

Moto relativo di traslazione rettilinea

Se $\underline{\omega} = 0 \rightarrow$ moto relativo di S' rispetto ad S è caratterizzato dal solo vettore \underline{v}_t .

Le relazioni di trasformazione diventano in tal caso

$$(1) \quad \underline{v} = \underline{v}' + \underline{v}_t \qquad \underline{a} = \underline{a}' + \underline{a}_t \quad (2)$$

Se $\underline{v}_t = \text{costante}$ in direzione e verso \rightarrow

S' in traslazione rettilinea rispetto a S

Se \underline{v}_t rimane costante nel tempo $\rightarrow \underline{a}_t = 0 \quad \rightarrow$

$\rightarrow S'$ in traslazione rettilinea uniforme rispetto a S

In tali condizioni supponiamo che a $t = t' = 0$ sia $O=O'$; avremo

$$\begin{aligned} \underline{r} &= \underline{r}' + \underline{v}_t t' & \underline{r}' &= \underline{r} - \underline{v}_t t \\ t &= t' & t' &= t \end{aligned}$$

Leggi di trasformazione di Galileo
(valide per i “sistemi inerziali”)

Dalla (1) segue che la velocità di un punto materiale dipende dal sistema di riferimento (“non invariante”) ma sperimentalmente la velocità della luce nel vuoto è indipendente dal SdR.

Conseguenza \rightarrow revisione del carattere assoluto dello spazio e del tempo

\rightarrow “Leggi di trasformazione di Lorentz” che
- rendono velocità della luce \underline{c} “invariante”
- coincidono con quelle di Galileo se $\underline{v}_t \ll \underline{c}$

Dalla (2) segue che nei sistemi inerziali l'accelerazione di un punto materiale non dipende dal sistema di riferimento (“invariante”, importante nella dinamica)

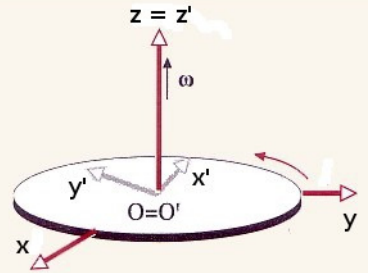
Moto relativo di rotazione

Il moto relativo di S' rispetto ad S è caratterizzato dal solo vettore velocità angolare $\underline{\omega}$ costante e diretto lungo l'asse z di S .

Consideriamo ora un punto materiale P in moto con velocità costante lungo x'

$$\underline{v}' = v_0' \underline{u}_{x'} = v_0' \underline{u}_r$$

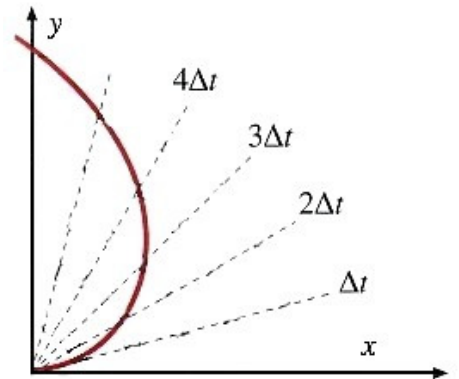
Per semplicità scegliamo $t = t' = 0$ quando P passa da $O = O'$



Composizione del moto rettilineo uniforme ($r = v_0' t$) e della rotazione uniforme ($\theta = \omega t$) dell'asse x' .
Eliminando t dalle due relazioni si ottiene

$$r = (v_0' / \omega) \theta$$

che descrive la traiettoria nel sistema di riferimento di coordinate polari piane (r, θ) .



Caratterizzazione in S

- **traiettoria curva** --> moto accelerato
- **velocità di trascinamento**

$$\underline{v}_t = \underline{\omega} \times \underline{r} = \underline{\omega} \times (v_0' t \underline{u}_r) = \omega v_0' t \underline{u}_\theta$$

perpendicolare vettore \underline{r} e di modulo (ωr) crescente con r (e quindi con t)

$$\text{infine } \underline{v} = \underline{v}' + \underline{v}_t = v_0' \underline{u}_r + \omega v_0' t \underline{u}_\theta = \underline{v}_{//} + \underline{v}_\perp$$

$\underline{v}_{//}$ è costante, \underline{v}_\perp cresce con t --> $\underline{v} = \underline{v}(t)$ --> $\underline{a} \neq 0$

- **accelerazione**

$$\underline{a} = \underline{a}' + \underline{a}_t + \underline{a}_{c_0} = \underline{a}_t + \underline{a}_{c_0}$$

$$\text{con } \underline{a}_t = \underline{\omega} \times (\underline{\omega} \times \underline{r}) = -\omega^2 \underline{r} = -\omega^2 v_0' t \underline{u}_r$$

(accelerazione centripeta punto solidale con S')

$$\text{e } \underline{a}_{c_0} = 2 \underline{\omega} \times \underline{v}' = 2 \omega v_0' \underline{u}_\theta$$

(perpendicolare ad \underline{a}_t e costante)

Esercizi sui moti relativi

1) Un battello fa servizio lungo un tratto rettilineo di fiume tra due stazioni, ubicate sulla stessa sponda del fiume, la cui distanza è $d = 30$ km. Per percorrere tale distanza il battello impiega un tempo $t_1 = 1.0$ h quando viaggia nel senso della corrente, mentre impiega un tempo $t_2 = 2.5$ h quando va contro corrente.

Determinare:

- La velocità v (in modulo) del battello rispetto all'acqua, supponendo che sia la stessa sia all'andata che al ritorno
- La velocità v_0 dell'acqua del fiume

Sapendo poi la larghezza del fiume, determinare:

- Il tempo che impiegherebbe il battello ad attraversare il fiume muovendosi perpendicolarmente al suo argine sempre con la solita velocità rispetto all'acqua del fiume.

[R. a) 21.0 km/h, b) 9.0 km/h, c) 95 s]

2) Una barca si muove in direzione Sud-Est con un azimut (angolo rispetto al Nord) di 135° e una velocità di 10 nodi = 10 miglia nautiche / h = $10 * 1.852$ km/h = 0.514 m/s. Nella zona è presente un vento con un azimut di 0° e velocità 20 km/h. Determinare la direzione indicata dalla banderuola in cima all'albero della barca (corrispondente alla direzione del "vento apparente" percepito dalla barca)

[R. azimut della banderuola = -21.6°]

3) Un punto materiale (pallina) si muove radialmente di moto rettilineo uniforme ($v_0 = 1$ m/s) su una piattaforma (giostra) rotante con velocità angolare $\omega = 1$ giro/ 24 s.

Determinare, rispetto ad un sistema fisso, le seguenti caratteristiche del moto del punto materiale:

- traiettoa
- le componenti del vettore velocità
- le componenti del vettore accelerazione

[R. a) $r = (v_0 / \omega) \theta$ b) $\underline{v} = v_0 \underline{u}_r + \omega v_0 t \underline{u}_\theta$

c) $\underline{a} = \underline{a}_t + \underline{a}_{c_0} = -\omega^2 v_0 t \underline{u}_r + 2 \omega v_0 \underline{u}_\theta$]