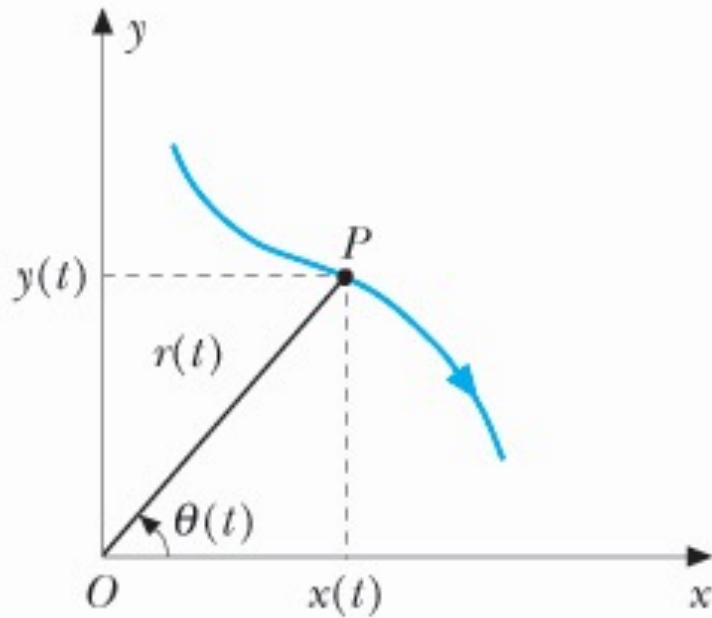


# Moto di un Punto Materiale



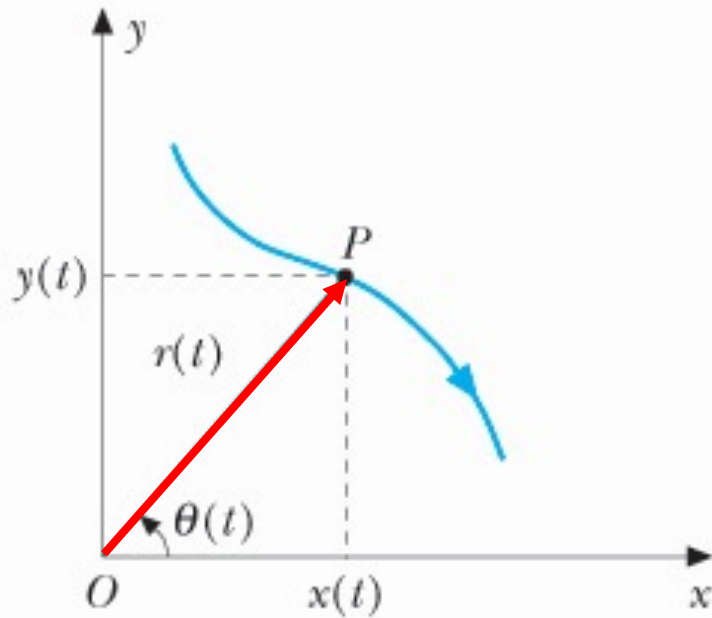
Mazzoldi, Nigro, Voci  
Elementi di Fisica, Meccanica - Termodinamica  
EdiSES, 2007

# Moto nel Piano



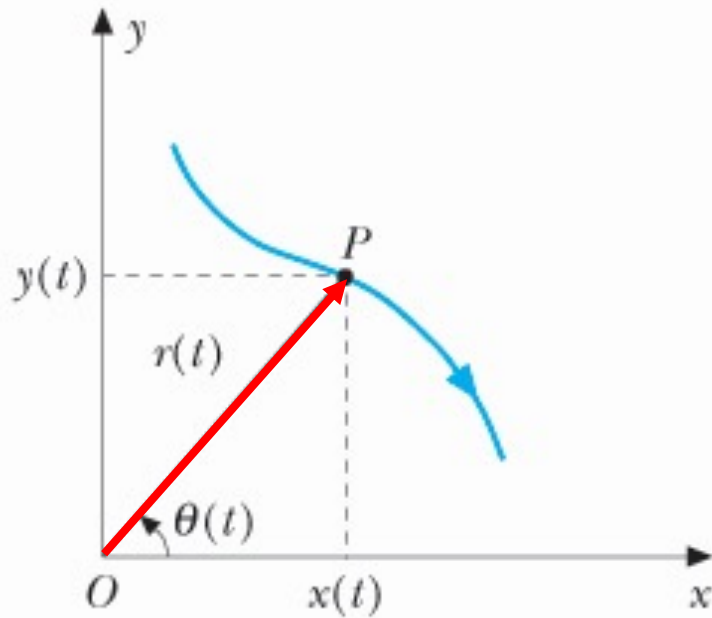
- La direzione istantanea cambia continuamente lungo la traiettoria
- Vettori:  $\vec{r}(t)$

