

**Meccanica** = studio del moto dei corpi

**Cinematica**: studio del moto indipendentemente dalle cause

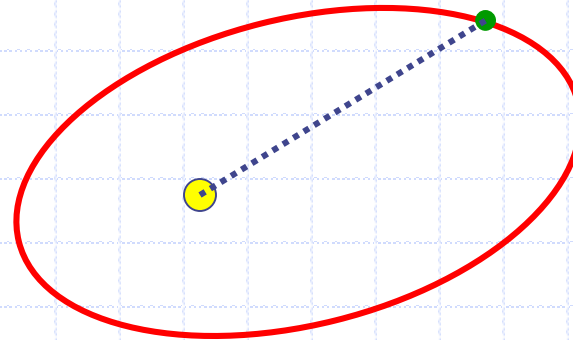
**Dinamica**: studio del moto in relazione alle forze agenti

**Statica**: studio delle condizioni di equilibrio

**Punto Materiale:**

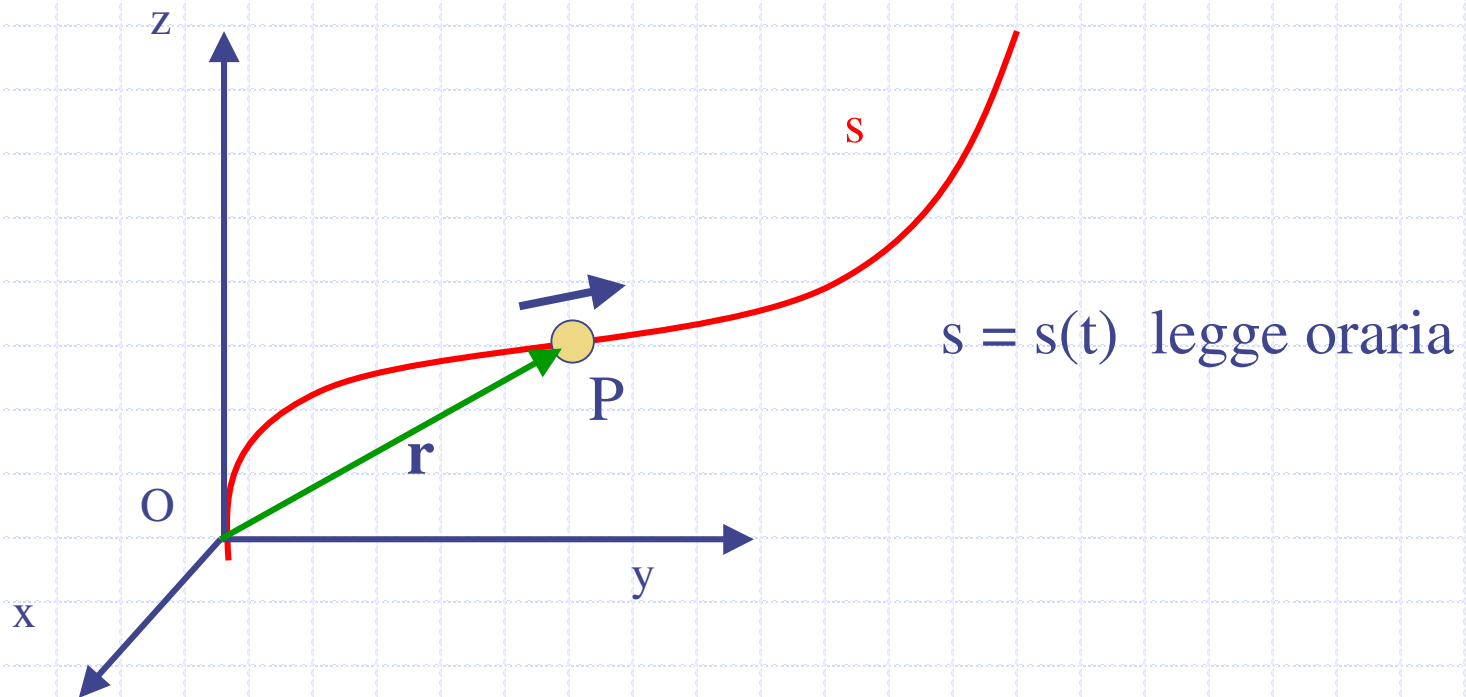
corpo di dimensioni  
trascurabili rispetto alle  
dimensioni del sistema con  
cui interagisce

(es. il moto dei pianeti)

