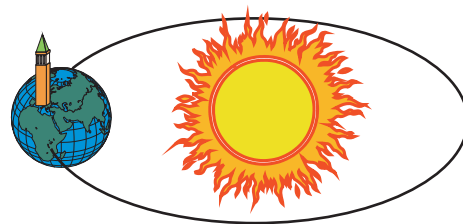


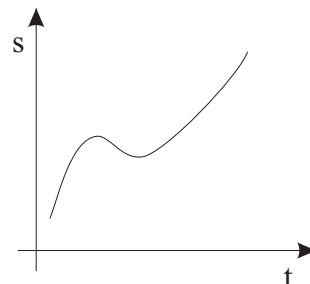
La cinematica è quella parte della fisica che *descrive* il moto di un corpo senza spiegarne le cause. Inizialmente ogni corpo viene considerato come se fosse un punto (*punto materiale*).

Il moto è *sempre relativo* in quanto va determinato rispetto ad un *sistema di riferimento*: il campanile di S. Marco è fermo rispetto alla Terra ma in moto circolare rispetto al sole.



Le posizioni che un corpo occupa, nel corso del tempo, quando è in movimento costituiscono la sua *traiettoria*.

Il moto di un corpo può essere descritto utilizzando un *sistema di assi cartesiani* con in ascissa il *tempo* (t) e in *ordinata la distanza* (s).



La **velocità** è la misura della rapidità con cui un corpo cambia la sua posizione nel tempo

La **velocità media** è data dal rapporto tra lo spostamento e il tempo impiegato a percorrerlo.

$$a) \quad v_M = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$$

dove  $x_2 - x_1$  rappresenta lo spostamento dalla posizione  $x_2$  alla posizione  $x_1$  e  $t_2 - t_1$  il tempo trascorso. Per indicare una differenza tra due quantità si può utilizzare il simbolo  $\Delta$  (delta) per cui la formula a) può essere scritta come

$$b) \quad v_M = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

La **velocità istantanea** è data dal rapporto tra la distanza percorsa dal corpo in un intervallo di tempo estremamente piccolo e l'intervallo di tempo stesso.

Lo spostamento si misura in *metri* e il tempo in *secondi* per cui la velocità viene misurata in *m/s* (metri al secondo). Si può stabilire la seguente equivalenza

$$1m:s \quad x:3600s \quad x \quad \frac{3600s \ 1m}{1s} \quad 3600m \quad 3,6km$$

ossia

$$1 \text{ m/s} = 3,6 \text{ km/h (chilometri all'ora)}$$

**Esempi**  
 $36 \text{ m/s} = (36 \times 3,6) \text{ km/h} = 129,6 \text{ km/h}$   
 $180 \text{ km/h} = (180 : 3,6) \text{ m/s} = 50 \text{ m/s}$

Quando il corpo si muove con una *traiettoria rettilinea* a *velocità costante* il moto viene detto **moto rettilineo uniforme**. In questo caso lo spostamento può essere calcolato in questo modo

$$x_1 = x_0 + v \cdot t \text{ (legge oraria)}$$

dove  $x_1$  e  $x_0$  sono, rispettivamente, la posizione finale e quella iniziale,  $v$  la velocità e  $t$  il tempo. Si può anche calcolare il tempo impiegato a percorrere un determinata distanza, utilizzano la seguente formula

$$t = \frac{s}{v}$$

## Esempi

a) Un corpo viaggia alla velocità costante di 21 m/s. Quanti metri percorre in 12 secondi?

$$s = 21 \text{ m/s} \cdot 12\text{s} = 252 \text{ m}$$

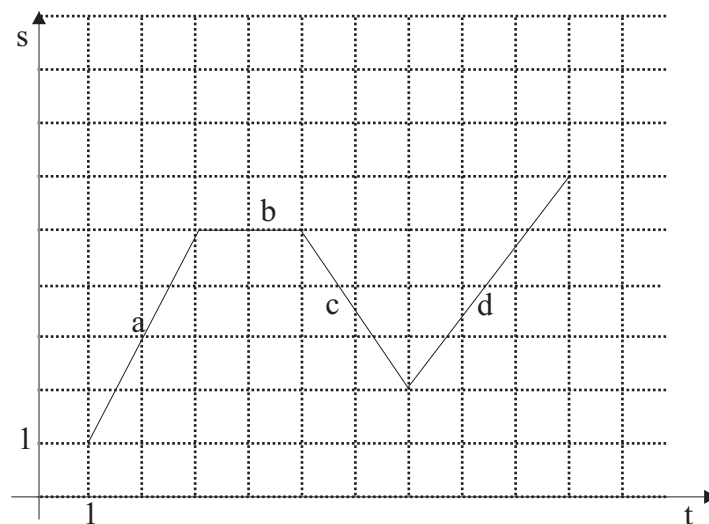
b) Il giamaicano Asafa Powell ha corso i 100 metri in 9<sup>s</sup> 77. Qual è la sua velocità media?

