

Testi consigliati

- **Scannicchio, Fisica Biomedica, Edises, 2009**
- **Giancoli, Fisica, Casa Editrice Ambrosiana, 2007**

Scopo della Fisica è quello di fornire una comprensione quantitativa dei fenomeni naturali (definire relazioni matematiche tra le grandezze misurabili).

Grandezze fisiche fondamentali e derivate

- Per la meccanica **lunghezza, massa e tempo** sono le grandezze fisiche **fondamentali**. Tutte le altre sono **derivate** cioè esprimibili come combinazione matematica delle altre.

Lunghezza = [L], Massa = [M], tempo = [t]

Velocità, accelerazione sono esempi di grandezze fisiche derivate. $[v]=[L][t^{-1}]$;

$[a]=[L][t^{-2}]$;

Densità, grandezza fisica derivata: $[\rho]=[M][L^{-3}]$

ANALISI DIMENSIONALE

Analisi dimensionale sfrutta il fatto che le dimensioni possono essere trattate con le usuali regole algebriche.

Esempio consideriamo la formula $x = \frac{1}{2} at^2$

Dimensionalmente: $[x] = \frac{L}{t^2} t^2 = L$

- Un corpo di massa m è inizialmente a riposo. La velocità del corpo varia uniformemente da zero a v nel tempo t . Cosa rappresenta l'espressione $m(v/t)$ per il corpo considerato?
- A) La forza risultante
- B) L'accelerazione media
- C) La quantità di moto finale
- D) La potenza media
- E) L'energia cinetica finale

Grandezze fisiche e unità di misura

- Un comitato internazionale ha definito le grandezze fisiche fondamentali e le relative unità di misura.
- Definire le grandezze fisiche fondamentali e le loro unità di misura permette di definire un sistema di Unità di misura.