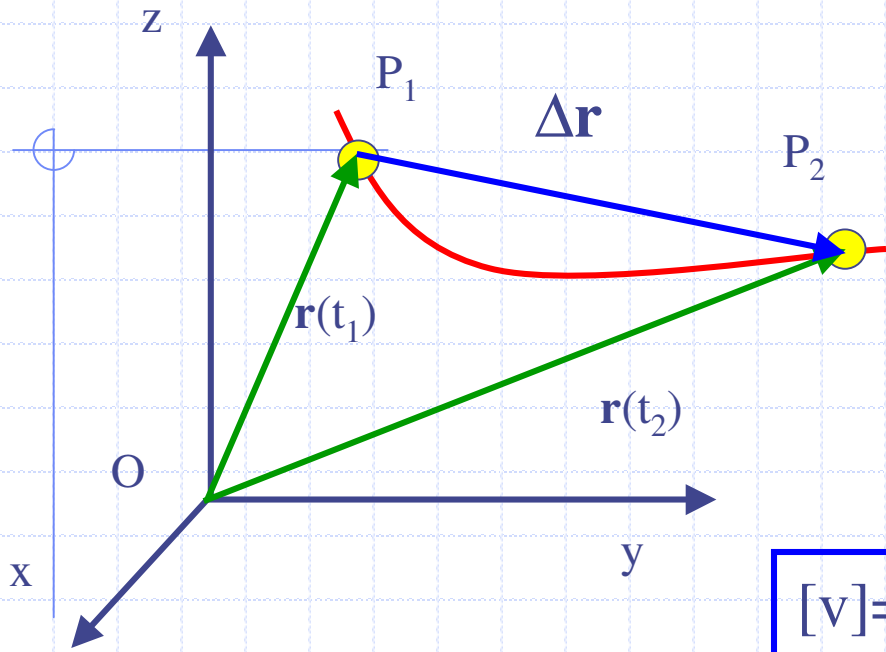


$$R_t = 6400 \text{ km} \quad R_{s-t} = 150 \times 10^6 \text{ km}$$

**Traiettoria** di un punto materiale: insieme dei punti dello spazio raggiunti da P al trascorrere del tempo.



vettore posizione:  $\mathbf{r} = \mathbf{r}(t) \Rightarrow P \equiv (x, y, z) \quad x = x(t), y = y(t), z = z(t)$



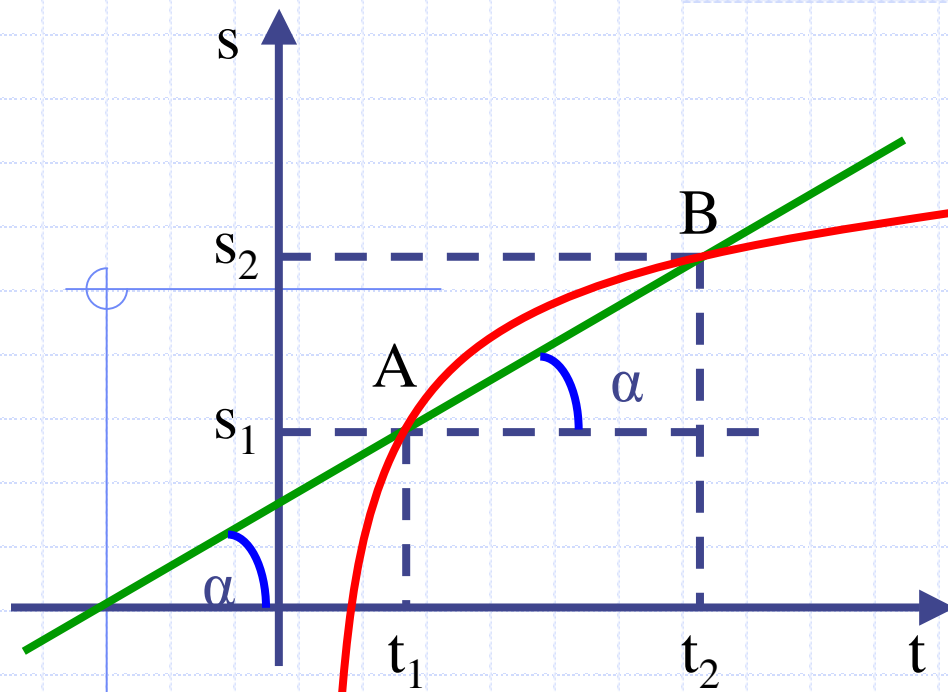
$$\Delta \mathbf{r} = \mathbf{r}(t_2) - \mathbf{r}(t_1) = \mathbf{P}_1 \mathbf{P}_2$$

$$\vec{v}_m = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} \quad \text{velocità media}$$

