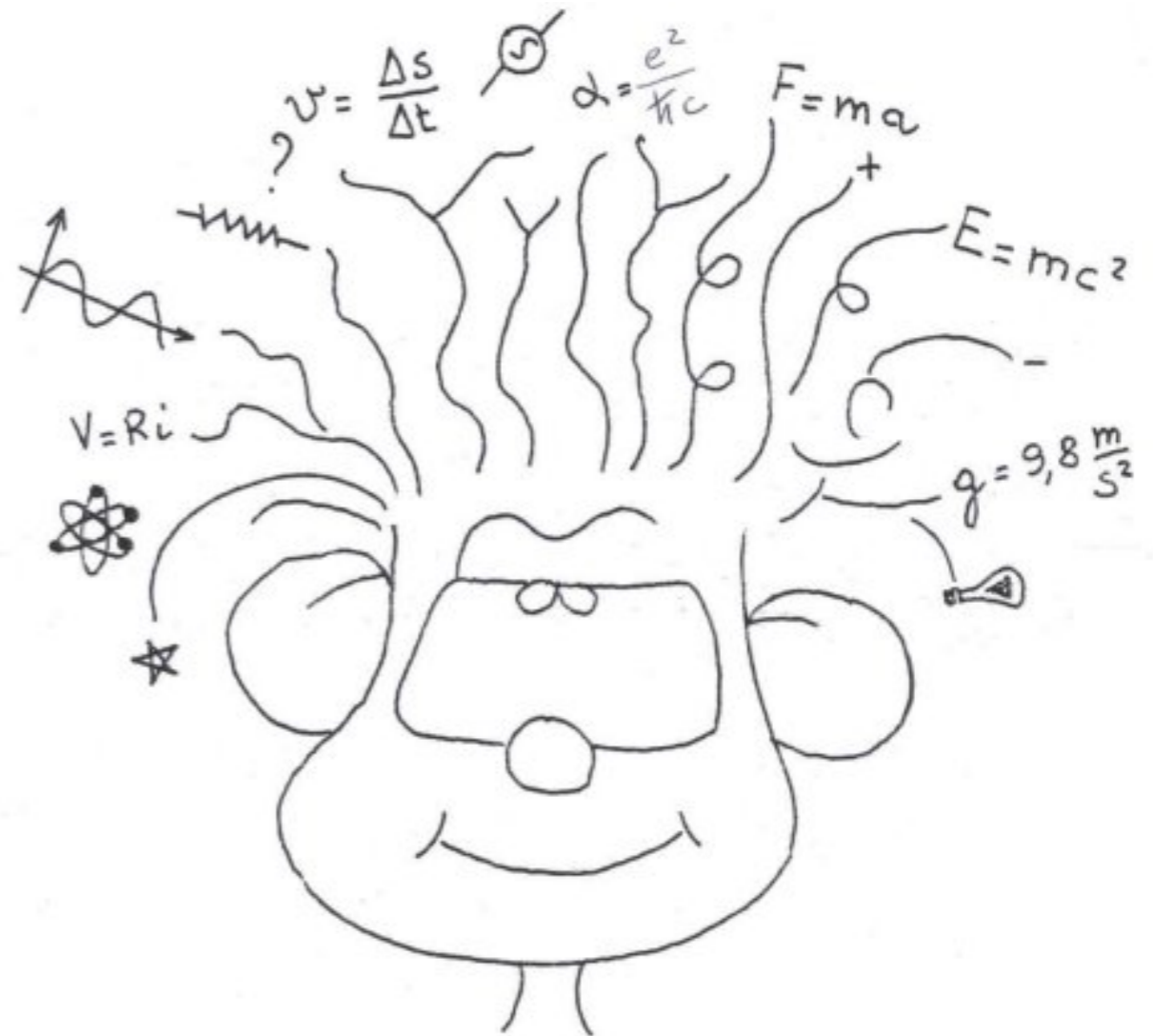
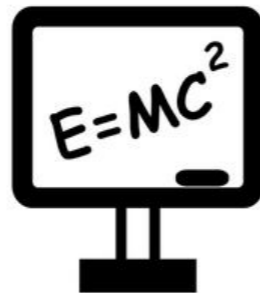
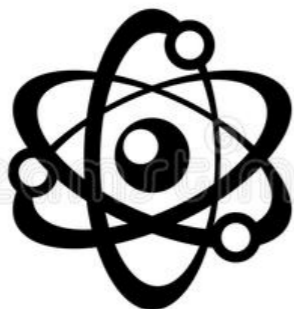
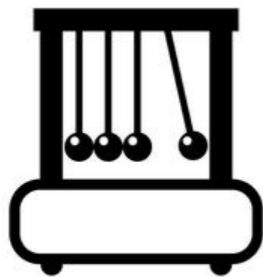
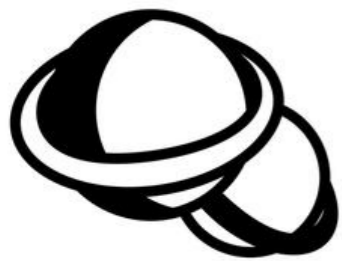




# Fisica applicata



**INFORMAZIONI DOCENTI**

**16 ore: Dott. Attilio Vargiu**

**Orario di ricevimento  
(previo appuntamento):  
Venerdì: 14:00-16:00**

**email: [vargiu@dsf.unica.it](mailto:vargiu@dsf.unica.it)**

**Tel: 070 675 4911**

**Ufficio 1C28 al 1° piano del  
Dip. di Fisica**

**8 ore: Dott. Daniele Chiriu**

**Orario di ricevimento  
(previo appuntamento):  
Martedì/Mercoledì: 14:30-16:30**

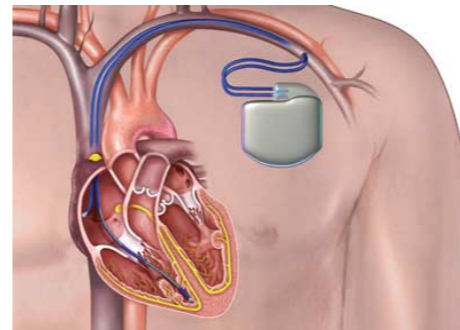
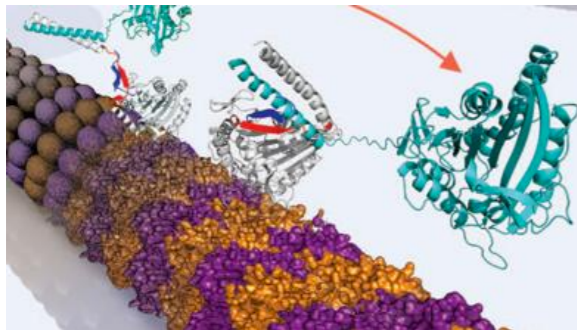
**email: [daniele.chiriu@dsf.unica.it](mailto:daniele.chiriu@dsf.unica.it)**

**Tel: 070 675 4827**

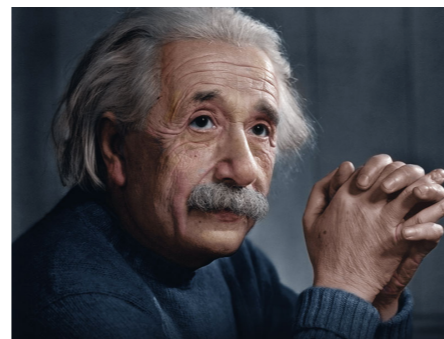
**Ufficio MC5 al piano mezzanino  
del Dip. di Fisica**

## Perchè studiare fisica ?

- **La Fisica è alla base di molti processi biologici**



- **La Fisica è una disciplina formativa**



- **Superare l'esame è essenziale per conseguire la Laurea!!!**

## PROGRAMMA DEL CORSO

- **Introduzione alla fisica:** grandezze fisiche e unità di misura, scalari vettori e operazioni tra vettori.
- **Cinematica e dinamica del punto,** leggi della dinamica e forza peso. Forze di attrito e forze vincolari. Lavoro, energia, e conservazione energia meccanica. La potenza.
- **Statica dei corpi rigidi:** baricentro, momento di una forza e condizioni di equilibrio. Le leve, classificazione e leve nel corpo umano.
- **I fluidi:** densità e pressione, statica dei fluidi, la portata. Esempi. Fluidi reali: viscosità e legge di Poiseuille, concetto di resistenza. Il sistema cardiocircolatorio.
- **Termologia e termodinamica:** scale termometriche, calore e capacità termica, i gas ideali. I principi della termodinamica e i cambiamenti di stato.
- **Elettromagnetismo classico:** Carica elettrica e campo elettrico. Potenziale elettrico. La corrente elettrica. Circuiti in corrente continua. Magnetismo. Induzione elettromagnetica e legge di Faraday. Le onde elettromagnetiche. Propagazione della luce: ottica geometrica. La natura ondulatoria della luce. Strumenti ottici.
- **Cenni ad argomenti avanzati\*:** Nascita della teoria quantistica e modelli dell'atomo. Molecole e solidi. Fisica nucleare e radioattività. Energia nucleare. Effetti e impieghi della radiazione.

