di gravitazione universale (v. p. 87) e le tre leggi del moto (sotto).



## Le leggi del moto

1. Un oggetto rimane in quiete o continua a muoversi in linea retta, a meno che una forza non agisca su di esso.

2. Maggiore è la massa dell'oggetto, più grande è la forza necessaria per accelerarlo.

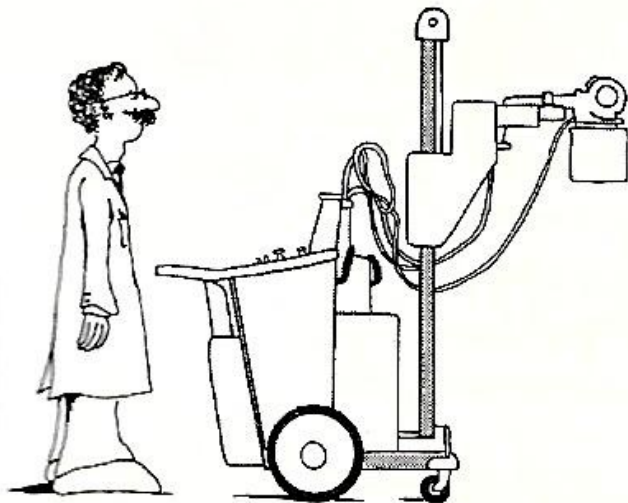
3. A ogni azione si oppone una reazione uguale e contraria.

Frontespizio di  
*Principia mathematica*

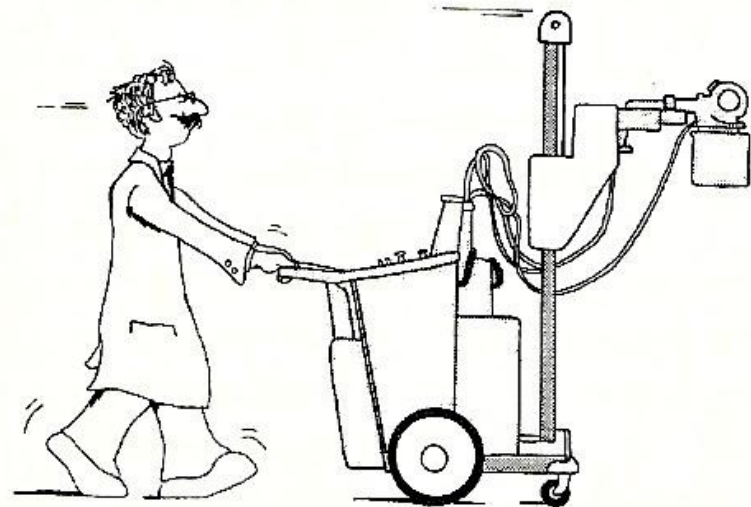
# Principi della dinamica

**I PRINCIPIO (PRINCIPIO DI INERZIA):** Un corpo su cui non agiscano forze o la risultante delle forze agenti sia nulla permane nel suo stato di quiete o di moto rettilineo uniforme

## Prima legge di Newton



in quiete



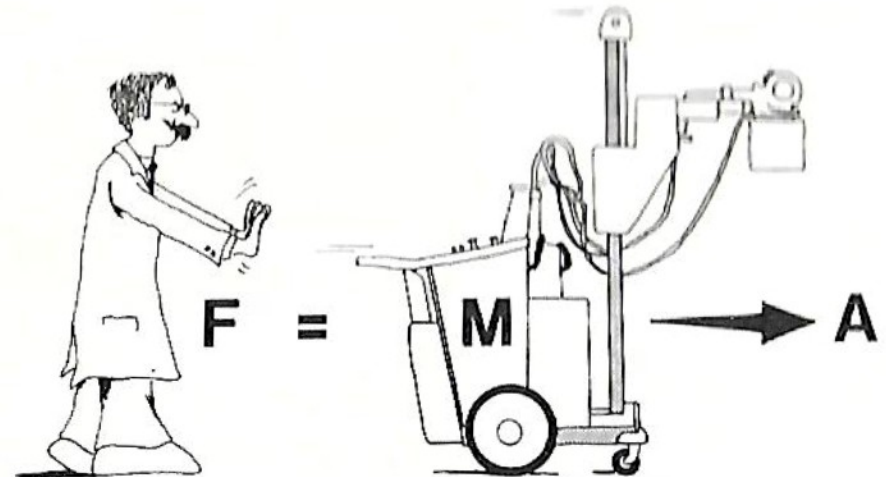
in moto

# Principi della dinamica

## II PRINCIPIO LEGGE FONDAMENTALE DELLA DINAMICA

Applicando una forza ad un corpo libero esso acquista una accelerazione che ha direzione e verso uguali a quelli della forza ed intensità direttamente proporzionale all'intensità della forza

