

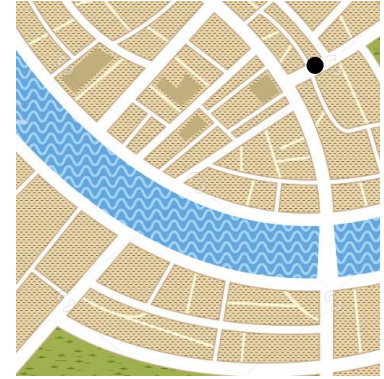
# **CAPITOLO 3**

# **LA CINEMATICA**

# DESCRIZIONE DI UN MOTO

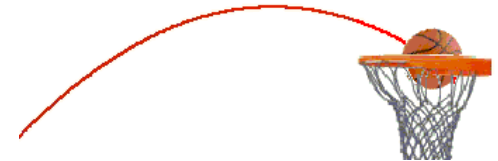
## Punto materiale

Quando l'oggetto in movimento è molto piccolo rispetto alla distanza che percorre, può essere studiato come se fosse un punto (non ha dimensioni, non ha un orientamento).



## Traiettoria

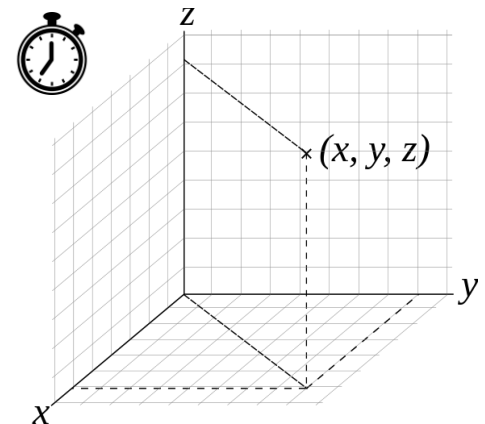
La traiettoria è la linea che unisce le posizioni successive occupate dal punto materiale in movimento.



## Sistema di riferimento

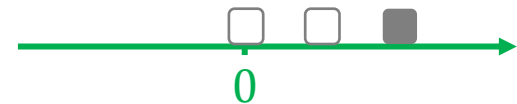
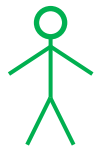
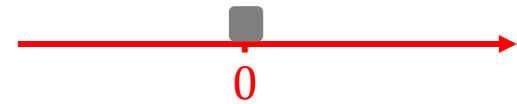
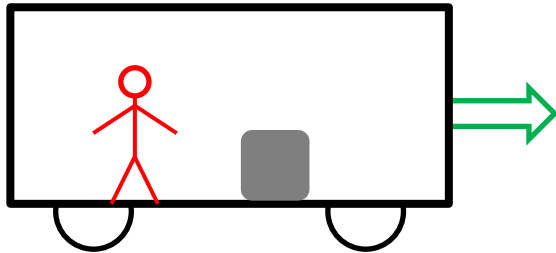
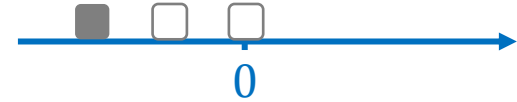
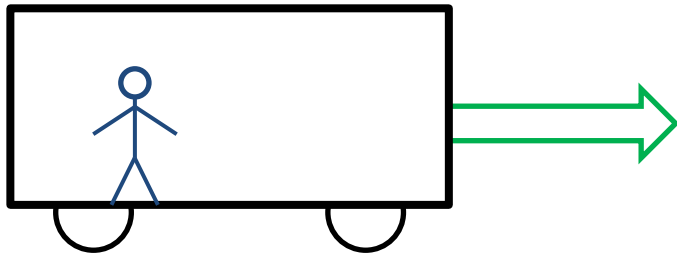
Per descrivere il movimento di un corpo sono necessari:

- un sistema di riferimento spaziale (assi cartesiani), dotato di origine e unità di misura;
- un sistema di riferimento temporale, dotato di origine e unità di misura;



# LA DESCRIZIONE DEL MOTO E' RELATIVA

La descrizione del moto di un punto materiale può cambiare a seconda del riferimento da cui lo si osserva.




