Fisica Generale I Ingegneria Informatica
Codice: 011BB 12 CFU

Docenti
Titolare: Prof. Guido Emilio Tonelli
guido.tonelli@pi.infn.it
Orario di ricevimento
Mercoledì dalle 17:30 alle 20:00 presso INFN Polo Fibonacci Ed. C Stanza 197
Tel: 050 2214 4360
Co-docente: Prof. Maria Agnese Ciocci ciocci@pi.infn.it
Co-docente: Dott. Francesco Palmonari
solo e-mail da pinco.pallino@studenti.unipi.it

- Orario Lezioni
- Circa 70 ore di lezione + 50 ore esercitazioni, Video-proiettate + Lavagna
    - Orario Primo semestre:
        - ***Martedi 14:30-17:30 PN1, Mercoledi 14:30-17:30 F09, Giovedi 8:30-10:30 F09, Venerdi 8:30-10:30 F09***
    - Sostegno alla didattica
        - ***Ricevimenti: docente titolare, solo in caso di impossibilità del docente: codocente, entrambi previa e-mail***

Programma

Programma

⇨ Principi della meccanica
- Cinematica
- Principi di Newton e Forze
- Lavoro ed energia meccanica
- Sistemi meccanici e leggi di conservazione

⇨ Principi e.m. nel vuoto
- Elettrostatica
- Correnti elettriche e conduzione in materiali resistivi
- Magnetostatica

- Programma dettagliato pubblicato alla pagina ufficiale dei programmi Unipi
https://esami.unipi.it/docenti/viewProgCorso.php?c=43180&language=all

- Il programma effettivamente svolto è indicato a fine corso sulle pagine del Registro
https://unimap.unipi.it/registri/dettregistriNEW.php?re=3296302::::&ri=031904

Testi & Esami

- **Testi**: va bene qualunque libro che copra il programma in modo sufficientemente approfondito (”per Scienze e Ingegneria”, o “calculus-based” in inglese). Per esempio:

  - R. Serway, Principi di Fisica (Volume Unico) Edises
  - R. Serway, Fisica per le Scienze e Ingegneria (Vol I e II) Edises

  Si consiglia inoltre l’utilizzo di un testo con esercizi svolti
  oltre agli esercizi di esame svolti negli anni precedenti: www.pi.infn.it/~ciocci

- **Esami. Scritto e orale “tradizionali”.**
  La prova scritta consiste nello svolgimento di esercizi non difficili ma nemmeno banali, che coprono buona parte del programma. La prova orale verte su esercizi e teoria.
  - La prova scritta è considerata superata se si consegue un punteggio superiore o uguale a 15
  - Tre appelli in gennaio- febbraio, 3 in giugno-luglio, due a settembre, 2 solo orale, uno in aprile e l’altro a novembre riservati ai fuori corso
    La valutazione finale è congiunta (un solo voto).

Esami Regole & Consigli

- *Se si sostiene e si consegna una prova Scritta da un Appello, la prova scritta precedente viene annullata.*
- *Il voto conseguito a una prova scritta viene mantenuto fino a quando non viene sostenuto l'orale (quindi anche ad un appello diverso da quello dello scritto)*

- Consigli:
  - Procurarsi il libro di testo quanto prima
  - Studiare regolarmente quanto visto in classe, svolgere gli esercizi relativi
  - Dare un'occhiata agli argomenti della lezione successiva
    - Cercare di capire i concetti, non di imparare a memoria le formule!
    - Non presentarsi per provare l'esame, ma per passare l'esame!!

La Fisica è una scienza sperimentale!

• Essa ***non si basa su speculazioni intellettuali***, come accade per esempio per altre branche del pensiero umano: la filosofia, la teologia, la matematica, etc;

– **La speculazione intellettuale per essere accettata deve superare la prova degli esperimenti!**

• Se due teorie spiegano una stessa classe di fenomeni, è molto facile in Fisica stabilire quale delle due è quella corretta:

- Se le due teorie non coincidono, ci sarà almeno un fenomeno naturale in cui le previsioni delle due teorie forniranno risultati diversi.

-Si eseguono degli esperimenti per studiare questo fenomeno: i risultati sperimentali permetteranno di accettare una delle due teorie e di rigettare l'altra

– ***La fisica quindi non è una scienza descrittiva , ma quantitativa, basata su misure***

METODO SCIENTIFICO

Obiettivo della fisica: determinazione delle leggi fondamentali della natura tramite il **metodo scientifico**, combinazione di **osservazioni, misurazione, esperimenti e logica**.

- **Osservazione di un fenomeno** [es: un corpo che cade in aria partendo da fermo] $\Rightarrow$
- **Realizzazione di misure** [es: lo spazio percorso (x) in funzione del tempo (t) per vari valori della pressione (P) dell'aria] $\Rightarrow$ metodo induttivo
- **Determinazione di una legge**
  (relazione fra le grandezze misurate; **descrizione oggettiva, razionale e quantitativa**) [es: $X=gt^2/2$ con $g=9.8$ m/s^2] e del suo campo di applicazione [es: vale solo nel vuoto ($P=0$) o con buona approssimazione se P è piccola ($P \ll 1$ atm)]

In aggiunta: **metodo deduttivo** = ricavare alcune leggi col calcolo ed eseguire previsioni, che devono essere verificate sperimentalmente.

$\Rightarrow$ **Fisica !**

esempio!

mondo = partita a scacchi (*R. P. Feynman*). Siamo spettatori incuriositi. Non conosciamo le regole, ma osservando attentamente siamo capaci di dedurle. Il cavallo si muove a L, l'alfiere in diagonale, …

Osservazione ci fa capire le mosse
Ragionamento collega le mosse tra loro per seguire la partita
Esperimento per riprodurre il fenomeno e controllare la validità delle nostre ipotesi

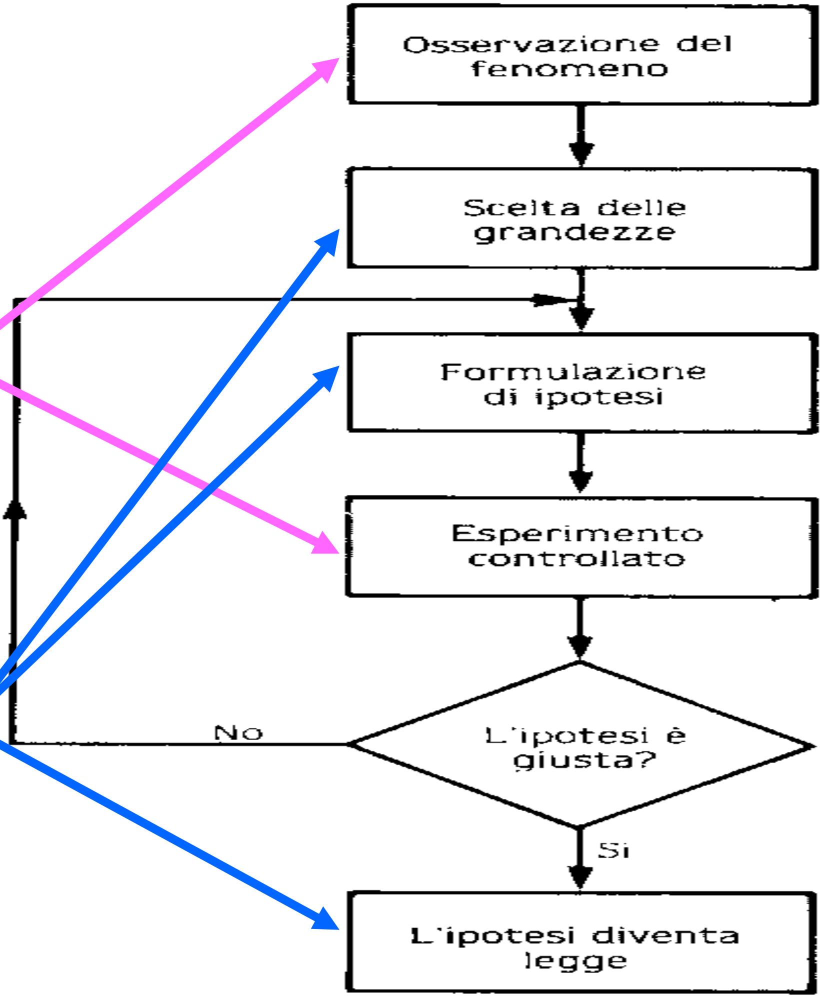
osservazione+ragionamento+esperimento $\Rightarrow$ metodo sperimentale