$$v_M = 100 \text{ m} : 9,77 = 10,24 \text{ m/s} \quad \text{ossia} \quad (10,24 \cdot 3,6) \text{ km/h} = 36,864 \text{ km/h}$$

c) Un corpo per andare dal punto A al punto B impiega 12 secondi e si muove alla velocità costante di 6 m/s. Qual è la distanza percorsa?

$$s = 12\text{s} : 6 \text{ m/s} = 2 \text{ m}$$

d) in questo grafico è descritto il moto di un corpo. Calcola la velocità media nei singoli tratti



Tratto a  $v_M = \frac{5\text{m}}{3\text{s}} - \frac{1\text{m}}{1\text{s}} = \frac{4\text{m}}{2\text{s}} = 2\text{m/s}$     tratto b  $v_M = \frac{5\text{m}}{5\text{s}} - \frac{5\text{m}}{3\text{s}} = \frac{0\text{m}}{2\text{s}} = 0\text{m/s}$  (il corpo è fermo)

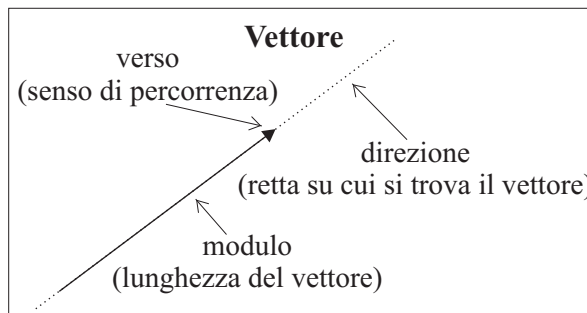
Tratto c  $v_M = \frac{2\text{m}}{7\text{s}} - \frac{5\text{m}}{5\text{s}} = -\frac{3\text{m}}{2\text{s}} = 1,5\text{m/s}$  (il corpo inverte il senso del movimento)

Tratto d  $v_M = \frac{6\text{m}}{10\text{s}} - \frac{2\text{m}}{7\text{s}} = \frac{4\text{m}}{3\text{s}} = 1,3\text{m/s}$  (il corpo inverte il senso del movimento)

**Approfondimento**

Una grandezza viene detta **scalare** se la sua misura viene espressa da un numero reale associato ad una unità di misura (esempio: per esprimere un valore di temperatura è sufficiente indicare il valore numerico e l'unità di misura come -12°C).

Una grandezza è detta **vettoriale** se è necessario indicare non solo il valore numerico con associata l'unità di misura (il *modulo*) ma anche la *direzione* (la retta lungo la quale agisce la grandezza) e il *verso* (ossia il senso di percorrenza della retta *direzione*). Per rappresentare queste grandezze si utilizza un segmento orientato detto *vettore*.



Lo *spostamento* è una grandezza vettoriale in quanto oltre al valore numerico si deve indicare la retta (*direzione*) lungo la quale avviene il movimento e il verso di questo.

La *velocità* è una grandezza vettoriale in quanto è data dal rapporto tra lo spostamento (vettoriale) e il tempo.

L'**accelerazione** misura la rapidità con cui un corpo cambia la sua velocità nell'unità di tempo.

L'*accelerazione media* si calcola in questo modo

$$a_M = \frac{v_f - v_i}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

dove  $v_f$  è la velocità finale e  $v_i$  quella iniziale.

L'unità di misura dell'accelerazione è  $m/s^2$  in quanto  $\frac{m}{s} \div \frac{m}{s} = \frac{1}{s} = \frac{m}{s^2}$

L'**accelerazione istantanea** è data dal rapporto tra la variazione di velocità del corpo che si ha in un intervallo di tempo estremamente piccolo e l'intervallo di tempo stesso.

Quando l'accelerazione è costante il moto viene detto *uniformemente accelerato*.

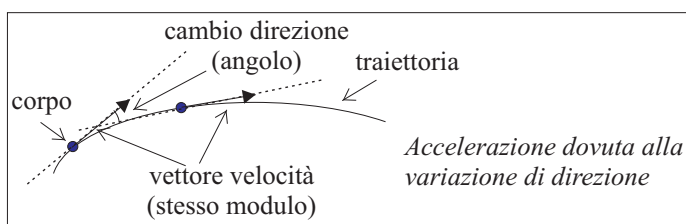
**Formulario** (*accelerazione costante*)

Calcolo della velocità finale  $v_f = v_i + a t$

Calcolo dello spostamento  $x = x_0 + v_i t + \frac{1}{2} a t^2$   
 (Vedi in appendice come si ricava la formula)

L'accelerazione è una *grandezza vettoriale* in quanto è il rapporto tra variazione di velocità che è una grandezza vettoriale e il tempo.

