

MECCANICA

parte I^a

- SCALARI E VETTORI
- SPOSTAMENTO, VELOCITA', ACCELERAZIONE
- PRINCIPI DELLA DINAMICA
- FORZA GRAVITAZIONALE
- MASSA, PESO, DENSITA', PORTATA, PRESSIONE

Lucidi del Prof. D. Scammicchio

GRANDEZZE SCALARI

- caratterizzate da **1** solo numero
(≡ rapporto fra grandezza e sua unità di misura)

esempi

massa $m = 73.8 \text{ kg}$

tempo $t = 32.3 \text{ s}$

densità $d = m/V = 4.72 \text{ g cm}^{-3}$

GRANDEZZE VETTORIALI

- caratterizzate da 3 dati



\vec{V} [modulo v , $|\vec{v}|$
direzione
verso

(lettera v in grassetto)

esempi

spostamento s

$$s = 164 \text{ m}$$

velocità v

$$v = 32.7 \text{ m s}^{-1}$$

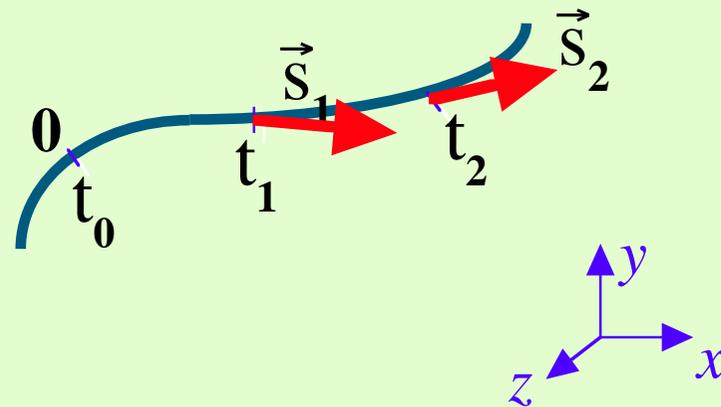
accelerazione a

$$a = 9.8 \text{ m s}^{-2}$$

SPOSTAMENTO

- **spostamento** definito da :
 modulo, direzione, verso \longrightarrow **vettore** \vec{s}
- **traiettoria** : linea tangente al vettore \vec{s} in ogni punto in tempi successivi

$$\vec{s} = \vec{s}(t) \begin{cases} x = x(t) \\ y = y(t) \\ z = z(t) \end{cases}$$



dimensione $[s] = [L]$

- **unità di misura** : S.I. (metro) C.G.S. (cm)

DEFINIZIONE DI **VARIAZIONE** DI UNA GRANDEZZA FISICA

variazione: $a_2 - a_1 = a_{\text{finale}} - a_{\text{iniziale}} = \Delta a$

differenza: $a_1 - a_2 = a_{\text{iniziale}} - a_{\text{finale}} = -\Delta a$

variazione di distanza s (in modulo):

(da $s_1 = 23$ m iniziali a $s_2 = 16$ m finali)

$\Delta s = 16 \text{ m} - 23 \text{ m} = -7 \text{ m}$

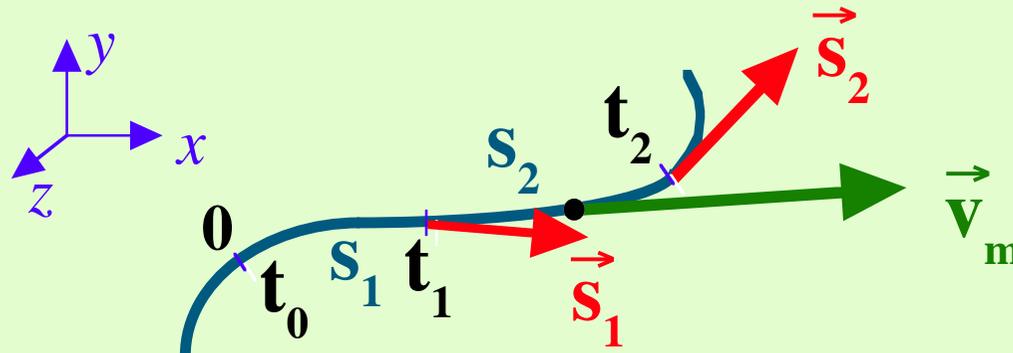
(da $s_1 = -23$ m iniziali a $s_2 = 16$ m finali)

