

# **CORSO DI FISICA GENERALE**

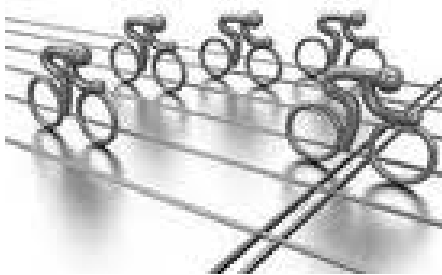
## **CINEMATICA-DESCRIZIONE DEI MOTI-SISTEMI DI RIFERIMENTO**

### **LEZIONE N. 12**

# CINEMATICA

(Descrizione dei Moti – sistemi di riferimento)

Un corpo si muove se varia la sua posizione  $S$   
→  
nel tempo  $t$  rispetto ad un riferimento

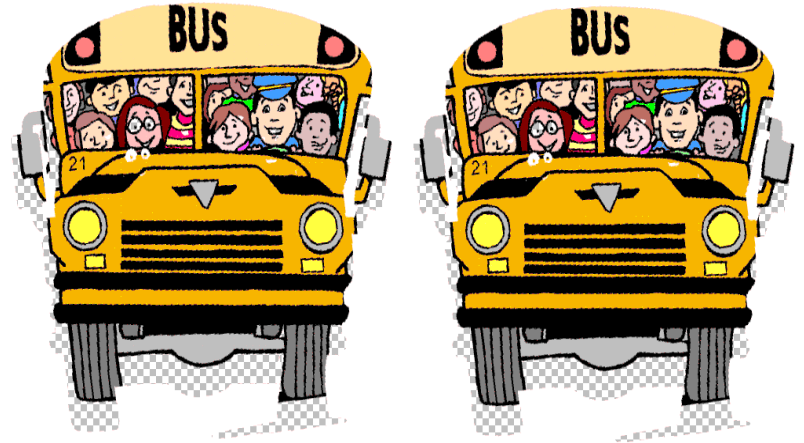


# CINEMATICA

(Descrizione dei Moti – sistemi di riferimento)

L'importanza di un sistema di riferimento si mette in evidenza soprattutto in alcuni casi.

Per esempio quando ci troviamo su un bus affiancato ad un altro.



Quando uno dei due si mette in moto senza che vi siano nei dintorni oggetti di riferimento, siete in grado di stabilire esattamente quale dei due bus è effettivamente in movimento? (in questo caso si è colti da un attimo di disorientamento).

# CINEMATICA

(Descrizione dei Moti – sistemi di riferimento)

Un altro esempio è il caso di due osservatori posti all'interno di due palloni aerostatici.



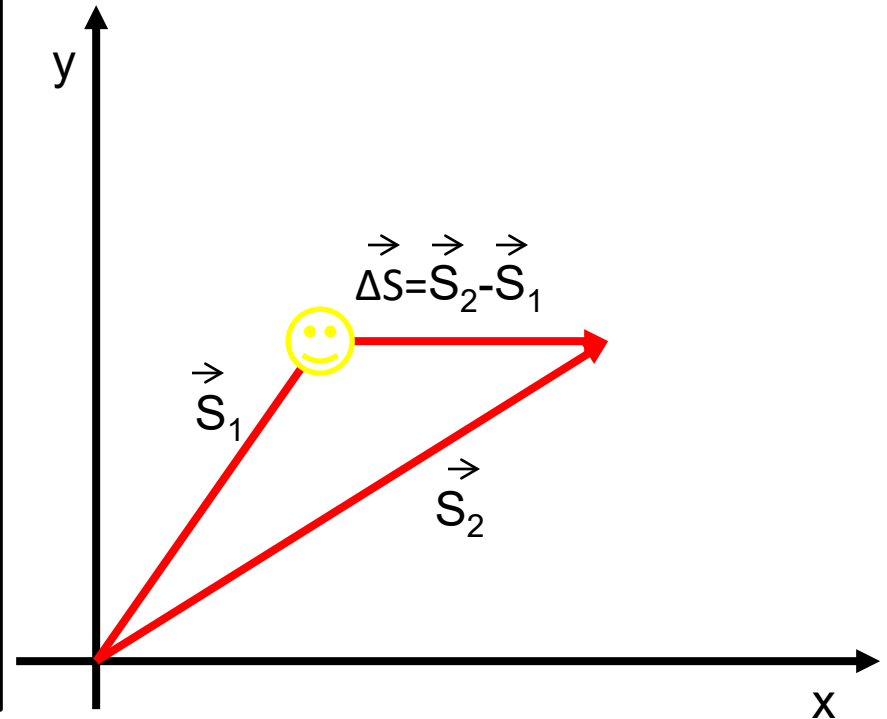
Quando passano l'uno vicino all'altro, ciascun osservatore tende a ritenere se stesso in quiete e a considerare l'altro in moto

# CINEMATICA

(Descrizione dei Moti – sistemi di riferimento)

Un corpo è in moto solo quando fissato un sistema di riferimento muta le sue coordinate.

Due corpi sono in moto relativo quando al trascorrere del tempo cambiano la loro posizione reciproca rispetto ad un sistema di riferimento.



# CINEMATICA

(Descrizione dei Moti – sistemi di riferimento)

**Per studiare i moti dei corpi bisogna definire:**

Posizione  $s$

Tempo  $t$

**Per definire la posizione già detto è necessario un sistema di riferimento.**

**Per definire il tempo impiegato bisogna misurarlo definendo l'inizio del conteggio del tempo.**



# CINEMATICA

(Descrizione dei Moti – sistemi di riferimento)

