

# 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

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

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)

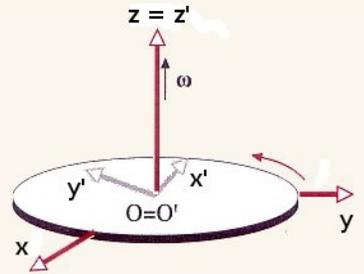
# Moto relativo di rotazione

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  $x'$

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

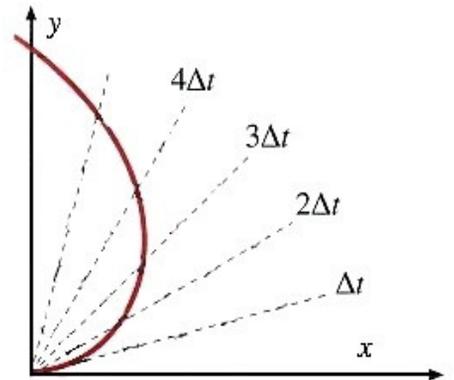
Per semplicità scegliamo  $t = t' = 0$  quando  $P$  passa da  $O = O'$



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  $(r, \theta)$ .



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  $(\omega r)$  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  $135^\circ$  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  $0^\circ$  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 =  $-21.6^\circ$  ]

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