$\Delta s = 16 \text{ m} - (-23 \text{ m}) = +39 \text{ m}$



VELOCITA'

velocità = $\frac{\text{spazio percorso}}{\text{intervallo di tempo}}$



velocità media: $\vec{v}_m = \frac{\vec{s}(t_2) - \vec{s}(t_1)}{t_2 - t_1} = \frac{\vec{s}_2 - \vec{s}_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta \vec{s}}{\Delta t}$

VELOCITA' ISTANTANEA

velocità media:
$$\vec{v}_m = \frac{\vec{s}(t_2) - \vec{s}(t_1)}{t_2 - t_1} = \frac{\vec{s}_2 - \vec{s}_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta \vec{s}}{\Delta t}$$

velocità istantanea:
$$\vec{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{s}}{\Delta t} = \frac{d \vec{s}(t)}{dt}$$

dimensione $[v] = [L] [t]^{-1}$

- unità di misura : S.I. (m s⁻¹) C.G.S. (cm s⁻¹)**



ACCELERAZIONE

accelerazione media: $\vec{a}_m = \frac{\vec{v}(t_2) - \vec{v}(t_1)}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$

accelerazione istantanea: $\vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{d \vec{v}(t)}{dt}$

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

• **unità di misura** : S.I. ($m s^{-2}$) C.G.S. ($cm s^{-2}$)



TIPOLOGIA di MOTO dei CORPI

- moto rettilineo (stessi direzione e verso) :

$$\left. \begin{array}{l} t_1 \rightarrow s_1 = s(t_1) \\ t_2 \rightarrow s_2 = s(t_2) \end{array} \right\} \Delta s = s_2 - s_1 = s(t_2) - s(t_1)$$

- moto rettilineo uniforme
- moto rettilineo uniformemente accelerato
- moto circolare uniforme
- moto armonico