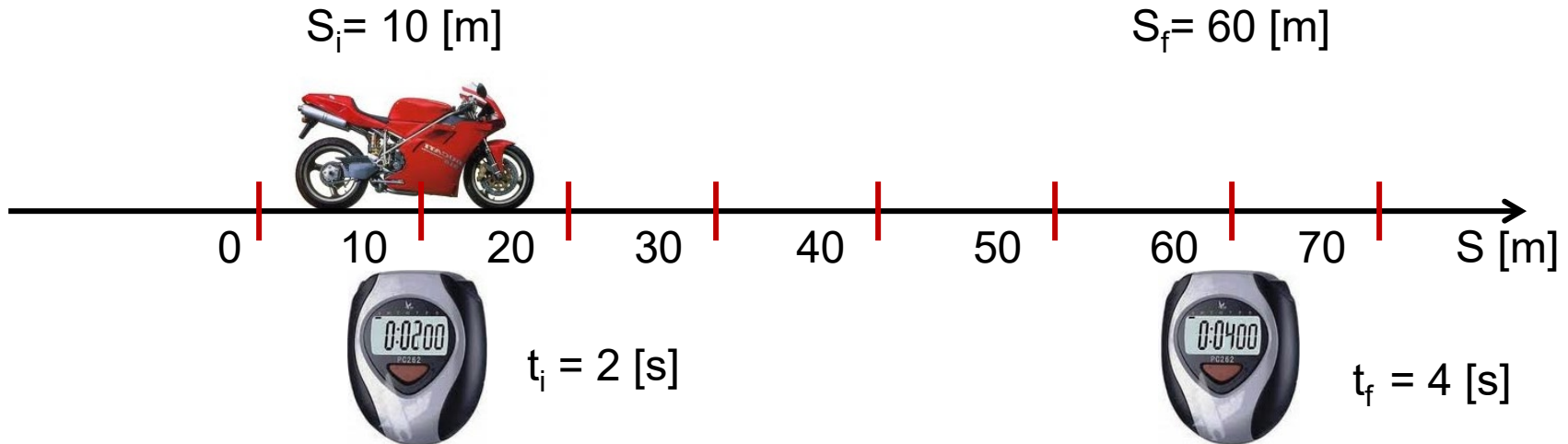
**Quando il corpo non parte dall'origine del sistema di riferimento bisogna definire:**

**- Posizione iniziale =  $S_i$**

**- Tempo iniziale =  $t_i$**

**- Posizione finale =  $S_f$**

**- Tempo finale =  $t_f$**



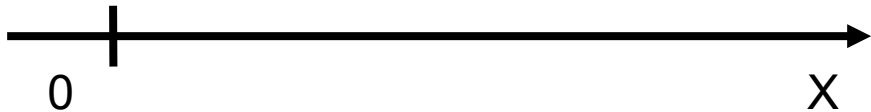
Posizione iniziale	$S_i = 10$ [m]
Posizione finale	$S_f = 60$ [m]
Tempo iniziale	$t_i = 2$ [s]
Tempo finale	$t_f = 4$ [s]
Spazio percorso	$\Delta S = S_f - S_i = 60 - 10 = 50$ [m]
Tempo impiegato	$\Delta t = t_f - t_i = 4 - 2 = 2$ [s]

**$\Delta S$  e  $\Delta t$  sono  
indipendenti dal  
sistema di  
riferimento**

# CINEMATICA

(Descrizione dei Moti – sistemi di riferimento)

**I sistemi di riferimento possono essere: *Lineari, Piani e Spaziali***



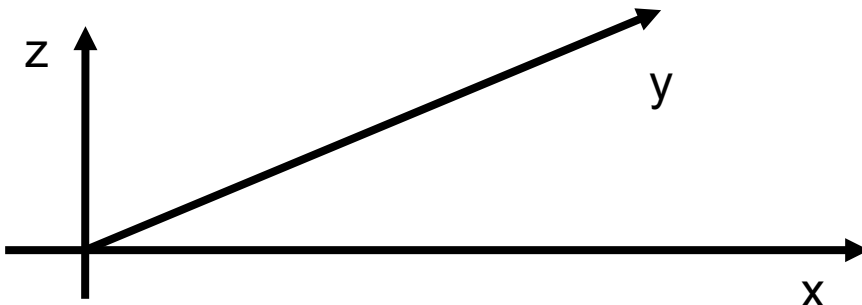
✓ **Sistema di riferimento lineari**

Es. binari treno



✓ **Sistema di riferimento Piano**

Es. moto palla su un tavolino



✓ **Sistema di riferimento Spaziale**

Es., volo di una farfalla



# CINEMATICA

(Descrizione dei Moti – sistemi di riferimento)

Come visto i corpi occupano un spazio per cogliere il movimento bisogna riferirsi ad un loro punto preciso. A questo scopo si introduce il concetto di “punto materiale”

**Punto materiale = corpo privo di dimensioni, o le cui dimensioni sono trascurabili rispetto a quelle della regione di spazio in cui può muoversi e degli altri oggetti con cui può interagire**

**Esempio:** se si vuole studiare il moto della Luna rispetto alla Terra, sia la Luna che la Terra possono essere approssimate a punti materiali, dato che le loro dimensioni sono molto più piccole rispetto alla loro distanza

Il moto del punto materiale è determinato se è conosciuta in ogni istante di tempo la sua posizione in un dato sistema di riferimento.

**Esempio:** se si è scelto un sistema di riferimento cartesiano, il moto del punto materiale sarà determinato quando sono conosciute le funzioni  $x(t)$ ,  $y(t)$ ,  $z(t)$

**IL “PUNTO MATERIALE” È RAPPRESENTATO DAL CENTRO DI MASSA DEL CORPO**

# CINEMATICA

(Moto rettilineo uniforme)

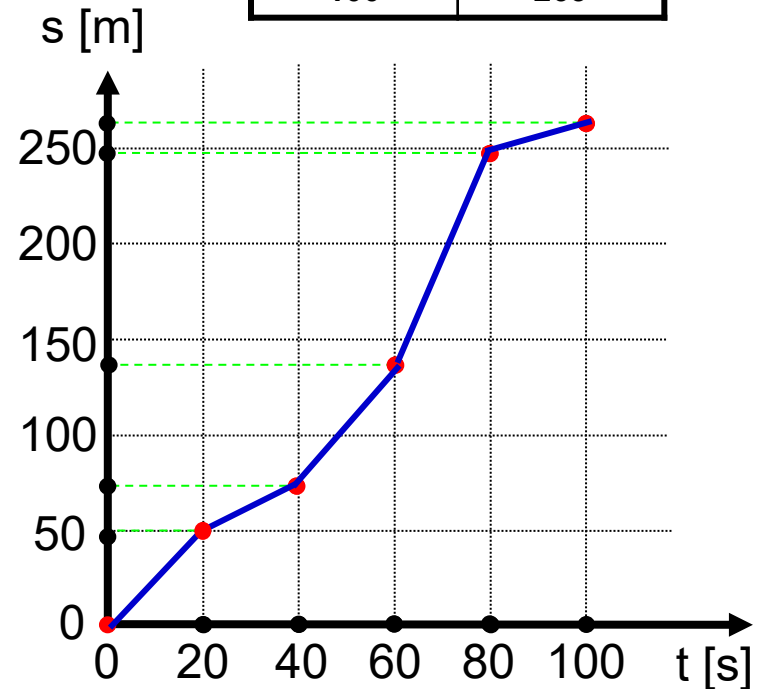
La posizione in funzione del tempo può essere messa su di un grafico cartesiano questo viene chiamato diagramma orario.