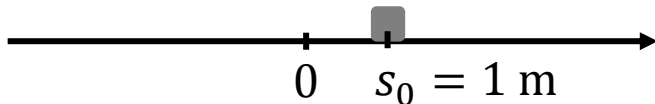
# IL MOTO RETTILINEO

Un moto si dice *rettilineo* se la traiettoria è una retta (o una parte di retta).

Si indica con  $t$  un istante di tempo, con  $\Delta t = t_f - t_i$  un intervallo di tempo.

Si indica con  $s$  una posizione, con  $\Delta s = s_f - s_i$  lo spostamento effettuato.


  $t_0 = 0 \text{ s}$

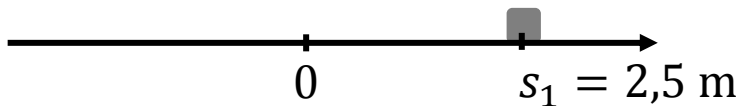


$$\Delta t_{01} = t_1 - t_0 = 2 - 0 = 2 \text{ s}$$

$$\Delta t_{12} = t_2 - t_1 = 6,7 - 2 = 4,7 \text{ s}$$

$$\Delta t_{02} = t_2 - t_0 = 6,7 - 0 = 6,7 \text{ s}$$


  $t_1 = 2 \text{ s}$

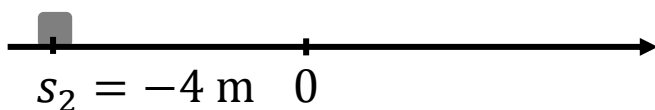


$$\Delta s_{01} = s_1 - s_0 = 2,5 - 1 = 1,5 \text{ m}$$

$$\Delta s_{12} = s_2 - s_1 = (-4) - 2,5 = -6,5 \text{ m}$$

$$\Delta s_{02} = s_2 - s_0 = (-4) - 1 = -5 \text{ m}$$

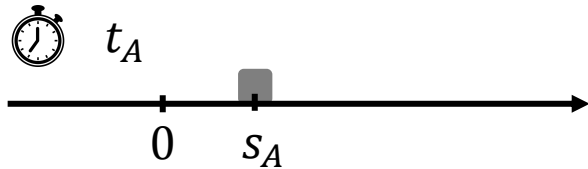
  $t_2 = 6,7 \text{ s}$



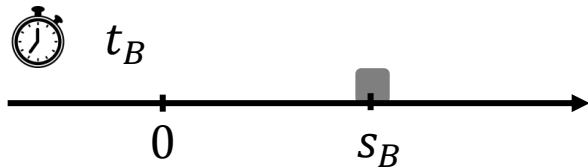
(se lo spostamento avviene in direzione dell'asse  $\Delta s$  è positivo, se avviene in direzione opposta  $\Delta s$  è negativo).

# LA VELOCITA' MEDIA

La *velocità media* di un punto materiale (calcolata tra due istanti  $t_A$  e  $t_B$ ) è il rapporto tra lo spostamento effettuato e il tempo impiegato ad effettuarlo.



$$v_{AB} = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{s_B - s_A}{t_B - t_A}$$



L'unità di misura della velocità è  $[v] = \frac{m}{s}$

## Nota Bene

Nel calcolo della velocità media contano solo la posizione iniziale e finale, e non il reale tragitto percorso dal punto materiale per spostarsi dall'una all'altra. Se la posizione finale coincide con quella iniziale, la velocità media è zero.