# Moto nel Piano



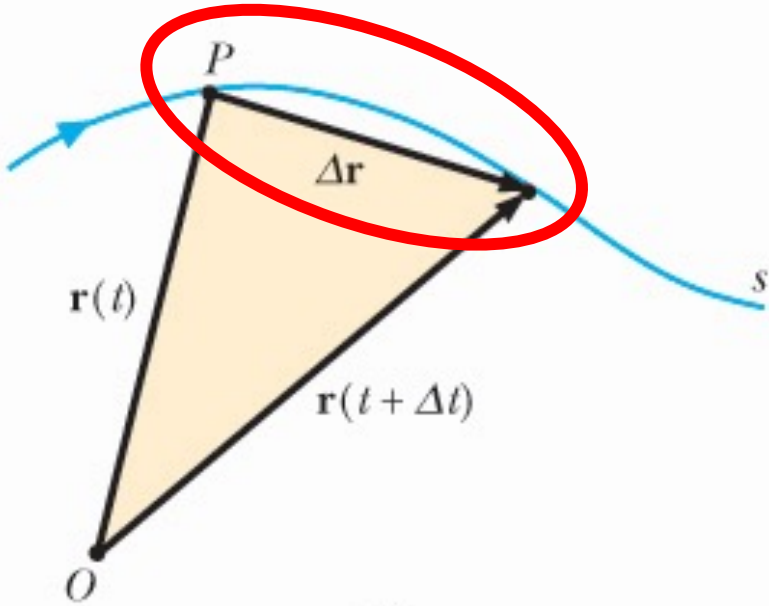
- La direzione istantanea cambia continuamente lungo la traiettoria
- Vettori:  $\vec{r}(t)$
- $(x(t), y(t)) \Leftrightarrow (r(t), \theta(t))$ 
  - $x = r \cos \theta$
  - $y = r \sin \theta$

# Moto nel Piano



- La direzione istantanea cambia continuamente lungo la traiettoria
- Vettori:  $\vec{r}(t)$
- $(x(t), y(t)) \Leftrightarrow (r(t), \theta(t))$ 
  - $x = r \cos \theta$
  - $y = r \sin \theta$
- da coordinate cartesiane a coord. polari
  - $r = \sqrt{x^2 + y^2}$
  - $\tan \theta = \frac{y}{x}$

# Moto nel Piano



Il punto materiale si sposta dalla posizione  $\vec{r}(t)$  alla posizione  $\vec{r}(t + \Delta t)$