Per esempio misuriamo la posizione del ciclista ogni 20 sec

In generale il ciclista percorrerà spazi diversi in uno stesso intervallo di tempo

Questo moto è detto **moto vario**

t [s]	s [m]
0	0
20	50
40	75
60	143
80	249
100	263



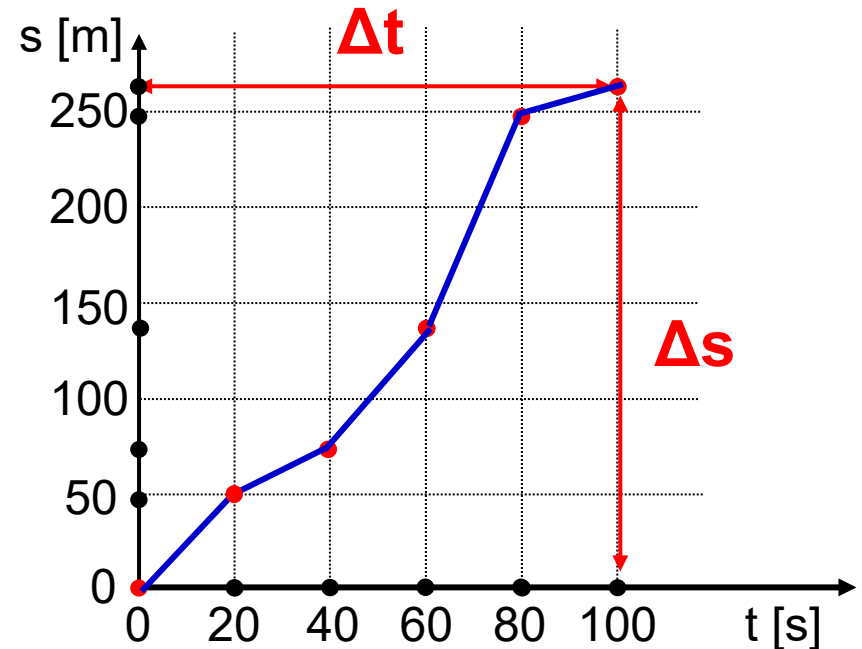
# CINEMATICA

(Velocità media e velocità istantanea)

la rapidità con cui si percorrono gli spazi viene chiamata Velocità.

Velocità media: è il rapporto tra lo spazio percorso e l'intervallo di tempo impiegato a percorrerlo.

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$



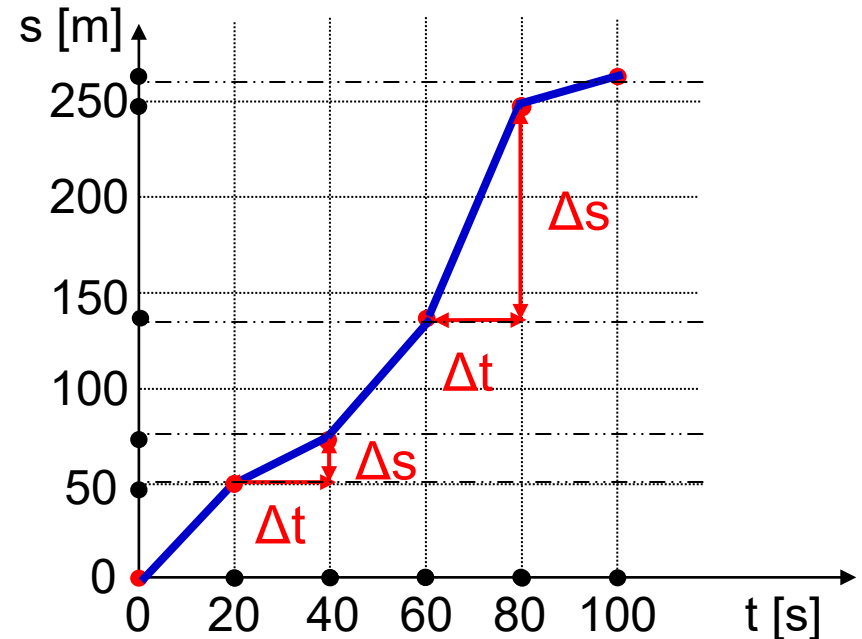
# CINEMATICA

(Velocità media e velocità istantanea)

È possibile calcolare le velocità medie dei tragitti percorsi in 20 [s]

*Si può notare che la velocità media non è costante nel moto vario*

Intervallo (s)	Tragitto [m]	$V_m$ [m/s]
0 – 20	50	2.50
20 – 40	25	1.25
40 – 60	68	3.40
60 – 80	106	5.30
80 – 100	14	0.70



# CINEMATICA

(Velocità media e velocità istantanea)

**La velocità istantanea è la velocità di un corpo in un punto.**

Si ottiene rendendo piccolo il tempo nella velocità media,  
(limite per  $\Delta t$  tendente a zero).

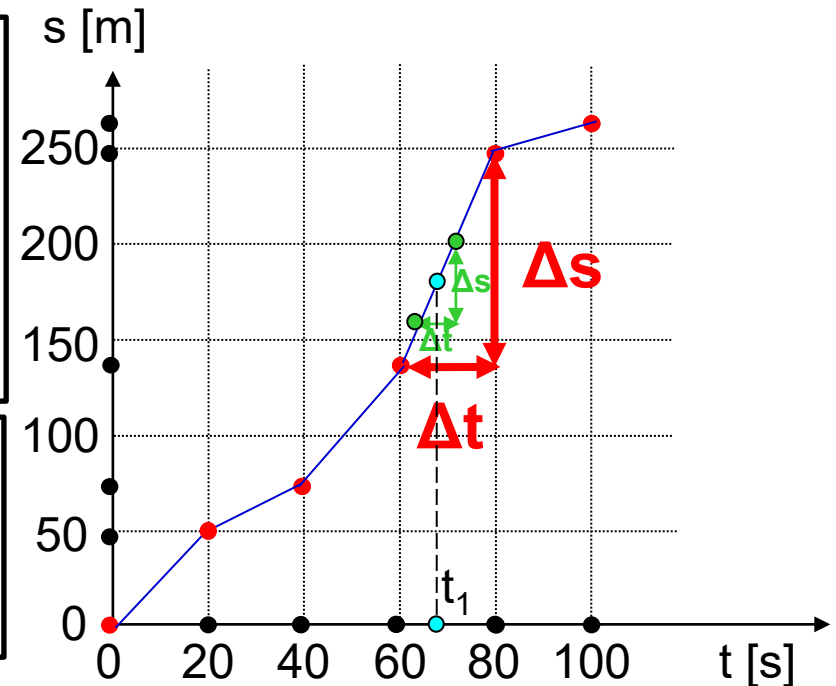
In pratica si va a definire la velocità *per un certo istante* piuttosto che *in un certo intervallo di tempo*.