MKS

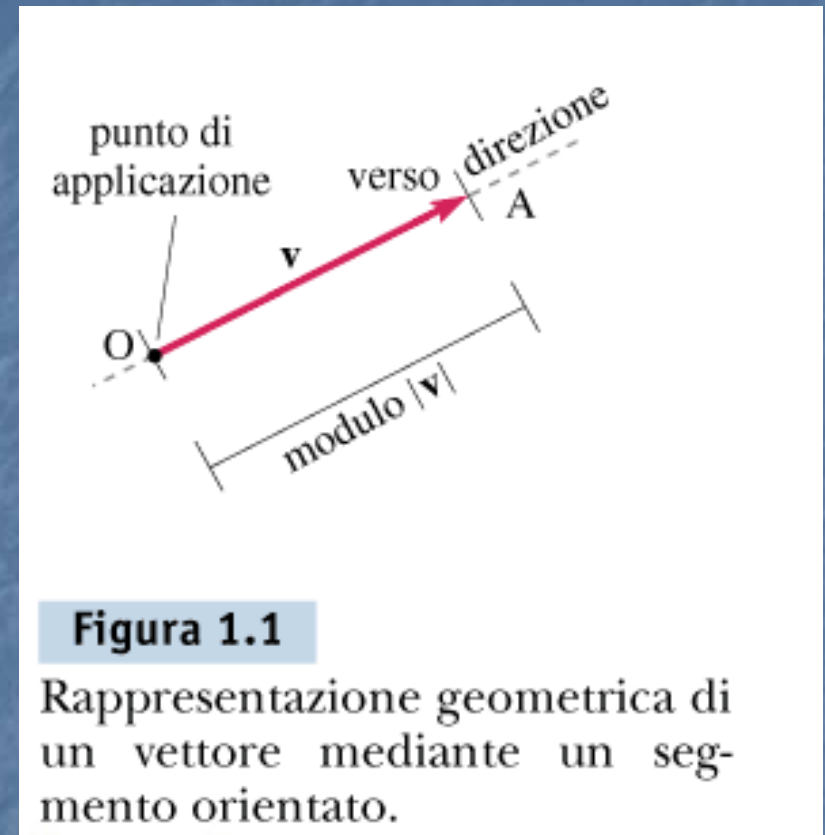
Temperatura, gradi K

TABELLA 1.1 Esempi di unità in diversi sistemi di unità di misura

GRANDEZZE FONDAMENTALI	S.I.	C.G.S.	SISTEMI PRATICI
massa	kilogrammo	grammo	grammomolecola
lunghezza	metro	centimetro	angstrom
tempo	secondo	secondo	minuto, ora
corrente elettrica	ampere		
GRANDEZZE DERIVATE			
volume	m^3	cm^3	litro
densità	$kg\ m^{-3}$	$g\ cm^{-3}$	
forza	$kg\ m\ s^{-2}$ (newton)	$g\ cm\ s^{-2}$ (dyna)	kg_{peso}
velocità	$m\ s^{-1}$	$cm\ s^{-1}$	$mm\ s^{-1}$, km/ora
pressione	$newton\ m^{-2}$ (pascal)	$dyna\ cm^{-2}$ (baria)	atmosfera, mmHg, cmH_2O
lavoro, energia, calore	$kg\ m^2s^{-2}$ (joule)	$g\ cm^2s^{-2}$ (erg)	caloria, Caloria
carica elettrica	s · ampere (coulomb)	u.e.s.	

Grandezze fisiche scalari e vettoriali

- Grandezza scalare completamente definita da un valore espresso nella opportuna unità di misura.
- Grandezza vettoriale completamente definita specificando modulo , direzione e verso



Grandezze fisiche vettoriali

Componenti di un vettore

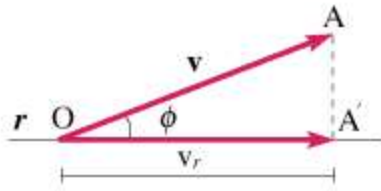
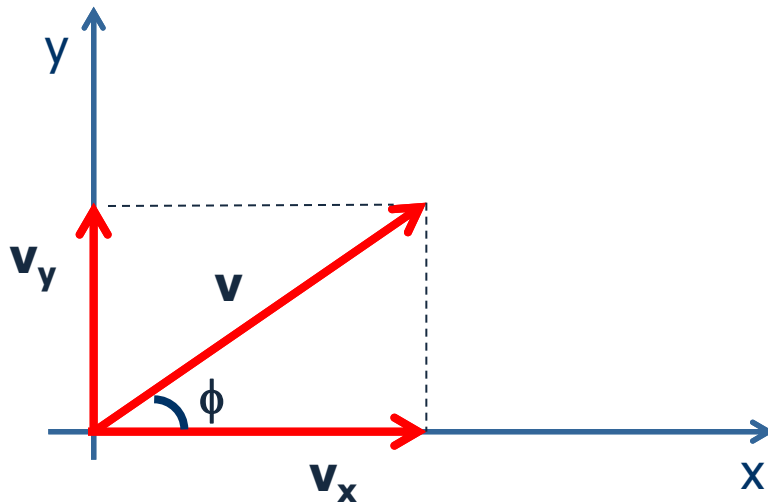


Figura 1.2

Proiezione del vettore \mathbf{v} sulla retta r : v_r rappresenta la componente del vettore \mathbf{v} lungo la direzione r .



Scannicchio
Fisica Biomedica



$$v_x = v \cos \phi$$

$$v_y = v \sin \phi$$

$$\tan \phi = \frac{v_y}{v_x}$$

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

Grandezze fisiche vettoriali

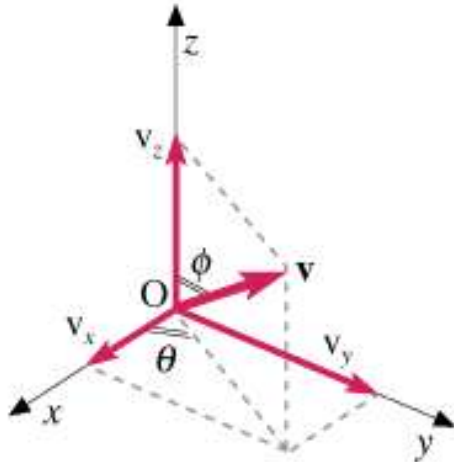


Figura 1.3

Rappresentazione di un vettore mediante le tre componenti in un sistema di riferimento cartesiano ortogonale.