\*Questi argomenti verranno trattati in via opzionale

## **Obiettivi del corso**

- Introdurre il significato di “legge fisica”
- Introdurre alcuni fondamentali principi della Fisica
- Fornire una prima conoscenza delle leggi fisiche e delle loro applicazioni più comuni
- Introdurre all’analisi quantitativa dei fenomeni fisici

## **Dettagli sul corso**

Questo corso come tutti i vostri corsi **DEVE** essere seguito:

la frequenza e' fondamentale

la selezione del materiale non è banale, l'unico modo per saperlo è seguire le lezioni

le trasparenze delle lezioni non saranno esaustive **ma un buon punto di partenza**

## Testi consigliati:

In generale qualsiasi testo di Fisica a livello universitario contiene materiale a sufficienza

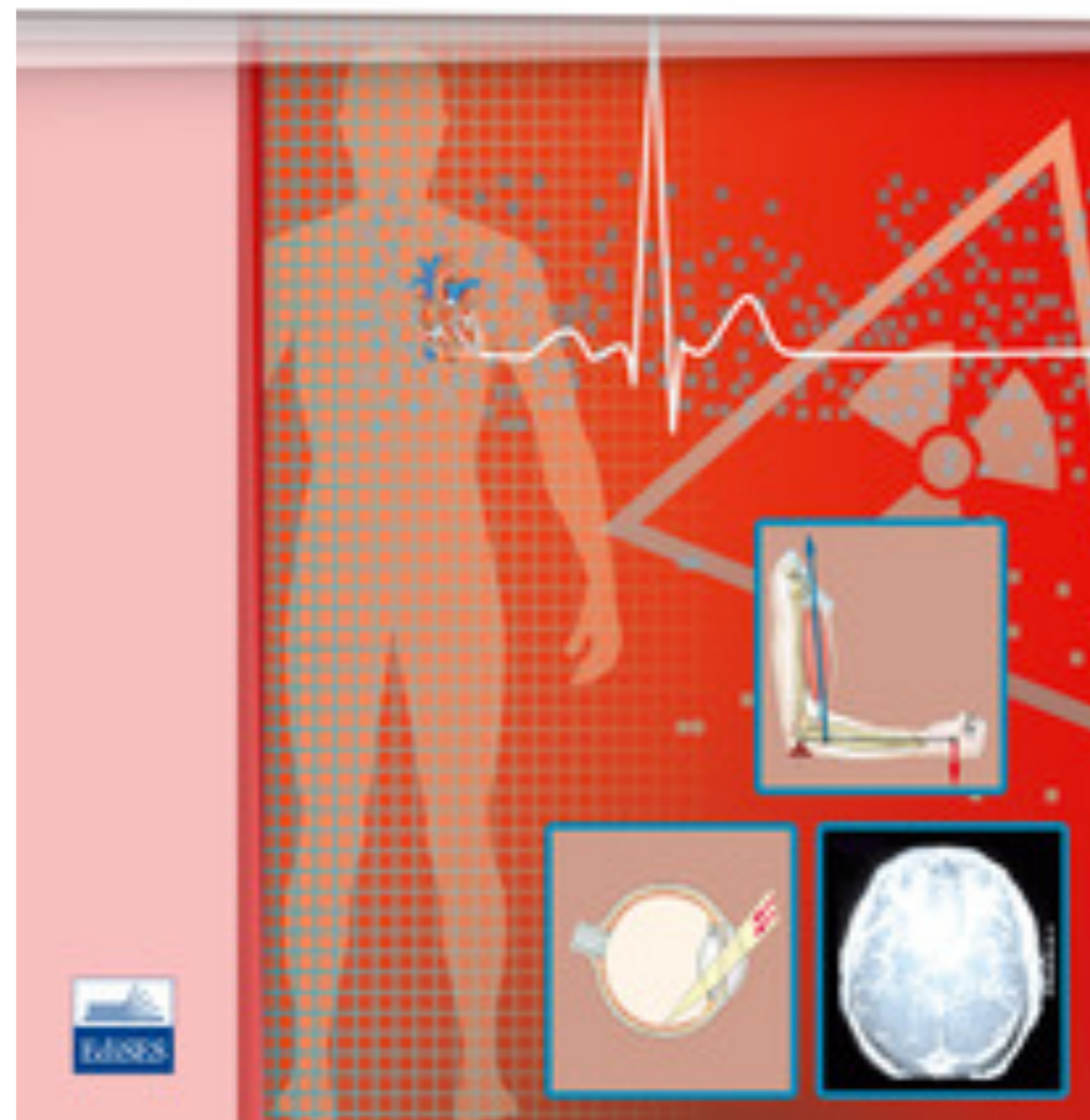
Testi consigliati:

- D. Scannicchio, E. Giroletti, “Elementi di Fisica Biomedica”, Edises, Napoli;
- Regozzino, “Elementi di Fisica”, Edises, Napoli;
- F. Bersani, S. Bettati, P.F. Biagi, V. Capozzi, L. Feroci, M. Lepore, D.G. Mita, I. Ortalli, G. Roberti, P. Viglino, A. Vitturi, “Fisica Biomedica”, Piccin, Padova.

D. Scannicchio • E. Giroletti



## Elementi di Fisica Biomedica



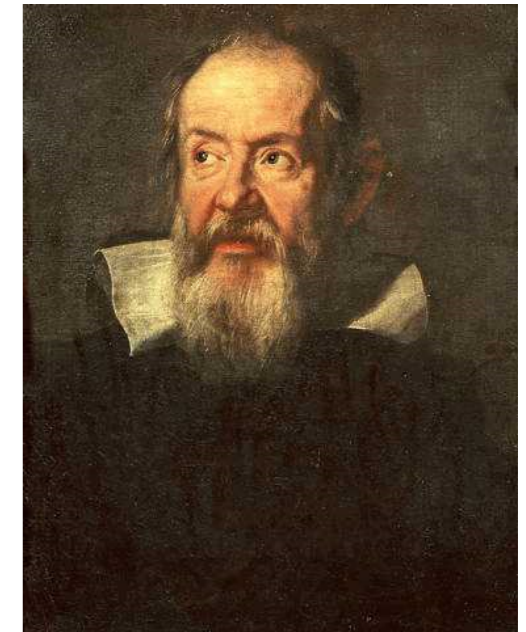
## Da fare

- **intervenire** a lezione con **domande, chiarimenti**, e provare a fornire risposte alle domande
- studiare insieme ai colleghi
- **studiare durante il corso** per poter seguire le lezioni in classe
- ripetere man mano le nozioni matematiche che sono utilizzate nel corso e gli esercizi

## Da non fare

- rinunciare a comprendere
- risolvere i problemi senza capirli
- pensare di aver capito la teoria se non si riescono a risolvere gli esercizi

*Il libro della Natura è scritto in lingua matematica, e i caratteri son triangoli, cerchi, ed altre figure geometriche.*



## Il metodo scientifico di Galileo

- “**Osservazione**” e “**schematizzazione**” di un fenomeno fisico
- “**Misura**” di una legge fisica (determinazione di una relazione matematica)
  1. è necessario scegliere una unità di misura (sistema di unità)
  2. la misura è affetta da imprecisioni sperimentali (errore e approssimazione)
- “**Verifica**” sperimentale

**schematizzazione:** si analizza il fenomeno naturale **per gradi** (es.: lancio di un sasso) individuando **la causa dominante** e sostituendo il fenomeno naturale **con un modello semplificato** che permette di stabilire **correlazioni tra le osservabili** (altezza massima raggiunta, tempo impiegato)

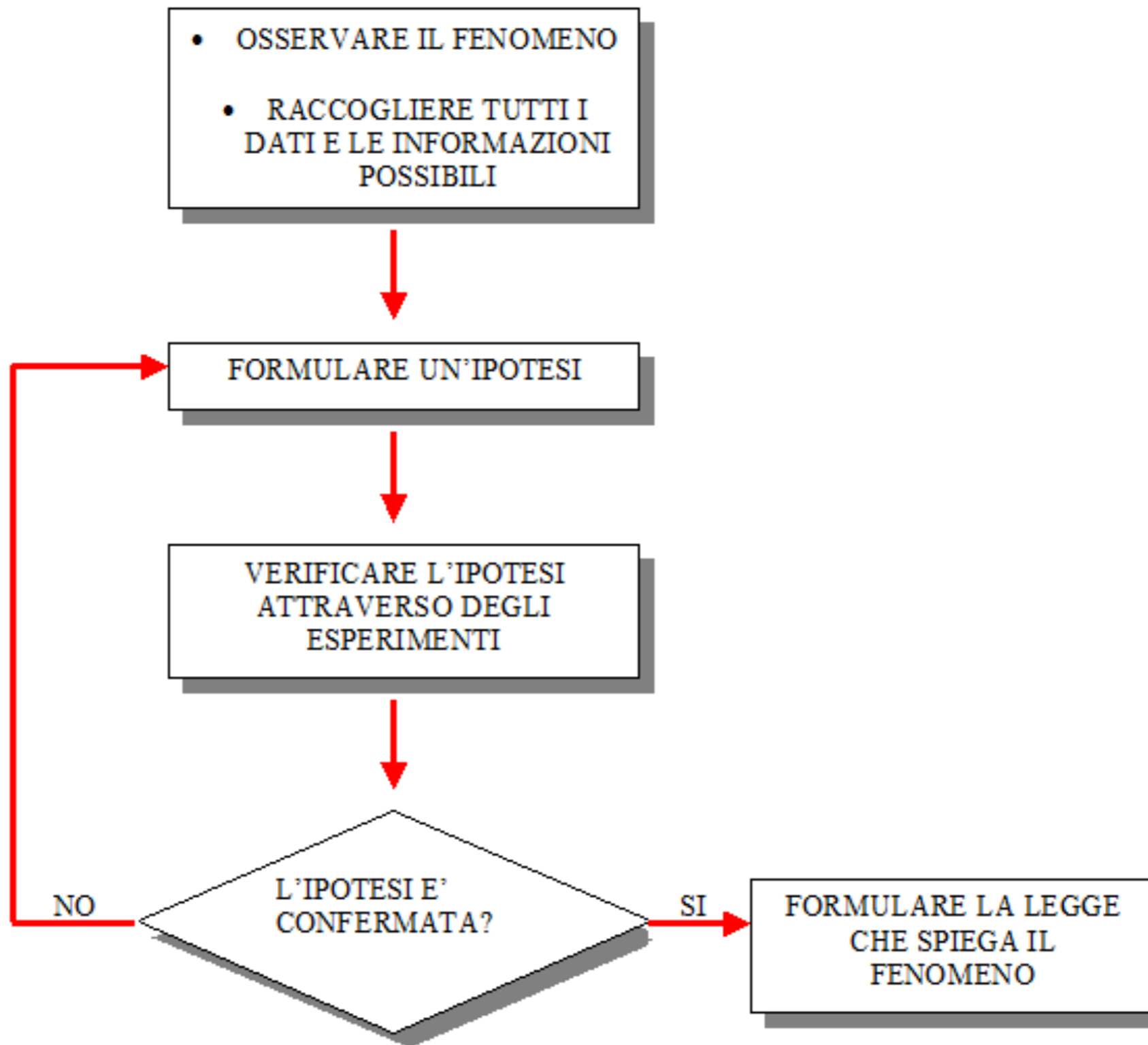
**misura:** associare un **numero seguito da una unità di misura** ad ogni **ente fisico individuato come essenziale**. Una grandezza fisica deve essere **definita in modo operativo**, cioè devono essere **date regole precise ed universali per misurarla**. I risultati di una misura devono essere **oggettivi e riproducibili**.