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta s}{\Delta t}$$



Un tachimetro permette di conoscere la velocità istante per istante

Per calcolare la velocità istantanea in  $t_1$  bisogna ridurre l'intervallo  $\Delta t$ , facendolo tendere a zero.



# CINEMATICA

(Velocità uniforme)

Quando la velocità data dal rapporto  $\Delta s/\Delta t$  è costante il moto è detto “**UNIFORME**”

$$\vec{V} = \frac{\Delta \vec{s}}{\Delta t} = \text{costante}$$

In questo caso il corpo percorre spazi uguali in tempi uguali

# CINEMATICA

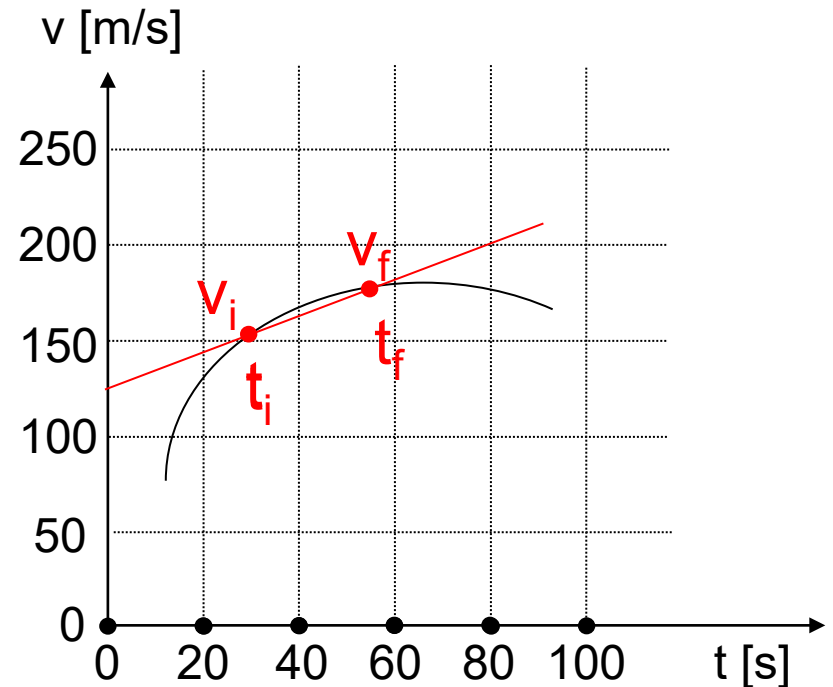
(Accelerazione media e istantanea)

Quando la velocità non è costante significa che è una funzione del tempo:  $v = v(t)$ , in particolare si può avere:

1.  $v_f > v_i \rightarrow \Delta v > 0$  (moto accelerato)
2.  $v_f < v_i \rightarrow \Delta v < 0$  (moto decelerato)

Si definisce accelerazione media nel tempo  $\Delta t$ :

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

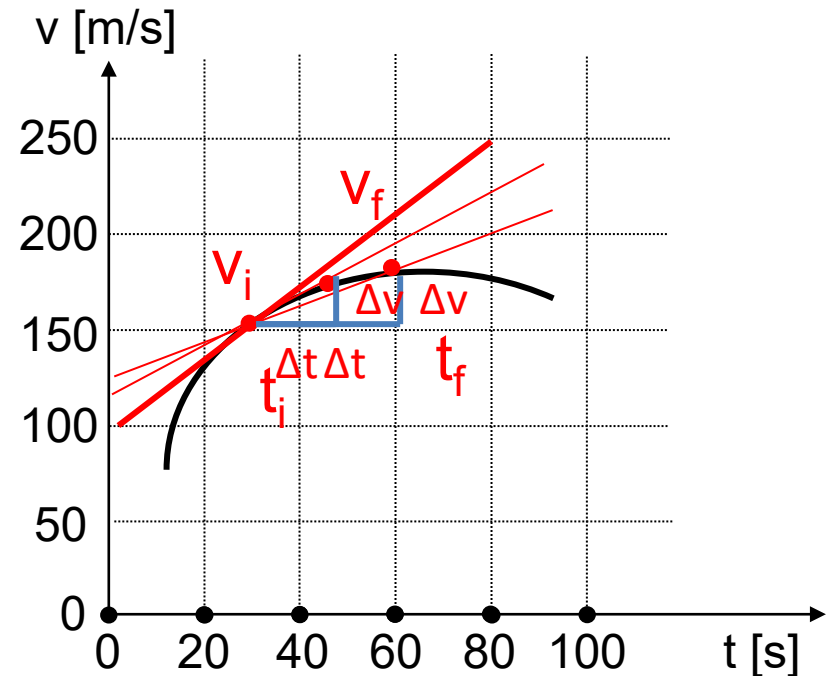


# CINEMATICA

(Accelerazione media e istantanea)

L'accelerazione istantanea è il limite per  $\Delta t$  della variazione della velocità media (accelerazione in un certo istante  $t$ ).

$$a = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t}$$





# CINEMATICA

(Accelerazione media e istantanea)

- Moto accelerato:  $a > 0$
- Moto decelerato:  $a < 0$
  
- Se l'accelerazione è costante:
  - Moto uniformemente accelerato:  $a > 0$
  - Moto uniformemente decelerato:  $a < 0$