Il metodo scientifico

Metodo scientifico
(sperimentale - galileiano)

- Esperimento riproducibile in ogni tempo e in ogni luogo
- Valutazione dell'errore

- Elaborazione della teoria
- Uso della matematica
- Analisi statistica dei dati



Matematica
linguaggio della Scienza

[Il libro della natura]… non si può intendere se prima non si impara a intender la lingua, e conoscere i caratteri, ne' quali è scritto.
Egli è scritto in lingua matematica, e i caratteri son triangoli, cerchi, ed altre figure geometriche, senza i quali mezzi è impossibile intenderne umanamente parola; senza questi è un aggirarsi vanamente per un oscuro laberinto.

Galileo Galilei, Il Saggiatore

Metodo scientifico =
Esperimento →
+ Teoria ↓

Osservazione e descrizione quantitativa dei fenomeni naturali
↓
Misura di grandezze fisiche
↓
unità di misura, equivalenze, notazione scientifica (potenze di 10)

Elaborazione e verifica quantitativa di leggi fisiche
↓
Relazioni tra grandezze fisiche → *operazioni algebriche, potenze e loro proprietà, equazioni*

La matematica il linguaggio della fisica

FISICA: tentativo di **descrivere** in maniera **quantitativa** la **natura** ed il mondo che abbiamo attorno.

- La descrizione viene fatta per mezzo di relazioni tra oggetti utilizzando le strutture logiche date dalla **matematica**

ATTENZIONE

la fisica NON coincide con la matematica

ogni variabile o oggetto che entra in gioco in una equazione della fisica è una entità reale che è possibile **osservare** e **misurare:una grandezza fisica**

Matematica	Fisica
$F = -Kx$	$F = -Kx$
$x \Rightarrow$ variabile indipendente $\in$ R	x $\Rightarrow$ allungamento della molla
$K \Rightarrow$ costante $\in$ R	$K \Rightarrow$ costante elastica della molla $F \Rightarrow$
$F \Rightarrow$ variabile dipendente $\in$ R	Forza esercitata dalla molla

***Fisica: la forza** esercitata dalla molla è **proporzionale all'allungamento, il** coefficiente di proporzionalità K si dice costante elastica.*

Requisiti delle Informazioni fisiche

- **Comunicabilità dell'informazione**
  - Unità di Misura - Sistema Internazionale (S.I.)
- **Attendibilità dell'informazione**
  - Cifre significative
- **Coerenza dell'informazione**
  - Calcolo Dimensionale
- **Completezza dell'informazione**
  - Grandezze Scalari e Vettoriali
  - Calcolo vettoriale

$m=30$ kg

$v=?$

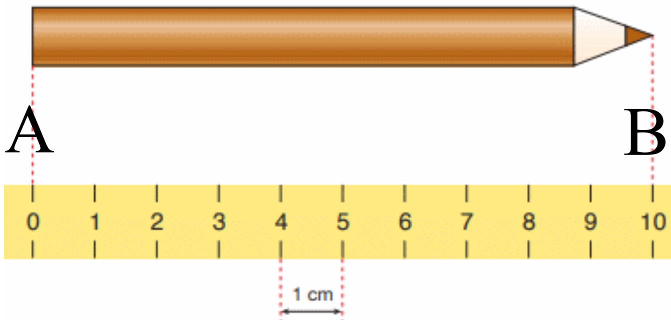
Grandezze in Fisica

- Definizione operativa delle grandezze fisiche

- Una grandezza ha significato in fisica se per essa è stato definito un metodo di misura ed è stata assegnata una unità di misura o campione.

Data una grandezza fisica, si può scegliere un campione e si possono stabilire dei criteri per confrontare il campione con la grandezza che si vuole misurare.

- Esempio: Misure della lunghezza di un tratto AB : 1 X Campione (lunghezza matita)



- Non è necessario definire un campione per ogni grandezza fisica.
  – Le grandezze fisiche, infatti, sono legate da relazioni, le leggi fisiche; tali relazioni possono essere usate per definire i campioni delle grandezze derivate attraverso le relazioni.
- Esistono quindi grandezze Fondamentali e Derivate.

Grandezze e unità di misura

- La XIV Conferenza Generale dei Pesi e Misure del 1971 ha suggerito di adottare il ***Sistema Internazionale (SI)*** basato sulle seguenti grandezze fondamentali e i rispettivi campioni:
- Le grandezze fondamentali sono :
  - Campioni Accessibili
  - Precise e stabili nel tempo
  - Duplicabili

Grandezze e unità fondamentali del sistema SI		
Grandezza	**Unità di misura**	**Simbolo**
Lunghezza	metro	m
Massa	chilogrammo	kg
Tempo	secondo	s
Temperatura	kelvin	K
Intensità di corrente elettrica	ampere	A
Intensità luminosa	candela	cd
Quantità di materia	mole	mol

Grandezze Derivate

Definibili in termini delle grandezze fondamentali mediante relazioni analitiche

Superficie	(lungh.)^2	$[L]^2$
Volume	(lungh.)^3	$[L]^3$
Velocità	(lungh./tempo)	$[L]\ [t]^{-1}$
Acceleraz.	(veloc./tempo)	$[L]\ [t]^{-2}$
Forza	(massa*acc.)	$[L]\ [M]\ [t]^{-2}$
Pressione	(forza/sup.)	$[L]^{-1}\ [M]\ [t]^{-2}$

Espressione di una grandezza:

numero + unità di misura*

rapporto tra misura e campione di riferimento

In generale: numero+ $[L]^a[M]^b[t]^c[i]^d[T]^e$ es.4.2 m/s

*Grandezze adimensionali: sono definite da un rapporto tra grandezze omogenee e non hanno associata una unità di misura

Multipli e sottomultipli

Formazione dei multipli e dei sottomultipli delle unità SI.

	fattore di moltiplicazione	prefisso	simbolo
Alcuni prefissi, anteposti ai simboli delle unità SI, permettono di esprimere i multipli e i sottomultipli secondo quanto riportato nella tabella qui a fianco.	1 000 000 000 000 000 000 = 10^{18}	exa	E
	1 000 000 000 000 000 = 10^{15}	peta	P
	1 000 000 000 000 = 10^{12}	tera	T
	1 000 000 000 = 10^{9}	giga	G
	1 000 000 = 10^{6}	mega	M
	1 000 = 10^{3}	kilo	k
	100 = 10^{2}	etto	h
	multipli 10 = 10^{1}	deca	da
	sottomultipli 0,1 = 10^{-1}	deci	d
	0,01 = 10^{-2}	centi	c
	0,001 = 10^{-3}	milli	m
Esempi:	0,000 001 = 10^{-6}	micro	µ
1 mm = 1 millimetro = 10^{-3} m	0,000 000 001 = 10^{-9}	nano	n
1 GW = 1 gigawatt = 10^{9} W	0,000 000 000 001 = 10^{-12}	pico	p
1 µF = 1 microfarad = 10^{-6} F	0,000 000 000 000 001 = 10^{-15}	femto	f
1 ns = 1 nanosecondo = 10^{-9} s	0,000 000 000 000 000 001 = 10^{-18}	atto	a

Massa: chilogrammo (kg)