Seconda legge di Newton



# Principi della dinamica

## II PRINCIPIO

Se un corpo di massa  $m$  ha un'accelerazione  $a$  allora la forza agente su di esso è data dal prodotto della massa per l'accelerazione.

$$F=ma$$

Unità di misura nel S.I.  $\rightarrow$  Newton(N)

$$1\text{N}=1\text{Kg}\cdot 1\text{m}/\text{s}^2$$



# Principi della dinamica

## III PRINCIPIO

(PRINCIPIO DI AZIONE E REAZIONE):

Se un primo corpo agisce su un secondo corpo con una certa forza allora il secondo corpo agirà sul primo con una forza uguale e contraria

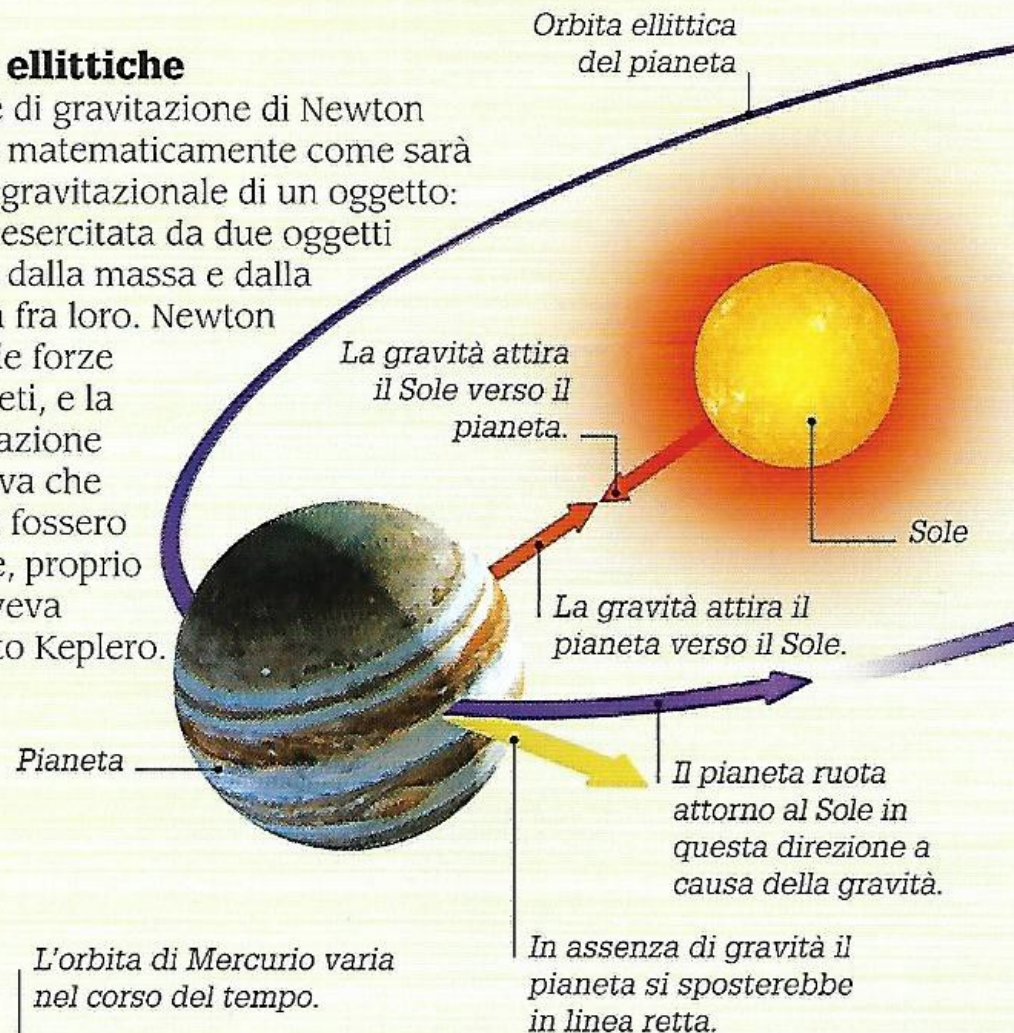


## La legge di gravità di Newton

Gli astronomi non sapevano spiegare perché i pianeti seguissero orbite ellittiche, ma la risposta fu fornita dal grande fisico inglese Isaac Newton (v. p. 88). La gravità, che fa cadere a terra una mela, mantiene anche in orbita i pianeti attorno al Sole. Tutta la materia esercita gravità, attirando verso di sé altra materia. L'intensità della gravità dipende dalla massa dell'oggetto e si riduce con la distanza.