**osservazione sperimentale:** individuare **correlazioni quantitative tra i valori numerici delle misure (grafici e/o tabelle)**

**leggi:** i risultati delle osservazioni vengono trascritti in **relazioni matematiche**

**previsione:** dalle leggi ottenute si può calcolare il **risultato atteso in date condizioni**

**verifica sperimentale delle previsioni:** rappresenta una verifica delle leggi applicate



## La Misura delle Grandezze Fisiche

- Misura “**diretta**” di grandezze fisiche
- Misura “**indiretta**” di grandezze fisiche

### Misure Dirette

Nella misurazione “**diretta**” di una grandezza fisica si sceglie una grandezza omogenea (dello stesso tipo) definita *campione* e la si paragona alla grandezza da misurare.

- Le grandezze per le quali è possibile effettuare misure dirette sono espresse in unità di misura fondamentali
- Le unità di misura fondamentali nel Sistema Internazionale sono 7

## Sistema Internazionale di unità di misura (MKS)

Grandezza fisica fondamentale	Unità di misura	Simbolo	Definizione
Lunghezza	Metro	m	Lunghezza percorsa dalla luce in $1/299792458$ di secondo
Massa	Kilogrammo	kg	Fino al 20/05/2019: Massa del campione platino-iridio, conservato nel Museo Internazionale di Pesi e Misure di Sèvres (Parigi). Dal 20/05/2019 definito considerando il valore numerico della <b>costante di Planck</b> ( $6.62607004 \cdot 10^{-34}$ Js) e realizzato attraverso una speciale bilancia detta <b>bilancia di Kibble</b> .
Tempo	Secondo	s	Durata di 9192631770 periodi della radiazione corrispondente alla transizione tra i livelli iperfini dello stato fondamentale dell'atomo di cesio-133
Temperatura assoluta	Kelvin	K	Valore corrispondente a $1/273,16$ della temperatura termodinamica del punto triplo dell'acqua
Intensità di corrente	Ampère	A	Quantità di corrente che scorre all'interno di due fili paralleli e rettilinei, di lunghezza infinita e sezione trascurabile, immersi nel vuoto ad una distanza di un metro, induce in loro una forza di attrazione o repulsione di $2 \cdot 10^{-7}$ N per ogni metro di lunghezza
Quantità di sostanza	Mole	mol	Quantità di materia di una sostanza tale da contenere tante particelle elementari quante ne contengono 0,012 kg di carbonio-12. Tale valore corrisponde al numero di Avogadro
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

## La lunghezza

Per misurare una lunghezza la confrontiamo con una analoga grandezza che chiamiamo **metro (m)**. Il regolo graduato permette poi il raffronto della grandezza da misurare con sottomultipli della grandezza **metro**.

## Il tempo

Considerazioni analoghe valgono per la misura dei tempi tramite un orologio. Si può scegliere come grandezza campione l'anno solare ed un suo sottomultiplo che è **il secondo (s)**.

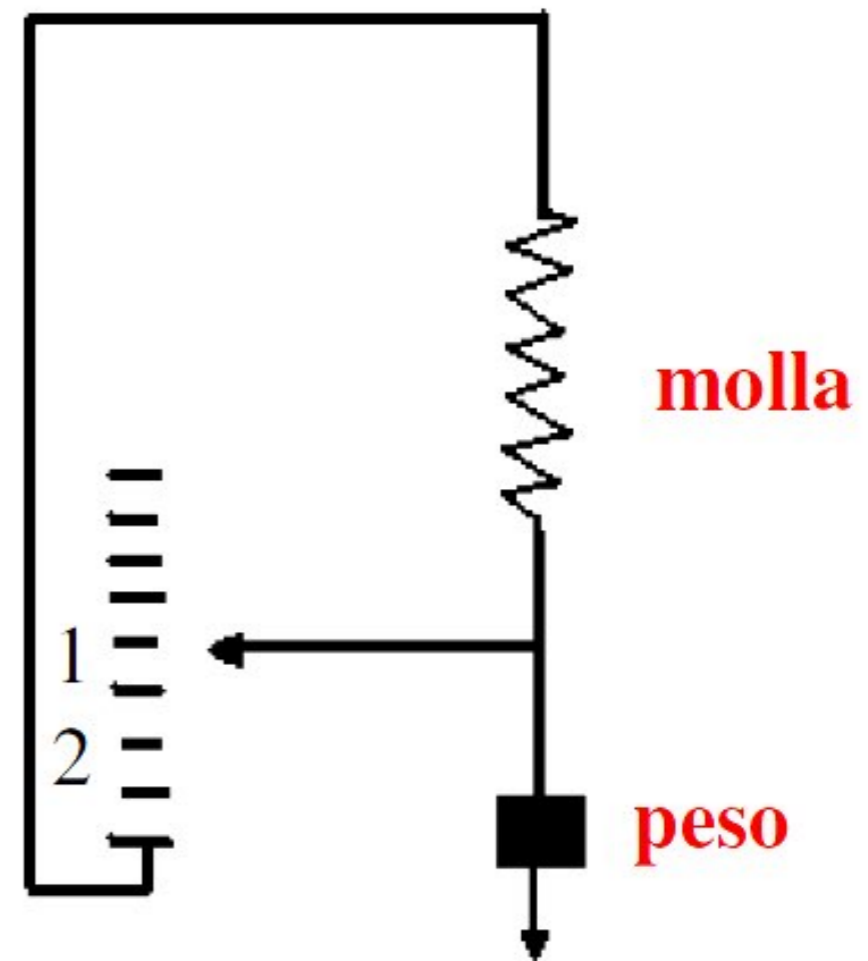
Multipli e sottomultipli del *metro*, *secondo* e *kg*

## Sistema Internazionale MKS

Lunghezze (m)	Tempi (s)	Masse (kg)
1 km = 1000 m	1 anno = 31536000 s	1 Ton = 10 <sup>3</sup> kg
1 mm = 10 <sup>-3</sup> m	1 giorno = 86400 s	1 g = 10 <sup>-3</sup> kg
1 μm = 10 <sup>-6</sup> m	1 ms = 10 <sup>-3</sup> s	1 mg = 10 <sup>-6</sup> kg
1 nm = 10 <sup>-9</sup> m	1 μs = 10 <sup>-6</sup> s	1 μg = 10 <sup>-9</sup> kg
1 Å = 10 <sup>-10</sup> m	1 ns = 10 <sup>-9</sup> s	1 ng = 10 <sup>-12</sup> kg

## La massa

Si può adoperare un **dinamometro** per misurare le masse. Ciò attraverso la forza di gravità e la reazione della molla. Oppure analogamente una bilancia a piatti uguali.



## Esempio : Le Aree

$$\begin{aligned} \text{☞ } 1 \text{ m}^2 &= 10^2 \text{ dm}^2 = 10^4 \text{ cm}^2 = 10^6 \text{ mm}^2 = 10^{12} \mu\text{m}^2 \\ &= 10^{-6} \text{ km}^2 \end{aligned}$$

## Esempio : I Volumi

$$\begin{aligned} \text{☞ } 1 \text{ m}^3 &= 10^3 \text{ dm}^3 = 10^6 \text{ cm}^3 = 10^9 \text{ mm}^3 = 10^{18} \mu\text{m}^3 \\ &= 10^{-9} \text{ km}^3 \end{aligned}$$

$$\text{☞ } 1 \text{ dm}^3 = 1 \text{ litro}$$

## Misure Indirette

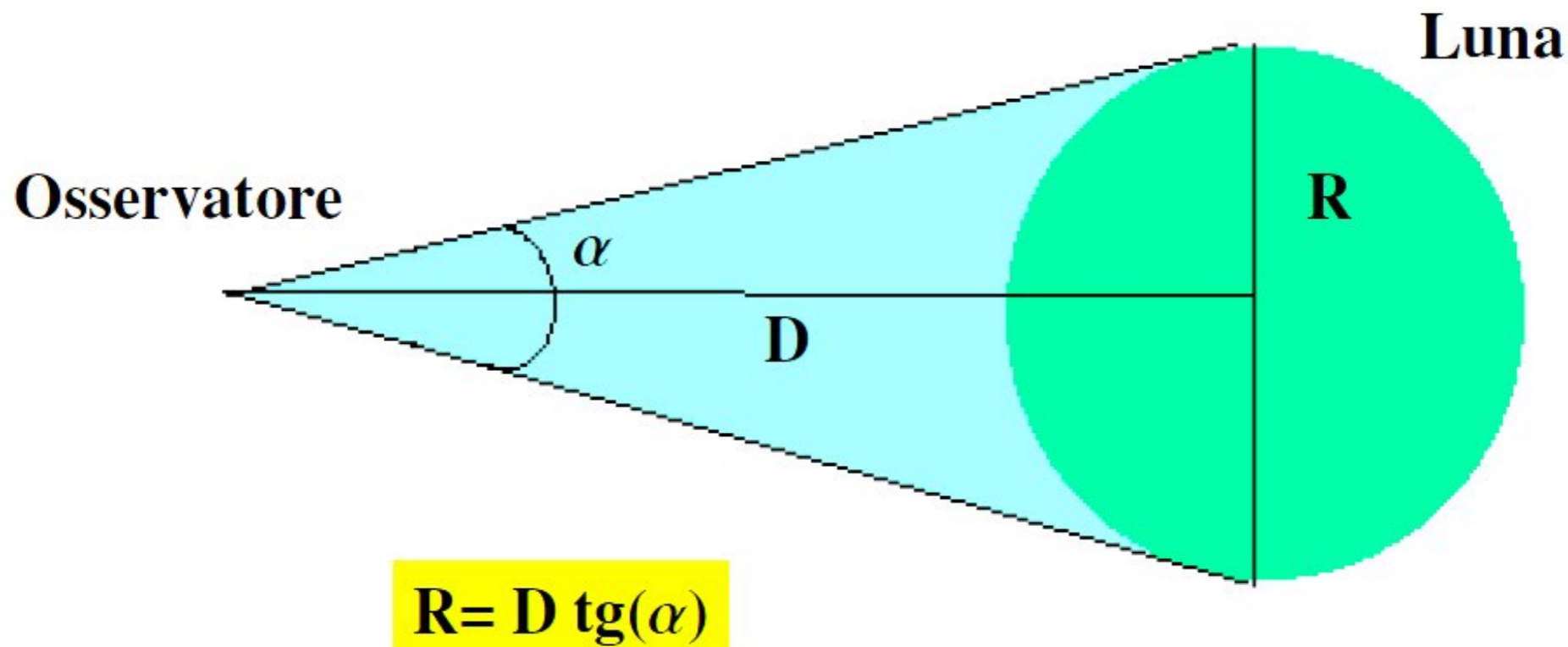
Per alcune misure di grandezze fisiche la definizione operativa già indicata, ovvero la misura attraverso il confronto diretto con la quantità campione, è impossibile.

