

**Corso di Fisica I**  
**Laurea Triennale in Matematica**  
**A.A. 2015/2016**

**Marie Plazanet**

[marie.plazanet@unipg.it](mailto:marie.plazanet@unipg.it)

tel. 075 585 2705, Dipartimento di Fisica e Geologia, V piano.

63 ore (9 crediti)

Lun : 14-16 ; Ma : 9-11 ; Me : 9-11

Didattica assistita : 2 ore/settimana – venerdì : 09-11

Orario ricevimento studenti : mercoledì dalle 15 alle 17.

Sito web : <http://www.fisgeo.unipg.it/plazanet>

**Modalità d'esame : prova scritta (2 ore), orale facoltativo**

Primo esonero : ~ 15 aprile , secondo esonero/ primo appello: 23 giugno

Appelli successivi: 21/07 ; 12/09 ; 26/09 ; 10/01/17 ; 20/02/17.

Prova orale facoltativa al di là di 18/30. Voto finale = media di scritto e orale.

Textbooks :

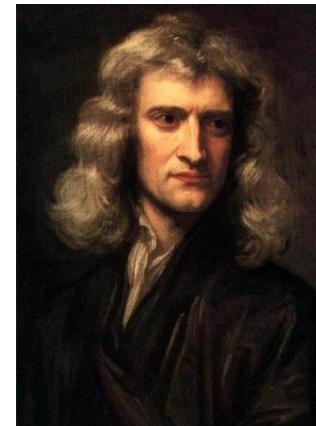
1. Resnick – Halliday – Krane: FISICA 1. Casa ed. Ambrosiana
2. Mazzoldi-Nigro-Voci - Fisica Vol 1 - Meccanica e Termodinamica
3. Tipler – Mosca: Corso di Fisica, 1 – Meccanica Onde Termodinamica. Ed. Zanichelli