# CINEMATICA

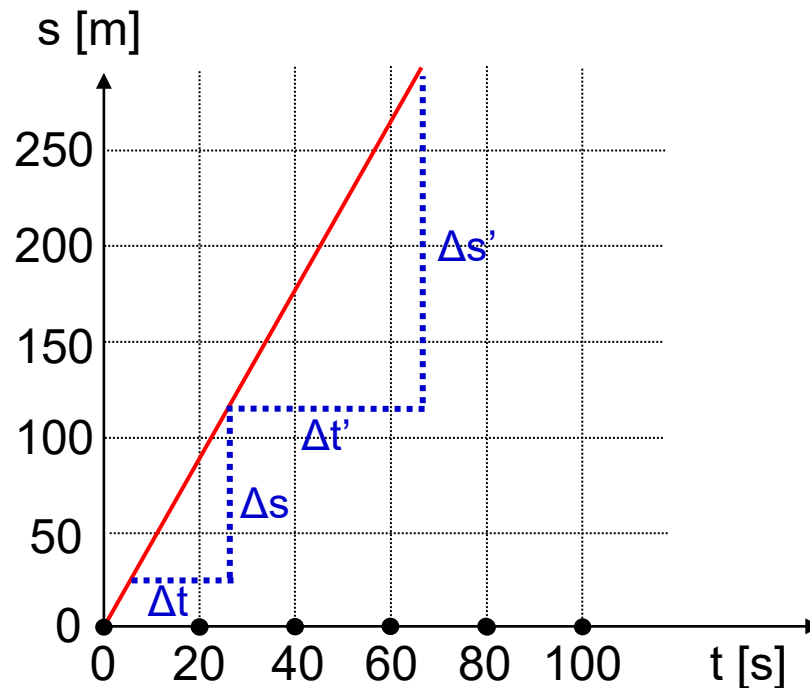
(Moto uniforme)

Nel moto uniforme il diagramma orario è una linea retta. Il rapporto  $\Delta s/\Delta t$  è costante per ogni valore di  $\Delta t$

A questo rapporto costante si dà il nome di **pendenza**.

$\Delta t_0 = 10 \text{ s}$	$\Delta s_0 = 45 \text{ m}$	$V_0 = \Delta s/\Delta t = 4.5 \text{ m/s}$
$\Delta t = 20 \text{ s}$	$\Delta s = 90 \text{ m}$	$V = \Delta s/\Delta t = 4.5 \text{ m/s}$
$\Delta t' = 40 \text{ s}$	$\Delta s' = 180 \text{ m}$	$V' = \Delta s/\Delta t = 4.5 \text{ m/s}$

$$\vec{V} = \frac{\Delta \vec{s}}{\Delta t} = \text{costante}$$



# CINEMATICA

(Moto uniforme)

La velocità in un moto uniforme è rappresentato dalla pendenza costante della retta che rappresenta il diagramma orario nel piano s-t.

Dalla definizione di velocità per il moto uniforme si ottiene l'equazione oraria del moto uniforme:

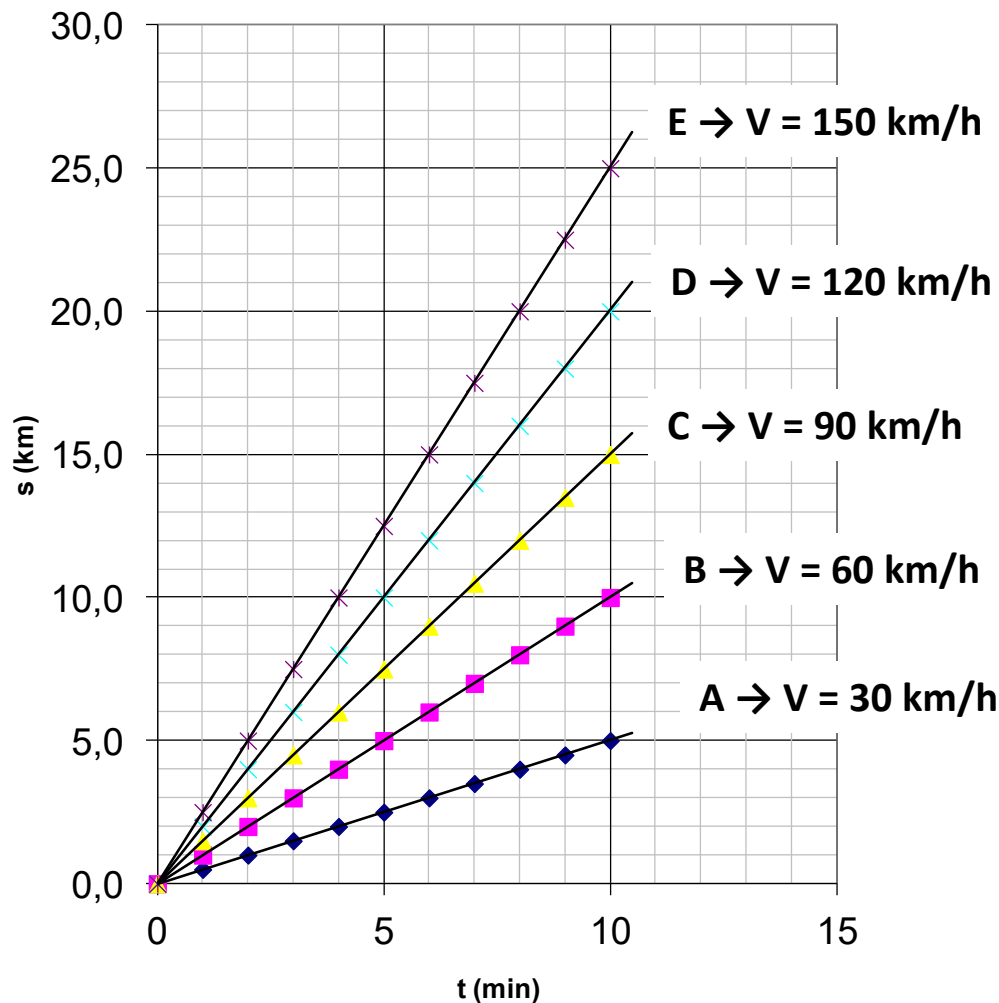
$$\vec{V} = \frac{\Delta \vec{s}}{\Delta t} = \text{Cost.} \quad \Rightarrow \quad \boxed{\text{L'equazione oraria diventa:}} \quad \Rightarrow \quad \vec{S} = \vec{S}_0 + \vec{V} \cdot t$$

Per  $t=0$  (punto materiale si trova all'origine del sistema riferimento).