Volendo misurare il diametro della Luna non potremo mai pensare di usare direttamente il regolo graduato. Allo stesso modo la misura della temperatura superficiale del Sole non potrà essere condotta con l'ausilio di un semplice termometro.

In questi due casi come in molti altre situazioni simili si dovrà ricorrere ad una **misura indiretta**. Si considera qualche legge fisica nella quale intervenga la grandezza da misurare più altre direttamente accessibili.

$$f(x, a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6) = 0$$

$x$  è la quantità inaccessibile da misurare, collegata alle quantità  $a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6$  che sono invece direttamente misurabili dalla relazione (legge fisica)  $f(..) = 0$



## Angoli in radianti

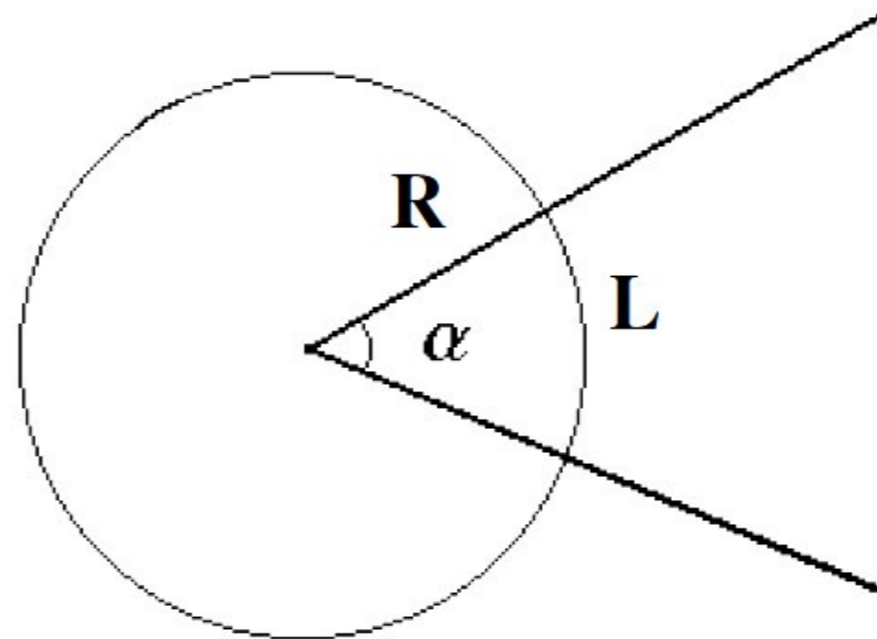
La misura degli angoli in radianti si basa sull'intersezione di un generico angolo con una circonferenza di centro il vertice dell'angolo e di raggio 1. L'arco  $L$  è la misura dell'angolo  $\alpha$  corrispondente in radianti: se  $R \neq 1$ ,  $\alpha(\text{rad}) = L/R$

angolo giro  $\rightarrow 2\pi$

angolo piatto  $\rightarrow \pi$

angolo retto  $\rightarrow \pi/2$

$$\alpha(\text{rad}): \alpha(\text{grad}) = \pi : 180$$



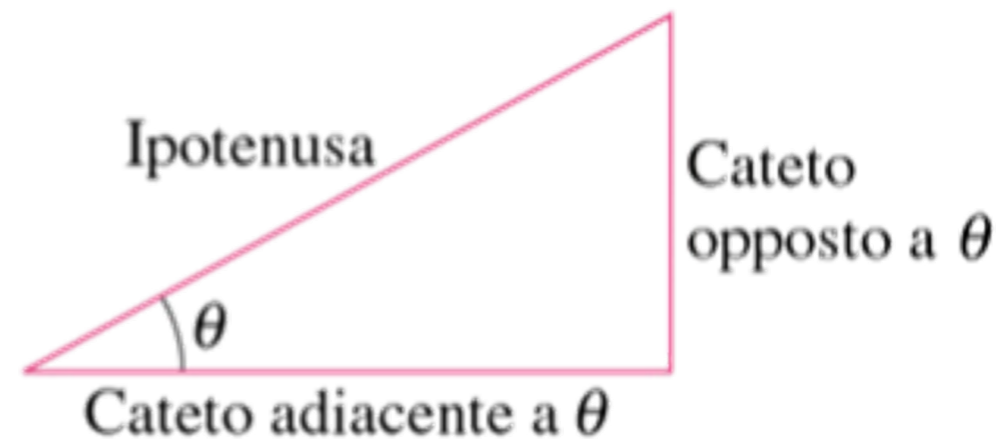
L'angolo espresso in radianti è una grandezza adimensionale  
(rapporto fra grandezze omogenee)

# Trigonometria

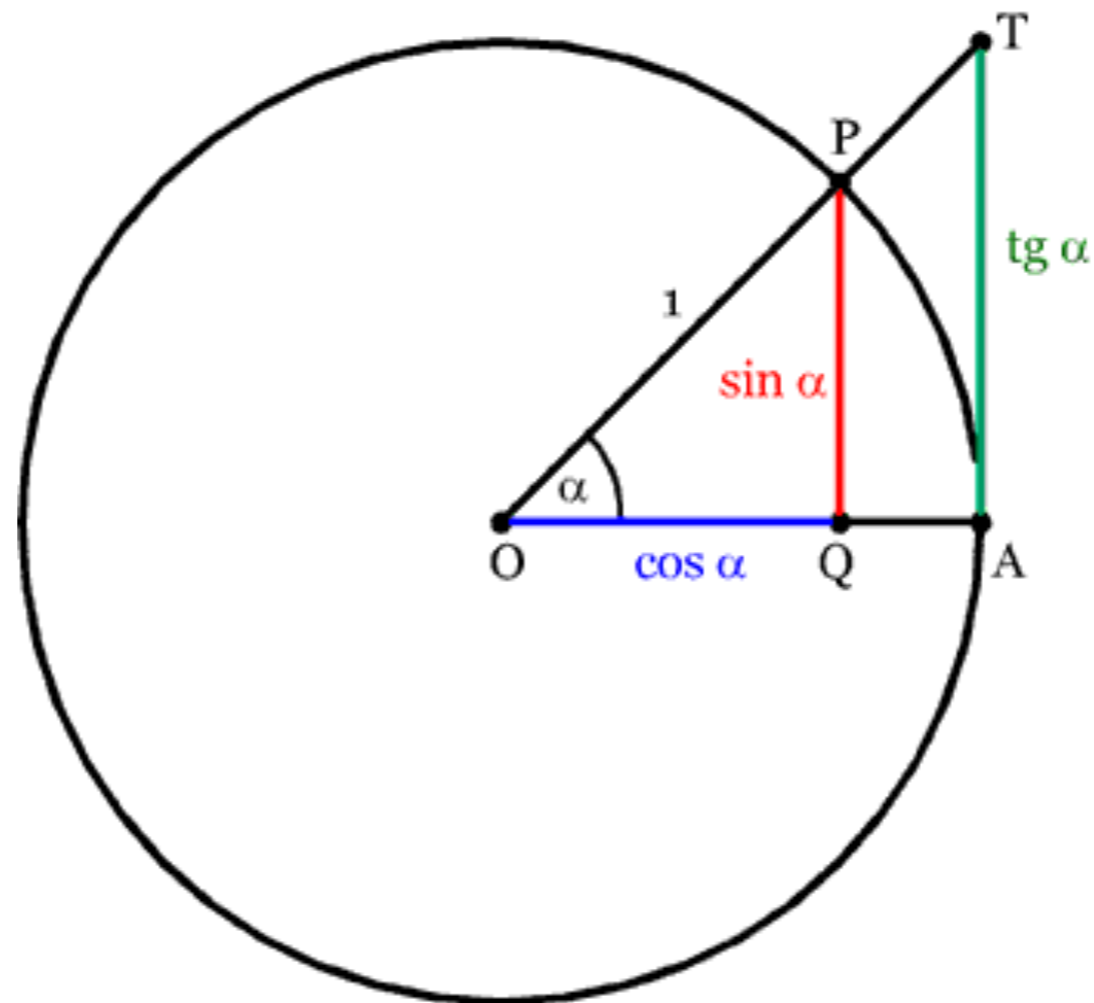
$$\sin \theta = \frac{\text{cateto opposto a } \theta}{\text{ipotenusa}}$$

$$\cos \theta = \frac{\text{cateto adiacente a } \theta}{\text{ipotenusa}}$$

$$\tan \theta = \frac{\text{cateto opposto a } \theta}{\text{cateto adiacente a } \theta}$$