Scannicchio
Fisica Biomedica
EdiSES

$$v_x = |\mathbf{v}| \cos \theta \sin \phi$$

$$v_y = |\mathbf{v}| \sin \theta \sin \phi$$

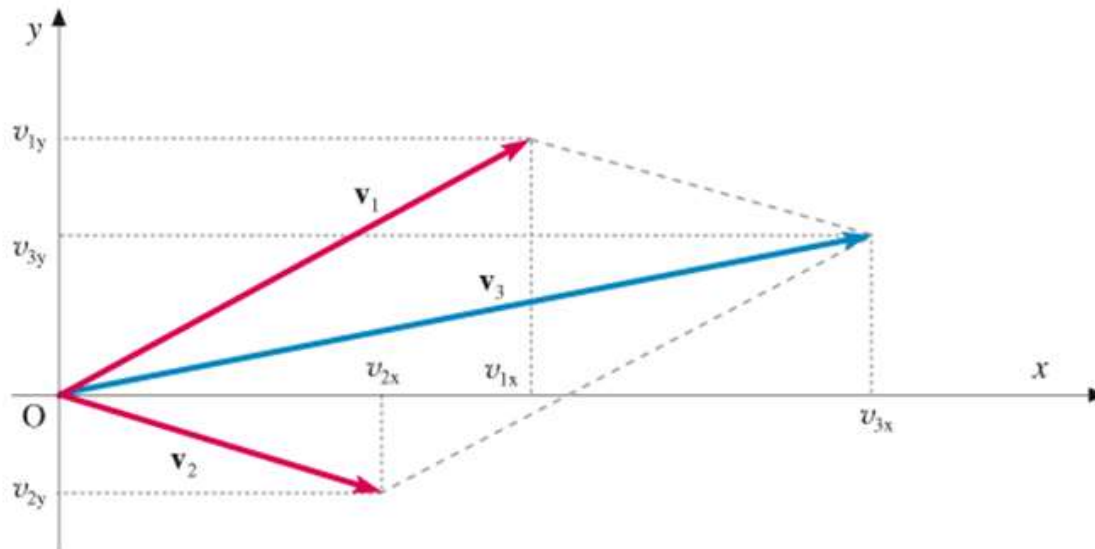
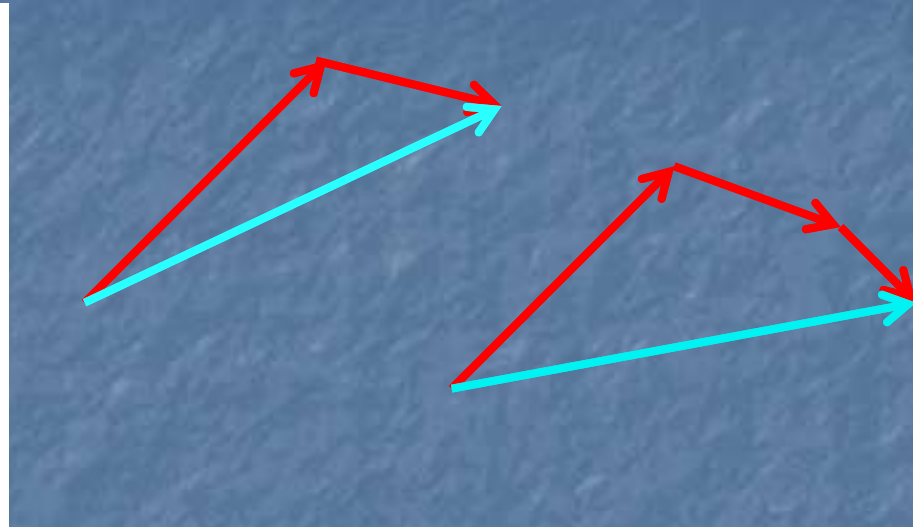
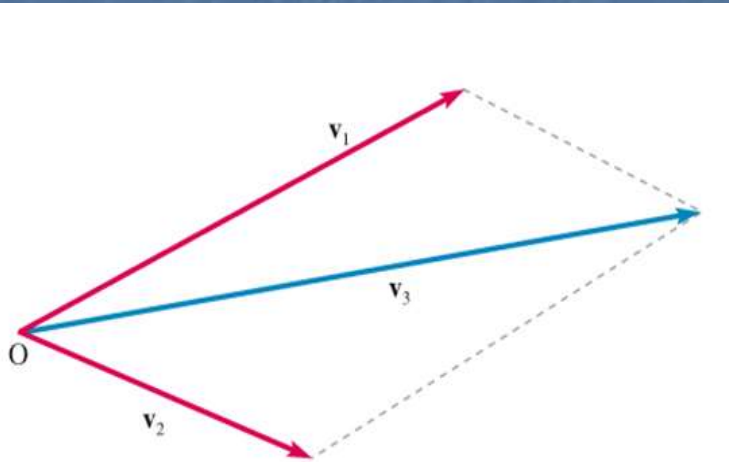
$$v_z = |\mathbf{v}| \cos \phi$$