$[\mathbf{v}] = [\text{LT}^{-1}]$	S.I.    m/s
	C.G.S. cm/s

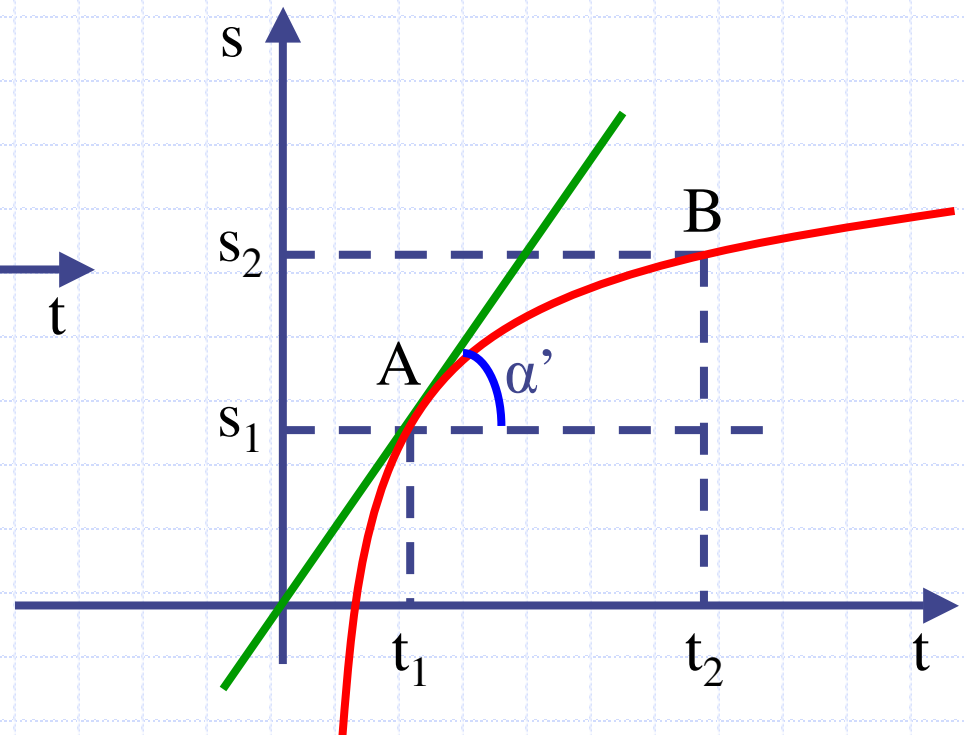
$$\vec{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = \frac{d\vec{r}}{dt}$$

velocità istantanea

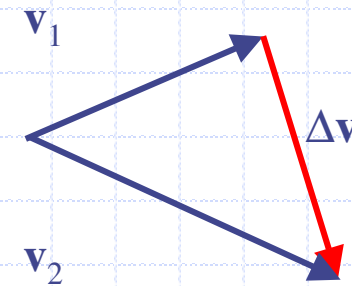
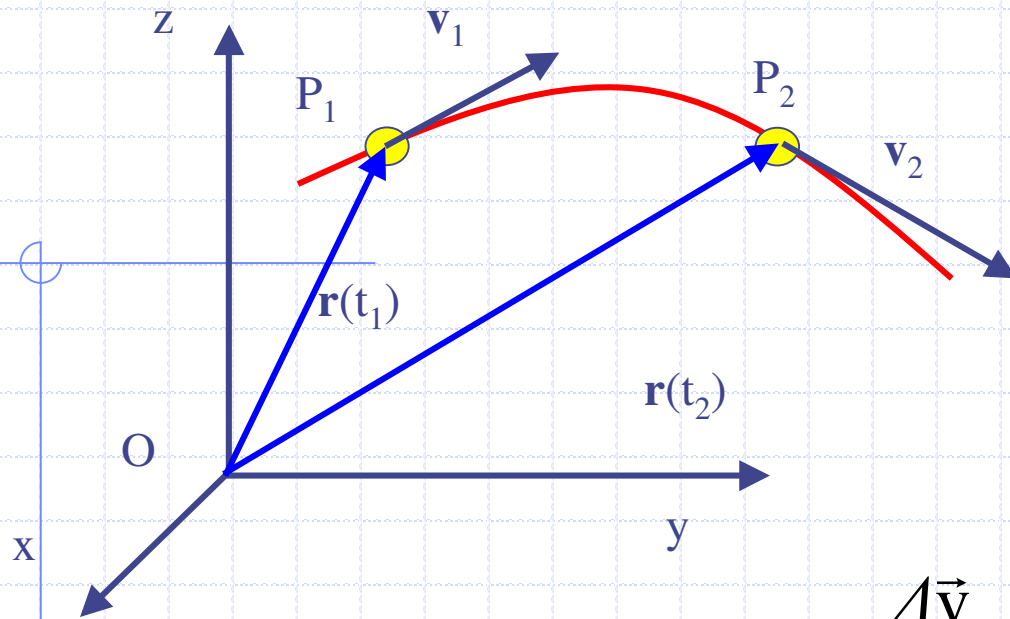


$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{\overline{BC}}{\overline{AC}} = \operatorname{tg} \alpha$$

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta r}{\Delta t} = \frac{dr}{dt} = \operatorname{tg} \alpha'$$



significato geometrico della velocità istantanea:  
 tangente trigonometrica dell'angolo  $\alpha'$  formato dalla retta  
 tangente alla traiettoria con l'asse delle ascisse