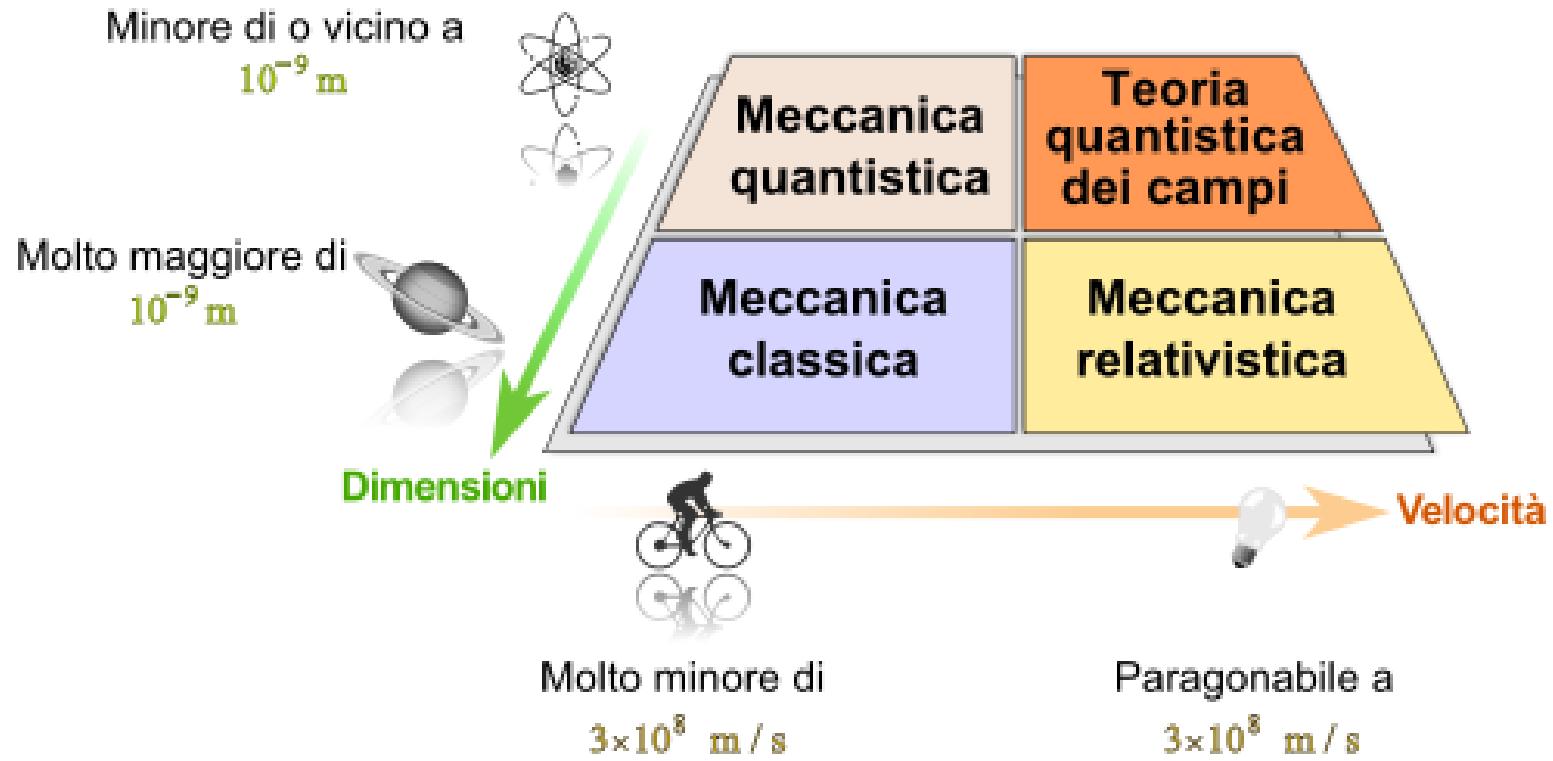
# Programma

1. **Metodi per la fisica** : misure, unità, vettori e scalari .
2. **Cinematica del punto** : moto rettilineo, moto in due e tre dimensioni.
3. **Dinamica del punto** : forze, leggi di Newton.
4. **Lavoro ed energia, conservazione dell'energia**
5. **Sistemi di particelle.** centro di massa, conservazione della quantità di moto
6. **Dinamica dei solidi**
7. **Cinematica e dinamica dei moti rotatori** : moto circolare uniforme, variabili rotazionali vettoriali, momento e velocità angolari.
8. **Gravitazione**
9. **Urti fra corpi.**
10. **Oscillazioni** . oscillazioni forzate e risonanza.
11. **Onde.** Onde trasversali e longitudinali, onde acustiche, interferenze.
12. **Mecanica dei Fluidi** : pressione, Archimede, dinamica dei fluidi.
13. **Termodinamica** : I e II principi, gas perfetto.

# La fisica classica (quella del mondo quotidiano) (meccanica, ottica, calore, acustica, elettricità e magnetismo)

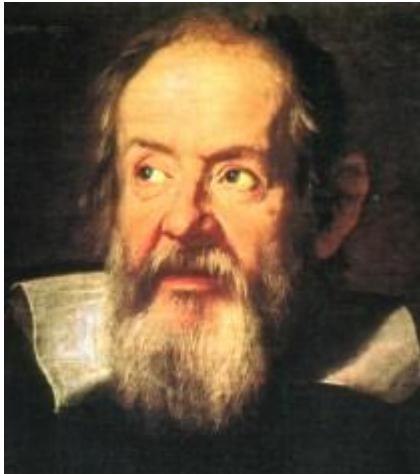
- Isaac Newton (1642-1727)
  - le tre leggi del moto e legge di gravitazione universale.
- James Maxwell (1831–1879)
  - Teoria dell'elettromagnetismo
- James Joule (1818 –1889)
  - Equivalenza tra calore ed energia
- Sadi Carnot (1796 –1832)
  - Padre della termodinamica