Si ha un'accelerazione anche quando il *modulo della velocità* è costante ma *cambia la direzione del moto*.



a) Un corpo viaggia alla velocità di 8 m/s; qual è la sua accelerazione media se in 5 secondi raggiunge la velocità di 18 m/s?

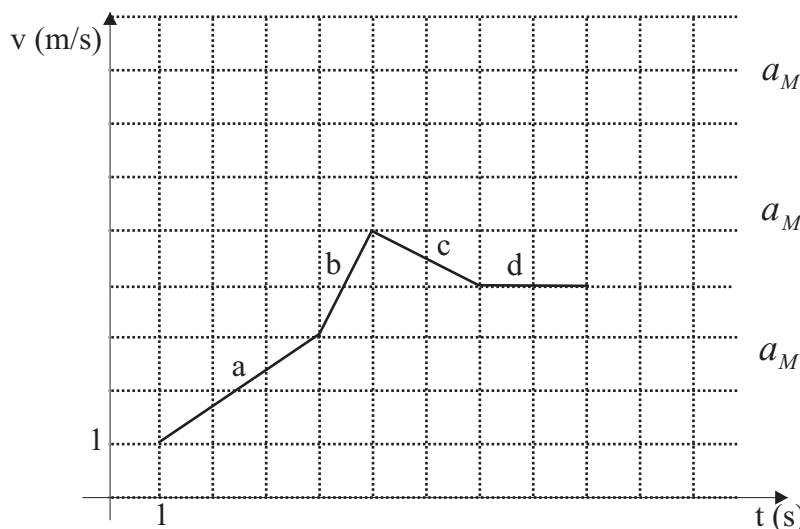
$$a_M = \frac{v_f - v_i}{t_2 - t_1} = \frac{18 \text{ m/s} - 8 \text{ m/s}}{5 \text{ s}} = \frac{10 \text{ m/s}}{5 \text{ s}} = 2 \text{ m/s}^2$$

b) Un corpo parte da fermo con un'accelerazione di 6 m/s<sup>2</sup>. Qual è la sua velocità dopo 8 secondi? Quanta distanza ha percorso?

$$v_f = v_i + a t = 0 + 6 \text{ m/s}^2 \cdot 8 \text{ s} = 48 \text{ m/s}$$

$$x = x_0 + v_i t + \frac{1}{2} a t^2 = 0 + 0 \cdot 8 \text{ s} + \frac{1}{2} \cdot 6 \text{ m/s}^2 \cdot 8^2 \text{ s}^2 = 3 \text{ m/s}^2 \cdot 64 \text{ s}^2 = 192 \text{ m}$$

c) I diagrammi cartesiani si possono utilizzare per rappresentare le variazioni di velocità nel tempo ponendo in ascissa il tempo e in ordinata la velocità. Calcola le accelerazioni media nei tratti a, b, c, d del grafico



Tratto a

$$a_M = \frac{3 \text{ m/s} - 1 \text{ m/s}}{4 \text{ s} - 1 \text{ s}} = \frac{2 \text{ m/s}}{3 \text{ s}} = 0,7 \text{ m/s}^2$$

Tratto b

$$a_M = \frac{5 \text{ m/s} - 3 \text{ m/s}}{5 \text{ s} - 4 \text{ s}} = \frac{2 \text{ m/s}}{1 \text{ s}} = 2 \text{ m/s}^2$$

Tratto c

$$a_M = \frac{4 \text{ m/s} - 5 \text{ m/s}}{7 \text{ s} - 5 \text{ s}} = \frac{-1 \text{ m/s}}{2 \text{ s}} = -0,5 \text{ m/s}^2$$

(Il corpo rallenta di 1 m/s<sup>2</sup>)

Tratto d

$$a_M = \frac{4 \text{ m/s} - 4 \text{ m/s}}{9 \text{ s} - 7 \text{ s}} = \frac{0 \text{ m/s}}{2 \text{ s}} = 0 \text{ m/s}^2$$

(il corpo si muove a velocità costante)

### Appendice

Come si ricava la formula  $x = x_0 + v_i t + \frac{1}{2} a t^2$

Il corpo ha una velocità iniziale  $v_i$  e una finale  $v_f$  per cui la velocità media è  $v_M = \frac{v_i + v_f}{2} = \frac{1}{2} (v_i + v_f)$

Sostituendo  $v_f$  con  $v_f = v_i + a t$  si ottiene  $v_M = \frac{1}{2} (v_i + v_i + a t) = \frac{1}{2} (2v_i + a t) = v_i + \frac{1}{2} a t$  e, applicando la

proprietà distributiva della moltiplicazione rispetto all'addizione di ottiene  $v_M = v_i + \frac{1}{2} a t$

Utilizzando la legge oraria  $x_t = x_0 + v \cdot t$  e, sostituendo a  $v$ ,  $v_M$  si ottiene

$$x = x_0 + v_i t + \frac{1}{2} a t^2$$