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

$$\vec{a}_m = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

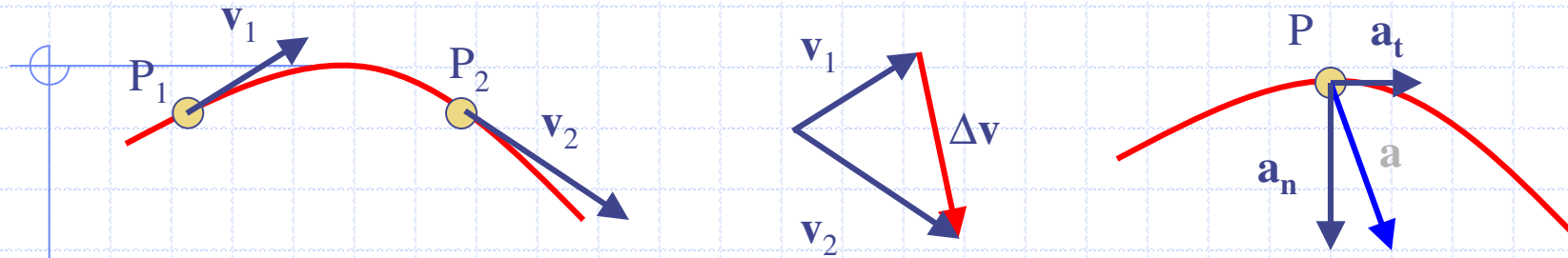
accelerazione media

$[a] = [LT^{-2}]$	S.I. $m/s^2$
	C.G.S. $cm/s^2$

$$\vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d^2 \vec{r}}{dt^2}$$

accelerazione istantanea

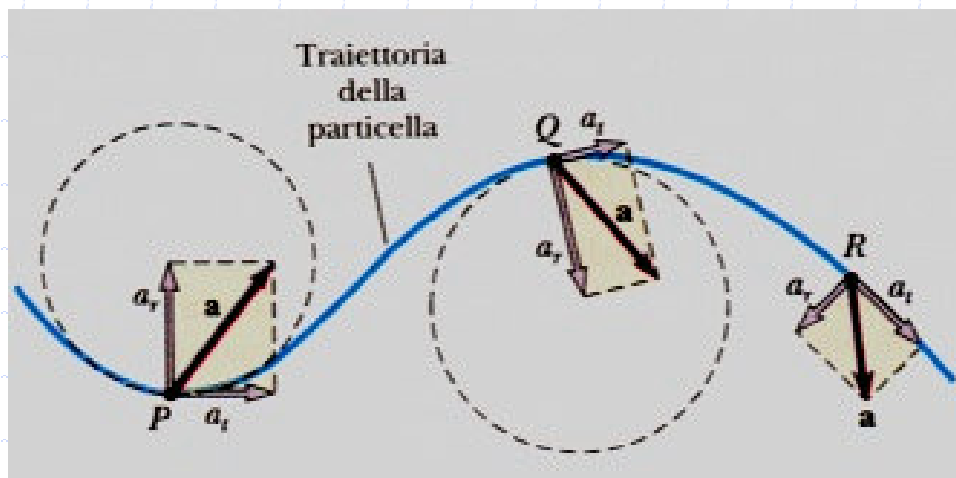
In un moto curvilineo l'accelerazione istantanea è diretta verso il centro della traiettoria  $s$ .



**Possiamo scomporre  $\mathbf{a}$  in 2 componenti, tangente e normale a  $s$**

$\mathbf{a}_t$  rappresenta la misura della variazione del modulo della velocità nell'unità di tempo

$\mathbf{a}_n$  rappresenta la misura della variazione della direzione della velocità nell'unità di tempo



$\mathbf{a}_t = 0 \Rightarrow$  moto uniforme ( $|v| = \text{costante}$ )

$\mathbf{a}_n = 0 \Rightarrow$  moto rettilineo (direzione di  $v$  costante)