MOTO RETTILINEO UNIFORME e MOTO UNIFORMEMENTE ACCELERATO

moto rettilineo uniforme $v = \text{costante} = v_0$

- $s = v_0 t + s_0$

$s_0 =$ spostamento iniziale

moto rettilineo uniformemente accelerato

$a = \text{costante} = a_0$

- $v = a_0 t + v_0$ $v_0 =$ velocità iniziale

- $s = \frac{1}{2} a_0 t^2 + v_0 t + s_0$

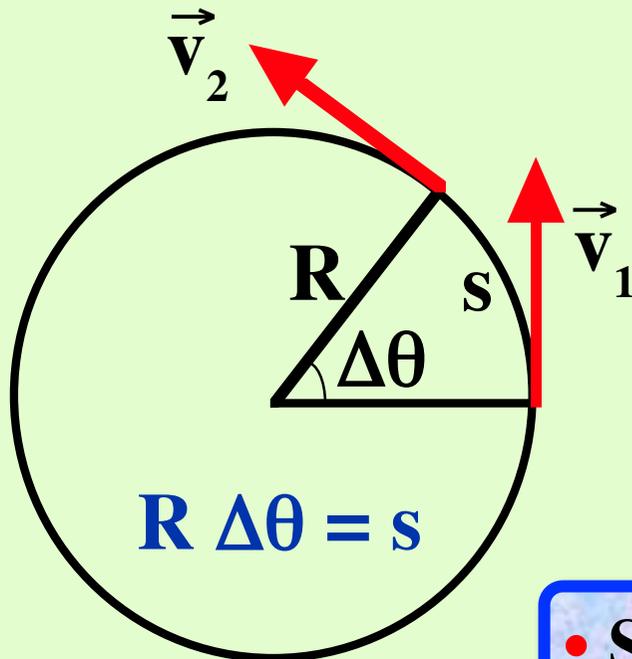
$s_0 =$ spostamento iniziale



MOTO CIRCOLARE UNIFORME

traiettoria \equiv circonferenza **velocità** costante in modulo

$$|\vec{v}_1| = |\vec{v}_2| = v$$



velocità angolare

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

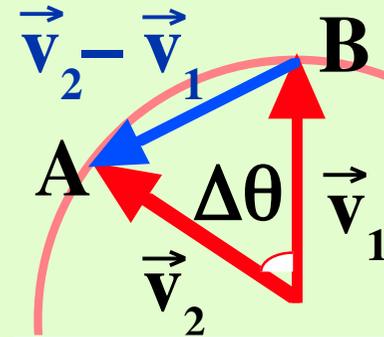
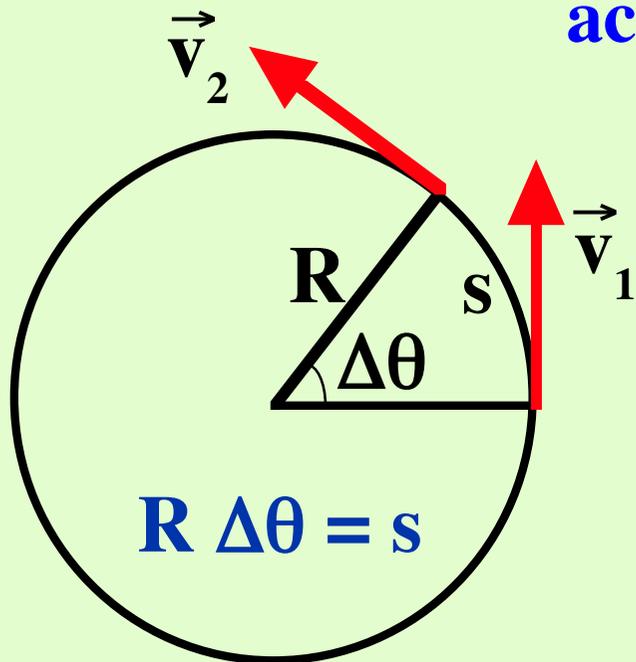
$$[\omega] = [t]^{-1}$$

• S.I. e C.G.S. $s^{-1} = \text{Hertz (Hz)}$

$$v = \frac{s}{\Delta t} = \frac{R \Delta\theta}{\Delta t} = R \omega \quad \longrightarrow \quad v = R \omega$$

MOTO CIRCOLARE UNIFORME

accelerazione



$$a = \frac{|\vec{v}_2 - \vec{v}_1|}{\Delta t} = \frac{|\vec{AB}|}{\Delta t} = \frac{\overline{AB}}{\Delta t} \approx \frac{\widehat{AB}}{\Delta t} = \frac{v \Delta\theta}{\Delta t} = v \omega = \omega^2 R$$

(Δt piccolo)

$$a = \omega^2 R$$

PRINCIPI della DINAMICA

I°- PRINCIPIO D'INERZIA :

in assenza di forze, un corpo é in quiete oppure si muove di moto rettilineo uniforme (\vec{v} = costante in modulo, direzione e verso)

forza \equiv grandezza fisica che modifica lo stato di moto di un corpo

*stato di moto di un corpo: definito dalla sua velocità
variazione stato di moto \equiv variazione vettore velocità
variazione vettore velocità \equiv vettore accelerazione*

II°- $\vec{F} = m \vec{a}$

massa m = quantità di materia



PRINCIPI della DINAMICA

$$\text{II}^\circ - \vec{F} = m \vec{a}$$

dimensione $[F] = [M] [L] [t]^{-2}$

• unità di misura :

S.I. newton (N) = kg metro s^{-2}

$$1000 \times 100 \times 1 = 100\,000 = 10^5$$

C.G.S. dina (dyn) = grammo $cm s^{-2}$

$$1 \text{ newton} = 10^5 \text{ dine}$$

PRINCIPI della DINAMICA

III° - PRINCIPIO di AZIONE - REAZIONE

CORPO A  CORPO B

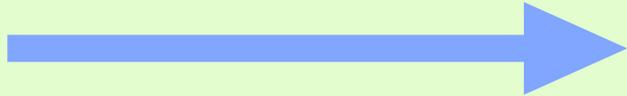
$$\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA}$$