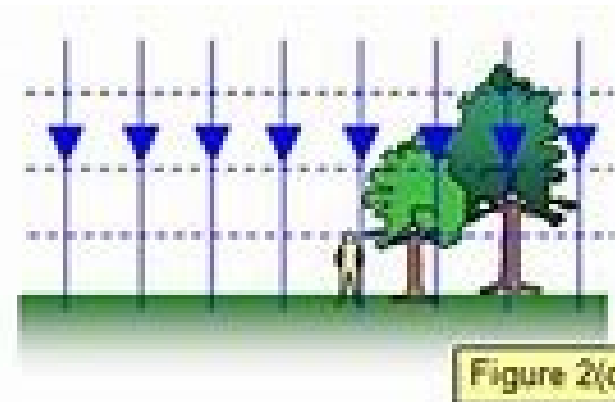
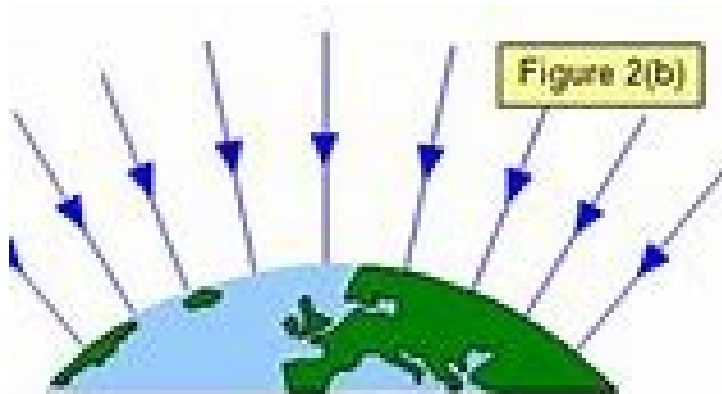
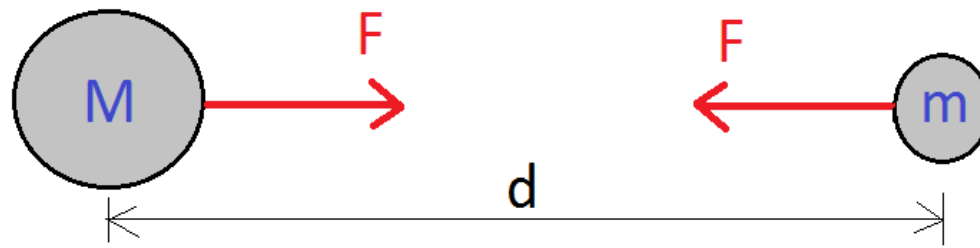
### Orbite ellittiche

La legge di gravitazione di Newton prevede matematicamente come sarà la forza gravitazionale di un oggetto: la forza esercitata da due oggetti dipende dalla massa e dalla distanza fra loro. Newton calcolò le forze dei pianeti, e la sua equazione prevedeva che le orbite fossero ellittiche, proprio come aveva osservato Keplero.



# Forza gravitazionale

La forza di gravitazione universale e' una forza attrattiva che si esercita tra due corpi qualunque dotati di massa.