$v > 0 \Leftrightarrow \Delta s > 0 \Leftrightarrow$  il corpo si è spostato nella stessa direzione dell'asse

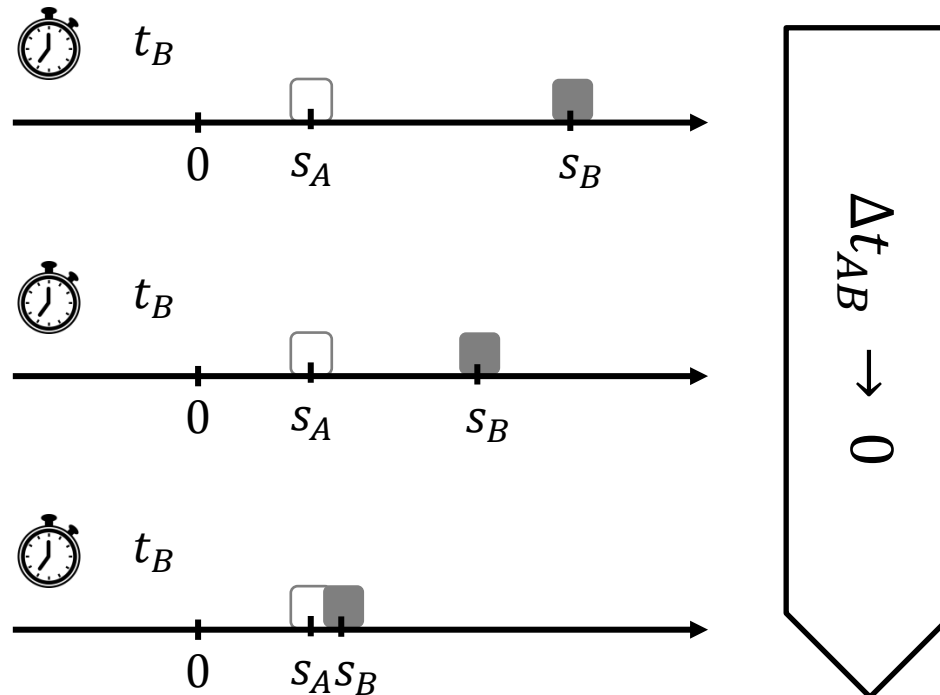
$v < 0 \Leftrightarrow \Delta s < 0 \Leftrightarrow$  il corpo si è spostato nella direzione opposta a quella dell'asse

$v = 0 \Leftrightarrow \Delta s = 0 \Leftrightarrow$  Il corpo è tornato al punto di partenza

# LA VELOCITA' ISTANTANEA

La velocità istantanea di un punto materiale (calcolata in un istante  $t_A$ ) è uguale alla velocità media, calcolata in un intervallo di tempo la cui durata tende a 0.

$$v_A = \lim_{\Delta t_{AB} \rightarrow 0} \frac{\Delta s_{AB}}{\Delta t_{AB}} = \lim_{\Delta t_{AB} \rightarrow 0} \frac{s_B - s_A}{t_B - t_A}$$



# IL MOTO RETTILINEO UNIFORME

Un moto si dice *uniforme* se la velocità è costante.

In un moto rettilineo uniforme, la posizione  $s$  del corpo e l'istante di tempo  $t$  sono legati dalla relazione (*legge oraria*):

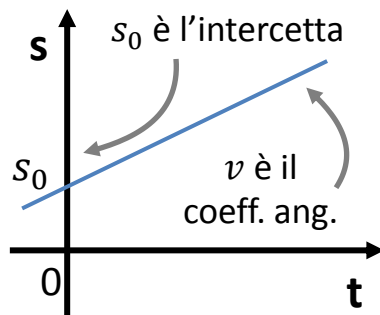
$$s = v \cdot t + s_0 \quad \begin{array}{l} \text{(parametri)} \\ \text{(costanti)} \end{array}$$

dove  $v$  è la velocità (costante) del moto, e  $s_0$  è la posizione iniziale del corpo.

## Nota Bene

Nel grafico spazio-tempo, tale relazione rappresenta una retta. Ogni secondo, il corpo si sposta di una quantità di spazio pari a  $v$ .