La velocità sarà vettoriale

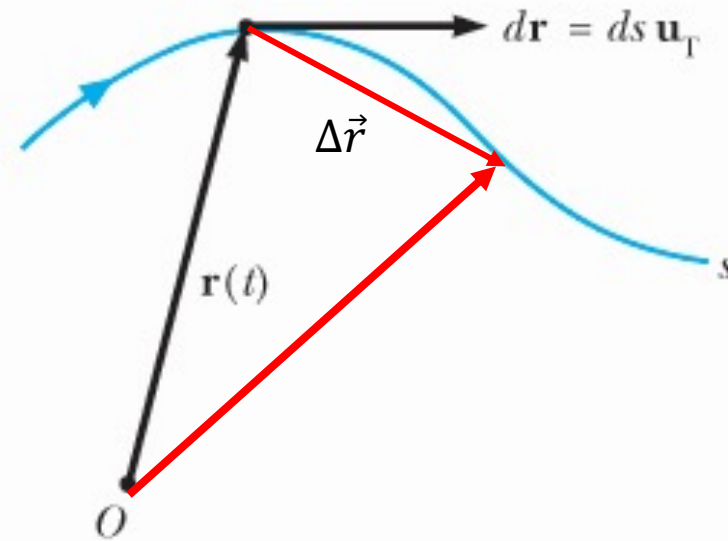
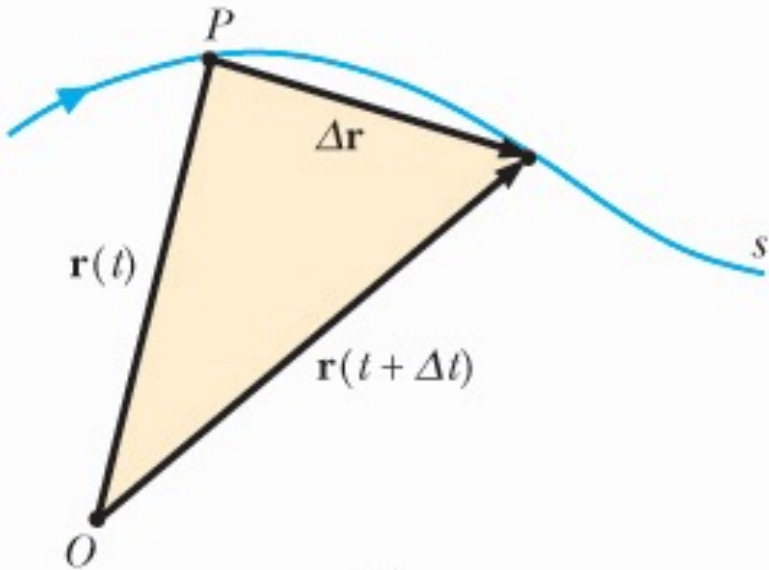
La velocità media:  $\vec{v}_m = \frac{(\vec{r}(t+\Delta t) - \vec{r}(t))}{\Delta t} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$

La velocità istantanea:  $\vec{v} = \frac{d\vec{r}(t)}{dt}$

- Vettore spostamento  $\Delta \vec{r}$

# Moto nel Piano

$$\vec{v} = \frac{d\vec{r}(t)}{dt}$$

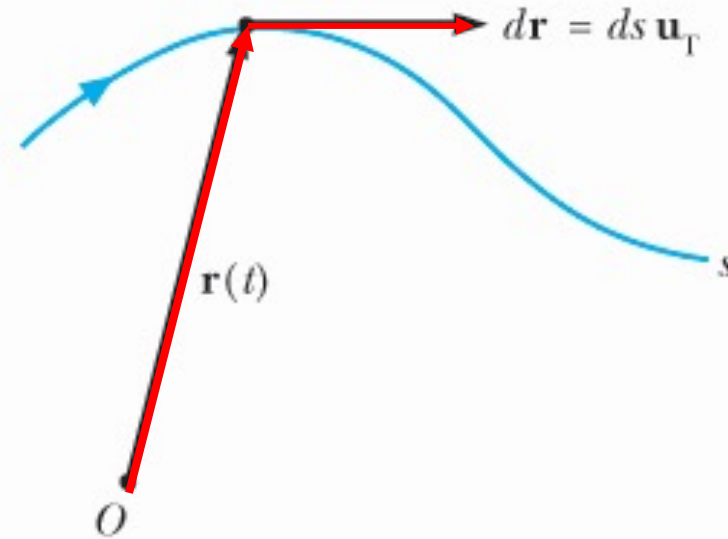
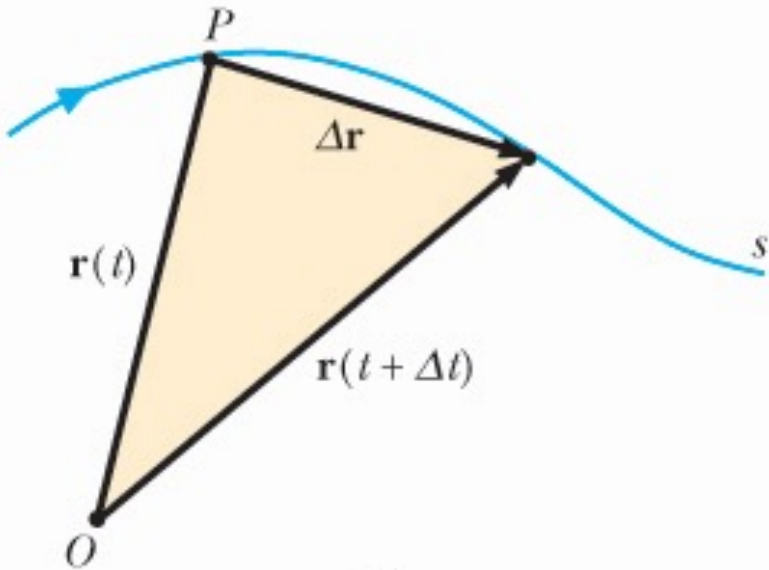