CONSERVAZIONE QUANTITA' di MOTO

$$\vec{q} = m \vec{v}$$

(sistema isolato)

$$\Delta \vec{q} = 0$$

infatti 

CONSERVAZIONE QUANTITA' di MOTO

per sistema isolato di due punti materiali a e b:

$$\bullet \mathbf{a}_A = \frac{\mathbf{F}_{AB}}{m_A} = \frac{\Delta \mathbf{v}_A}{\Delta t} \quad \mathbf{a}_B = \frac{\mathbf{F}_{BA}}{m_B} = \frac{\Delta \mathbf{v}_B}{\Delta t}$$

$$\bullet \mathbf{F}_{AB} + \mathbf{F}_{BA} = \mathbf{0} \text{ (vettori stessa direzione e verso opposto)}$$

$$\bullet m_A \mathbf{a}_A + m_B \mathbf{a}_B = \mathbf{0}$$

$$\bullet m_A \Delta \mathbf{v}_A + m_B \Delta \mathbf{v}_B = \mathbf{0}$$

$$\Delta \mathbf{q}_A + \Delta \mathbf{q}_B = \mathbf{0}$$

$$\Delta \mathbf{q}_{\text{totale}} = \mathbf{0}$$

MOMENTO DI UNA FORZA



$$\vec{M} = \vec{OA} \wedge \vec{F} = \vec{r} \wedge \vec{F}$$

\vec{M}

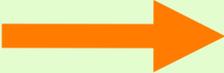
modulo $F r \sin \phi = F b$

direzione $\perp \vec{r}, \vec{F}$

verso avanzamento vite che ruota sovrapponendo \vec{r} su \vec{F}

dimensioni $[M] = [\text{forza}][L]$

- unità di misura: S.I. newton×m (Nm)**



Conservazione del MOMENTO DELLA QUANTITA' DI MOTO (o MOMENTO ANGOLARE)

momento di una forza
rispetto al polo (fisso) O

$$\vec{M} = \vec{r} \wedge \vec{F}$$

momento angolare
rispetto al polo (fisso) O

$$\vec{J} = \vec{r} \wedge m\vec{v} = \vec{r} \wedge \vec{q}$$

in un sistema isolato il momento totale delle forze interne e' nullo
(per il III principio) $\vec{M}_{INT} = 0$ quindi rimane solo il contributo delle
forze esterne. In un sistema isolato le forze esterne sono nulle:

$$\vec{M}_{TOT} = \frac{d\vec{J}_{TOT}}{dt}$$

$$\vec{M}_{TOT} = \vec{M}_{INT} + \vec{M}_{EXT} = \vec{M}_{EXT}$$

$$\vec{M}_{EXT} = \frac{d\vec{J}_{TOT}}{dt} \xrightarrow{\vec{M}_{EXT}=0} \frac{d\vec{J}_{TOT}}{dt} = 0$$

$$\vec{J} = \text{costante}$$

$$\Delta\vec{J} = 0$$

FORZA GRAVITAZIONALE

(Newton)

$$\vec{F} = -G \frac{m_1 m_2}{r^2} \frac{\vec{r}}{r}$$

$$G = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$$

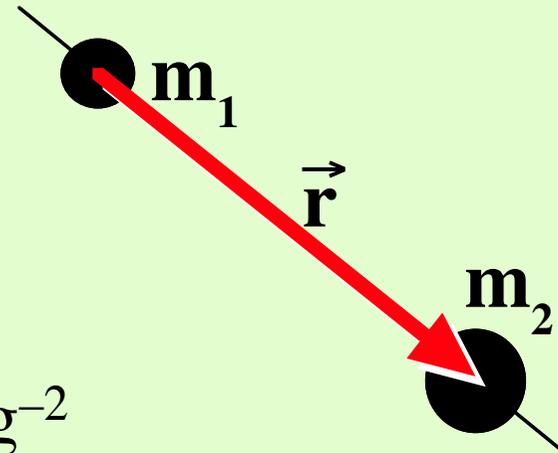
alla superficie della Terra : M_T massa della Terra
 R raggio della Terra