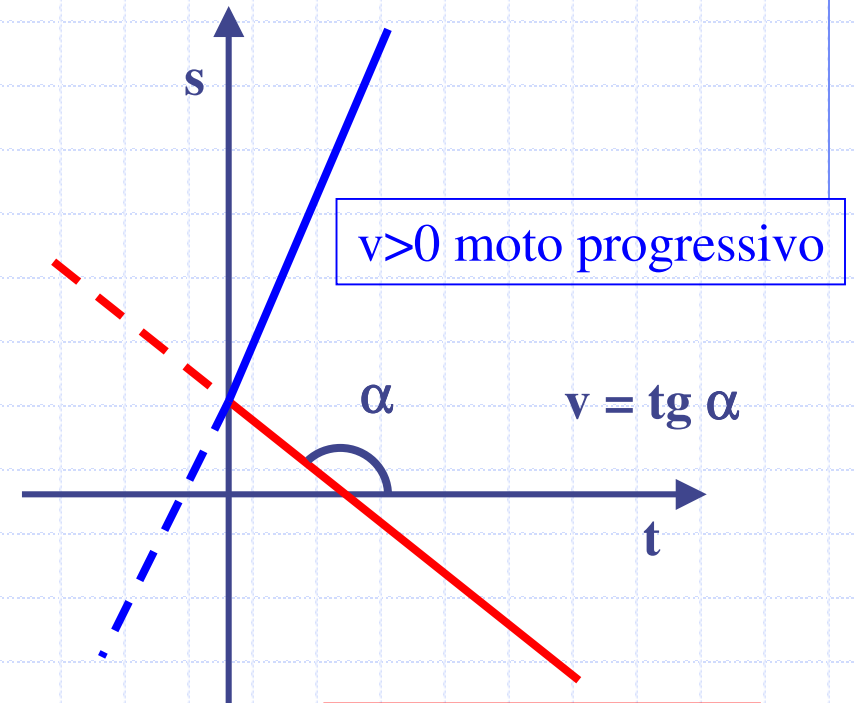
## Moto uniforme

moto uniforme  $\Rightarrow |v| = \text{costante}, a_t = 0$

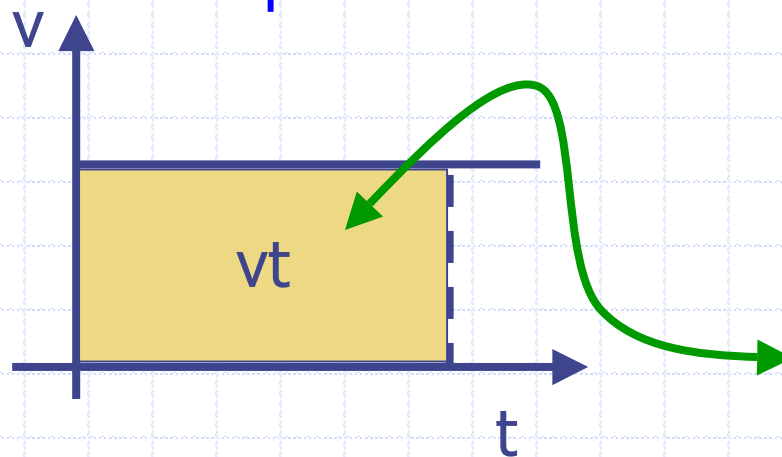
inoltre se  $a_n = 0 \Rightarrow$  moto rettilineo uniforme.

$$v = \frac{s_t - s_0}{t}$$

$$s_t = s_0 + vt \quad \text{equazione oraria}$$



Lo spazio come area



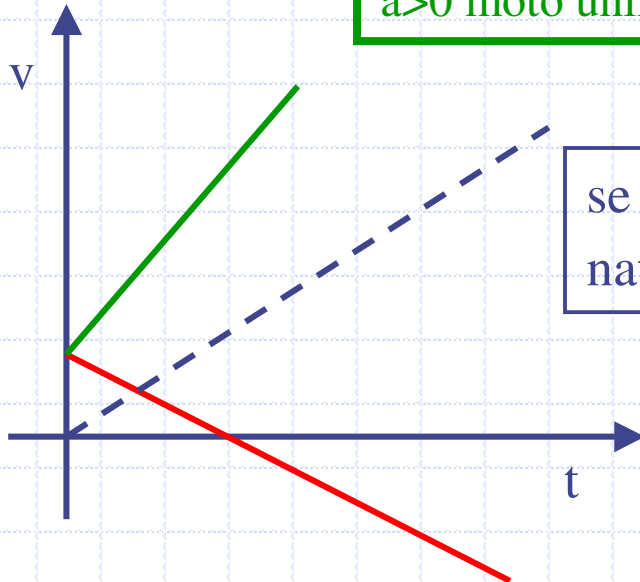
$$s - s_0 = vt$$

$v < 0$  moto regressivo

moto uniformemente vario:  
 $a_t = \text{costante} \neq 0$

$a > 0$  moto uniformemente accelerato

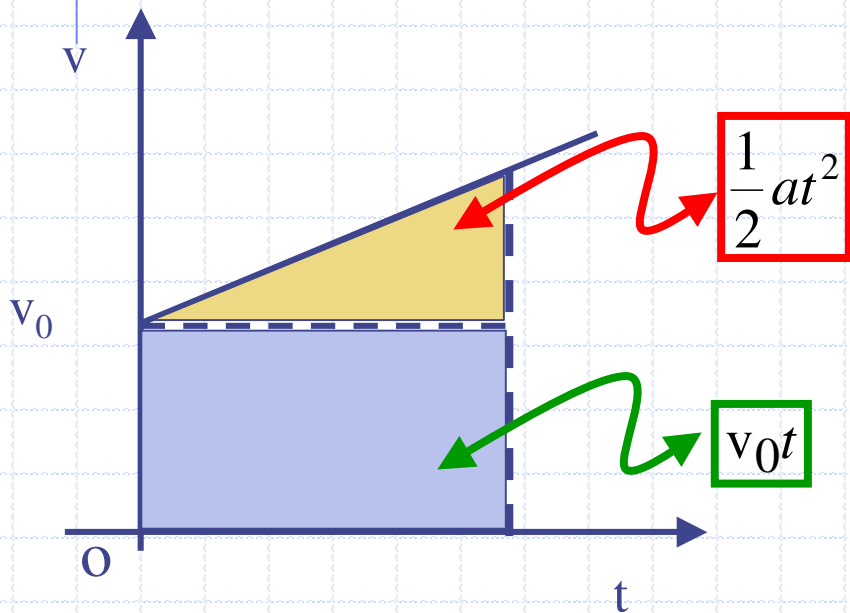
se  $v_0 = 0 \Rightarrow$  moto  
naturalmete vario