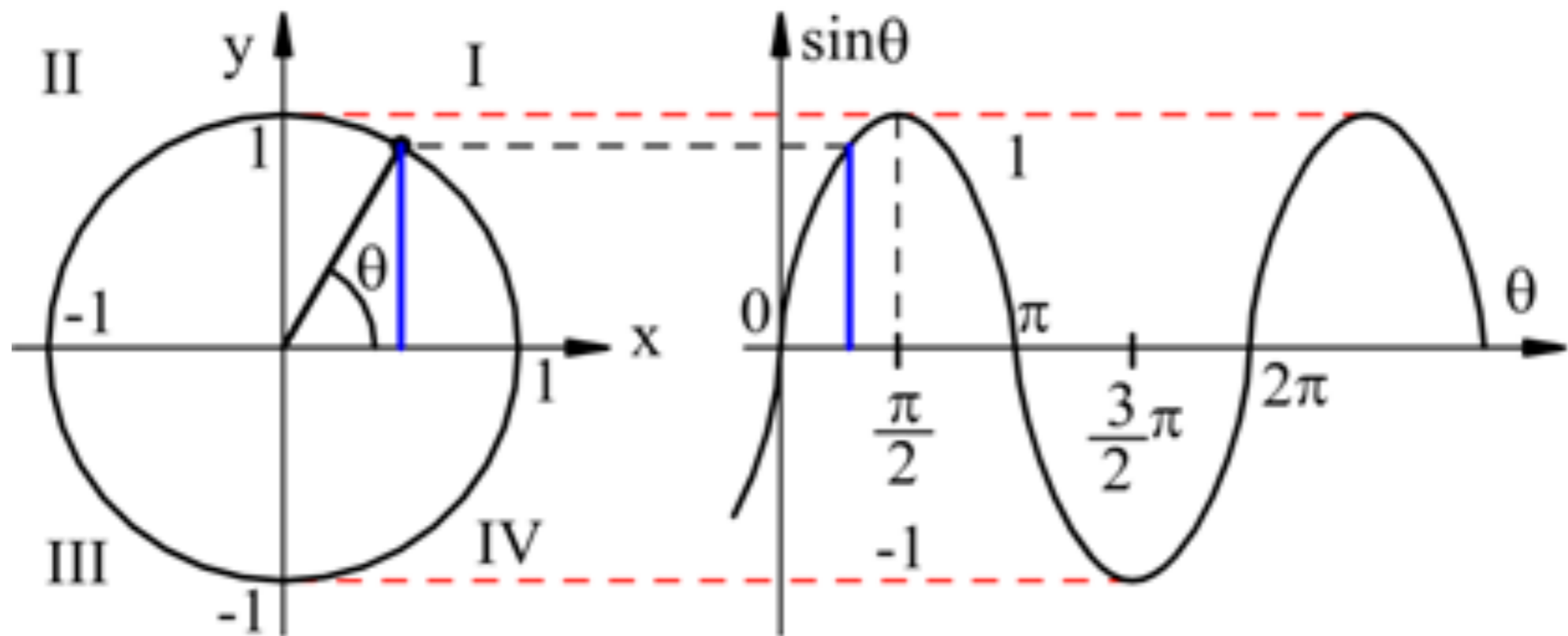
## Circonferenza goniometrica



Strumento utile per capire gli andamenti e le relazioni fra le funzioni trigonometriche  $\sin$ ,  $\cos$ ,  $\text{tg}$  ( $\text{cotg}$ ).

# Funzioni trigonometriche

## Seno

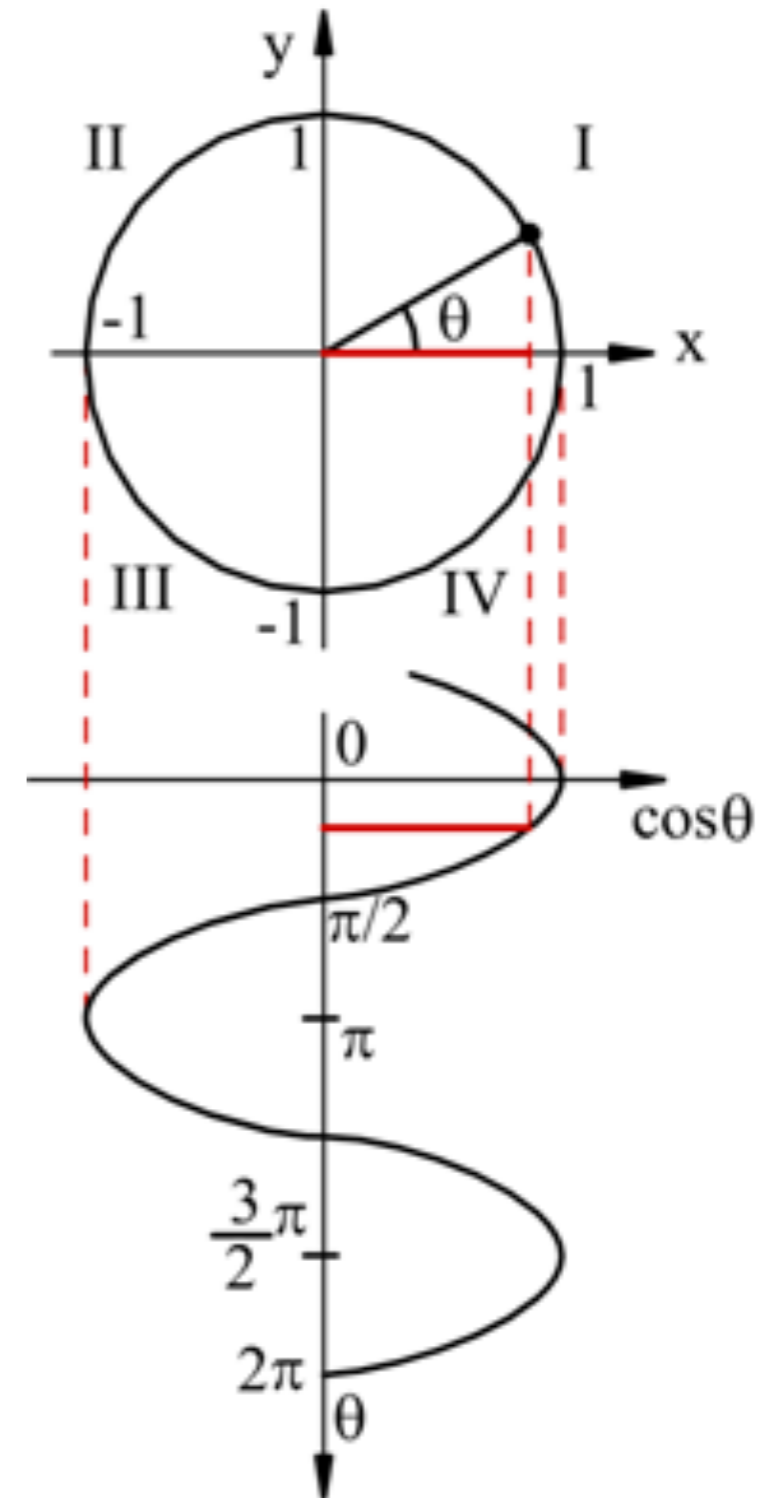


$$\sin \vartheta \xrightarrow{\vartheta \rightarrow 0} \vartheta$$

# Funzioni trigonometriche

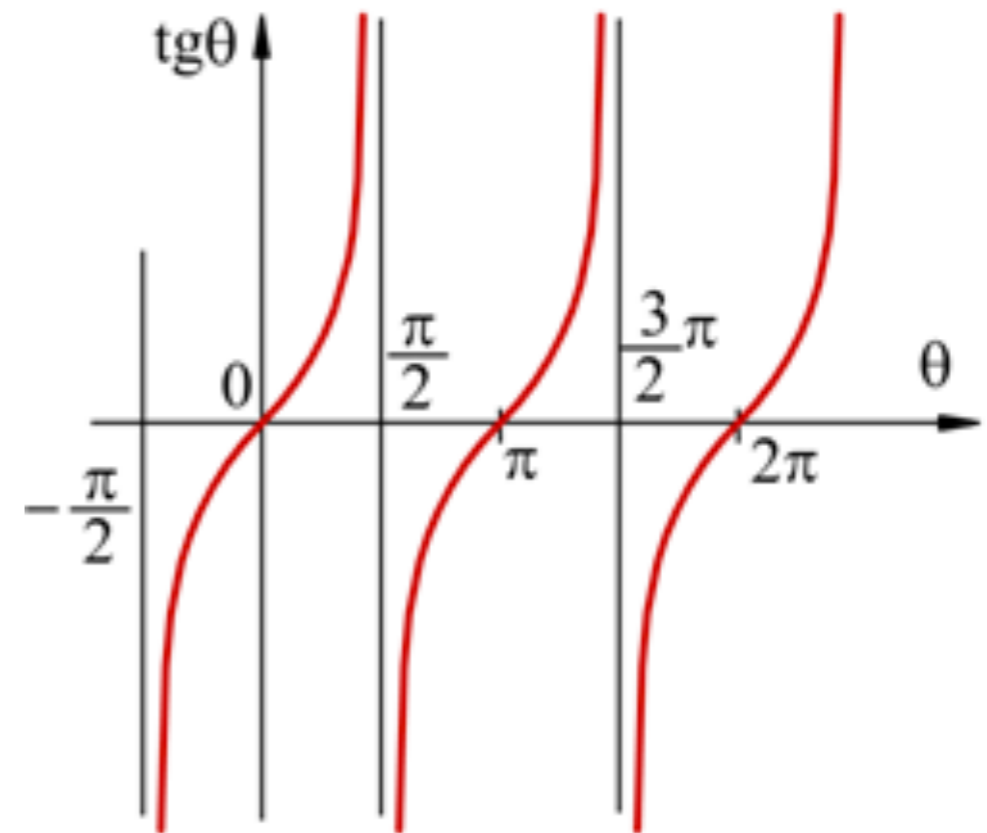
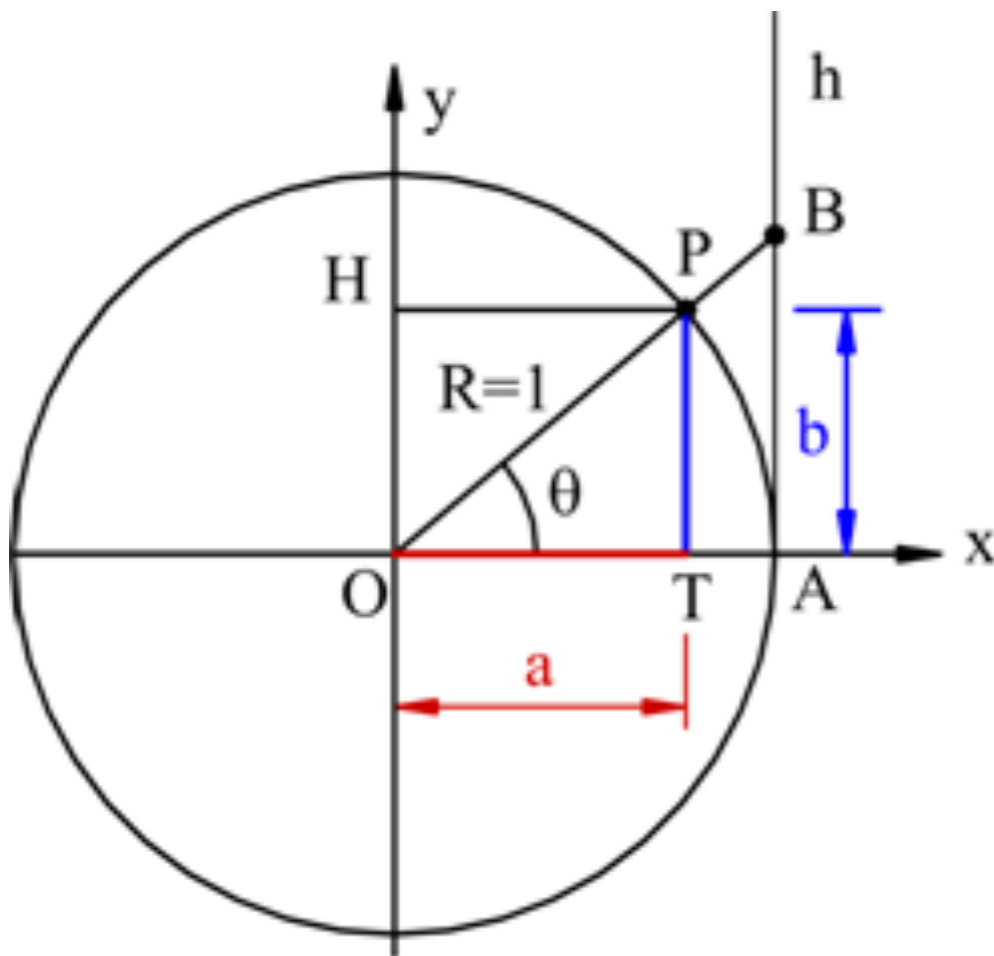
Coseno

$$\cos \vartheta \xrightarrow{\vartheta \rightarrow 0} 1 - \frac{\vartheta^2}{2}$$