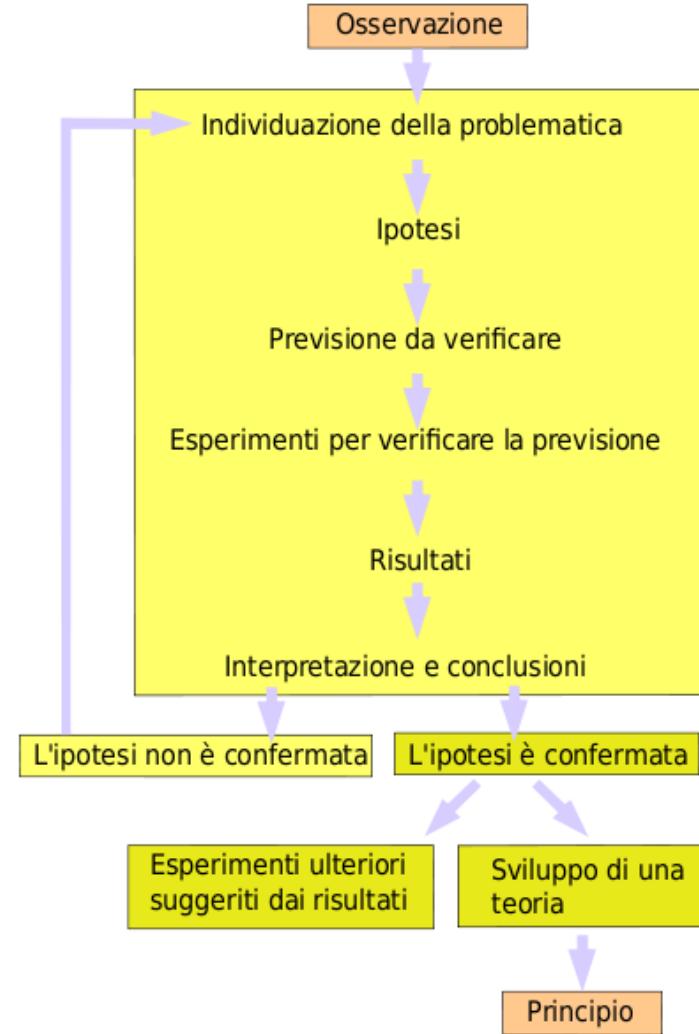


# La fisica : una scienza sperimentale.

Dal greco τὰ φυσικά [tὰ physiká] : « conoscenza delle cose naturali »



- Galileo Galilei (1564-1642)  
importanza della  
sperimentazione!!



# Grandezze fisiche e unità di misure

Grandezza fisica è «*la proprietà misurabile di un fenomeno, corpo o sostanza, che può essere distinta qualitativamente e determinata quantitativamente*» (rif. Vocabolario Internazionale di Metrologia)

Gradezze fondamentali : **lunghezza, tempo, massa, temperatura, corrente elettrica, quantità di sostanza, intensità luminosa.**

> necessita di definire una procedura per definirle

I campioni fondamentali devono essere

- Invarianti
- Riproducibili
- Indipendenti
- Convenienti (numeri né troppo grandi né troppo piccoli)
- Coerenti
- Formanti un sistema di unità di misura completo
- Deve avere multipli e sottomultipli decimali

# Sistema Internazionale (SI)

- Necessita di definire un sistema di unità coerenti e completo
- Sistema Internazionale di misura SI (*Système International, 1961 da CGPM*). Oggi le unità di misura sono stabilite dal BIPM: Bureau International des Poids et Mesures



1 metro : definito come un  $1/40.000.000$  del meridiano terrestre.

Metre étalon= una sbarra di platino iridio.

1 m= distanza percorsa dalla luce nel vuoto in  
 $1/299\ 792\ 458$  di secondo



Tempo:

1 secondo =  $1/60\ 1/60\ 1/24$  della rotazione terrestre

1s = 9.192.631.770 cicli di una particolare transizione dell'atomo di cesio 133.