$$a = \frac{v_t - v_0}{t}$$

$$v_t = v_0 + at$$

$a < 0$  moto uniformemente ritardato



$$v_t - v_0 = at \rightarrow A_T = \frac{1}{2} t (v_t - v_0)$$

$$s_t - s_0 = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$$

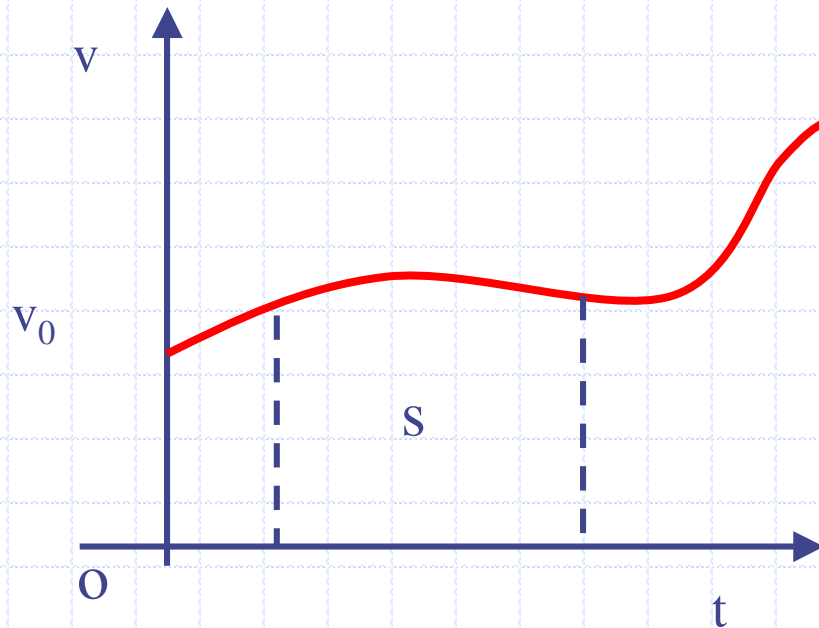
equazione  
oraria

Riassumendo

$$s_t = s_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$v_t = v_0 + a t$$

$$v_t^2 = v_0^2 + 2 a s_t$$

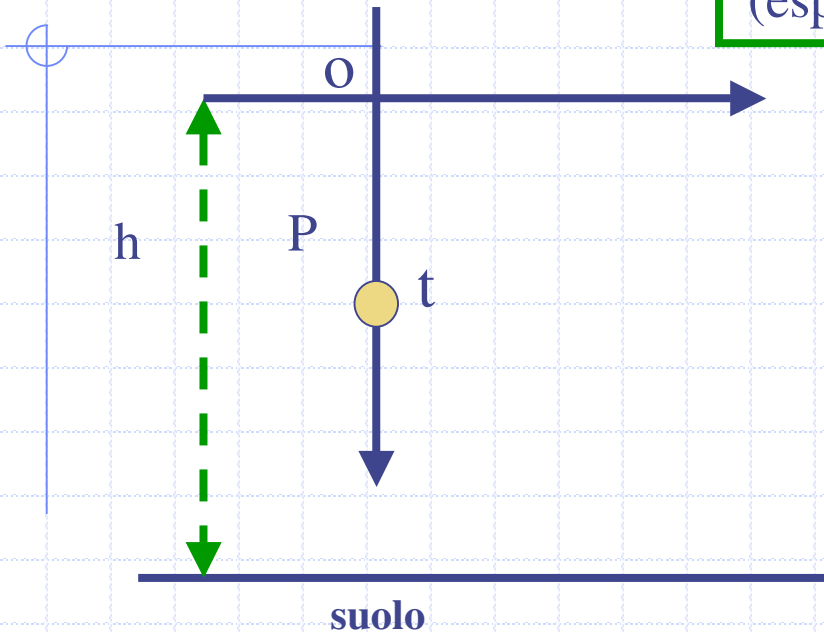


$$v = \frac{ds}{dt} \Rightarrow ds = v dt$$

$$s = \int_{t_1}^{t_2} v(t) dt$$

## Moto verticale dei gravi

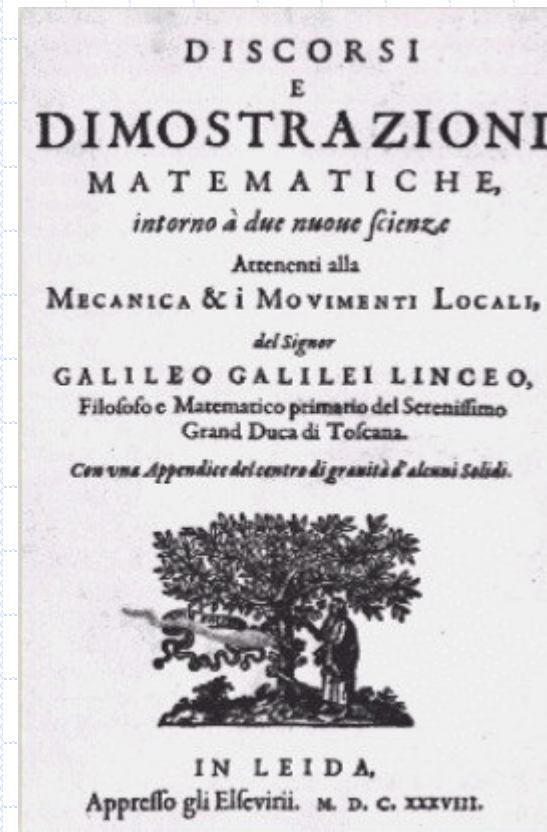
Tutti i corpi cadono nel vuoto con accelerazione costante (esperienza di Galileo).  $|g| = 9.8 \text{ m/s}^2$