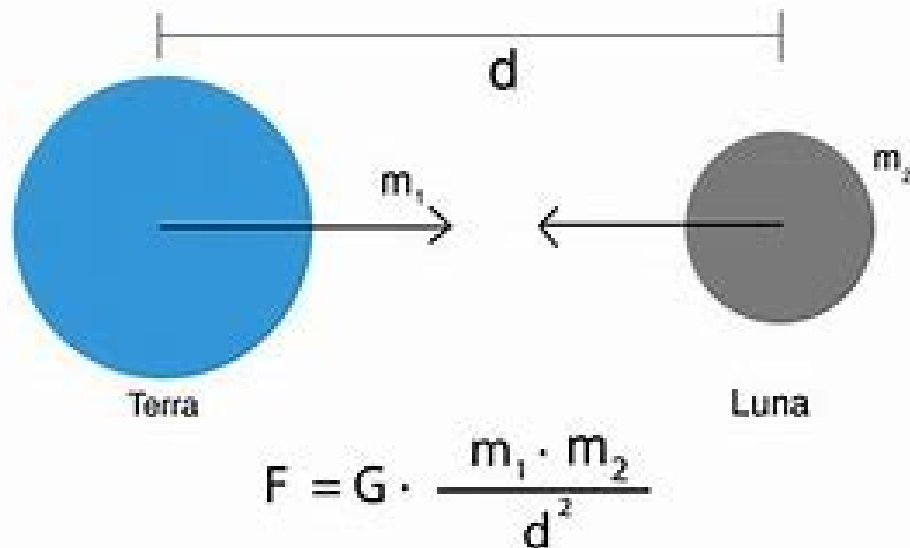




# Forza gravitazionale

La forza Gravitazionale è quella forza attrattiva che tutti i corpi con la propria massa esercitano nello spazio anche a grandi distanze, questa forza ha una costante  $G$  trovata sperimentalmente da moltiplicare alla massa dei corpi in esame e da dividere alla loro distanza al quadrato.

la forza gravitazionale è inversamente proporzionale al quadrato della distanza dei due pianeti esaminati.



# Forza peso

La forza peso di un corpo qualsiasi di massa  $m$  si origina dall'attrazione gravitazionale tra il corpo di massa  $m$  e la massa del pianeta Terra.

**La forza peso e' un tipo particolare di forza di gravitazione universale.**

*Il moto di un corpo in caduta libera in assenza di attrito e' dovuto alla sola forza di gravita'*

La forza che agisce su un corpo dovuto all'attrazione di gravità si chiama peso(P)

$$P=mg$$

# Accelerazione di gravità

L'accelerazione di gravità è quell'accelerazione cui sono soggetti tutti i corpi che si trovano nel campo gravitazionale di un corpo celeste e che perciò tendono a cadere verticalmente verso il suo centro.

Se consideriamo un corpo libero, soggetto all'azione della sola forza peso, per la legge fondamentale della dinamica, tale forza imprime al corpo una certa accelerazione  $g$  detta accelerazione di gravità.

Considerando la terra come una sfera omogenea, il campo gravità terrestre si può facilmente calcolare concentrando tutta la massa  $M$  nel centro della sfera: l'accelerazione di gravità risulta  $g = GM/r^2$ .

Il valor medio dell'accelerazione di gravità, che varia sulla superficie terrestre  $g=9,81 \text{ m/s}^2$ .

## Differenza tra massa e peso

**ATTENZIONE** alla differenza tra massa e peso: benché nel linguaggio comune si utilizzino entrambi i termini con lo

stesso significato (riferendosi alla massa propriamente detta), in Fisica **massa e peso sono due grandezze differenti:**

- la massa è la quantità di materia di un corpo e si misura in kg
- il peso è **una forza** e si misura pertanto in Newton
- il peso di un corpo si ottiene dalla massa del corpo moltiplicata per l'accelerazione di gravità **g**

**Forze di contatto**  
**Forze vincolari**  
**Forze di attrito**  
**Forza elastica**

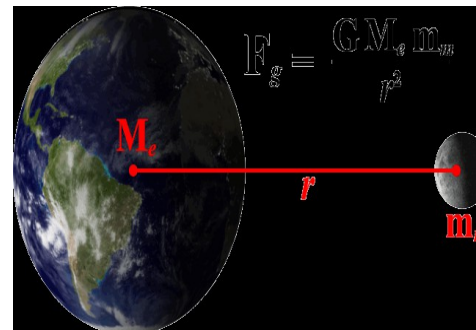
# Forze di contatto e a distanza

Le forze possono essere classificate in base al diverso modo di agire.