# Funzioni trigonometriche

## Tangente (b/a)



$$\tan \vartheta \xrightarrow{\vartheta \rightarrow 0} \vartheta$$

## Quantità scalari e quantità vettoriali

In Fisica tutte le grandezze si suddividono in quantità scalari, vettoriali, etc... Come conseguenza di questa classificazione in ogni legge fisica

$$\mathbf{A} = \mathbf{B}$$

**A** e **B** debbono essere sempre grandezze omogenee:

**scalare = scalare** oppure **vettore = vettore**

Grandezze scalari: per essere completamente definite hanno bisogno di un solo numero

Grandezze vettoriali: per essere completamente definite hanno bisogno di più numeri

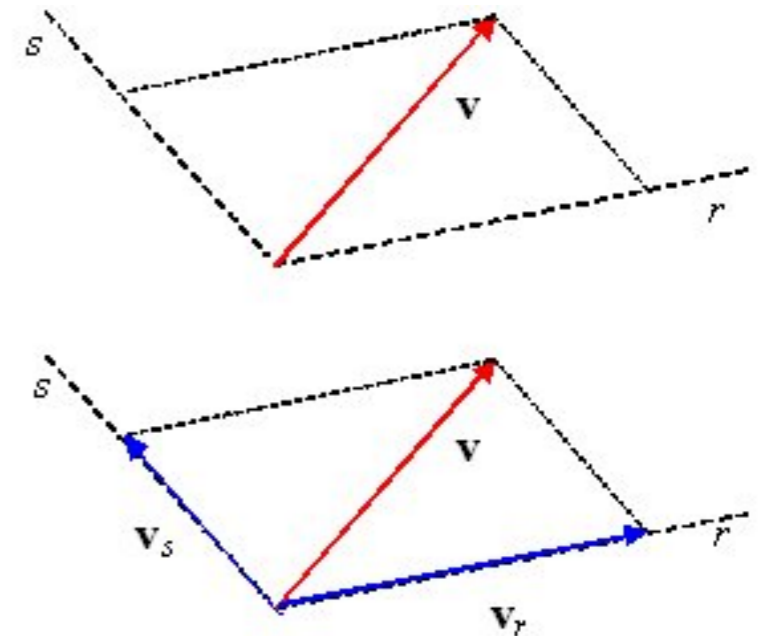
Per informare un medico della nostra temperatura basta che gli leggiamo il numero indicato dalla colonnina di mercurio. Lo stesso vale per il nostro peso o l'altezza. Da questo deduciamo che **Temperatura, Massa, Lunghezza** sono grandezze fisiche **Scalari**.

Se vogliamo informare qualcuno del nostro spostamento da un luogo scelto come punto d'incontro non basta dirgli di quanti metri ci siamo spostati! Dobbiamo indicargli anche la direzione lungo la quale ci siamo mossi se vogliamo essere rintracciati. **Lo spostamento è una quantità Vettoriale.**

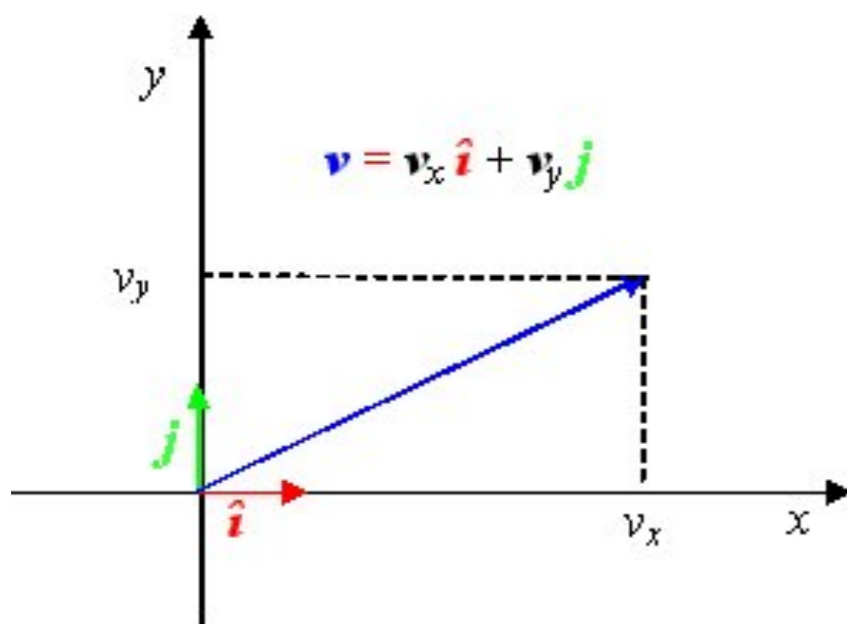
# Scomposizione di un vettore

Ogni vettore può essere scomposto in componenti (in 2 o più dimensioni) usando un sistema di riferimento.

Scomposizione del vettore  $\mathbf{v}$  lungo i due assi arbitrari  $r$  e  $s$ :  
Regola del parallelogramma.



Scomposizione del vettore  $\mathbf{v}$  lungo gli assi cartesiani  $x$  e  $y$  (individuati, rispettivamente, dai versori  $\mathbf{i}$  e  $\mathbf{j}$ ): ad ogni punto del piano  $xy$  corrisponde una coppia di numeri detta coordinate.



$$\vec{V} = v_x \vec{i} + v_y \vec{j}$$

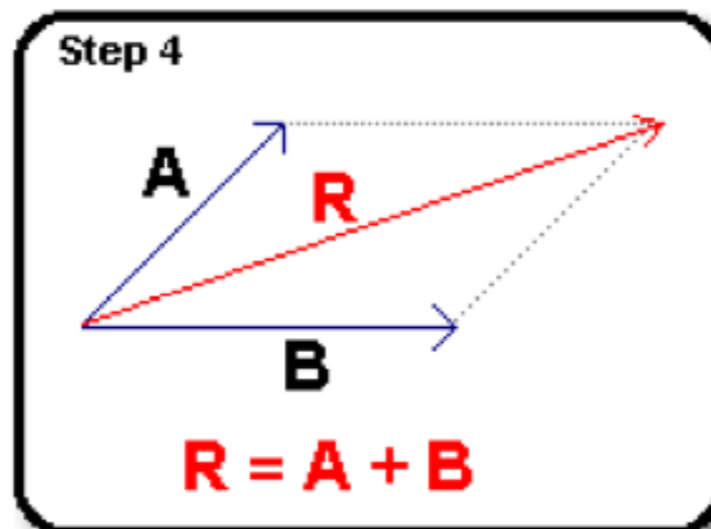
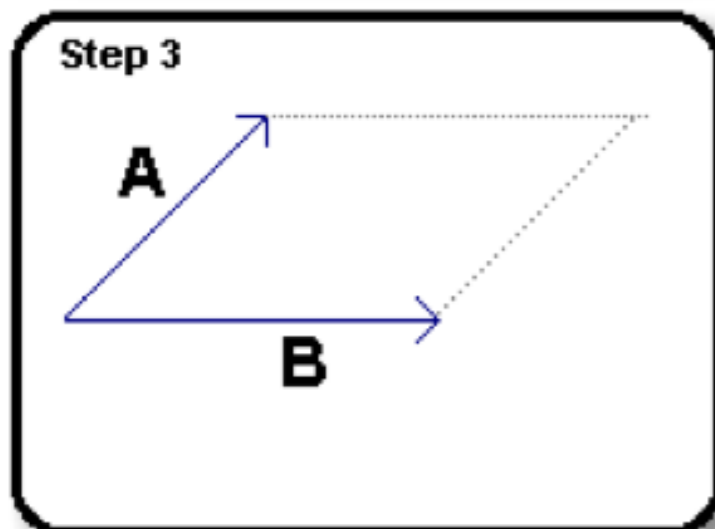
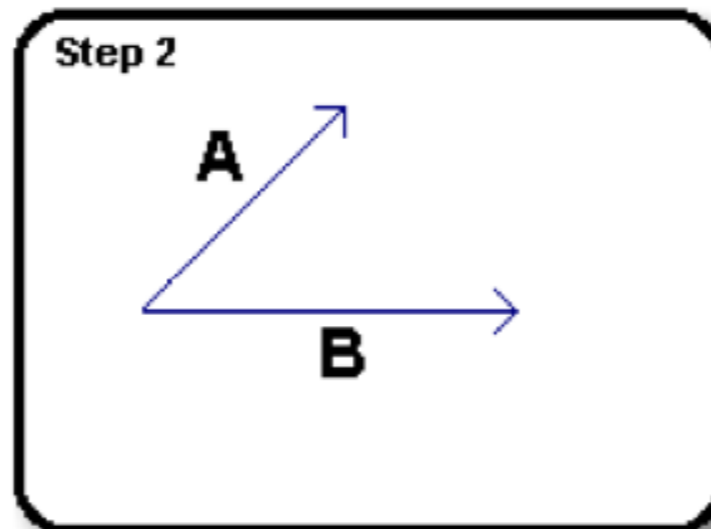
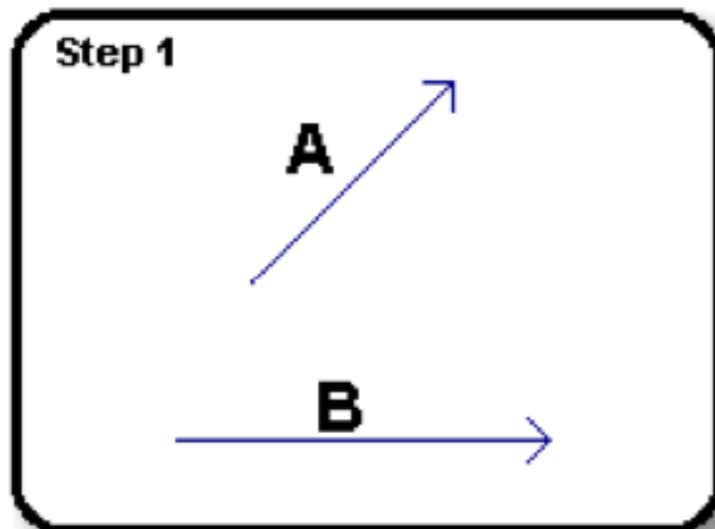
$$v_x = |\vec{v}| \cos \theta$$