$$F = G \frac{M_T m}{R^2} = g m$$

$$g = 9.8 \text{ m s}^{-2} = 980 \text{ cm s}^{-2}$$

$$\vec{F} = m \vec{g} = \vec{p}$$

$\vec{p} = \textit{forza peso}$



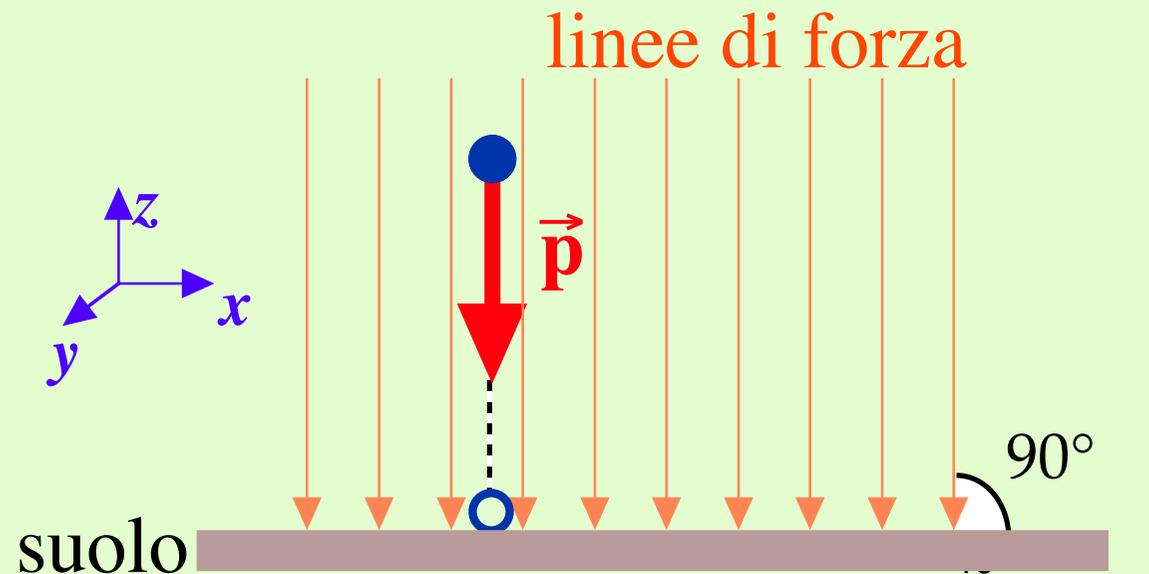
CAMPO di FORZE regione dello spazio ove si esplicano forze

CAMPO di FORZA PESO

$$\vec{F} = m \vec{g} = \vec{p}$$

\vec{p} = forza peso

modulo $|\vec{p}| = m g$
direzione **verticale**
verso **basso**



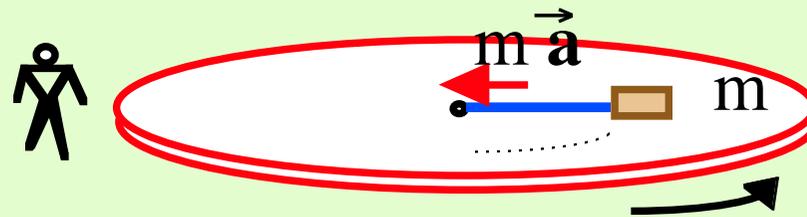
FORZA CENTRIFUGA

corpo massa m in moto circolare uniforme

sistemi di riferimento inerziali

A - OSSERVATORE INERZIALE

$$F_{\text{centripeta}} = m \omega^2 R$$



corpo si muove di moto circolare :

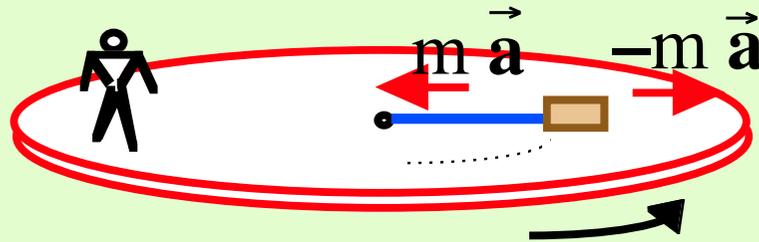
$$\vec{T} = m \vec{a}$$

fune applica forza \vec{T} che causa accelerazione centripeta



FORZA CENTRIFUGA

B - OSSERVATORE RUOTANTE (NON INERZIALE)



corpo fermo : $\vec{F}_{\text{totale}} = 0$

forza di tensione \vec{T} ($= m \vec{a}$) della fune controbilanciata da una forza **apparente** $\vec{F} = -m \vec{a}$ (forza centrifuga)

$$\mathbf{F} = m \omega^2 \mathbf{R}$$

direzione centrifuga