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



Grandezze fisiche vettoriali

Somma tra vettori-regola grafica



Somma
attraverso le
componenti

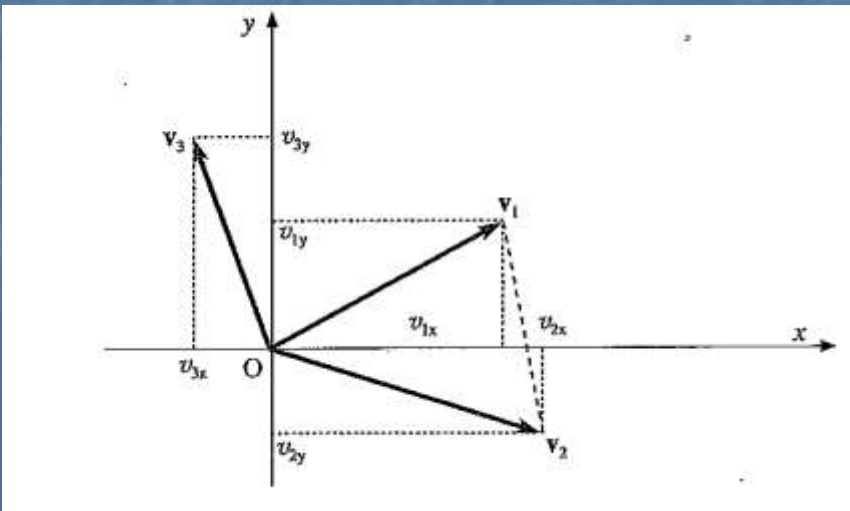
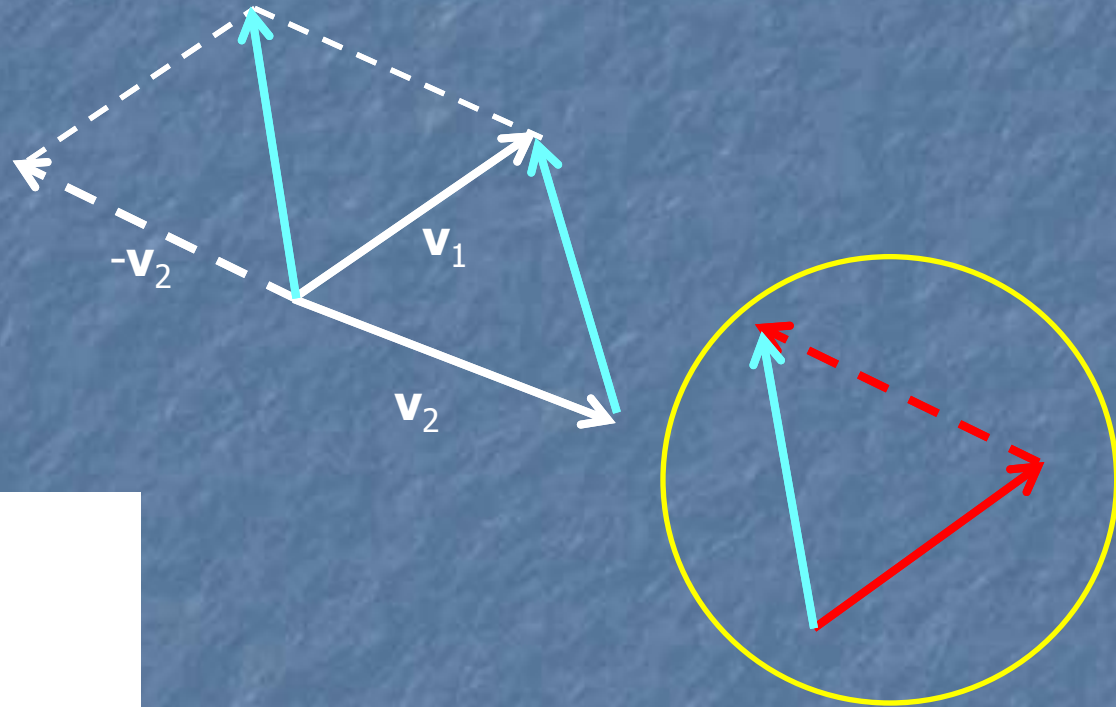
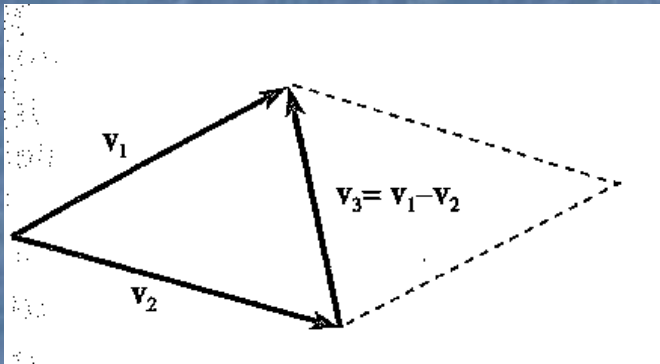
$$v_{3x} = v_{1x} + v_{2x}$$