- Storicamente definito come la massa di un campione in platino e iridio, conservato a Parigi, uguale alla massa di un litro (10^{-3} m^3) di acqua alla temperatura di densità massima (4^0C) e pressione atmosferica
- Bisogna fare delle copie la precisione è $\sim 10^{-8}$ kg... troppo poco
- Dal 2019, definito tramite la costante di Planck h e la velocità della luce c.
- NB: massa e peso non sono la stessa cosa!!!
- In fisica entrano in gioco circa **83** ordini di grandezza
- $m_{elettrone} \sim 9\ 10^{-31}$ kg ,$m_{universo} \sim 10^{53}$ kg

Tabella 1.2

Valori approssimati delle masse di alcuni corpi

	Massa (kg)
Universo oggi osservabile	$\sim 10^{52}$
Via Lattea, la nostra galassia	$\sim 10^{42}$
Sole	1.99×10^{30}
Terra	5.98×10^{24}
Luna	7.36×10^{22}
Squalo	$\sim 10^{3}$
Uomo	$\sim 10^{2}$
Rana	$\sim 10^{-1}$
Zanzara	$\sim 10^{-5}$
Batterio	$\sim 1 \times 10^{-15}$
Atomo di idrogeno	1.67×10^{-27}
Elettrone	9.11×10^{-31}

Raymond A. Serway, John W. Jewett, Jr.
Fisica per Scienze ed Ingegneria - Volume 1
EdiSES

Lunghezza: metro (m)

Per misurare una lunghezza è necessario un **metro campione**:

1799: **metro** è la 10^{-7} parte della distanza tra il Polo Nord e l'Equatore

→ 1960: **metro campione** è una sbarra di Platino Iridio a Parigi

- Ma .. Parigi è lontana dai laboratori del mondo
- Ma .. la sbarra di Parigi non è proprio $1/10^{7}$ la distanza Polo Nord Equatore (è sbagliata dello 0.023%)

Nuova definizione:

→ 1983: 1 m = 1 650 763.73 volte la lunghezza d'onda della luce rosso-arancione emessa dal ^{86}Kr

Limiti sperimentali:

- Direttamente è possibile misurare lunghezze fino a 10 nm
- In fisica entrano in gioco circa **40** ordini di grandezza

- Dimensione di un nucleo (Idrogeno/Protone): 10^{-15} m
- Distanza tra la Terra e la Quasar più lontana: $1.4\ 10^{26}$ m

Tabella 1.1 **Valori approssimati di alcune lunghezze**

	Lunghezza (m)
Distanza dalla Terra del quasar più distante che si conosca	1.4×10^{26}
Distanza dalla Terra della galassia più lontana	9×10^{25}
Distanza dalla Terra della galassia più vicina (Andromeda)	2×10^{22}
Distanza dal Sole della stella più vicina (Proxima Centauri)	4×10^{16}
Un anno-luce	9.46×10^{15}
Raggio medio dell'orbita della Terra attorno al Sole	1.50×10^{11}
Distanza media Terra-Luna	3.84×10^{8}
Distanza dell'equatore dal Polo Nord	1.00×10^{7}
Raggio medio della Terra	6.37×10^{6}
Quota tipica (dalla superficie) di un satellite che orbita attorno alla Terra	2×10^{5}
Lunghezza di un campo di football	9.1×10^{1}
Lunghezza di una mosca	5×10^{-3}
Dimensione minima di un granello di polvere	$\sim 10^{-4}$
Dimensione tipica di una cellula di un organismo vivente	$\sim 10^{-5}$
Diametro dell'atomo di idrogeno	$\sim 10^{-10}$
Diametro del nucleo dell'atomo	$\sim 10^{-14}$
Diametro del protone	$\sim 10^{-15}$

[1]Per i numeri con più di tre cifre verrà usata la notazione standard internazionale in cui i gruppi di tre cifre sono separati da uno spazio e non da una virgola. Con questa regola 10 000 equivale a ciò che si scrive in notazione americana come 10,000 e $\pi = 3.14159265$ verrà scritto come 3.141 592 65.

EdiSES

Raymond A. Serway, John W. Jewett, Jr.
Fisica per Scienze ed Ingegneria - Volume 1
EdiSES

Tempo: secondo (s)

Si misura un intervallo di tempo

• È necessario un orologio, cioè un oggetto che conta qualcosa, p.e. le oscillazioni di un fenomeno periodico

• Storicamente definito come 1/86400 del giorno solare medio (errore 1 ms al al giorno!)

• Ora definito come tempo necessario alla luce di una specifica riga di un atomo di Cesio-133 per effettuare 9192631770 oscillazioni

Limiti sperimentali:

• Direttamente è possibile misurare intervalli di tempo fino a 10 ps

• In fisica entrano in gioco circa **60** ordini di grandezza

Intervallo di tempo	Secondi
Tempo calcolato per la vita di un protone	$1 \cdot 10^{39}$
tà dell'Universo	$5 \cdot 10^{17}$
Età della piramide di Cheope	$1 \cdot 10^{11}$
Durata media della vita umana	$2 \cdot 10^{9}$
Durata di un giorno	$9 \cdot 10^{4}$
Intervallo fra due battiti cardiaci umani	$8 \cdot 10^{-1}$
Vita media del muone	$2 \cdot 10^{-6}$
Il più breve impulso luminoso prodotto e misurato in laboratorio (1989)	$6 \cdot 10^{-15}$
Vita media della particella più instabile	$1 \cdot 10^{-23}$
Il tempo di Planck (ossia il più breve tempo trascorso dal Big Bang oltre il quale si possono applicare le leggi della fisica come noi le conosciamo)	$1 \cdot 10^{-43}$

Analisi Dimensionale

- Tecnica per verificare la correttezza di un'equazione o per aiuto nella derivazione di un'equazione.
- La dimensione ha un significato preciso: indica la natura fisica di una quantità
- Le dimensioni sono indicate con parentesi quadre: Lunghezza – [L], Massa – [M], Tempo – [T]
- Le dimensioni sono trattate come quantità algebriche: si possono moltiplicare e dividere, ma si possono sommare e sottrarre solo se uguali
- Entrambi i lati di un'equazione devono avere le stesse dimensioni
- Limitazione: nessuna informazione sui fattori numerici

Esempio di Analisi Dimensionale

- Scriviamo le dimensioni dei due lati dell'equazione:

$$x = \frac{1}{2}at^2 \quad \Rightarrow \quad [L] = \frac{[L]}{[T]^2} \cdot [T]^2$$

(le costanti numeriche non hanno dimensione)

- I fattori $[T]^2$ si cancellano, la dimensione è $[L]$ da entrambe i lati
- L'equazione è *dimensionalmente corretta*
- Equazioni dimensionalmente non corrette *sono sicuramente sbagliate*

Conversione delle Unità

- Le unità possono essere trattate come quantità algebriche
- Includere *sempre* le unità per ogni quantità, portarsele dietro per tutto il calcolo!
- Quando le unità non sono consistenti, può essere necessario convertire ad unità appropriate. In pratica: moltiplicare il valore originale per un rapporto (*fattore di conversione*) che vale 1
- Esempio: 10m/s=?? km/h

$$10\text{m/s}\left(\frac{1\text{km}}{1000\text{m}}\right)\left(\frac{3600\text{s}}{1\text{h}}\right) = 36\text{km/h}$$

Misura di una grandezza fisica

- Per misurare la distanza tra due punti A e B basta disporre lo strumento di misura, in questo caso un metro graduato, sul segmento AB, facendo coincidere un estremo del segmento con l'inizio del metro graduato e poi leggere la posizione di B sul metro graduato.

Per distanze di qualche metro, il metro graduato è suddiviso in decimetri, centimetri e poi in millimetri. Per cui se tra A e B ci sono 2 m, più 1 dm, più 5 cm, più 2 mm, diremo che la distanza tra A e B è 2.152 m e scriveremo:

AB = 2.152 m

Rappresentare il risultato della misura con il numero 2.152 ha un suo preciso significato.

– ***Ogni misura, infatti, è una informazione affetta da errore***.