Vi sono vari tipi di forze:

**forze di contatto:** le forze che agiscono per contatto tra i corpi a esempio come il vento su una vela o lo sforzo dei nostri muscoli;

**forze a distanza:** agiscono senza contatto, come la forza di gravità o la forza magnetica



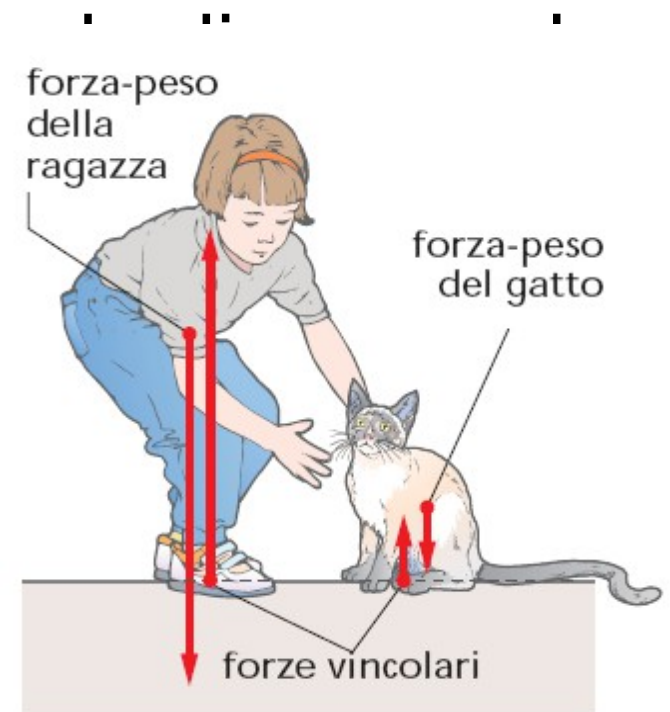
# I vincoli

Un **vincolo** è un oggetto che impedisce ad un corpo di compiere alcuni movimenti.

Esempi: il piano di un tavolo, il chi

I vincoli esercitano delle **forze vincolari** che vanno contate nella condizione di equilibrio.

Le forze vincolari **non** hanno intensità definita: il vincolo si adatta alla forza che agisce su di esso.



# Le forze di attrito

Sono forze di contatto che hanno sempre verso opposto al moto.

**Attrito radente:** si esercita tra due superfici.

**Attrito volvente:** si ha quando un corpo rotola su una superficie.

**Attrito viscoso:** si ha quando un corpo si muove in un fluido (ad es. l'aria).



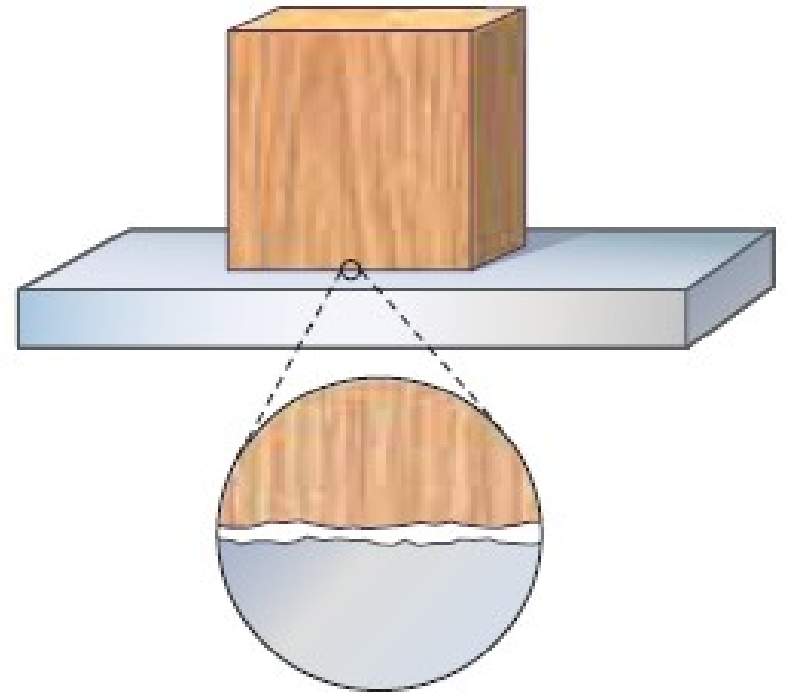


# Le forze di attrito radente

E' dovuta agli urti tra le microscopiche irregolarità delle superfici a contatto.

