

IL MOTO

MECCANICA

=

parte della fisica
che studia
il movimento
dei corpi

CINEMATICA

=

descrive il moto
dei corpi
senza indagare
le cause che
lo hanno prodotto

DINAMICA

=

studia il moto
dei corpi
in relazione
alle cause che
lo hanno prodotto

STATICA

=

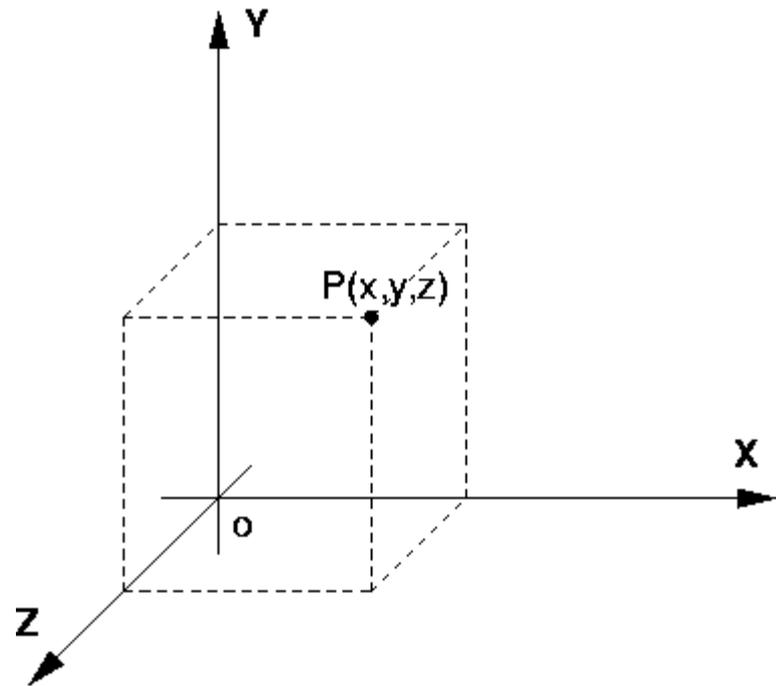
studia le condizioni
di equilibrio
dei corpi

LA CINEMATICA

- Per studiare il moto di un corpo, si può semplificarne lo studio considerandolo come un **punto materiale**
- **Punto materiale** = oggetto così piccolo da poter essere considerato come un punto geometrico

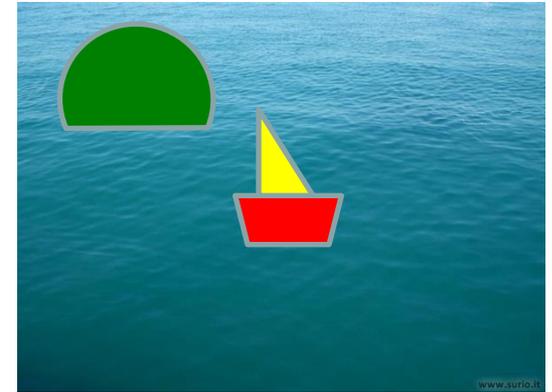
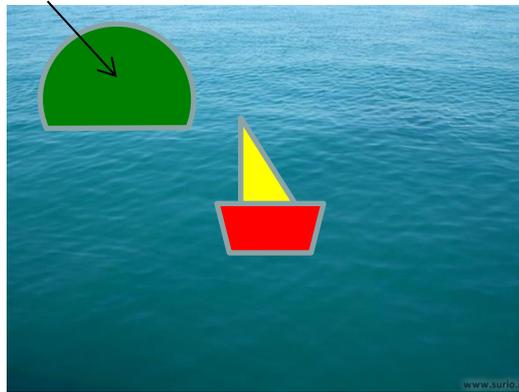
Cosa ci serve per studiare il moto di un corpo?

Per prima cosa ci serve un
SISTEMA DI RIFERIMENTO

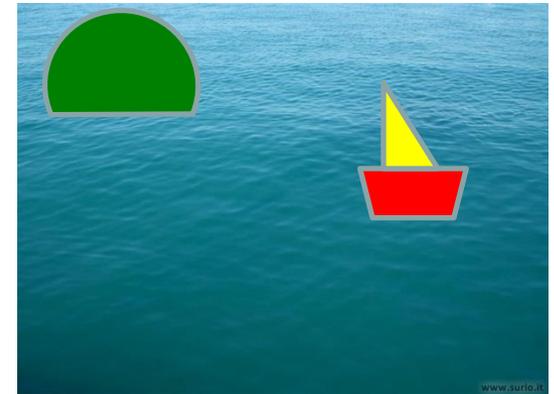
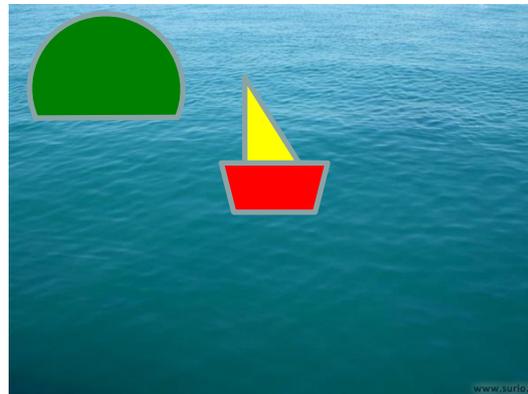