- Vettore spostamento  $\Delta \vec{r}$
- $\Delta \vec{r} \rightarrow d\vec{r}$

- Data la traiettoria:  $s$  coordinata curvilinea

# Moto nel Piano

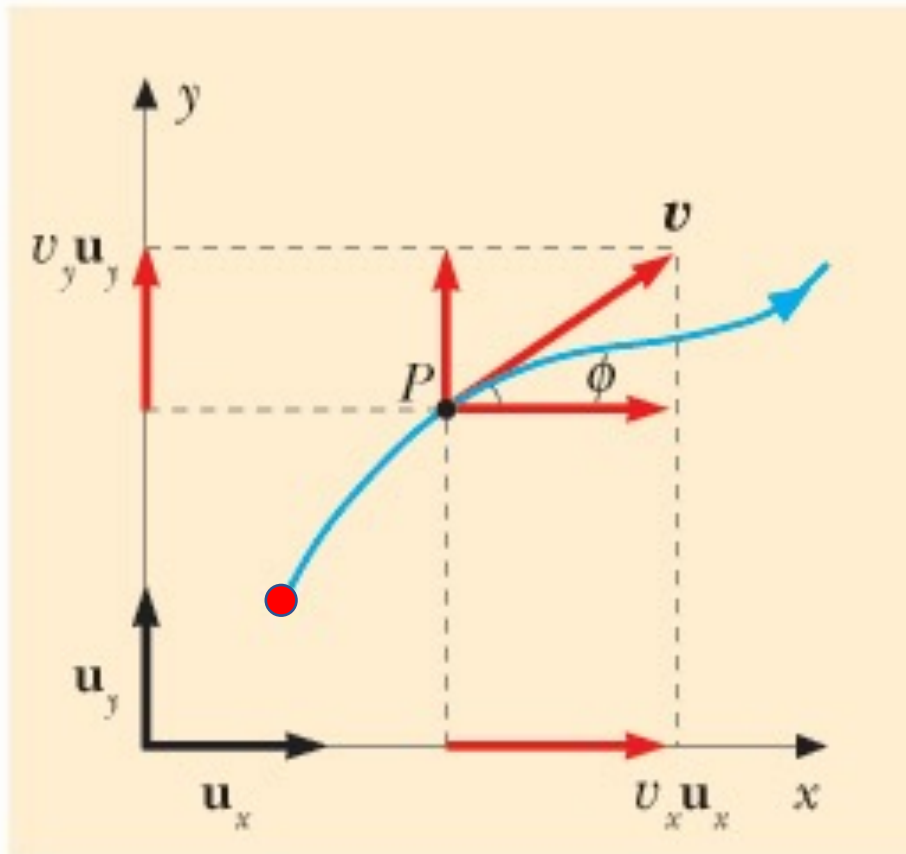
$$\vec{v} = \frac{d\vec{r}(t)}{dt}$$



- Vettore spostamento  $\Delta \vec{r}$
- $\Delta \vec{r} \rightarrow d\vec{r} = ds \hat{u}_T$