1 chilogrammo (kg) = (cilindro di platino-iridio)  
Prima definito come il peso di un decimetro cubo di acqua a  $4^{\circ}\text{C}$

Massa del  $^{12}\text{C}$  = 12 u.

u= unità di massa atomica =  $1.66\ 10^{-27}\ \text{kg}$

# Sistema Internazionale (SI)

## Grandezze fondamentali

	<b>Unità di misura</b>	<b>Dimensione</b>	<b>Descrizione</b>
Lunghezza	Metri (m)	[L]	il metro è lunghezza del tragitto percorso nel vuoto dalla luce in un intervallo di tempo pari alla frazione $1/299.792.458$ di un secondo (1983)
Massa	Chilogrammi (kg)	[M]	il kilogrammo è la massa del prototipo internazionale realizzato in platino iridio nel 1889 e conservato a Sevres dal B.I.P.M. (questa è l'unica unità basata su un campione materiale) (1901)
Tempo	Secondi (s)	[T]	il secondo è l'intervallo di tempo che contiene 9.192.631.770 oscillazioni della radiazione emessa nella transizione tra i due livelli iperfini dello stato fondamentale dell'atomo di cesio 133 (1967)
Corrente elettrica	Ampère (A)	[I]	L'ampere è l'intensità di corrente elettrica che, mantenuta costante in due conduttori rettilinei, paralleli, di lunghezza infinita, di sezione circolare trascurabile e posti alla distanza di un metro l'uno dall'altro, nel vuoto, produce la forza di $2 \cdot 10^{-7}$ N su ogni metro di lunghezza di ogni filo (1948)
Temperatura termodinamica	Kelvin (K)	[Θ]	Il kelvin è la frazione 1/273,16 della temperatura termodinamica del punto triplo dell'acqua (1967)
Quantità di sostanza	Mole (mol)	[N]	la mole è la quantità di sostanza di un sistema che contiene tante entità elementari quanti sono gli atomi contenuti in 0,012 kg di Carbonio 12. (1971)
Intensità luminosa	Candela (cd)	[J]	

# Sistema Internazionale (SI)

## Grandezze derivate

Grandezza	Simbolo	Unità di misura	Dimensione
Area	$A$	$m^2$	$L^2$
Volume	$V$	$m^3$	$L^3$
Velocità	$v$	$m/s$	$L/T$
Accelerazione	$a$	$m/s^2$	$L/T^2$
Forza	$F$	$N = kgm/s^2$	$ML/T^2$
Pressione (F/A)	$p$	$N/m^2$	$M/LT^2$
Densità (M/V)	$\rho$	$Kg/m^3$	$M/L^3$
Energia	$E$	$Nm = Joule$	$ML^2/T^2$
Potenza (E/T)	$P$	$Nm/s = Watt$	$ML^2/T^3$

# Ordini di grandezza

## Alcune lunghezze

## valore in m

- dist. del corpo celeste più lontano	$10^{25}$ m	(10000 miliardi di miliardi di km)
- distanza della stella più vicina	$3.9 \cdot 10^{16}$ m	(40000 miliardi di km)
- anno-luce	$9.46 \cdot 10^{15}$ m	(9000 miliardi di km)
- distanza Terra-Sole	$1.49 \cdot 10^{11}$ m = 149 Gm	(150 milioni di km)
- distanza Terra-Luna	$3.8 \cdot 10^8$ m = 380 Mm	(400000 km)
- raggio della Terra	$6.38 \cdot 10^6$ m = 6.38 Mm	(6000 km)
- altezza del Monte Bianco	$4.8 \cdot 10^3$ m = 4.8 km	(5 km)
- altezza di un uomo	$1.7 \cdot 10^0$ m = 1.7 m	
- spessore di un foglio di carta	$10^{-4}$ m = 100 µm	(1/10 di mm)
- dimensioni di un globulo rosso	$10^{-5}$ m = 10 µm	(1/100 di mm)
- dimensioni di un virus	$10^{-8}$ m = 10 nm	(100 angstrom)
- dimensioni di un atomo	$10^{-10}$ m	(1 angstrom)
- dimensioni di un nucleo atomico	$10^{-15}$ m	(1/100000 di angstrom = 1 fermi)