**NOTA:** La PENDENZA di una retta non è l'INCLINAZIONE (quest'ultima dipende dalle scale usate nel grafico)

# CINEMATICA

(Moto uniforme)



Le cinque rette del grafico rappresentano cinque moti uniformi con velocità costante di rispettivamente:

- A  $\rightarrow$   $V = 30$  km/h
- B  $\rightarrow$   $V = 60$  km/h
- C  $\rightarrow$   $V = 90$  km/h
- D  $\rightarrow$   $V = 120$  km/h
- E  $\rightarrow$   $V = 150$  km/h

La pendenza delle rette rappresenta la velocità:

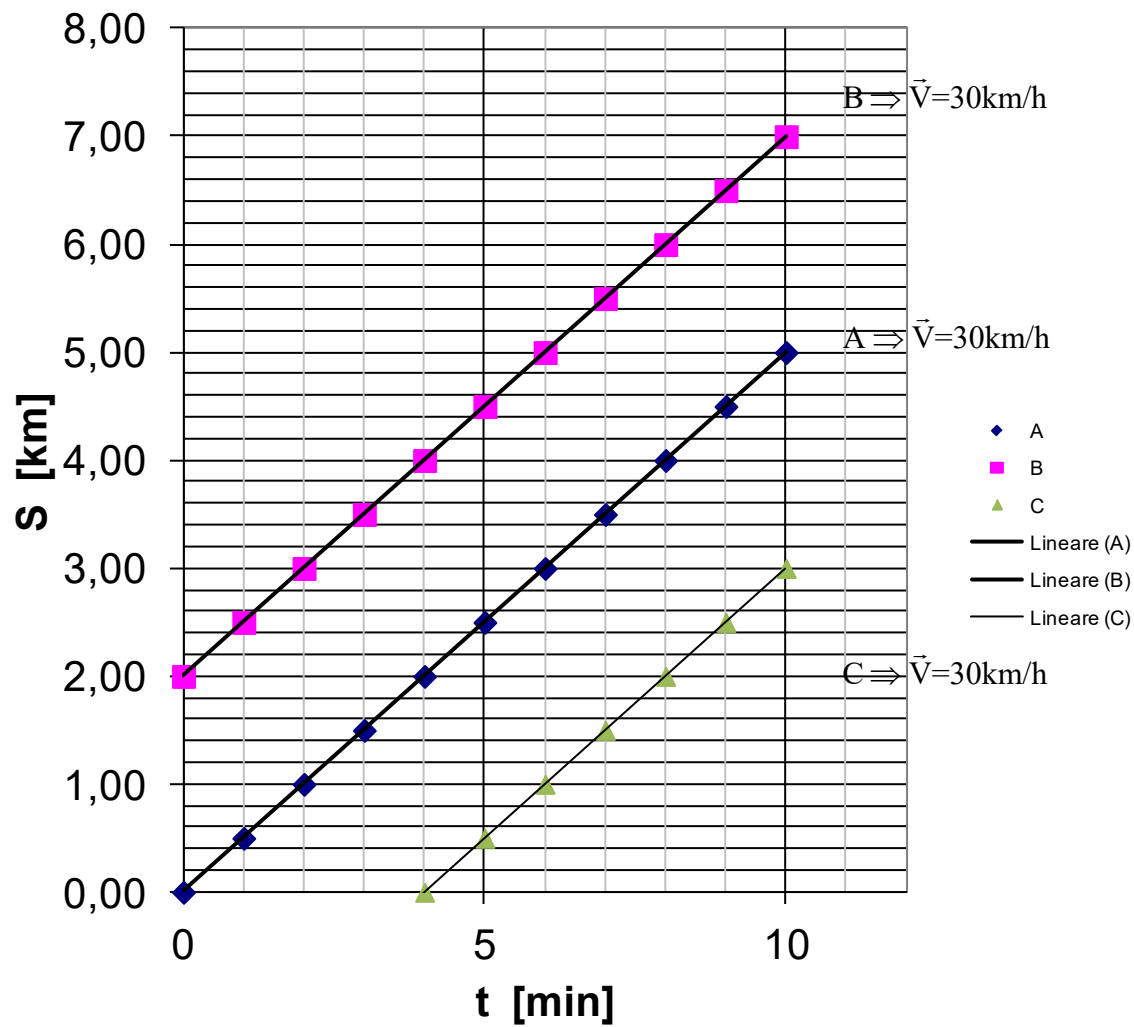
- pendenza elevata velocità alta
- Pendenza piccola velocità bassa

Le rette uscenti dall'origine del sistema di riferimento indicano che:

- $s_0 = 0$  [km]  $t_0 = 0$  [min]

# CINEMATICA

(Moto uniforme)



Le tre rette del grafico rappresentano tre moti uniformi con velocità costante (rette parallele)

di:

**$V = 30 \text{ km/h}$**

In particolare:

La retta A

**$S_0 = 2 \text{ [km]}$      $t_0 = 0 \text{ [min]}$**

La retta B

**$S_0 = 0 \text{ [km]}$      $t_0 = 0 \text{ [min]}$**

La retta C

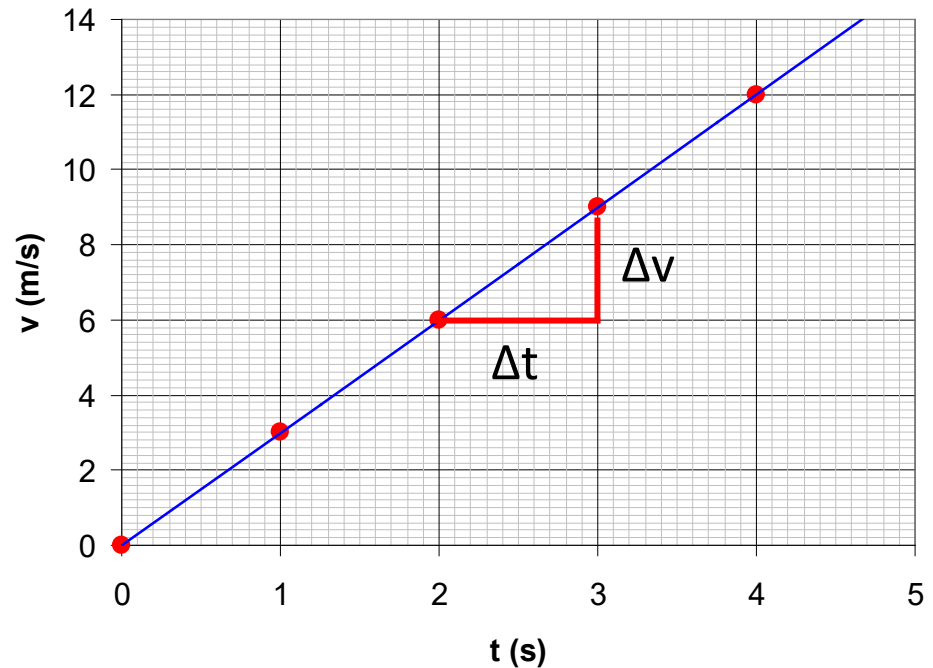
**$S_0 = 0 \text{ [km]}$      $t_0 = 4 \text{ [min]}$**