- Data la traiettoria:  $s$  coordinata curvilinea

# Vettore Velocità



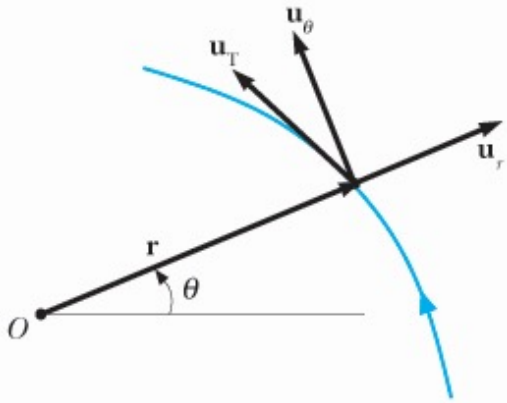
$$\vec{v} = \frac{d\vec{r}(t)}{dt}$$

In coordinate Cartesianhe:

$$\vec{v} = \frac{dx(t)}{dt} \hat{u}_x + \frac{dy(t)}{dt} \hat{u}_y$$



# Vettore Velocità

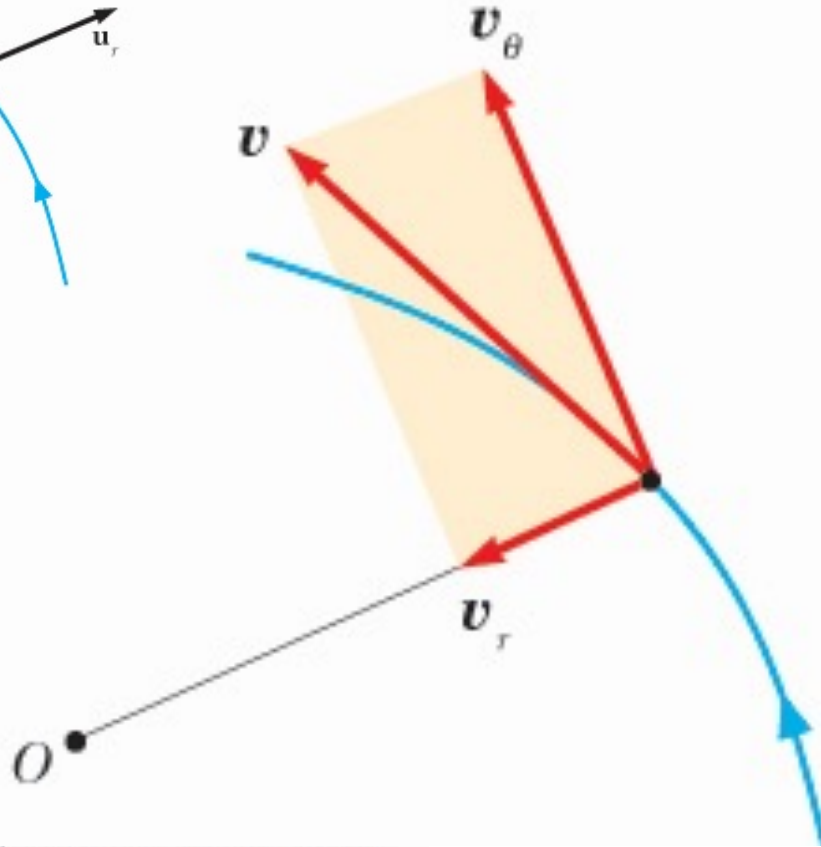


- Studiamo la velocità  $\vec{v} = \frac{d\vec{r}(t)}{dt}$

$$\vec{v} = \frac{d\vec{r}(t)}{dt} = \frac{d(r(t)\hat{u}_r)}{dt}$$

In coordinate Polari

$$\vec{v} = \frac{dr(t)}{dt} \hat{u}_r + r \frac{d\theta(t)}{dt} \hat{u}_\theta$$