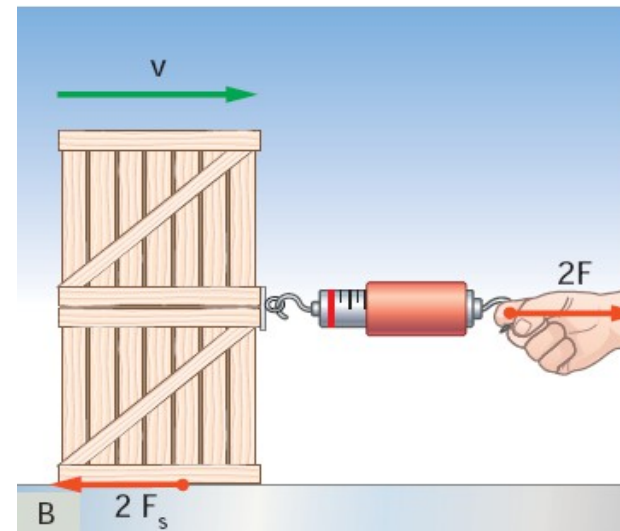
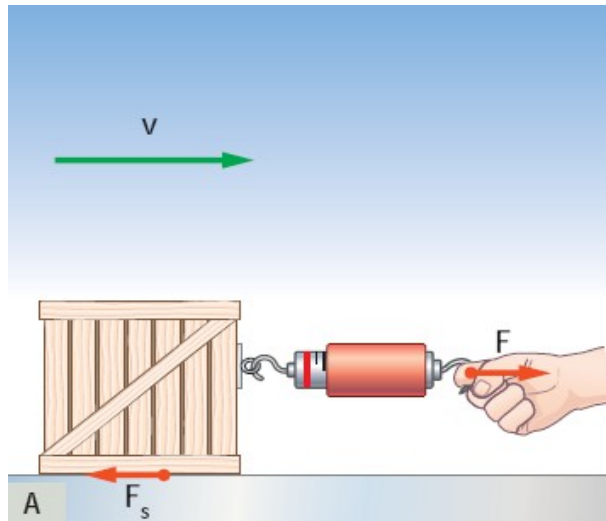
**Attrito radente statico:**  
ostacolo a mettere in moto un oggetto fermo.

**Attrito radente dinamico:**  
resistenza al movimento di un oggetto già in moto.



# Attrito radente statico

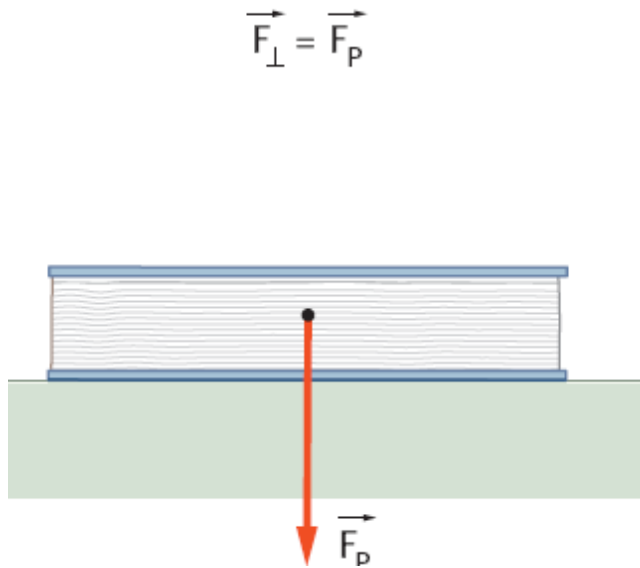
La forza necessaria a mettere in movimento un corpo, vincendo l'attrito radente statico, è **direttamente proporzionale al peso del corpo su un piano orizzontale.**



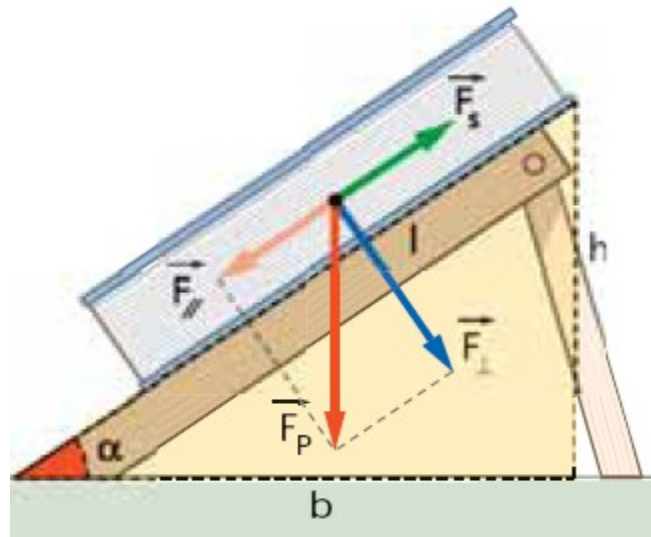
# Attrito radente statico

La forza premente è il modulo della forza con cui il corpo preme sulla superficie.