$$v_y = |\vec{v}| \sin \theta$$

$$|\mathbf{v}| = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$

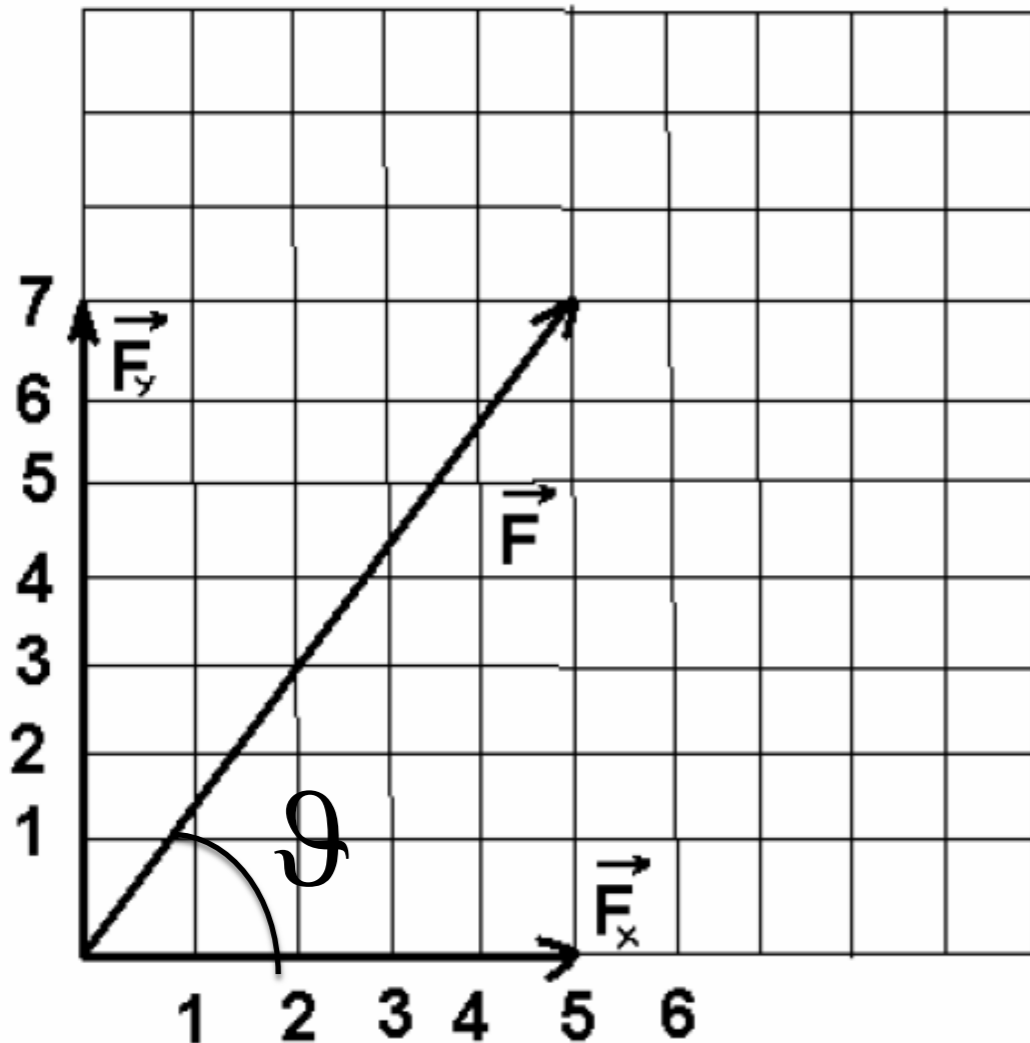
# Somma di vettori

## Regola del parallelogramma



- 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

# Scomposizione di un vettore



$$\vec{v} = 5\vec{i} + 7\vec{j}$$

$$F_x = |\vec{F}| \cos \theta = 5$$

$$F_y = |\vec{F}| \sin \theta = 7$$

$$|\vec{F}| = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \sqrt{25 + 49} = \sqrt{74}$$