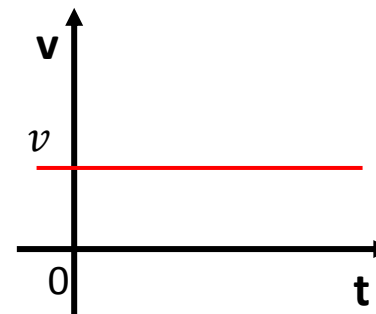
Nel grafico velocità-tempo, il moto è rappresentato da una retta orizzontale (la velocità è costante).



$$s = v \cdot t + s_0$$

↕   ↕   ↕   ↕

$$y = m \cdot x + q$$



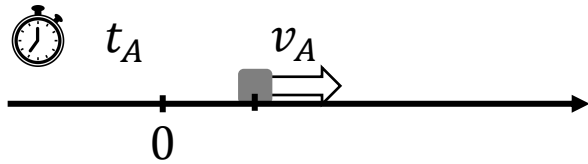
$$v = \text{cost.}$$

↕   ↕

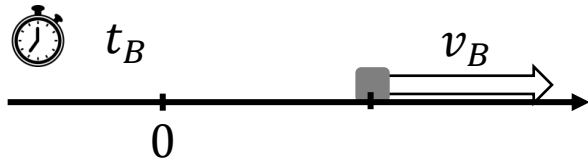
$$y = k$$

# L'ACCELERAZIONE MEDIA

L'*accelerazione media* di un punto materiale (calcolata tra due istanti  $t_A$  e  $t_B$ ) è il rapporto tra la variazione di velocità e il tempo impiegato ad effettuarla.



$$a_{AB} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_B - v_A}{t_B - t_A}$$



L'unità di misura della velocità è  $[a] = \frac{m}{s^2}$

## Nota Bene

Nel calcolo dell'accelerazione media contano solo la velocità iniziale e finale, e non il reale profilo della velocità mantenuta dal corpo tra i due istanti. Se la velocità finale coincide con quella iniziale, l'accelerazione media è zero.

$a > 0 \Leftrightarrow \Delta v > 0 \Leftrightarrow$  la velocità è aumentata

$a < 0 \Leftrightarrow \Delta v < 0 \Leftrightarrow$  la velocità è diminuita

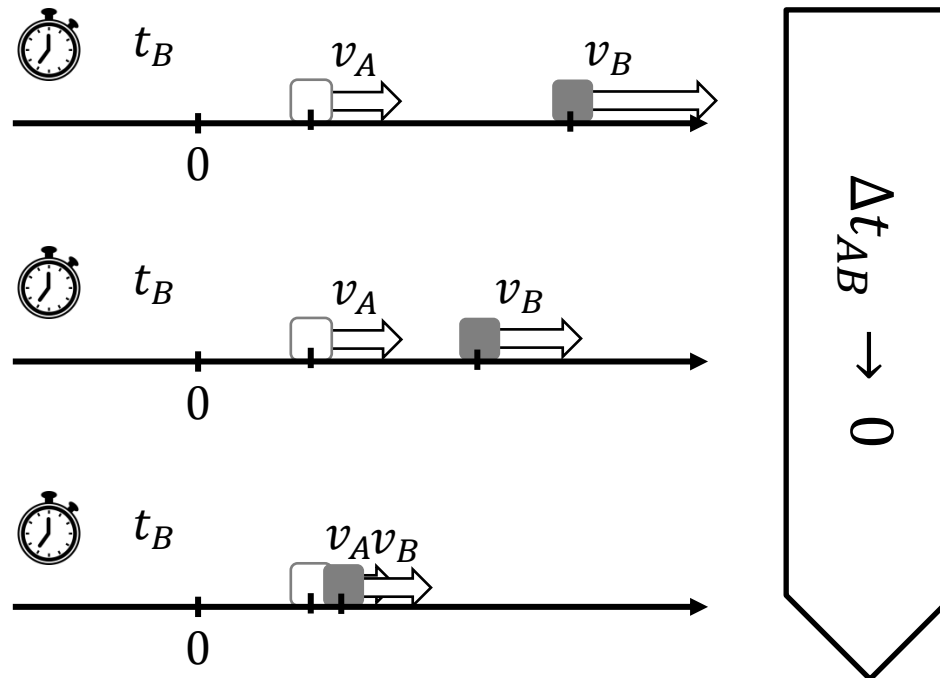
$a = 0 \Leftrightarrow \Delta v = 0 \Leftrightarrow$  la velocità finale è uguale a quella iniziale