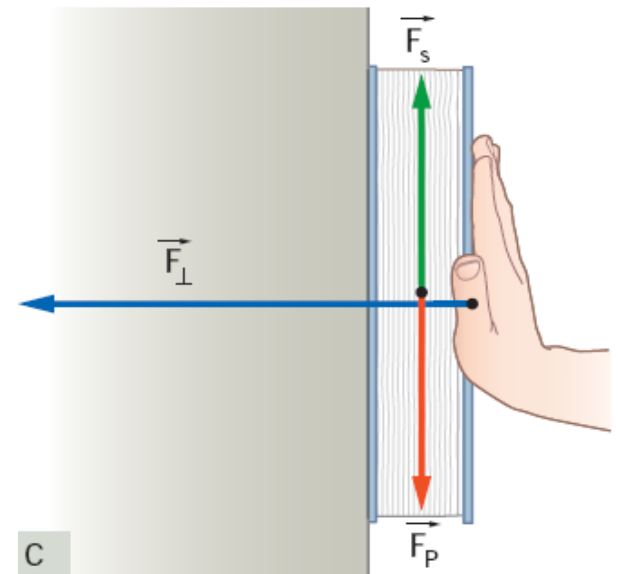
► Per un libro appoggiato orizzontalmente su un tavolo,  $F_{\perp}$  è il modulo  $F_P$  della forza-peso.



► Per un libro sul leggio,  $F_{\perp}$  è la componente della forza-peso perpendicolare al piano di appoggio.



► Per un libro spinto contro il muro,  $F_{\perp}$  è il valore della forza, perpendicolare al muro, esercitata dalla mano.



# Attrito radente statico

La costante di attrito statico  $\mu_s$  è un numero puro (adimensionale).

La forza di attrito statico:

**non dipende dall'area di contatto** tra le superfici;  
**è parallela** alla superficie di contatto;  
il suo verso si **oppone** al movimento.

forza al distacco (N)

$$F_s = \mu_s F_{\perp}$$

coefficiente di attrito statico  
(numero puro)

forza premente (N)

# Attrito radente dinamico

Si ha quando un blocco scivola lungo un piano.

La forza di attrito dinamico ha:

**modulo direttamente proporzionale** alla forza premente;

**direzione parallela** al piano;

**verso opposto** a quello del moto.

forza di attrito radente  
dinamico (N)

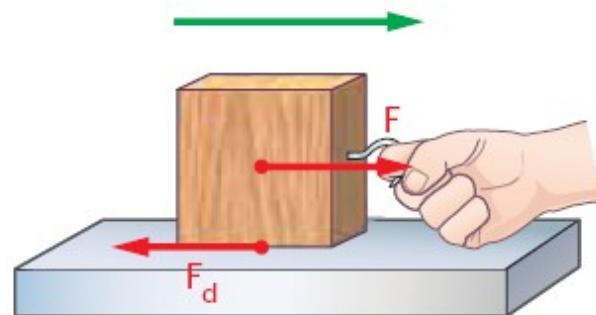
$$F_d = \mu_d F_{\perp}$$

coefficiente di attrito dinamico  
(numero puro)

forza premente (N)

# Coefficienti di attrito radente dinamico

Il coefficiente di attrito dinamico  $\mu_d$  è sempre minore di quello di attrito statico  $\mu_s$ .