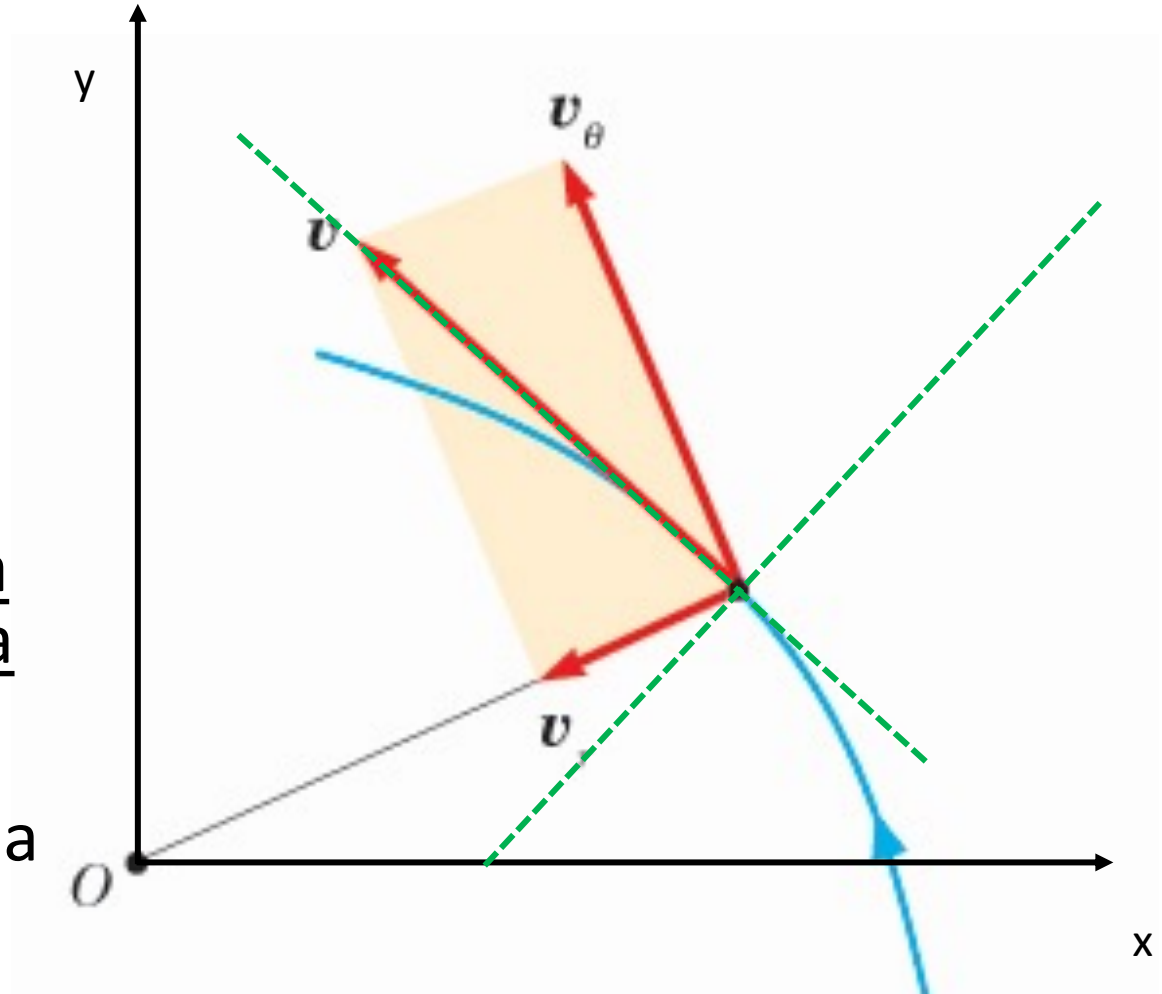


# Moto nel Piano: Velocità

- $\vec{r}(t) = r(t)\hat{u}_r + r \cdot \theta(t)\hat{u}_\theta$
- $\vec{v}(t) = v_r(t)\hat{u}_r + v_\theta(t)\hat{u}_\theta$

Ricordiamo che il vettore velocità è sempre tangente alla traiettoria

Fissiamo la direzione tangente alla traiettoria e quella ad essa ortogonale





# Se la Velocità Varia si ha l'Accelerazione

- La velocità può variare per due motivi:
  - cambia il modulo
  - cambia la direzione