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

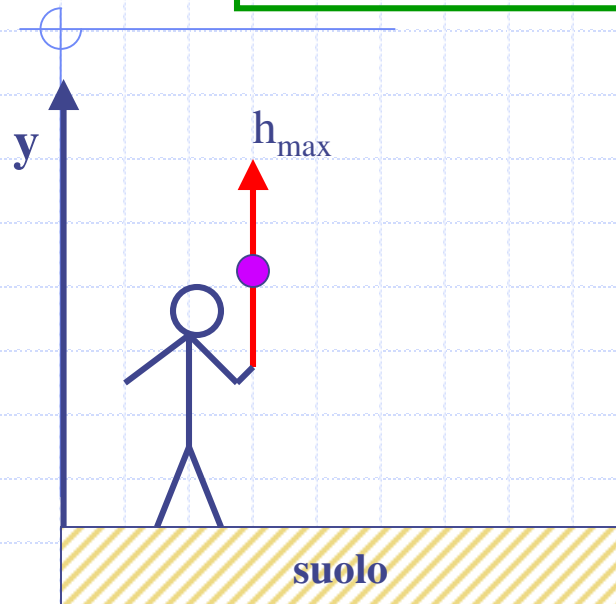
$$v = v_0 + g t$$

$$v^2 = v_0^2 + 2 g s$$



Esempio: lancio di un grave verso l'alto.

Problema: determinare  $h_{\max}$ ,  $t(h_{\max})$  e  $t$  di volo ( $t_{\text{tot}}$ )