- Scrivere quindi che la distanza tra A e B è 2.152 m significa attribuire alla misura un errore **dell'ordine di 1 mm**, così come scrivere 2.15 m significa attribuire alla misura un errore **dell'ordine di 1 cm**, mentre scrivere 2.1524 significa attribuire un errore **dell'ordine di 0.1 mm**.

Precisione e Cifre Significative

Un numero (una misura) è una informazione ! È necessario conoscere la **precisione** e l'**accuratezza** dell'informazione.

La **precisione** di una misura è contenuta nel **numero di cifre significative** fornite o, se presente, nell'**errore** di misura.

Una **manipolazione numerica** non può nè aumentare nè diminuire la precisione di una informazione !

esempio:

⇒ 187.3	4 cifre significative
⇒ 10.0000	6 cifre significative
⇒ 10.0101	6 cifre significative
⇒ 1	1 cifra significativa
⇒ 1234.584	7 cifre significative
⇒ 0.00001	1 cifra significativa

Misura di una grandezza fisica(2)

- La grandezza misurata allora si esprime in maniera coerente e corretta come

$$AB = 2.152 \text{ m}$$

A cui si associa un errore pari a 0.001 m
altrimenti detto:

$$AB = (2.152 \pm 0.001) \text{ m}$$

- il risultato quindi con un numero di cifre **"significative"** compatibili con l'errore di misura e non con un numero arbitrario di cifre.
  - Un mm, un cm, un dm rappresentano l'errore assoluto, ε_A, in ciascuno dei tre casi.

Si definisce **errore relativo, ε_r**, il rapporto tra l'errore assoluto e la misura:

$\varepsilon_r = \varepsilon_A / AB$

misura	errore Assoluto	errore Relativo
2.15 m	0.01 m	0.5%
2.152 m	0.001 m	0.05%
2.1524 m	0.0001 m	0.005%

ESEMPI

Una **operazione numerica** non può nè aumentare nè diminuire la precisione di una informazione !

esempi:

esempio torta

$850 : 6 = 142\,g$

altri esempi

$123.450 * 12.3 = 1.52 * 10^3$

$123.450 * 12.30 = 1.518 * 10^3$

$187.3 + 1234.584 = 1421.9$

$$\begin{array}{lr} 187.\underline{3} & + \\ 1234.58\underline{4} & = \\ \hline 1421.884 & \Rightarrow\ 1421.\underline{9} \end{array}$$

Regola della approssimazione numerica

- **moltiplicando** o **dividendo** due numeri il risultato non può avere più cifre significative del fattore **meno** preciso
- **addizioni** e **sottrazioni:** l'ultima cifra significativa del risultato occupa la *stessa posizione decimale* relativa all'ultima cifra significativa degli addendi

[⇒ nella somma non è importante il numero delle cifre significative ma la **posizione decimale** di queste]

Calcolo della massa volumica di una persona

Si assume che il volume di una persona sia simile a quello di un cilindro di circonferenza:

$$2\pi r = 60cm$$

ed altezza

$$h = 180cm$$

$$V = \pi r^2 h = \pi\left(\frac{60}{2\pi}\right)^2 \cdot 180cm^3 = \frac{\pi}{4\pi^2}\cdot 3600\cdot 180 = 9\cdot 10^2\cdot 1.8\cdot 10^2\cdot\frac{1}{\pi} =$$

$$\frac{16.2}{\pi}10^4 \approx 5\cdot 10^4\, cm^3$$

La densità dell'acqua è : $\rho_a = 1\frac{\mathrm{Kg}}{\mathrm{dm}^3}$

Se il corpo umano fosse formato solo di acqua

$$\rho_a = \frac{M}{V} \Rightarrow M = \rho_a \times V$$

$$\rho_a = 1\frac{Kg}{dm^3} \quad \mathrm{V}{=}5\times 10^4 cm^3 = 5\times 10^4 10^{-3} dm^3$$

$$M = 1\frac{Kg}{dm^3}\times 5\times 10^1 dm^3 = 50Kg$$

Se il corpo fosse formato al 100% di acqua,

$1\,\mathrm{dm}^3 = 10^3\ \mathrm{cm}^3$ per cui $50\,\mathrm{dm}^3 \cong 50$ litri corrispondono a 50 Kg

In realtà il corpo umano è formato per l'80% d'acqua, il restante 20% ha densità :

$$\approx 5\,\frac{Kg}{dm^3}$$

$$\rho_{\mathrm{uomo}} = (0.8 + 0.2 \times 5)\,\frac{\mathrm{Kg}}{\mathrm{dm}^3} = 1.8\,\frac{\mathrm{Kg}}{\mathrm{dm}^3}$$

per cui la massa è data da:

$$\rho_{\mathrm{uomo}} \times \mathrm{V} = (1.8\,\frac{\mathrm{Kg}}{\mathrm{dm}^3} \times 50\,\mathrm{dm}^3) = 90\,\mathrm{Kg}$$

Esercizi

1)

volendo convertire una velocita' espressa in miglia orarie in metri al secondo:

$$1\ \text{miglia} = 1.609\ \text{Km} = 1.609 \times 1000\ \text{m} = 1609\ \text{m}$$

$$1\ \text{ora} = 60 \times 60\ \text{s} = 3600\ \text{s}$$

cosi ad esempio:

$$60\,\frac{\text{miglia}}{\text{ora}} = \frac{60 \times 1609}{3600}\,\frac{\text{m}}{\text{s}} = 26.8\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$$

invece, volendo convertire da miglia orarie a Km orari

$$60\,\frac{\text{miglia}}{\text{ora}} = 60 \times 1.609\,\frac{\text{Km}}{\text{ora}} = 96.54\,\frac{\text{Km}}{\text{ora}}$$

2)

<u>1 anno-luce = c * 1 anno</u>

$$1 anno = 365\, giorni\, \frac{24h}{1 giorno}\,\frac{60\,\text{min}}{1h}\,\frac{60\,\text{sec}}{1m\,\text{in}} = 3.15 \cdot 10^{7}\ \text{sec} \approx \pi 10^{7}\ \text{sec}$$

$$L = 3.0 \cdot 10^{8}\,\frac{m}{\text{sec}}\,\pi 10^{7}\ \text{sec} = 9.45 \cdot 10^{15}\, m \approx 9.5 \cdot 10^{12}\, Km$$

<u>Età = 20 anni, quanti secondi di vita?</u>

Occorre trasformare anni in secondi. Si moltiplica per fattori unitari

$$20\, anni \cdot 365\,\frac{giorni}{anno} \cdot 24\,\frac{ore}{giorno} \cdot 60\,\frac{\text{min}}{ora} \cdot 60\,\frac{\text{sec}}{\text{min}} =$$

$$2 \cdot 10^{1} \cdot 3.65 \cdot 10^{2} \cdot 2.4 \cdot 10^{1} \cdot 6 \cdot 10^{1} \cdot 6 \cdot 10^{1} =$$

$$2 \cdot 3.65 \cdot 2.4 \cdot 6 \cdot 6 \cdot 10^{6} = 6.3 \cdot 10^{8}\, s$$

Conversione di unità di misura

... ogni giorno, nella vita quotidiana, usiamo le proporzioni...

Fattore di conversione = rapporto tra due unità di misura

Es.

Velocità

km/h → m/s

1 km/h = 1000 m / 3600 s = 0.28 m/s

n km/h = n * 0.28 m/s

m/s → km/h

1m/s = 0.001 km / (1/3600) h = 3.6 km/h

n m/s = n * 3.6 km/h

Velocità di un atleta dei 100 m: 10 m/s = 10*3.6 km/h = 36 km/h

di un'automobile: 120 km/h = 120*0.28 m/s = 33.6 m/s

della luce: 300000 km/s = $3*10^8$ m/s = $3*10^8*3.6$ km/h = $1.08*10^9$ km/h

Notazione scientifica

Nei calcoli scientifici si usa scrivere i numeri grandi e piccoli come
una cifra (da 1 a 9),
seguita eventualmente da punto decimale e cifre successive,
per la relativa potenza di dieci

Es.