# L'ACCELERAZIONE ISTANTANEA

L'accelerazione istantanea di un punto materiale (calcolata in un istante  $t_A$ )  
è uguale all'accelerazione media, calcolata in un intervallo di tempo  
la cui durata tende a 0.

$$a_A = \lim_{\Delta t_{AB} \rightarrow 0} \frac{\Delta v_{AB}}{\Delta t_{AB}} = \lim_{\Delta t_{AB} \rightarrow 0} \frac{v_B - v_A}{t_B - t_A}$$



# IL MOTO RETTILINEO UNIFORMEMENTE ACCELERATO

Un moto si dice *uniformemente accelerato* se l'accelerazione è costante.

In un moto rettilineo uniforme, la posizione  $s$  del corpo e l'istante di tempo  $t$  sono legati dalle relazioni (la prima è nota come *legge oraria*):

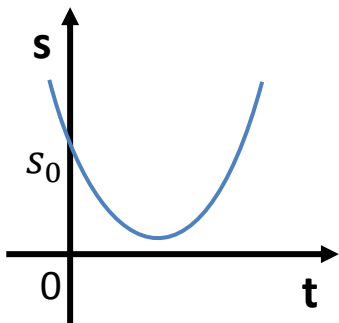
$$s = \frac{1}{2} a \cdot t^2 + v_0 \cdot t + s_0 \quad \text{(parametri)}$$
$$v = a \cdot t + v_0 \quad \text{(costanti)}$$

dove  $a$  è l'accelerazione (costante) del moto,  $v_0$  è la velocità iniziale del corpo e  $s_0$  è la posizione iniziale del corpo.

## Nota Bene

Nel grafico spazio-tempo, la prima relazione rappresenta una parabola.

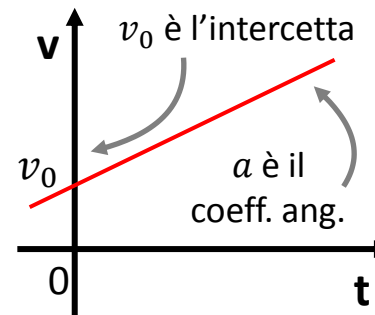
Nel grafico velocità-tempo, la seconda relazione rappresenta una retta. Ogni secondo, la velocità del corpo varia di una quantità pari ad  $a$ .