# CINEMATICA

(Moto uniformemente accelerato)

Nel moto uniformemente accelerato il grafico velocità-tempo è una retta

t (s)	v [m/s]
0	0
1	3
2	6
3	9
4	12



# CINEMATICA

(Moto uniformemente accelerato)

L'accelerazione si definisce come il rapporto tra la variazione di velocità e l'intervallo di tempo impiegato per variare la velocità:

$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{V}}{\Delta t}$$

Se il cronometro parte da zero ( $t_0=0$ ) siccome  $\Delta V=V-V_0$  si avrà:

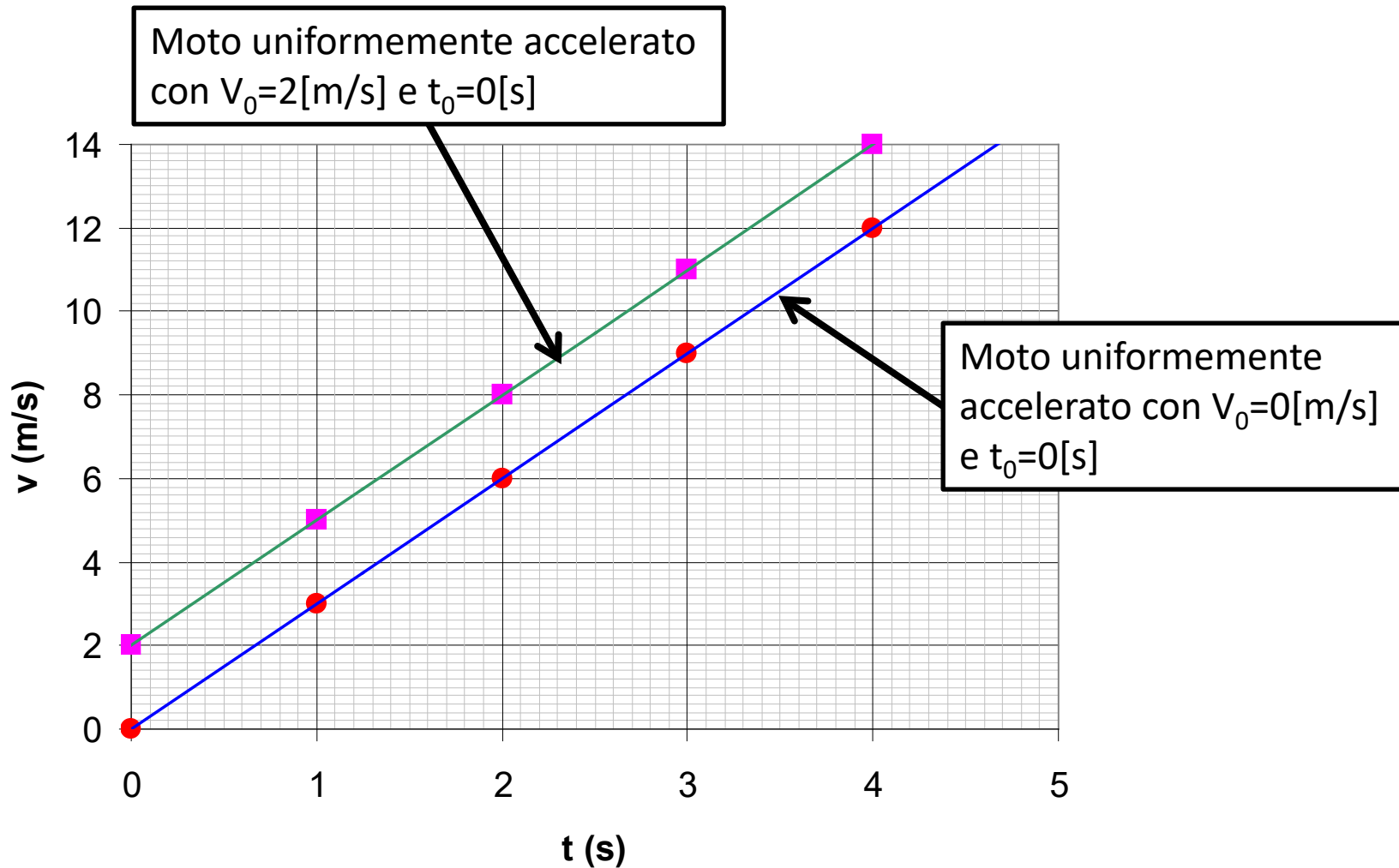
$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{V}}{t} \Rightarrow \vec{a} \cdot t = \vec{V} - \vec{V}_0 \Rightarrow \vec{V} = \vec{V}_0 + \vec{a}t$$

Se il corpo parte anche da fermo  $V_0=0$  la legge oraria della velocità nel moto uniformemente accelerato diventa:

$$\vec{V} = \vec{V}_0 + \vec{a} \cdot t \Rightarrow \underline{\vec{V} = \vec{a} \cdot t}$$

# CINEMATICA

(Moto uniformemente accelerato)