$500 = 5 \bullet 10^{2}$	$0.05 = 5 \bullet 10^{-2}$
$3578 = 3.578 \bullet 10^{3}$	$0.003578 = 3.578 \bullet 10^{-3}$
$10000 = 10^{4}$	$0.0001 = 10^{-4}$

Vantaggio: le potenze di 10 sono potenze!

Le proprietà delle potenze permettono di eseguire velocemente operazioni complicate, con risultati non lontani dal risultato vero.

Es.

$2897 \bullet 71544 = 207262968 = 2.07 \bullet 10^{8}$ *(esatto)*

$= (2.897 \bullet 10^{3}) \bullet (7.1544 \bullet 10^{4})$

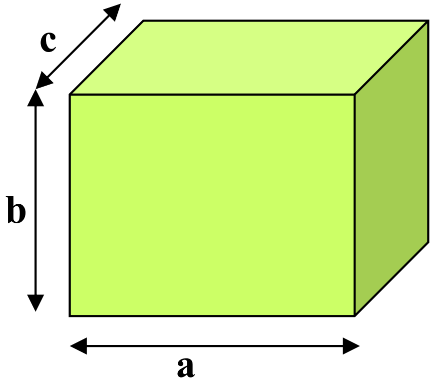
$= 2.897 \bullet 7.1544 \bullet (10^{3} \bullet 10^{4})$

$\cong (3 \bullet 10^{3}) \bullet (7 \bullet 10^{4}) = 3 \bullet 7 \bullet 10^{7} = 21 \bullet 10^{7} = 210000000 = 2.1 \bullet 10^{8}$ *(appross.)*

Lunghezze, superfici, volumi

Retta – $[L]^1$ | **Piano – $[L]^2$** | **Spazio – $[L]^3$**

L'area della superficie di un corpo si misura sempre in m^2, cm^2,…
Il volume (o capacità) di un corpo si misura sempre in m^3, cm^3,…

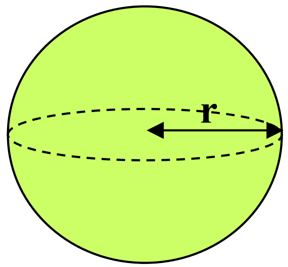


PARALLELEPIPEDO

$S_{ab} = a \cdot b$

$S_{parall} = 2(ab+bc+ca)$

$V = a \cdot b \cdot c$

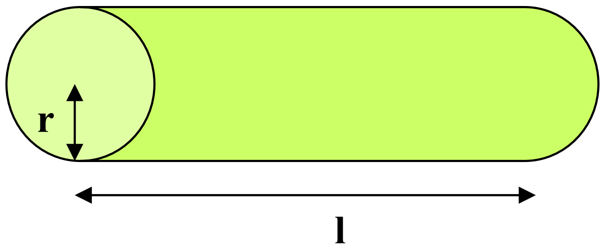


SFERA

$S_{cerchio} = \pi \cdot r^2$

$S_{sfera} = 4\pi \cdot r^2$

$V = (4/3) \cdot \pi \cdot r^3$



CILINDRO

$S_{cerchio} = \pi \cdot r^2$

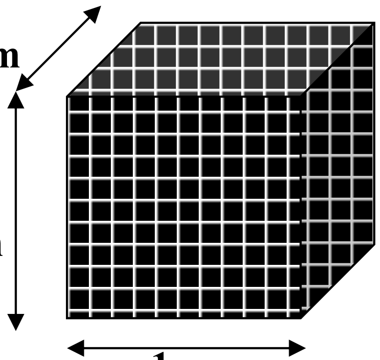
$S = 2\pi \cdot r \cdot l + 2\pi \cdot r^2$

$V = \pi \cdot r^2 \cdot l$

Misure di superfici e volumi

Attenzione alle conversioni tra unità di misura!

Meglio un passaggio in più...



1 m^2(m^3) significa "un metro al quadrato(cubo)"
e non "uno al quadrato(cubo)" metri
è una misura di area(volume)
e quindi ha sempre dimensione L^2(L^3)

Quindi:

$$1\ m^2 = (1\ m)^2 = (10^2\ cm)^2 = 10^4\ cm^2 = 10000\ cm^2$$
$$1\ m^3 = (1\ m)^3 = (10^2\ cm)^3 = 10^6\ cm^3 = 1000000\ cm^3$$

$$1\ cm^2 = (1\ cm)^2 = (10^{-2}\ m)^2 = 10^{-4}\ m^2 = 0.0001\ m^2$$
$$1\ cm^3 = (1\ cm)^3 = (10^{-2}\ m)^3 = 10^{-6}\ m^3 = 0.000001\ m^3$$

$$1\ l = 1\ dm^3 = (1\ dm)^3 = (10^{-1}\ m)^3 = 10^{-3}\ m^3$$
$$= (10^1\ cm)^3 = 10^3\ cm^3$$

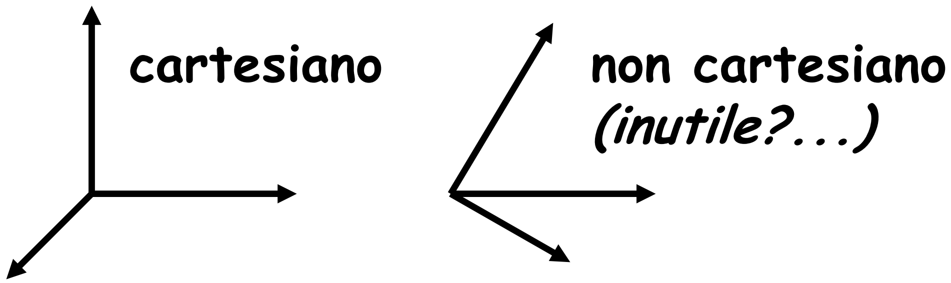
Es.

**Se 1 litro d'acqua ha massa di 1 kg,
1 m^3 d'acqua ha massa di 1000 kg!!!**

Sistemi di riferimento

Criterio generale: semplicità (= minor complicazione possibile!)

Sistemi cartesiani: assi x,y,z tra loro perpendicolari



Quale sistema di riferimento usare?

Dipende dalle caratteristiche **geometriche** e di **simmetria** del problema.

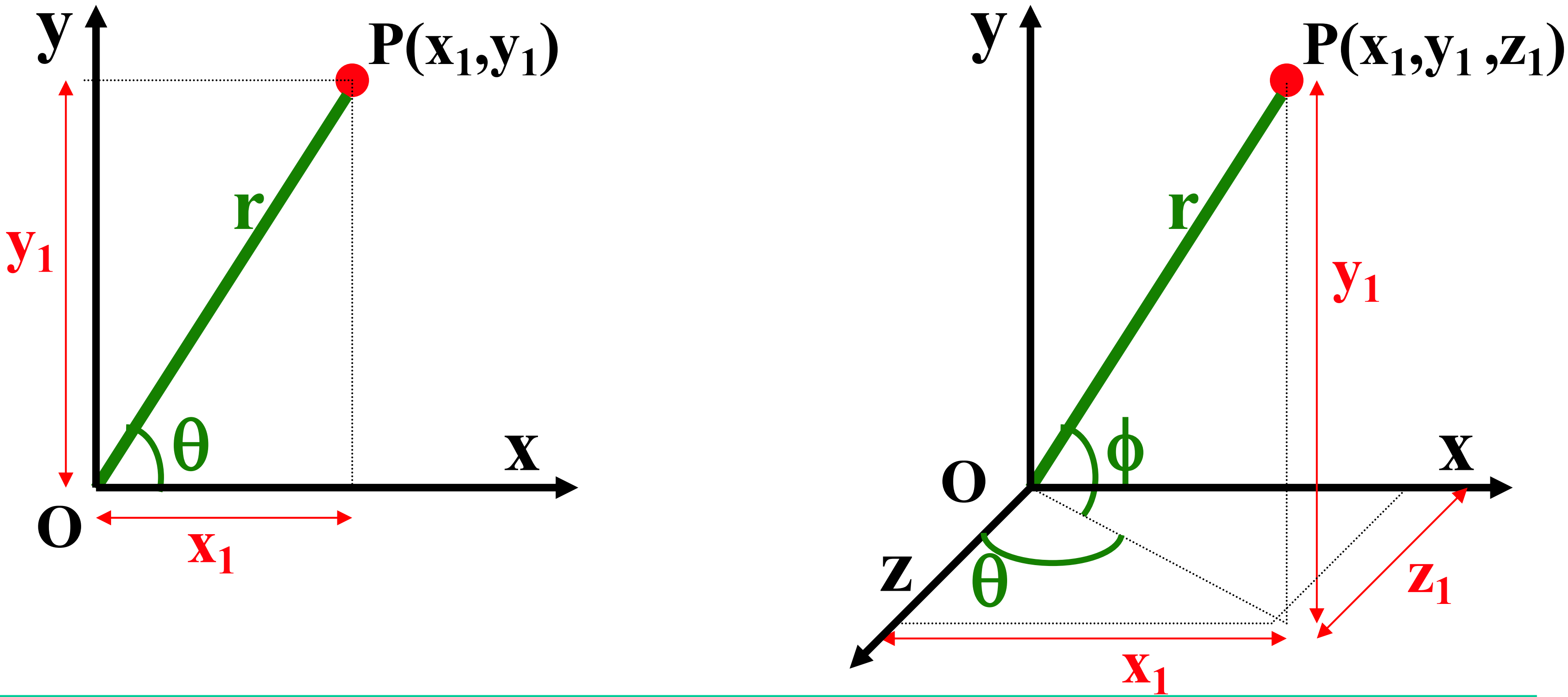
Es.