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

⇕   ⇕   ⇕   ⇕   ⇕   ⇕

$$y = a \cdot x^2 + b \cdot x + c$$

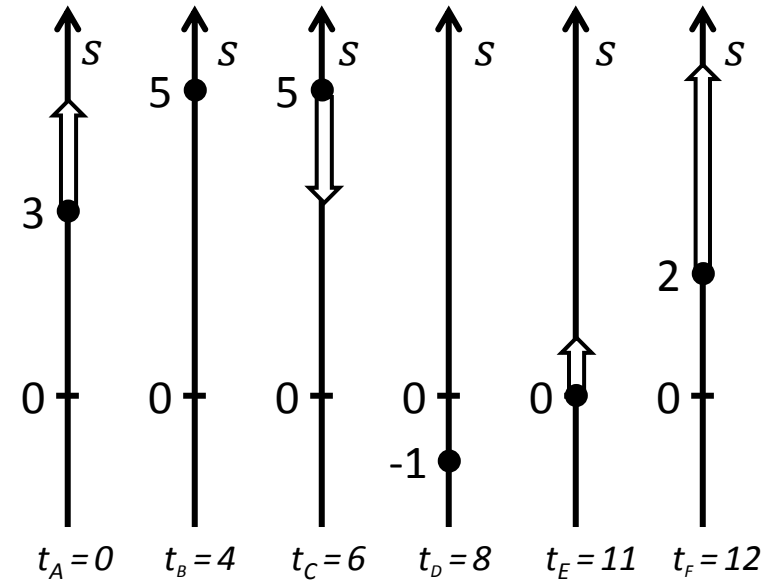
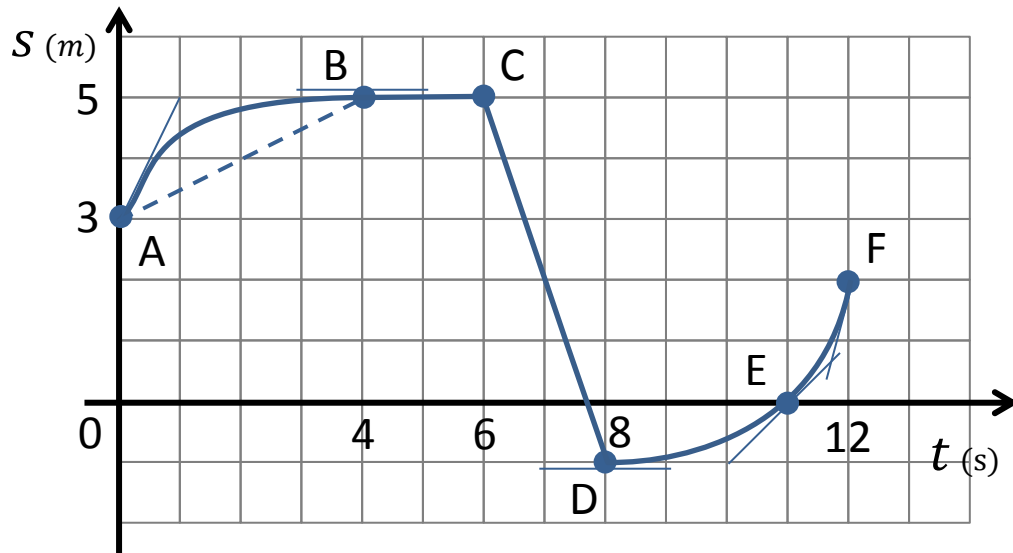