$$v_{3y} = v_{1y} + v_{2y}$$

Grandezze fisiche vettoriali

Differenza tra vettori (riconducibile alla somma): $\mathbf{v}_3 = \mathbf{v}_1 - \mathbf{v}_2 = \mathbf{v}_1 + (-\mathbf{v}_2)$

Regola grafica:



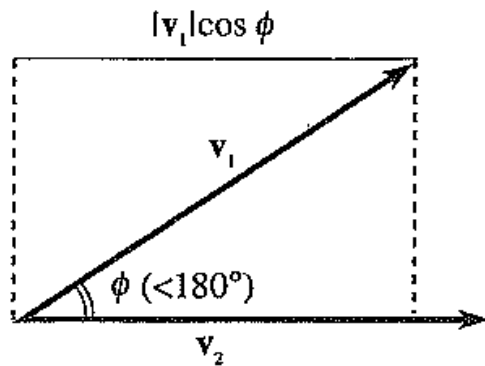
Differenza attraverso le componenti

$$\begin{aligned}u_{3x} &= u_{1x} - u_{2x} \\ u_{3y} &= u_{1y} - u_{2y}\end{aligned}$$

Grandezze fisiche vettoriali

Prodotto scalare

Nulla per vettori
perpendicolari



$$\mathbf{v}_1 \cdot \mathbf{v}_2 = v_1 v_2 \cos \phi.$$

Risultato è uno scalare

$$\mathbf{v}_1 \cdot \mathbf{v}_2 = v_{1x}v_{2x} + v_{1y}v_{2y} + v_{1z}v_{2z}$$

$$\mathbf{v}_1 \cdot \mathbf{v}_2 = \mathbf{v}_2 \cdot \mathbf{v}_1 \quad \text{e} \quad \mathbf{v}_1 \cdot (\mathbf{v}_2 + \mathbf{v}_3) = \mathbf{v}_1 \cdot \mathbf{v}_2 + \mathbf{v}_1 \cdot \mathbf{v}_3.$$