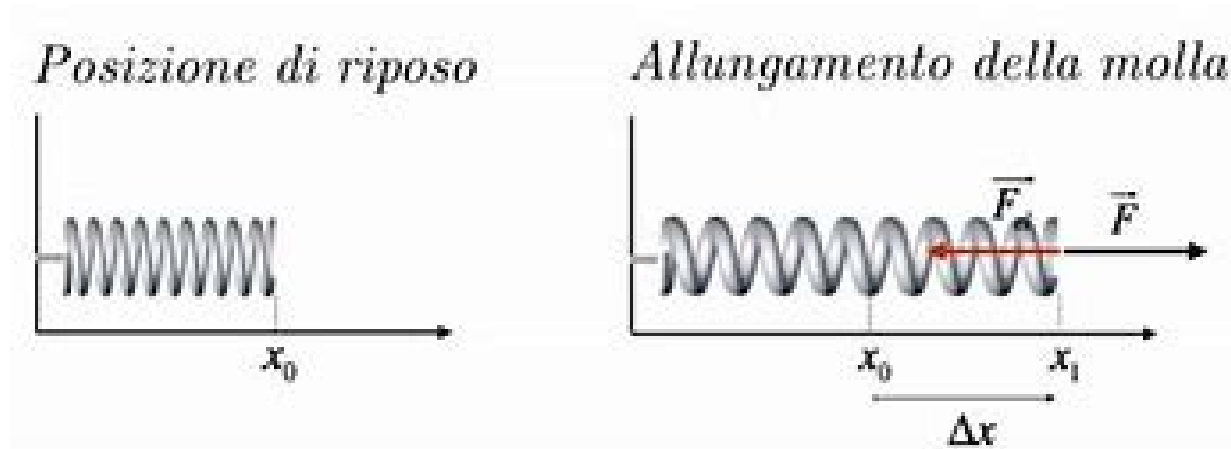


## COEFFICIENTI DI ATTRITO

Materiali	$\mu_s$	$\mu_d$
Acciaio su ghiaccio	0,1	0,05
Scarpe da arrampicata su roccia	1,0	0,8
Sci con sciolina su neve	0,1	0,05
Pneumatici su cemento (asciutto)	0,90	0,80
Pneumatici su cemento (bagnato)	0,30	0,25

# Forza elastica

E' quella che tende a fare ritornare una molla deformata nella posizione iniziale.  
E' direttamente proporzionale allo spostamento  $dx$  della molla.



# La legge di Hooke

La forza elastica della molla è direttamente proporzionale allo spostamento  $s$  dalla posizione di equilibrio (ed ha verso opposto).

forza elastica (N)

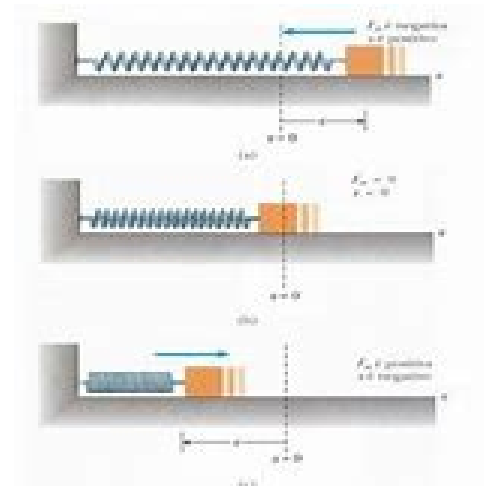
$$\vec{F} = -k\vec{s}$$

costante elastica della molla (N/m)

spostamento (m)

piu e grande, piu la molla e rigida.

La legge è valida per deformazioni **piccole** rispetto alla lunghezza della molla.

$$k = \frac{F}{s}$$




Nel corpo umano

Il nostro scheletro può essere considerato come un insieme di leve aventi come fulcro le articolazioni, come potenze i muscoli collegati alle ossa, e come resistenza i pesi da spostare. L'esame di alcune di queste

leve ci ha consentito di comprendere meglio il funzionamento del nostro

~~Cranio-~~ cranio- colonna vertebrale

Quando pieghiamo in avanti o all'indietro il capo facciamo leva sulla

nostra colonna vertebrale. Il fulcro si trova tra la prima vertebra (atlante) e la base del cranio, la potenza è nella forza dei muscoli del collo e la resistenza è il peso del capo.

Essendo il fulcro tra la potenza e la resistenza, si tratta di una leva di primo genere, che però è

Braccio-avambraccio

Quando flettiamo l'avambraccio in alto per sollevare un oggetto che abbiamo in mano facciamo leva sul gomito (fulcro). La potenza è rappresentata dalla forza del muscolo del braccio (bicipite) che, essendo legato all'avambraccio, agisce su questo tra l'articolazione del gomito e la mano

~~Gamba-piede~~ con il peso (resistenza). Quando camminiamo e ci alziamo in punta di piedi facciamo leva proprio sul fulcro e la resistenza, la leva è di terzo genere ed è sempre svantaggiosa.

Il muscolo del polpaccio, la cui forza rappresenta la potenza, tira in alto il calcagno, mentre il peso del nostro corpo, che agisce sulla pianta del piede, è la resistenza da vincere. La resistenza è applicata tra il fulcro e la potenza: si tratta di una leva di secondo genere, sempre vantaggiosa. Lo sforzo che noi facciamo per sollevarci o camminare è infatti piccolo