# Prodotto di un numero per un vettore

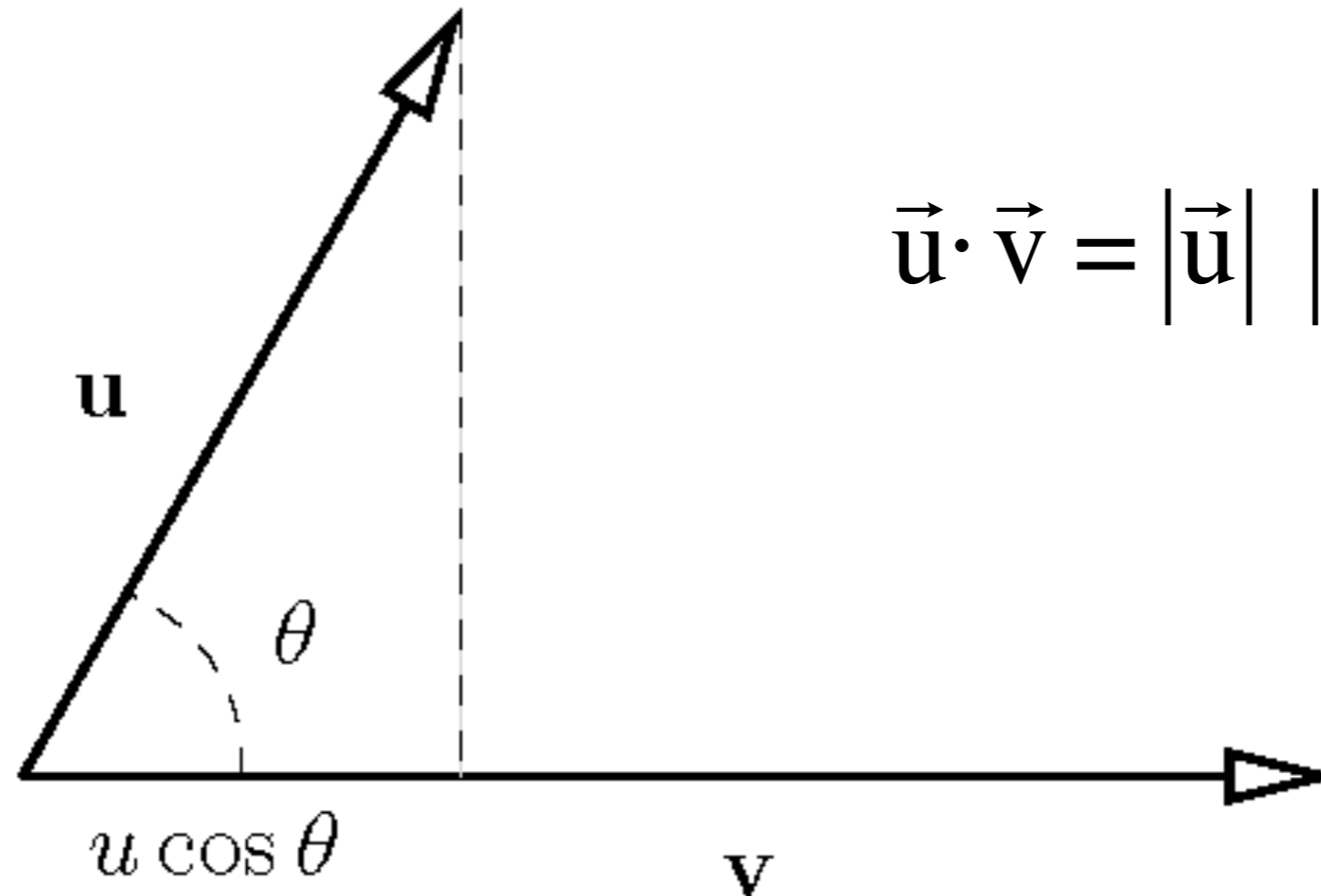
$$\vec{F} = (5, 7)$$

$$n = 3$$

$$n\vec{F} = (nF_x, nF_y) = (15, 21)$$

Si moltiplicano tutte le componenti per quel numero

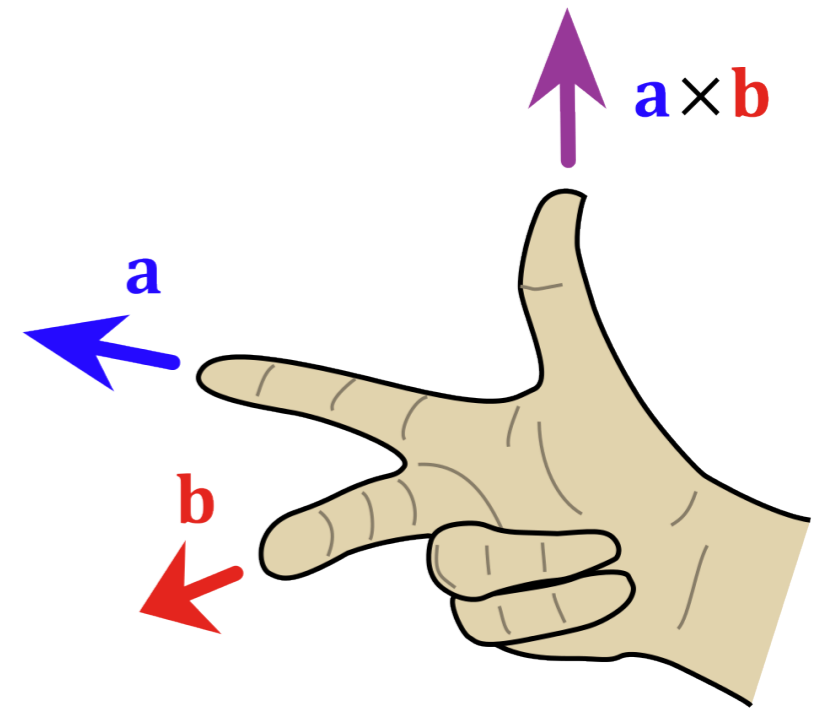
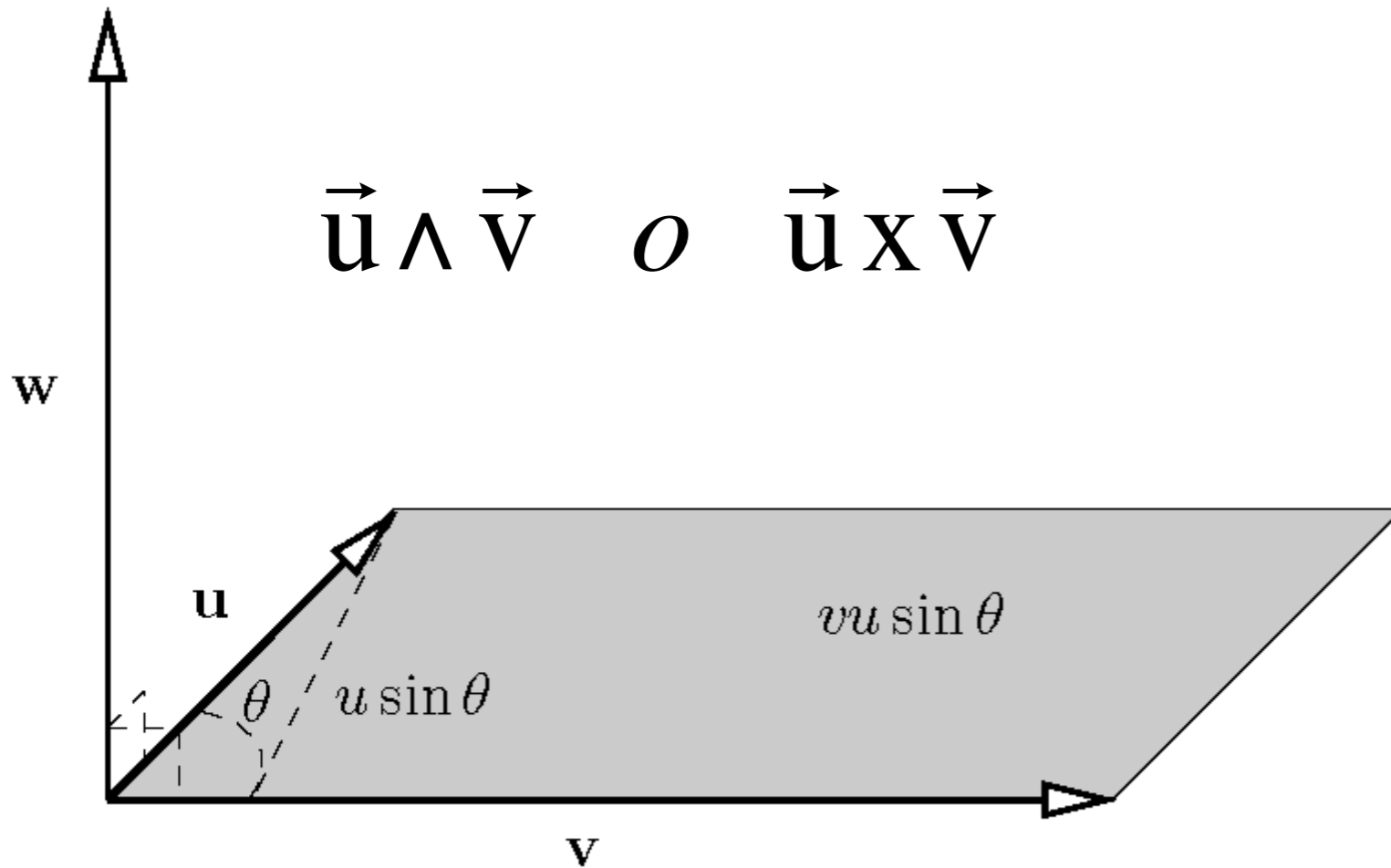
## Prodotto scalare



$$\vec{u} \cdot \vec{v} = |\vec{u}| |\vec{v}| \cos \theta$$

Il risultato è uno scalare (un numero) dato dal prodotto dei moduli per il coseno dell'angolo compreso.

## Prodotto vettoriale



Il risultato è un vettore, perpendicolare al piano individuato dai primi due, avente:

- modulo pari al prodotto dei moduli per il seno dell'angolo compreso.
- verso dato dalla regola delle tre dita della mano destra.

## 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).

## Valor medio

Gli errori casuali o accidentali si valutano calcolando il valor medio di una serie di **N** misure indipendenti

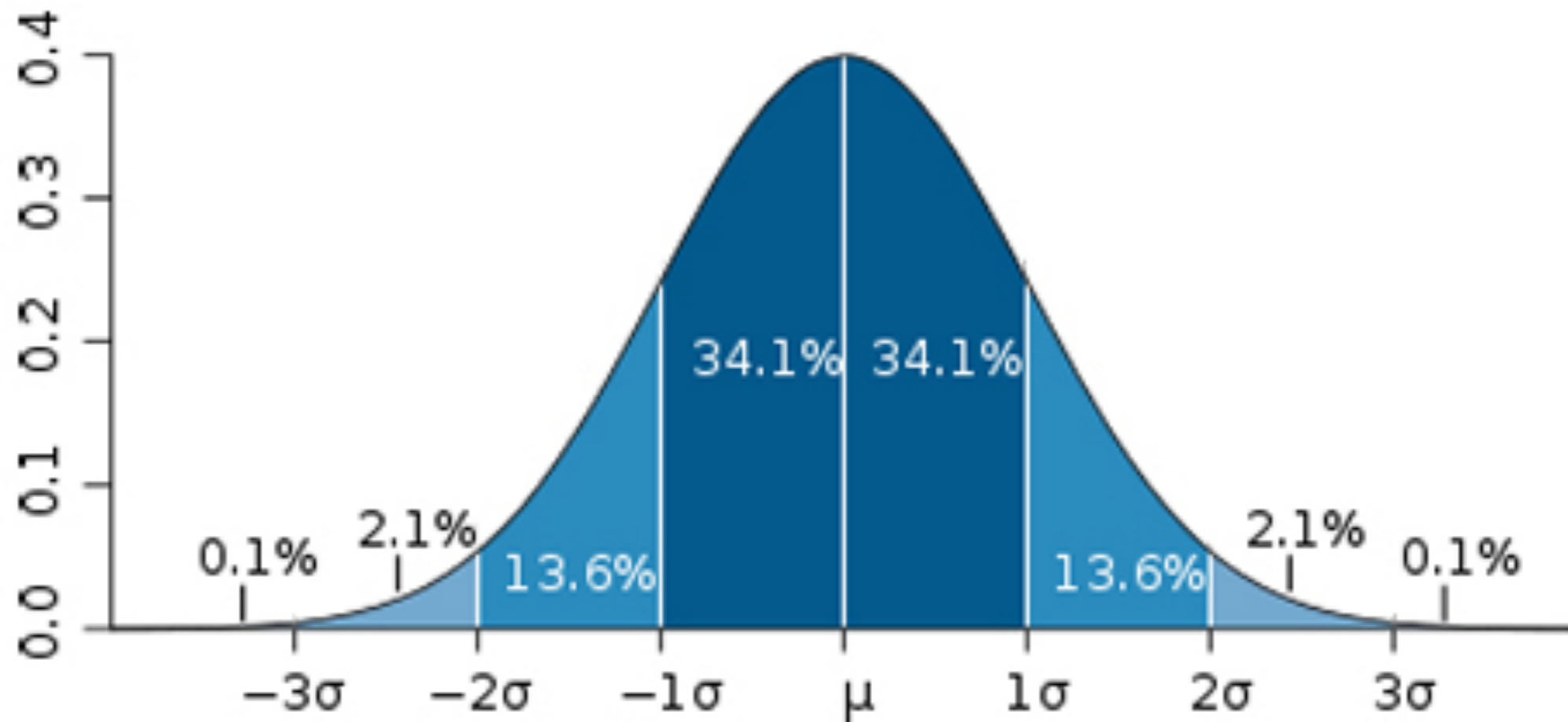
$$\bar{m} = \frac{\sum_{i=1}^N m_i}{N}$$

$$m_{\min} \leq \bar{m} \leq m_{\max}$$

Valor medio  $m$ : valore più attendibile di una misura, è dato dalla media aritmetica. È sempre compreso tra il valore massimo e il minimo della serie di misure.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (m_i - \bar{m})^2}{N}}$$

Deviazione standard  $\sigma$ : indica la dispersione delle misure attorno al valor medio.



La probabilità che il valor vero sia compreso tra il valor medio e la deviazione standard  $\sigma$  è del 68 % (per una distribuzione come in figura, chiamata normale o gaussiana)

## Esercizi

- Stimare la superficie di un foglio A4 (210 x 297 mm) in  $m^2$ 
  - Esprimere la propria altezza in  $\mu m$  e in km
  - Esprimere il proprio peso in mg e in Gg
- A quanti  $cm^3$  corrisponde una quantità di 3 ml di un farmaco in soluzione?
- Il diametro di un globulo rosso umano è di circa  $7 \mu m$ . Determinarne il volume.
  - $R_{terra} = 6378 \text{ km} \Rightarrow \dots ? \text{ m}$  ( $1 \text{ km} = 10^3 \text{ m}$ )
    - 1 litro = ?  $dm^3$  ( $1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ litri}$ )
    - $\theta = 60^\circ \rightarrow \sin\theta = ?$ ,  $\cos\theta = ?$ ,  $\tan\theta = ?$
  - 1 cellula ha volume di  $1 \mu m^3 \rightarrow$  Quante cellule in  $1 \text{ cm}^3$ ?
    - $100 \text{ km/h} = ? \text{ m/s}$  ( $1 \text{ m/s} = ? \text{ km/h}$ )
    - $30^\circ = ? \text{ Radianti}$  ;  $\pi/3 = ? \text{ Gradi}$
    - $v_x = 2 \text{ m/s}$   $v_y = 3 \text{ m/s}$   $|v| = ?$
    - $v = 10 \text{ m/s}$   $\alpha = 30^\circ, 60^\circ, 90^\circ$   $v_x = ?$   $v_y = ?$

## Esercizi: fonti

- <http://online.scuola.zanichelli.it/amaldi/test-interattivi> (allenamento)
  - Libri di testo