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

$$v = v_0 - g t$$

$$v^2 = v_0^2 - 2 g s$$

$$v(h_{\max}) = 0 \Rightarrow s = h_{\max} = \frac{v_0^2}{2g}$$

$$t(h_{\max}) = \frac{v_0}{g}$$

$$s - s_0 = v_0 t - \frac{1}{2} g t^2 = 0$$

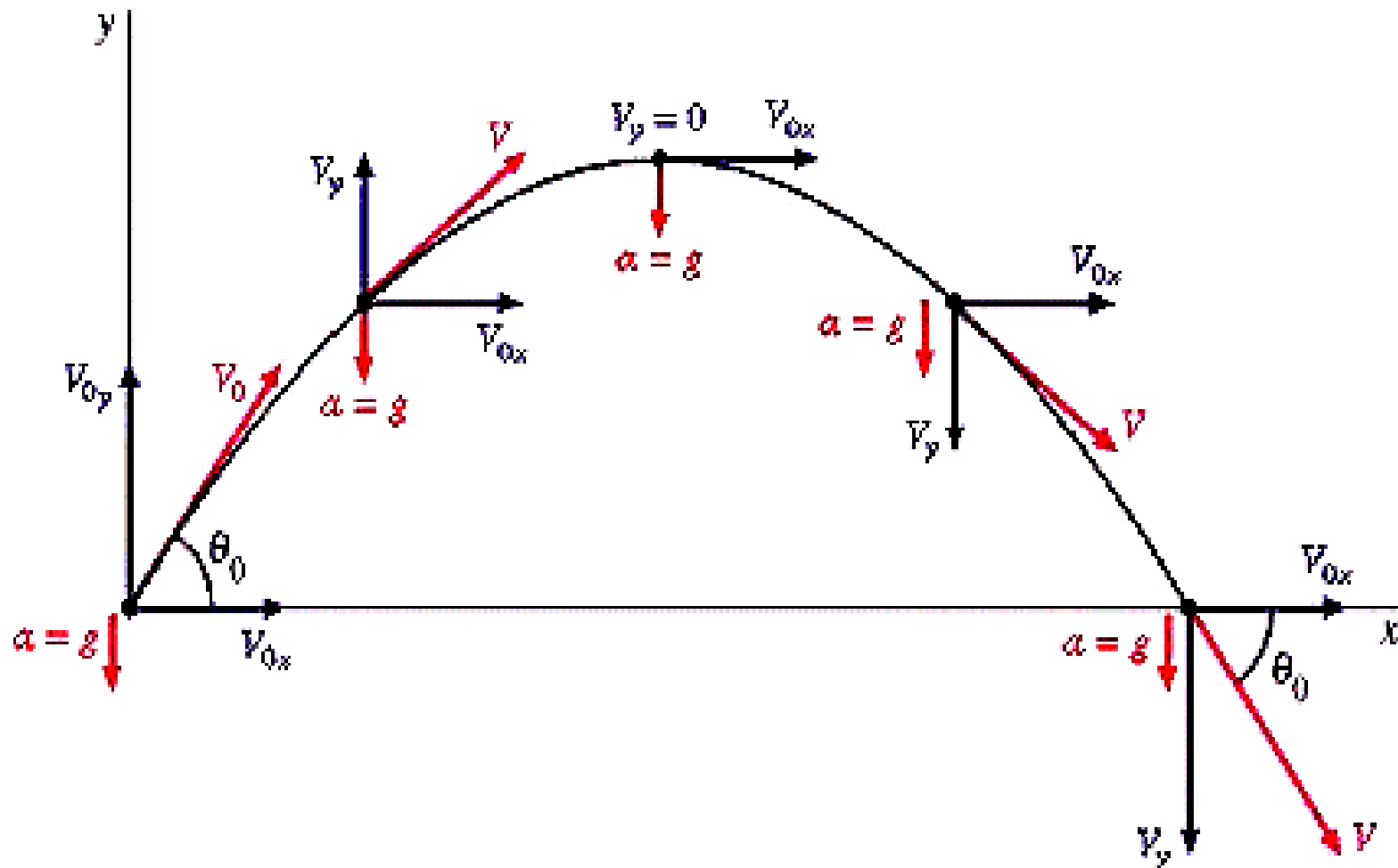
↓

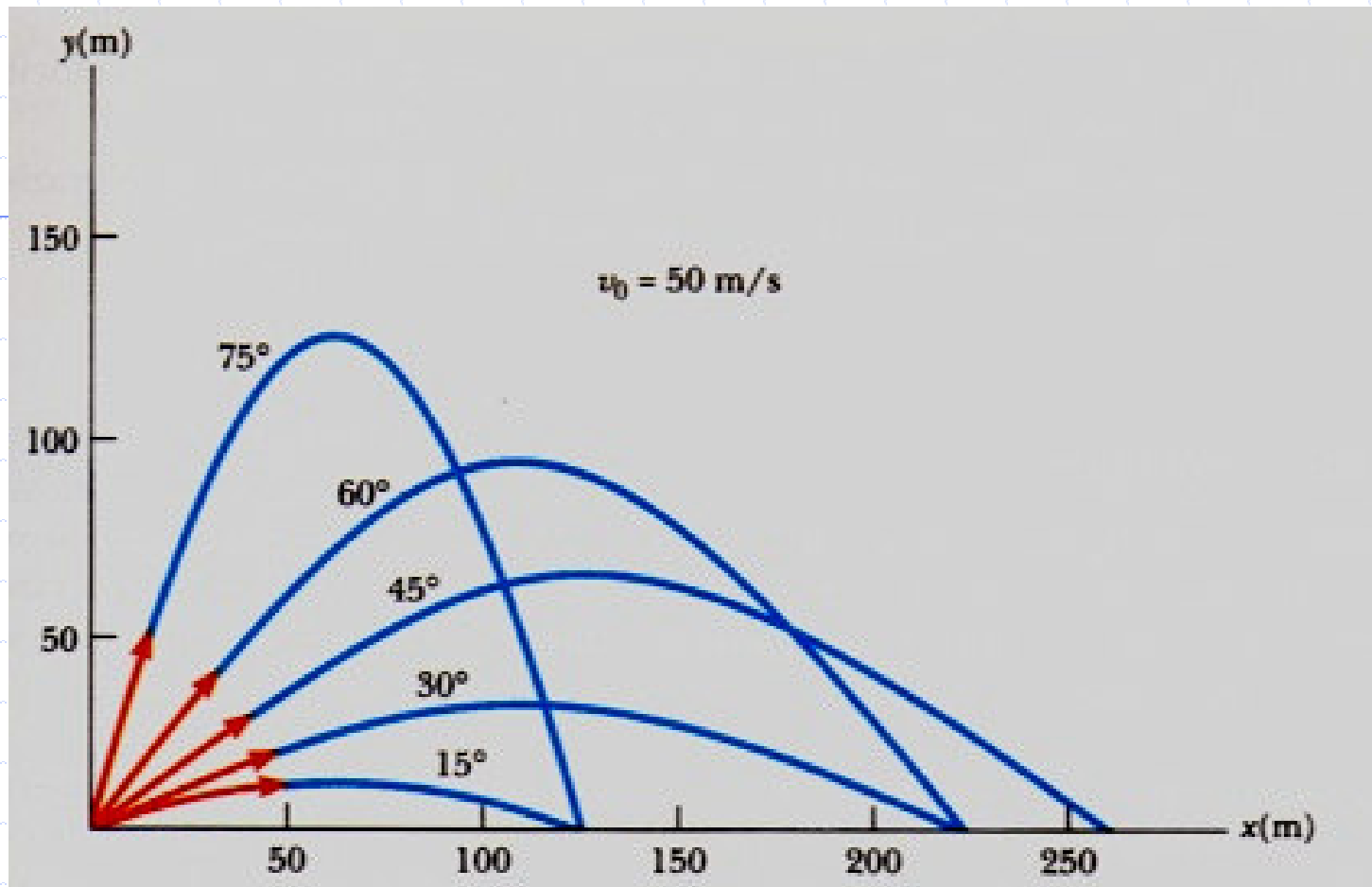
$$t_1 = 0$$

$$t_2 = \frac{2v_0}{g}$$

## Moto di un proiettile

Moto composto da 2 moti indipendenti:  
rettilineo uniforme lungo l'asse x  
e  
uniformemente accelerato lungo l'asse y





animazione