# Ordini di grandezza

## Alcune masse

## valore in kg

- massa dell'Universo (stima)	$10^{55}$ kg	
- massa del Sole	$1.98 \cdot 10^{30}$ kg	(2000 miliardi di miliardi di miliardi di kg)
- massa della Terra	$5.98 \cdot 10^{24}$ kg	(6 milioni di miliardi di miliardi di kg)
- massa di un uomo	$7 \cdot 10^1$ kg	(70 kg)
- massa di un globulo rosso	$10^{-16}$ kg	(100 milionesimi di miliardesimo di g)
- massa del protone	$1.67 \cdot 10^{-27}$ kg	(1.6 milionesimi di miliardesimo di g)
- massa dell'elettrone	$9.1 \cdot 10^{-31}$ kg	miliardesimo di g)

## Alcuni tempi

## valore in s

- stima dell'età dell'Universo	$4.7 \cdot 10^{17}$ s	(15 miliardi di anni)
- comparsa dell'uomo sulla Terra	$10^{13}$ s	(300000 anni)
- era cristiana	$6.3 \cdot 10^{10}$ s	(2000 anni)
- anno solare	$3.15 \cdot 10^7$ s	
- giorno solare	$8.64 \cdot 10^4$ s	
- intervallo tra due battiti cardiaci	$8 \cdot 10^{-1}$ s	(8/10 di sec.)
- periodo di vibraz. voce basso	$5 \cdot 10^{-2}$ s	(2/100 di sec.)
- periodo di vibraz. voce soprano	$5 \cdot 10^{-5}$ s	(50 milionesimi di sec.)
- periodo vib. onde radio (FM 100 MHz)	$10^{-8}$ s	(10 miliardesimi di sec.)
- periodo di vib. raggi X	$10^{-18}$ s	(1 miliardesimo di miliardesimo di sec.)

# Potenze di 10 e ordini di grandezza

MULTIPLI			SOTTOMULTIPLI		
Nome prefisso	Valore	Simbolo	Nome prefisso	Valore	Simbolo
Deca	$10^1$	da	Deci	$10^{-1}$	d
Etto	$10^2$	hm	Centi	$10^{-2}$	c
Kilo	$10^3$	k	Milli	$10^{-3}$	m
Mega	$10^6$	M	Micro	$10^{-6}$	$\mu$
Giga	$10^9$	G	Nano	$10^{-9}$	n
Tera	$10^{12}$	T	Pico	$10^{-12}$	p
Peta	$10^{15}$	P	Femto	$10^{-15}$	f
Exa	$10^{18}$	E	Atto	$10^{-18}$	a
Zeta	$10^{21}$	Z	Zepto	$10^{-21}$	z
Yota	$10^{24}$	Y	Yocto	$10^{-24}$	y

Esempio :

distanza Perugia-Roma :  $180 \text{ km} = 180 \text{ 000 m} = 180 \cdot 10^3 \text{ m}$

il raggio di Boehr (distanza elettrone-protone nel atomo di idrogeno)

$52.9 \cdot 10^{-12} \text{ m} = 0.000000000529 \text{ m} = 52.9 \text{ pm} \cong 0.53 \text{ \AA}$  (1 Ansgtröm =  $10^{-10} \text{ m}$ )

## Operazioni tra potenze

- **il prodotto** tra due potenze in base 10 è uguale alla potenza in base dieci avente come esponente la somma degli esponenti, cioè:
  - $10^n \cdot 10^m = 10^{n+m}$  (*dove m e n possono essere sia positivi che negativi*)
- **il quoziente** di due potenze in base 10 :
  - $10^n / 10^m = 10^{n-m}$  (*dove m e n possono essere sia positivi che negativi*)
- **la potenza** di una potenza di base 10 è una potenza in base 10 avente come esponente il prodotto degli esponenti, cioè:
  - $(10^n)^m = 10^{n \cdot m}$  (*dove n e m possono essere sia positivi che negativi*)

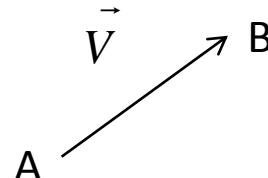
## Alcune verifiche per trattare un problema di fisica...

- qual'è il sistema studiato ?
- quale leggi sono applicabili ?
- la mia equazione è omogenea ?
- quale l'unità del mio risultato ?
- qual'è la precisione utile ?
- il mio risultato ha un senso fisico ?