$$v = a \cdot t + v_0$$

⇕   ⇕   ⇕   ⇕

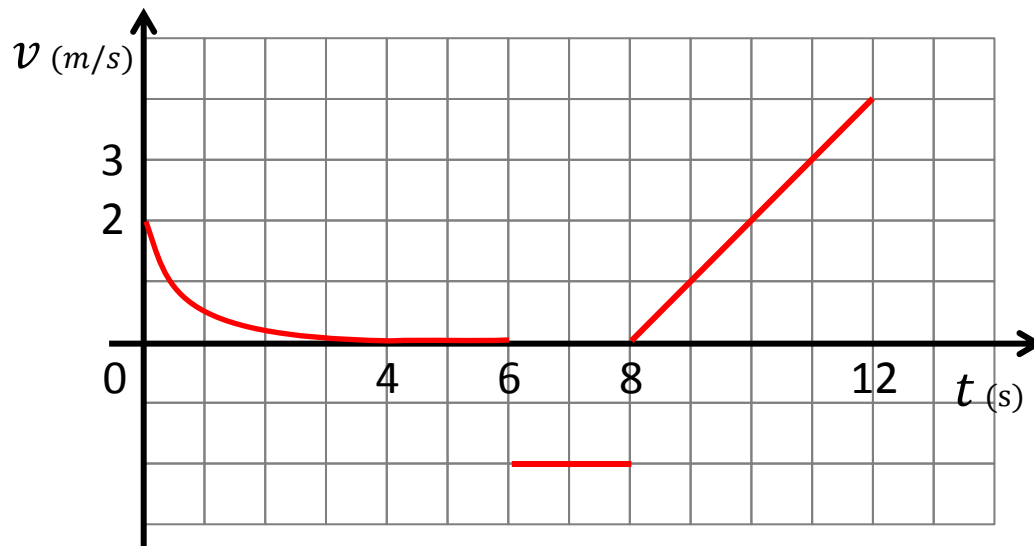
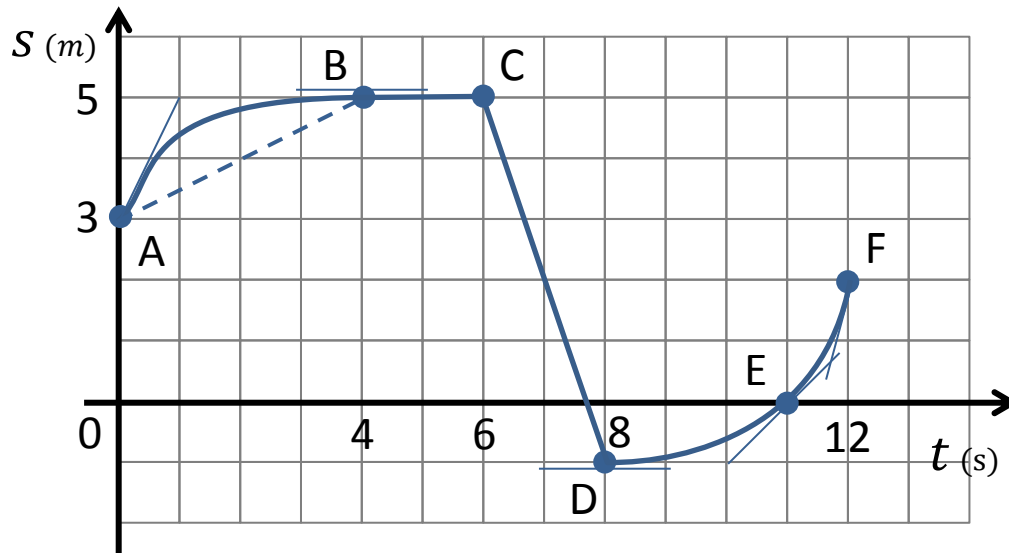
$$y = m \cdot x + q$$

# IL GRAFICO SPAZIO-TEMPO



- la velocità istantanea è data dalla pendenza del grafico (ovvero dal coefficiente angolare della retta tangente al grafico);
- la velocità media tra due punti è data dalla pendenza del segmento che li congiunge (ovvero dal suo coefficiente angolare, dato che  $m = \Delta y / \Delta x$  e  $v_m = \Delta s / \Delta t$ );
- nei tratti orizzontali, il corpo è fermo;
- nei tratti rettilinei, il corpo procede a velocità costante (moto rettilineo uniforme);
- nei tratti parabolici, il corpo procede ad accelerazione costante (moto rettilineo uniformemente accelerato);
- quando il grafico «ride», il corpo sta accelerando; quando «piange», sta decelerando.

# IL GRAFICO VELOCITÀ-TEMPO



- L'accelerazione istantanea è data dalla pendenza del grafico (ovvero dal coefficiente angolare della retta tangente al grafico);
- L'accelerazione media tra due punti è data dalla pendenza del segmento che li congiunge (ovvero dal suo coefficiente angolare, dato che  $m = \Delta y / \Delta x$  e  $a_m = \Delta v / \Delta t$ );
- nei tratti orizzontali, il corpo si muove a velocità costante (moto rettilineo uniforme);
- nei tratti rettilinei, il corpo procede ad accelerazione costante (moto rettilineo uniformemente accelerato);
- lo spazio percorso dal corpo è dato dall'area sottesa al grafico (considerata con segno positivo quando è sopra l'asse  $t$ , negativo quando è sotto).