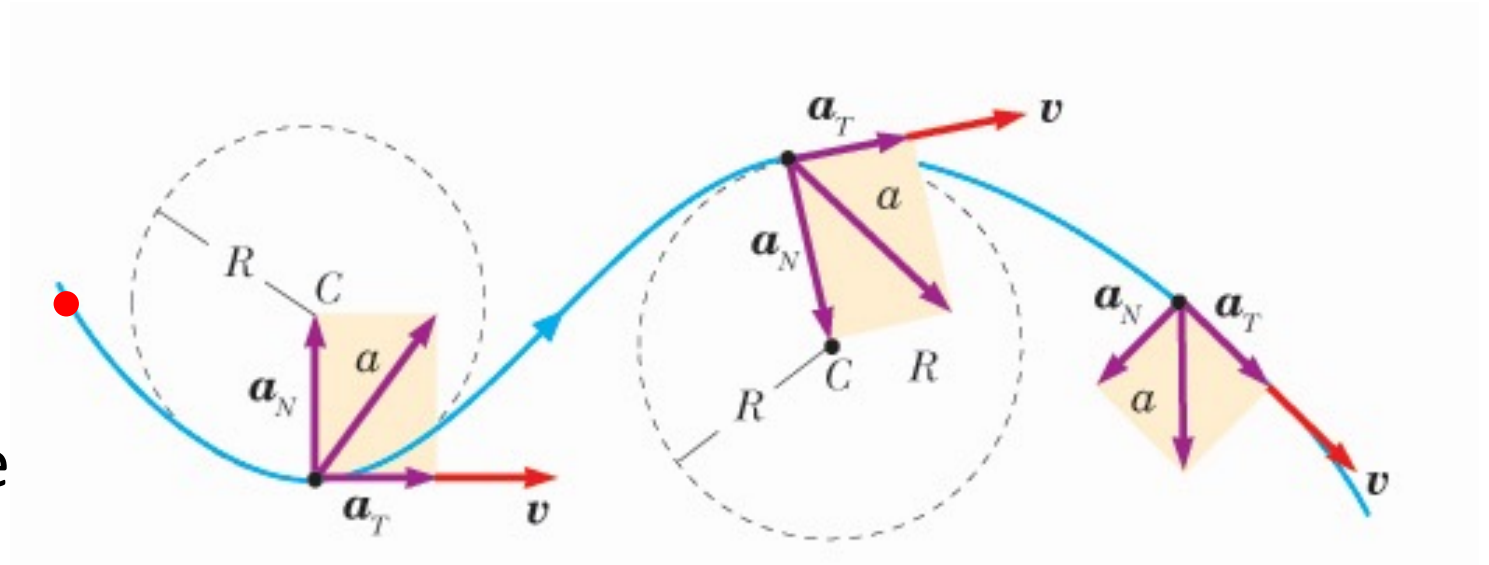
# Vettore Accelerazione

- La velocità può variare per due motivi:
  - cambia il modulo
  - cambia la direzione
- La accelerazione avrà due contributi:
  - Dovuto alla variazione in modulo
  - Dovuto alla variazione di direzione

$$\vec{v}(t) = v(t) \cdot \hat{v}(t)$$

# Vettore Accelerazione

- La velocità può variare per due motivi:
  - cambia il modulo
  - cambia la direzione
- La accelerazione avrà due contributi:
  - Dovuto alla variazione in modulo
  - Dovuto alla variazione di direzione



# Vettore Accelerazione

- La velocità può variare per due motivi:

- cambia il modulo
- cambia la direzione

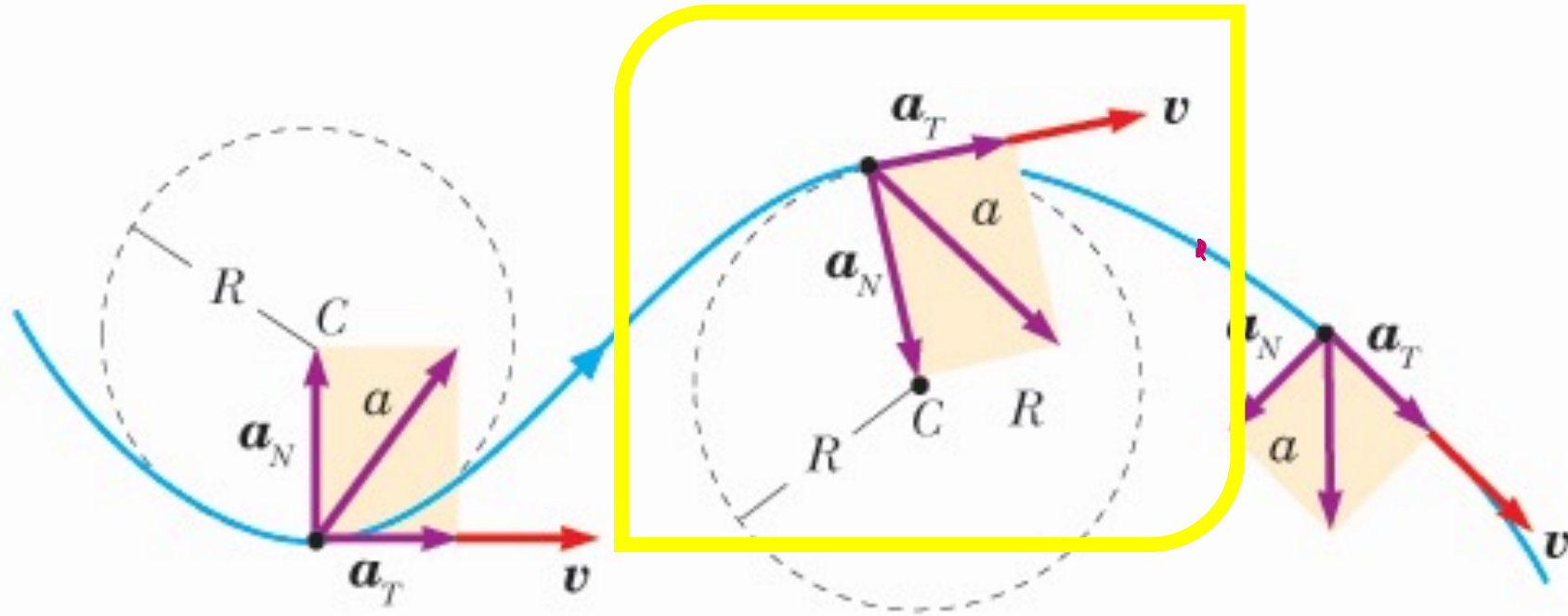
$$\vec{v}(t) = v(t) \cdot \hat{v}(t)$$

- La accelerazione avrà due contributi:

- Dovuto alla variazione in modulo
- Dovuto alla variazione di direzione

$$\frac{d\vec{v}(t)}{dt} = \frac{dv(t)}{dt} \cdot \hat{v}(t) + v(t) \cdot \frac{d\hat{v}(t)}{dt}$$

# Moto qualsiasi nel piano

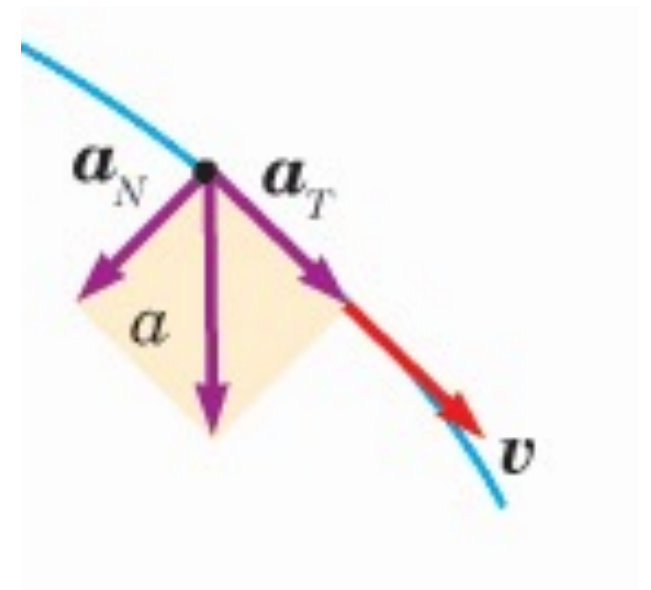


# Moto nel Piano: Posizione, Velocità e Accelerazione

- $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d(v \cdot \hat{v})}{dt} = \frac{dv}{dt} \hat{v} + v \cdot \frac{d\hat{v}}{dt}$

- $\hat{v} = \hat{u}_T$

- $\frac{d\hat{v}}{dt}$  ha direzione  $\hat{u}_N \perp \hat{u}_T$





# Moto nel Piano: Posizione, Velocità e Accelerazione

$$\bullet \vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d(v \cdot \hat{v})}{dt} = \frac{dv}{dt} \hat{v} + v \cdot \frac{d\hat{v}}{dt}$$

$$\bullet \vec{a} = \frac{dv}{dt} \hat{u}_T + \frac{v^2}{R} \cdot \hat{u}_N$$

$$\bullet \vec{a} = a_T \hat{u}_T + a_N \cdot \hat{u}_N$$