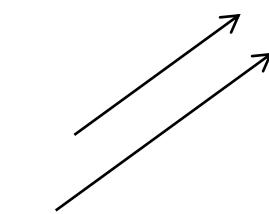
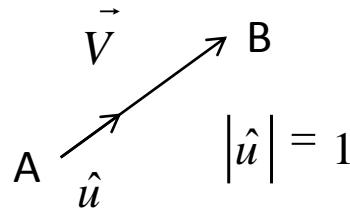
# Vettori e scalari

- Grandezze scalari: completamente specificate assegnando un valore numerico e una unità di misura.
  - Esempi: lunghezza, tempo, superficie, volume, massa, densità, temperatura, intensità di corrente, resistenza...
- Grandezze vettoriali: completamente specificate assegnando un valore numerico (detto norma o modulo) e una unità di misura, una direzione, un verso.
  - Esempi: spostamento rettilineo di un punto, velocità, accelerazione, forza...

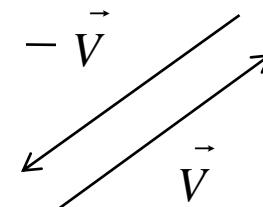
- Vettore : modulo  $|\vec{v}|$



- Versore : vettore di lunghezza unitaria



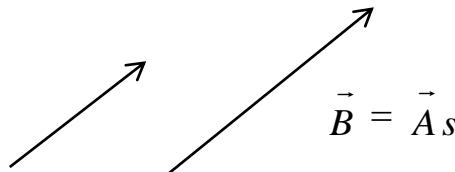
Vettori paralleli



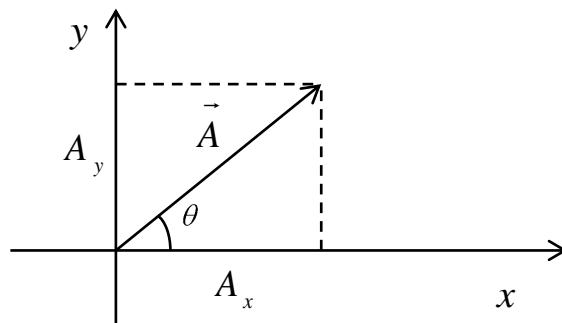
Vettori antiparalleli

# Operazioni tra vettori

- **Moltiplicazione** di un vettore  $\mathbf{A}$  per uno scalare  $s$  restituisce un vettore  $\mathbf{B}$  con uguale direzione e verso ma modulo pari a  $As$ .



- **Scomposizione** di un vettore  $\mathbf{A}$  nelle sue componenti  $A_x$  e  $A_y$  dato un sistema di assi cartesiani  $xy$



$$A_x = A \cos \theta$$

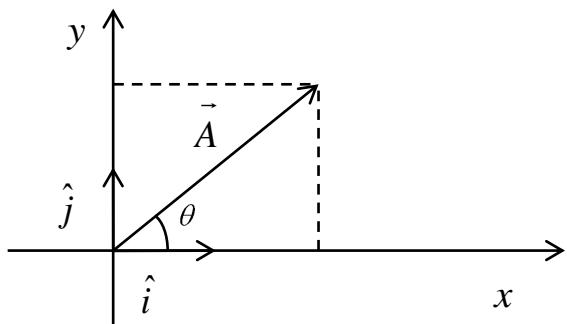
$$A_y = A \sin \theta$$

$$\tan \theta = \frac{A_y}{A_x}$$

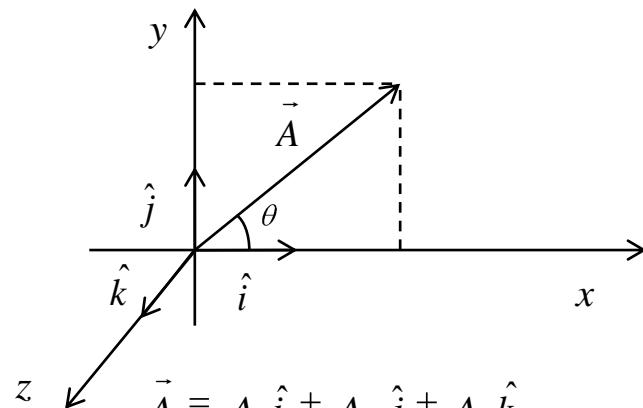
Il modulo del vettore  $\mathbf{A}$  si calcola con il th. Pitagora  $A = \sqrt{A_x^2 + A_y^2}$