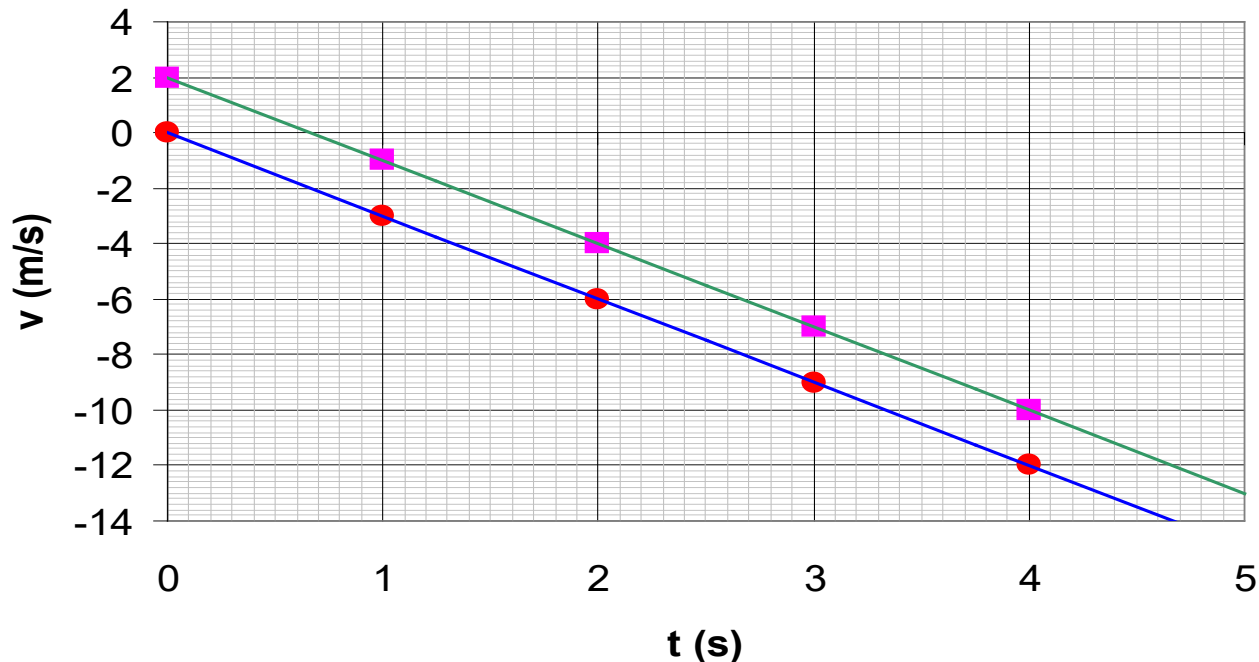
# CINEMATICA

(Moto uniformemente decelerato)

Se  $a = \text{costante} < 0$  (accelerazione negativa) si ha:

$$\begin{cases} v = -a \cdot t \\ v = v_0 - a \cdot t \end{cases}$$

In questo caso la rappresentazione grafica nel piano  $V - t$  sono rette inclinate con angolo  $>$  di  $90$  rispetto all'asse dei tempi.



# CINEMATICA

(Moto uniformemente accelerato)

Per calcolare lo spazio percorso bisogna tenere presente che:

$$\left\{ \begin{array}{l} S = S_0 + V_m \bullet T \\ V_m = (V_0 + (V_0 + a \bullet t)) / 2 \end{array} \right. \quad S = S_0 + V_m \bullet T$$

da cui:

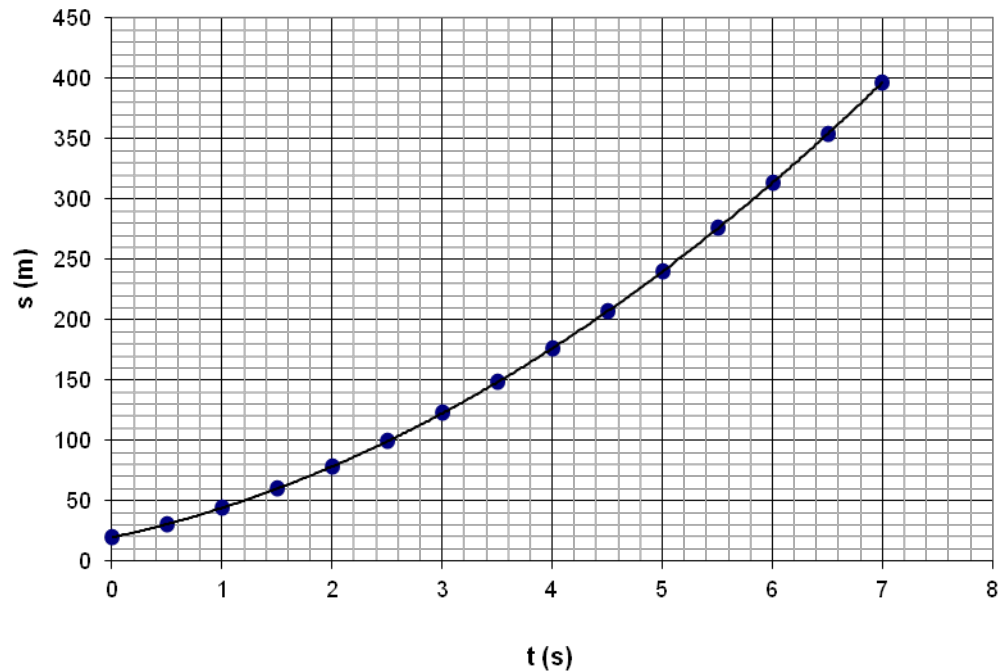
$$\vec{S} = \vec{S}_0 + \vec{V}_0 \square t + \frac{1}{2} \square \vec{a} \square t^2$$

# CINEMATICA

(Moto naturalmente accelerato)

Gli esperimenti dimostrano che la caduta dei gravi avviene con accelerazione costante  $g=9.8 \text{ m/s}^2$  (accelerazione di gravità). Le leggi orarie della velocità e dello spostamento complete sono:

$$\begin{cases} \vec{V} = \vec{V}_0 + \vec{g} \square t \\ \vec{S} = \vec{S}_0 + \vec{V}_0 \square t + \frac{1}{2} \vec{g} \square t^2 \end{cases}$$



# CINEMATICA

(Moto naturalmente accelerato)

Le leggi orarie della velocità e dello spostamento nel caso di  $V_0=0$  e  $S_0=0$   $t_0=0$  (partenza da fermo e dall'origine del sistema di riferimento) diventano:

$$\begin{cases} \vec{V} = \vec{V}_0 + \vec{g}t \\ \vec{S} = \vec{S}_0 + \vec{V}_0 t + \frac{1}{2} \vec{g} t^2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} \vec{V} = \vec{g}t \\ \vec{S} = \frac{1}{2} \vec{g} t^2 \end{cases}$$