Commutativa e distributiva

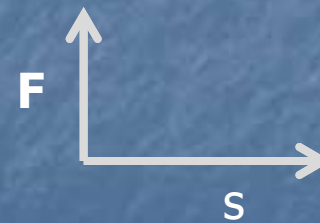
Esempio: Lavoro di una forza: $L = \mathbf{F} \cdot \mathbf{s}$



$$L > 0$$



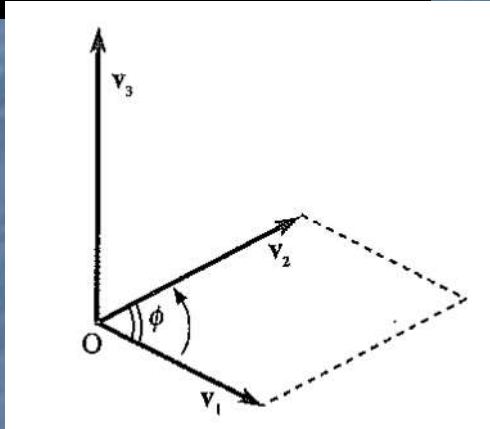
$$L < 0$$



$$L = 0$$

Grandezze fisiche vettoriali

Prodotto vettoriale



Modulo:

$$|\mathbf{v}_3| = v_1 v_2 \sin \phi$$

Nulla per
vettori paralleli

Risultato è un vettore

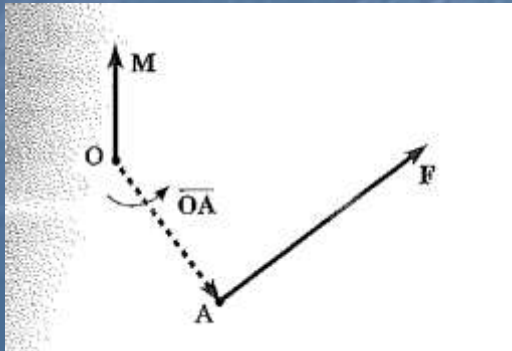
$$\mathbf{v}_1 \wedge \mathbf{v}_2 = \mathbf{v}_3$$

$$\mathbf{v}_2 \wedge \mathbf{v}_1 = -\mathbf{v}_1 \wedge \mathbf{v}_2$$

Non vale la commutativa

$$\mathbf{v}_1 \wedge (\mathbf{v}_2 + \mathbf{v}_3) = (\mathbf{v}_1 \wedge \mathbf{v}_2) + (\mathbf{v}_1 \wedge \mathbf{v}_3)$$

Esempio: momento di una forza rispetto ad un polo (O)



$$\mathbf{M} = \overline{\mathbf{OA}} \wedge \mathbf{F}$$

Se la retta di applicazione di F fosse parallela al segmento OA avremmo momento nullo e nessuna rotazione del corpo.

TABELLA 1.2 Esempi di conversione tra unità di misura di sistemi diversi

GRANDEZZA FISICA	FATTORI DI CONVERSIONE
lunghezze	1 micron (μm) = 10^{-4} cm 1 angstrom (\AA) = 10^{-8} cm
volumi	1 litro = 1000 cm^3
forze	1 dyna = 10^{-5} newton
pressioni	1 torr (1 mmHg) = $1.333 \cdot 10^2 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$ 1 atm = 760 torr = $1.013 \cdot 10^5 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2} = 1.013 \cdot 10^6 \text{ dyne cm}^{-2}$
lavoro ed energia	1 erg = 10^{-7} joule (J) 1 cal = 4.18 J 1 kWh = $3.6 \cdot 10^6$ J
potenza	1 hp = 735 W
densità	1 g/cm ³ = 1000 kg/m ³
concentrazione	1 g/litro = 10^{-3} g/cm ³
velocità angolare	1 giro/s = 6.28 rad/s
flusso (portata)	1 litro/min = $16.6 \text{ cm}^3/\text{s}$