# Operazioni tra vettori

- **Introducendo i versori  $i, j$  e  $k$  in 2 e 3 dimensioni**



$$\vec{A} = A_x \hat{i} + A_y \hat{j}$$



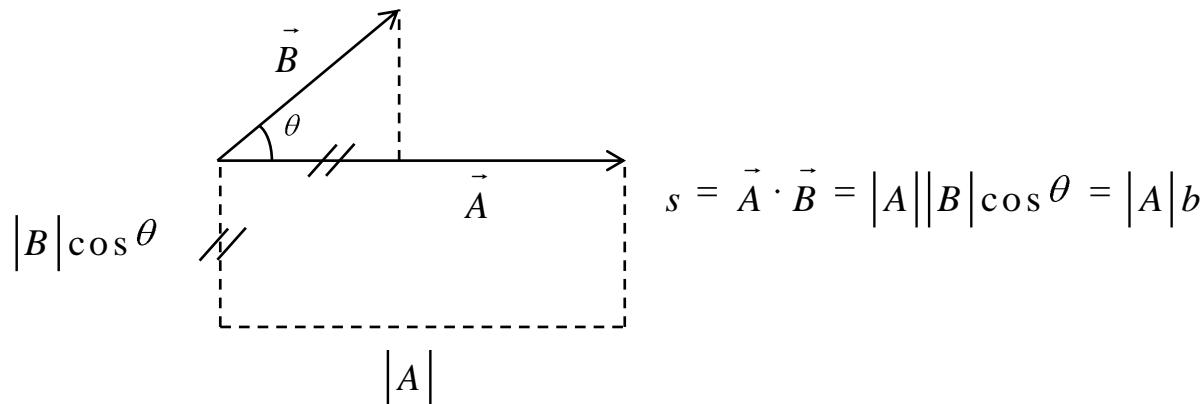
$$\vec{A} = A_x \hat{i} + A_y \hat{j} + A_z \hat{k}$$

- **Somma di piu' vettori:** dati 2 o piu' vettori il vettore somma è dato dal vettore che ha per componenti la somma delle singole componenti dei vettori

$$\vec{V}_1 + \vec{V}_2 + \dots + \vec{V}_n = (V_{1x} + V_{2x} + \dots + V_{nx})\hat{i} + (V_{1y} + V_{2y} + \dots + V_{ny})\hat{j} + (V_{1z} + V_{2z} + \dots + V_{nz})\hat{k}$$

# Operazioni tra vettori

- Si definisce **prodotto scalare**  $s$  di due vettori  $\mathbf{A}$  e  $\mathbf{B}$ , l'area del rettangolo che ha per lati il modulo del vettore e la lunghezza della proiezione del vettore  $\mathbf{B}$  sul vettore  $\mathbf{A}$



- Da cui si deducono le seguenti proprietà

$$\hat{i} \cdot \hat{j} = \hat{i} \cdot \hat{k} = \hat{j} \cdot \hat{k} = 0$$

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = \vec{B} \cdot \vec{A}$$

$$\hat{i} \cdot \hat{i} = \hat{j} \cdot \hat{j} = \hat{k} \cdot \hat{k} = 1$$

$$\vec{C} \cdot (\vec{A} + \vec{B}) = \vec{C} \cdot \vec{A} + \vec{C} \cdot \vec{B}$$