automobile, bicicletta
peso che cade
scatola cubica
fascio raggi X
…
→ *coord. cartesiane*

ruota, palla
giostra
Terra, Sole, pianeti
onde elettromagnetiche
atomi, cellule
…
→ *coord. sferiche*

tubi, impianti idraulici
condotti elettrici
vasi sanguigni
bottiglie, bombole
siringhe, fiale, flebo
→ *coord. cilindriche*

Sistemi di riferimento a 2 e 3 dimensioni



Ogni punto è univocamente determinato da:

in 2 dim → 2 coordinate
P(x,y) o P(r,θ)

in 3 dim → 3 coordinate
P(x,y,z) o P(r,θ,ϕ)

Trigonometria piana

- **Angoli**

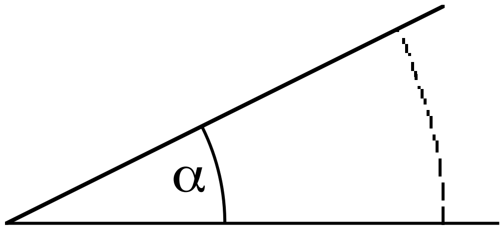


Figura 5: Definizione di angolo

Funzioni di angoli. L'angolo è la misura dell'apertura tra due rette che si intersecano.
La misura di un angolo è il rapporto tra l'arco da lui sotteso ed il raggio dell'arco.

$\alpha = \dfrac{\text{arco}}{\text{raggio}}$ (indipendente dalla dimensioni del cerchio)

L'angolo non ha dimensioni, è un rapporto tra lunghezze.
Unità di angolo; quando l'arco è lungo quanto il raggio.

$\alpha = \dfrac{\text{arco}}{\text{raggio}}$ = 1 radiante (dal latino radius = raggio) = 1 rad

10^{-3} rad = 1 mrad 10^{-6} rad = 1 μrad

- Quanti radianti ci sono un un arco completo?

$\dfrac{2\pi r}{r} = 2\pi$ radianti

- A quanti gradi corrisponde un radiante?

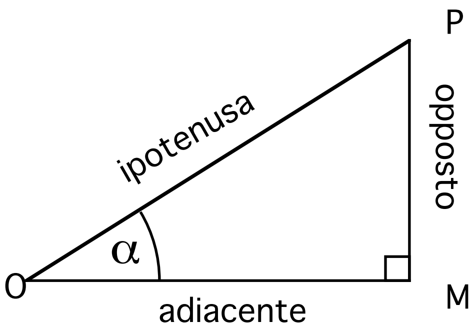
Angolo giro = 360° = 2π radianti

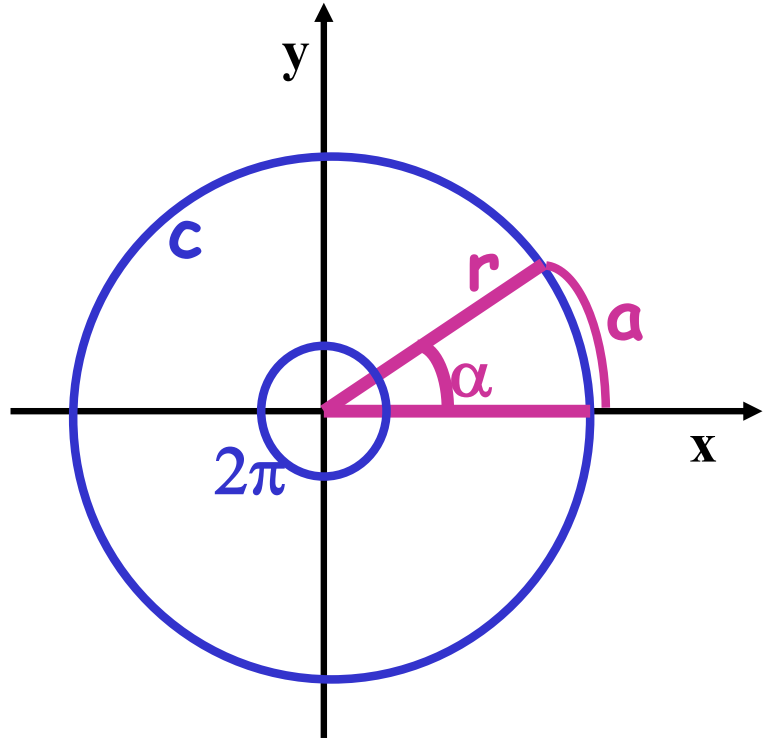
1 rad : x° = 2π rad : 360°

x° = 360° /2π ≅ 57.296°

Funzioni seno coseno e tangente

- **Funzioni trigonometriche**





Definizione delle funzioni trigonometriche

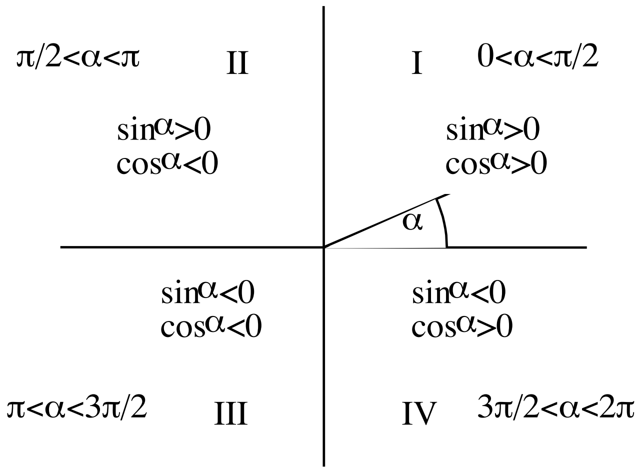
$$\sin\alpha = \frac{\text{opposto}}{\text{ipotenusa}} = \frac{MP}{OP}$$