TABELLA 1.3 Costanti fondamentali della Fisica

velocità della luce nel vuoto	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$
carica elettrica dell'elettrone	$e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
massa dell'elettrone	$m = 9.1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
massa del protone	$M = 1.67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
costante di Planck	$h = 6.6 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$
numero di Avogadro	$N_o = 6.02 \cdot 10^{23} \text{ mole}^{-1}$
costante dei gas perfetti	$R = 8.3 \text{ J K}^{-1} \text{ mole}^{-1} = 0.082 \text{ litri atm K}^{-1}$
costante di Boltzmann	$k = R/N_o = 1.38 \cdot 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$
costante di Faraday	$F = N_o e = 96487 \text{ C mole}^{-1}$
costante dielettrica del vuoto	$\epsilon_o = 8.86 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$
costante gravitazionale	$G = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$
permeabilità del vuoto	$\mu_o = 1.256 \cdot 10^{-6} \text{ kg m C}^{-2}$
costante di Stefan-Boltzmann	$\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \text{ watt m}^{-2} \text{ K}^{-4}$
costante di Wien	$b = 2.897 \cdot 10^{-3} \text{ m K}$
equivalente meccanico della caloria	$J = 4.18 \text{ joule/caloria}$

Cinematica

Misura degli angoli e moto circolare uniforme.

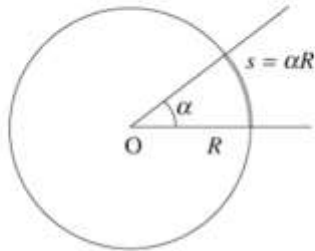


Figura 1.15

L'angolo α viene definito come il rapporto tra l'arco s e il raggio R della circonferenza. In questo modo l'angolo α viene misurato in radianti.

La misura degli angoli in rad:

$$\alpha = \frac{s}{R} \quad s = \alpha R$$

$$360^\circ = \frac{2\pi R}{R} = 2\pi \text{ rad}$$

$$1 \text{ rad} = \frac{360^\circ}{2\pi} = 57.3^\circ$$

$$180^\circ = \frac{\pi R}{R} = \pi \text{ rad}$$

$$1 \text{ rad} = \frac{180^\circ}{\pi}$$

Cinematica

Moto circolare Uniforme; velocità angolare

Corpo in moto con velocità costante in modulo su una circonferenza.

Velocità angolare espressa in s^{-1} o rad/s :

$$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$$

$$\Delta s = R \Delta\theta$$

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

$$v = R \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$$

$$v = R \omega$$

Calcoliamo l'accelerazione

$$|v(t_2) - v(t_1)| \approx v \Delta\theta = v \omega \Delta t$$

$$= \frac{v^2}{R} = \omega^2 R$$

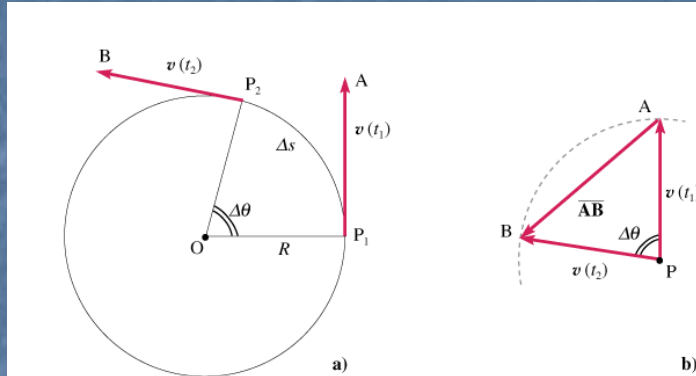


Figura 2.7

Moto circolare uniforme. (a) La velocità è tangente e costante in modulo. L'accelerazione ottenuta con la costruzione geometrica indicata in (b) risulta diretta come il raggio dell'orbita e verso il centro (accelerazione centripeta).