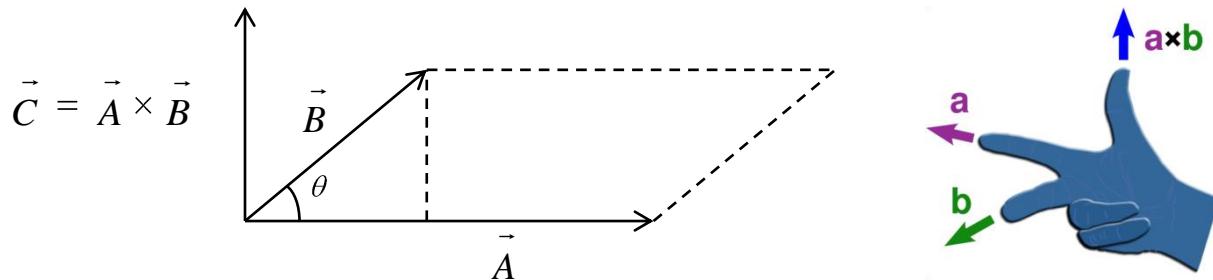
# Operazioni tra vettori

- **Prodotto scalare di A e B** in funzione delle componenti

$$\vec{A} = A_x \hat{i} + A_y \hat{j} + A_z \hat{k} \quad \vec{B} = B_x \hat{i} + B_y \hat{j} + B_z \hat{k}$$

$$s = \vec{A} \cdot \vec{B} = A_x B_x + A_y B_y + A_z B_z$$

- **Prodotto vettoriale or esterno** di A e B. Se consideriamo i due vettori applicati allo stesso punto, essi individuano un parallelogramma di lati pari ai moduli dei due vettori.



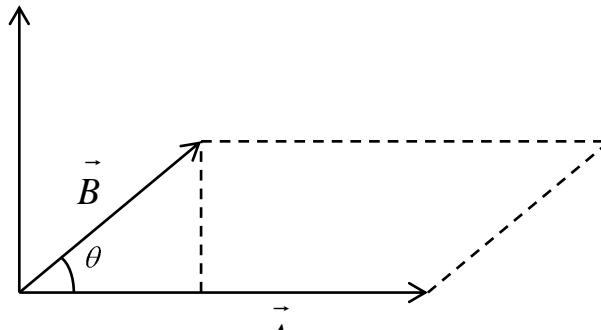
- Il prodotto vettoriale **C** si legge **A esterno B** ed è un vettore che ha:
  - direzione perpendicolare al piano formato dai due vettori;
  - modulo pari all'area del parallelogramma definito dai due vettori;
  - verso definito dalla regola della mano destra

# Operazioni tra vettori

- **Prodotto vettoriale di  $\mathbf{A}$  e  $\mathbf{B}$  in funzione delle componenti**

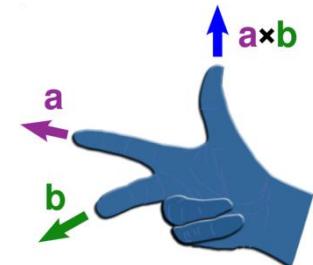
$$\vec{A} = A_x \hat{i} + A_y \hat{j} + A_z \hat{k} \quad \vec{B} = B_x \hat{i} + B_y \hat{j} + B_z \hat{k} \quad \vec{C} = \vec{A} \times \vec{B}$$

$$\begin{aligned} \vec{C} &= \vec{A} \times \vec{B} = (A_x \hat{i} + A_y \hat{j} + A_z \hat{k}) \times (B_x \hat{i} + B_y \hat{j} + B_z \hat{k}) = \\ &= \hat{i}(A_y B_z - A_z B_y) + \hat{j}(A_z B_x - A_x B_z) + \hat{k}(A_x B_y - A_y B_x) \end{aligned}$$



- Proprietà del prodotto vettoriale

- Anticommutativa  $\vec{A} \times \vec{B} = -\vec{B} \times \vec{A}$
- Distributiva rispetto alla somma  $\vec{C} \times (\vec{A} + \vec{B}) = \vec{C} \times \vec{A} + \vec{C} \times \vec{B}$



- Casi particolari

$$\vec{C} = \vec{A} \times \vec{B} = AB \sin \theta$$

$$\text{Se } \theta = 0^\circ \rightarrow C = 0$$

$$\text{Se } \theta = 90^\circ \rightarrow C = AB$$