$$\cos\alpha = \frac{\text{adiacente}}{\text{ipotenusa}} = \frac{OM}{OP}$$

$$\tan\alpha = \frac{\text{opposto}}{\text{adiacente}} = \frac{MP}{OM}$$

Dal teorema di Pitagora

$\sin^2\alpha + \cos^2\alpha = 1$



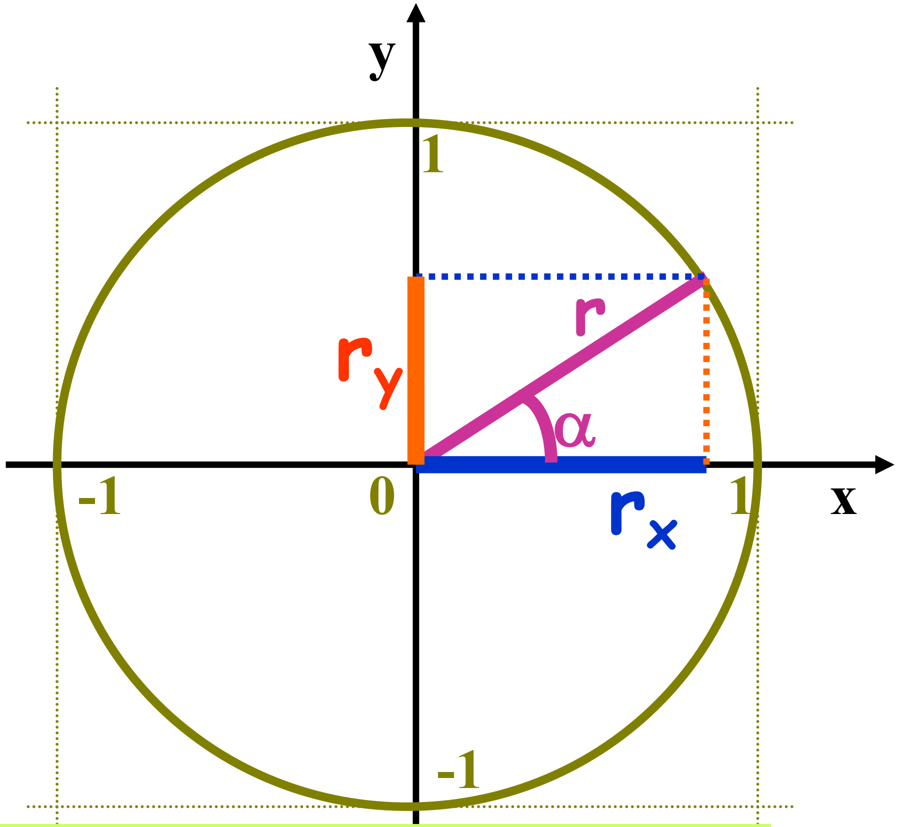
Seno e coseno

Circonferenza centrata nell'origine con raggio $r=1$

(Se $r \neq 1$, tutto vale ugualmente "normalizzando" a $r=1$)

Teorema di Pitagora:

$$r_x^2 + r_y^2 = r^2$$



$\text{sen}(\alpha) = r_y$ → ordinata

$\cos(\alpha) = r_x$ → ascissa

Seno e coseno sono due numeri compresi tra –1 e 1, funzioni di un angolo, tali per cui vale la proprietà fondamentale

$$\text{sen}^2(\alpha) + \cos^2(\alpha) = 1$$

Altra funzione:
$\text{tg}(\alpha) = \text{sen}(\alpha)/\cos(\alpha)$

Alcuni angoli interessanti

0°	30°	45°	60°	90°	
0	$\frac{\pi}{6}$	$\frac{\pi}{4}$	$\frac{\pi}{3}$	$\frac{\pi}{2}$	rad

$$\alpha = 0^0 \quad \sin\alpha = 0 \quad \cos\alpha = 1 \quad \tan\alpha = 0$$

$$\alpha = 30^0 \quad \sin\alpha = \frac{1}{2} \quad \cos\alpha = \frac{\sqrt{3}}{2} \quad \tan\alpha = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$\alpha = 45^0 \quad \sin\alpha = \frac{1}{\sqrt{2}} \quad \cos\alpha = \frac{1}{\sqrt{2}} \quad \tan\alpha = 1$$

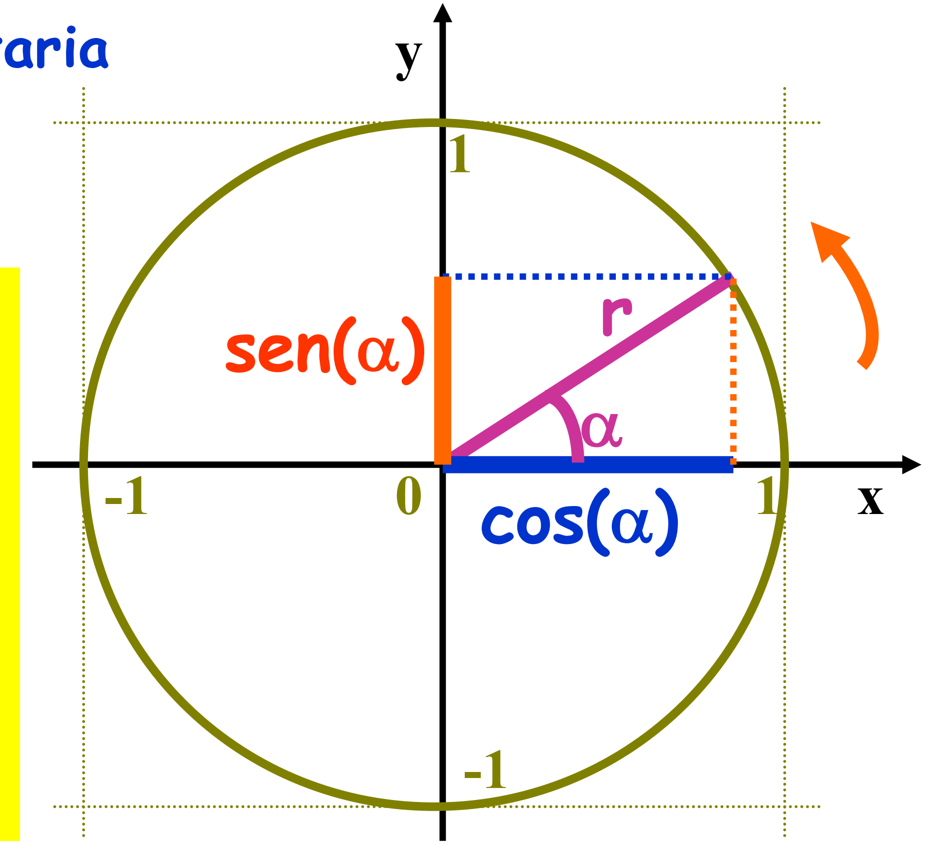
$$\alpha = 60^0 \quad \sin\alpha = \frac{\sqrt{3}}{2} \quad \cos\alpha = \frac{1}{2} \quad \tan\alpha = \sqrt{3}$$

$$\alpha = 90^0 \quad \sin\alpha = 1 \quad \cos\alpha = 0 \quad \tan\alpha = \infty$$

Valori notevoli di seno e coseno

Muovendosi sulla circonferenza unitaria
in senso antiorario
partendo dal semiasse x positivo:

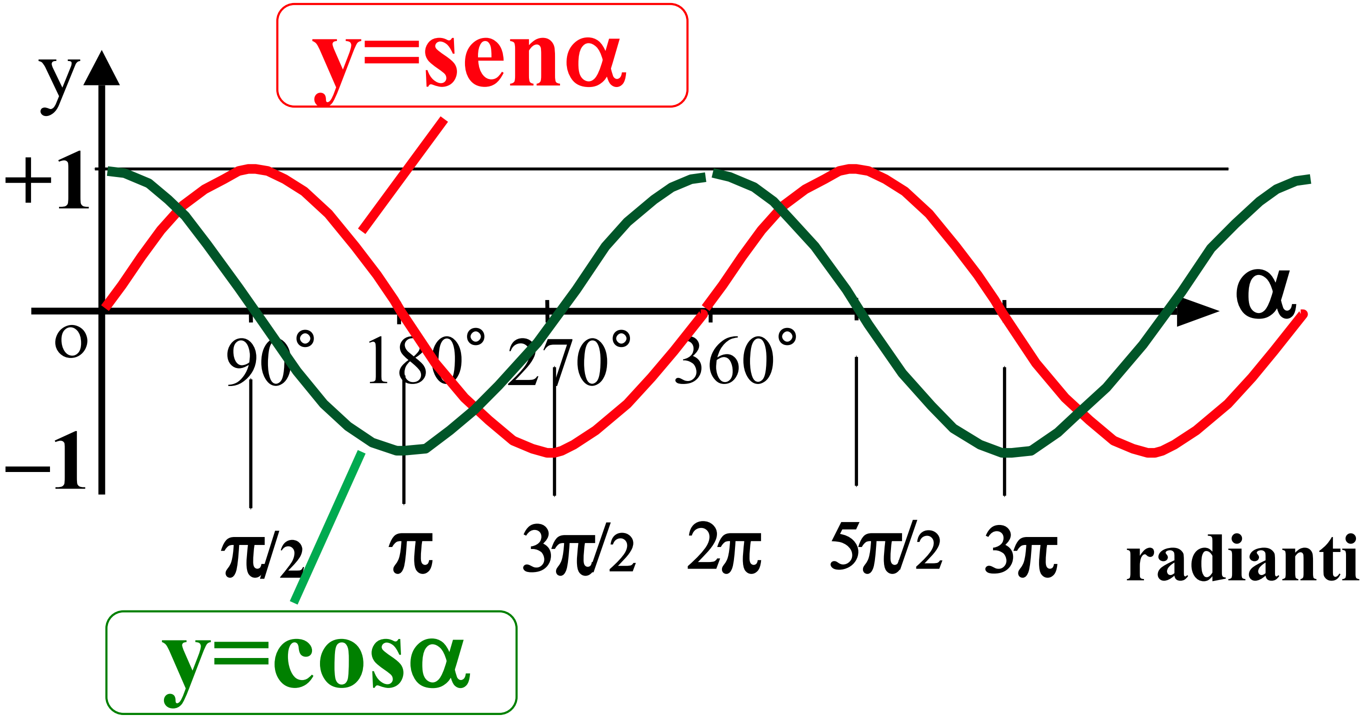
α	$\alpha°$	sen(α)	cos(α)
0	0°	0	1
$\pi/2$	90°	1	0
π	180°	0	-1
$3\pi/2$	270°	-1	0
2π	360°	0	1

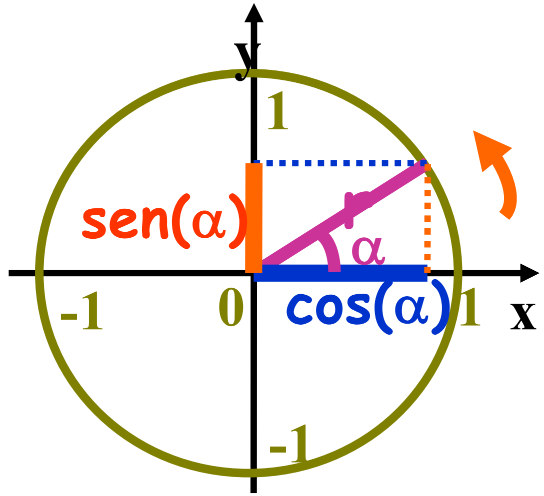


Es.

Quanto valgono il seno e il coseno dell'angolo di 45° (= $\pi/4$)?
Sono evidentemente uguali: sen($\pi/4$)=cos($\pi/4$), per cui:
$\text{sen}^2(\pi/4) + \cos^2(\pi/4) = 1 \rightarrow 2\,\text{sen}^2(\pi/4) = 1$
$\rightarrow \text{sen}^2(\pi/4) = 1/2 \rightarrow \text{sen}(\pi/4) = 1/\sqrt{2}$

Funzioni trigonometriche





y = sen x

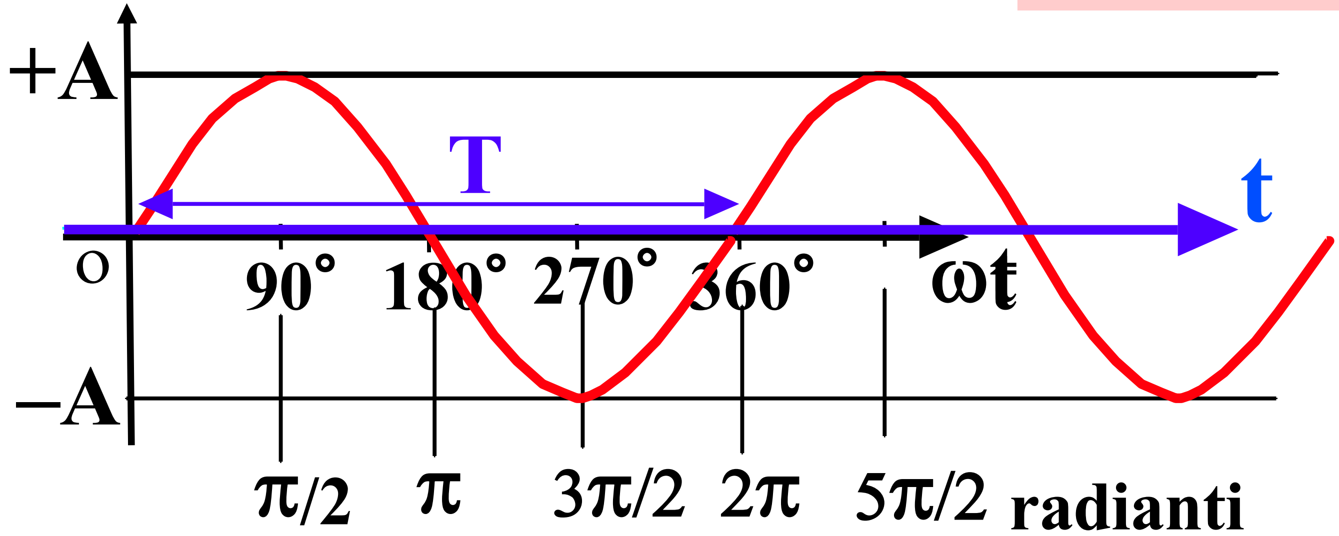
y = cos x

- periodiche di periodo 2π
- definite per ogni valore di x
- limitate tra –1 e 1

Periodo e frequenza

Quando un fenomeno si ripete periodicamente nel tempo:

$y = A\ \mathrm{sen}\ \omega t$ α



ω = pulsazione

T=periodo

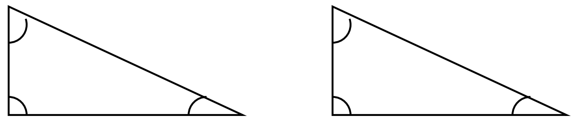
$$\omega(t+T) - \omega t = 2\pi \rightarrow \omega T = 2\pi \rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\,\nu$$

$$\frac{1}{T} = \nu = \text{frequenza}$$

Informazioni utili sui triangoli

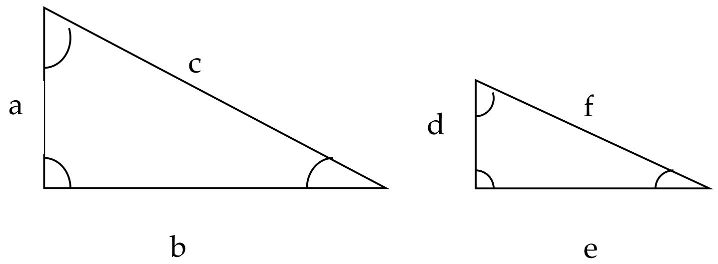
Triangoli congruenti

Due triangoli si dicono congruenti se tutti lati e gli angoli di uno sono uguali ai corrispondenti angoli e lati dell'altro cioe' sono sono esattamente sovrapponibili.



Triangoli simili

Due triangoli sono simili se hanno tutti gli angoli in corrispondenza uguali
In questo caso i rapporti tra i lati corrispondenti sono tutti uguali



$$\frac{a}{d} = \frac{b}{e} = \frac{c}{f}$$

Due triangoli congruenti sono anche simili.