Il sistema di riferimento è un **punto fisso** rispetto al quale possiamo individuare la posizione di un corpo e stabilire se un corpo è **fermo** (in quiete) o in **movimento** (in moto)

Punto di riferimento



La barca è ferma



La barca è in movimento

Precisamente diremo
che:

- Un **corpo** è **in quiete** se, rispetto ad un sistema di riferimento, non modifica la sua posizione in un certo intervallo di tempo
- Un **corpo** è **in moto** se, rispetto ad un sistema di riferimento, modifica la sua posizione in un certo intervallo di tempo



Ore 10.00

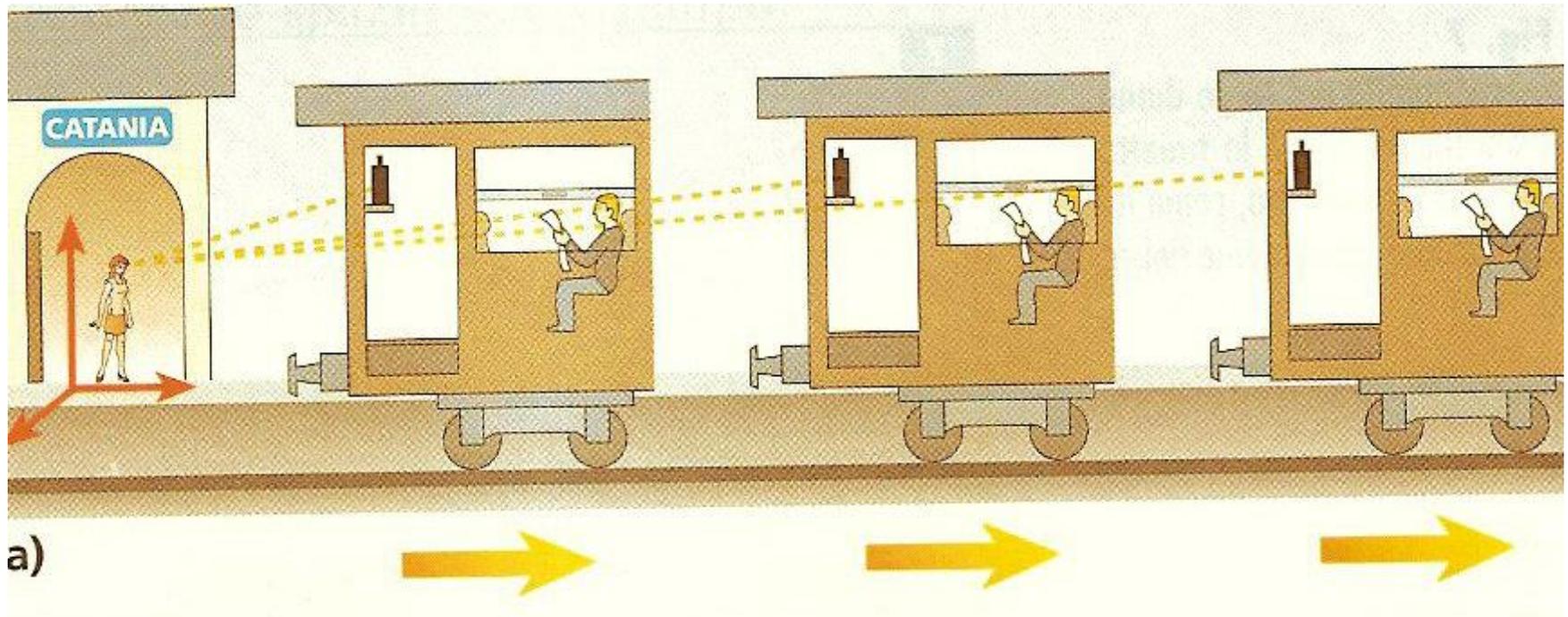


Ore 10.20

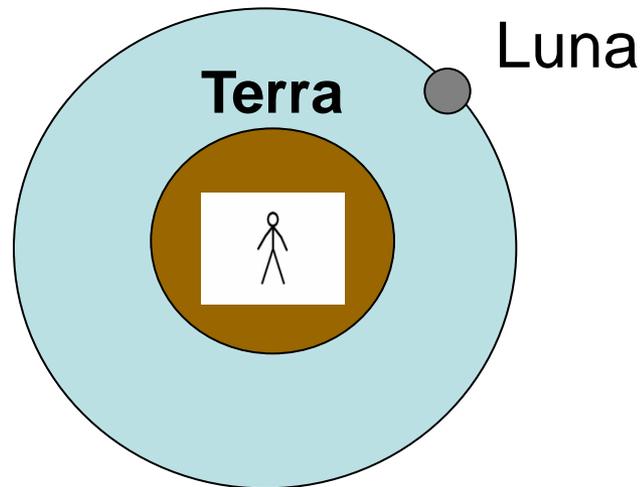
Inoltre, **cambiando il sistema di riferimento, le conclusioni** a cui si perviene nello studio del moto di un corpo **cambiano**: un osservatore, infatti, descrive il moto di un corpo riferendolo al proprio sistema di riferimento. Per esempio:

Per una persona sul treno, una valigia sul portabagagli dello stesso treno è ferma

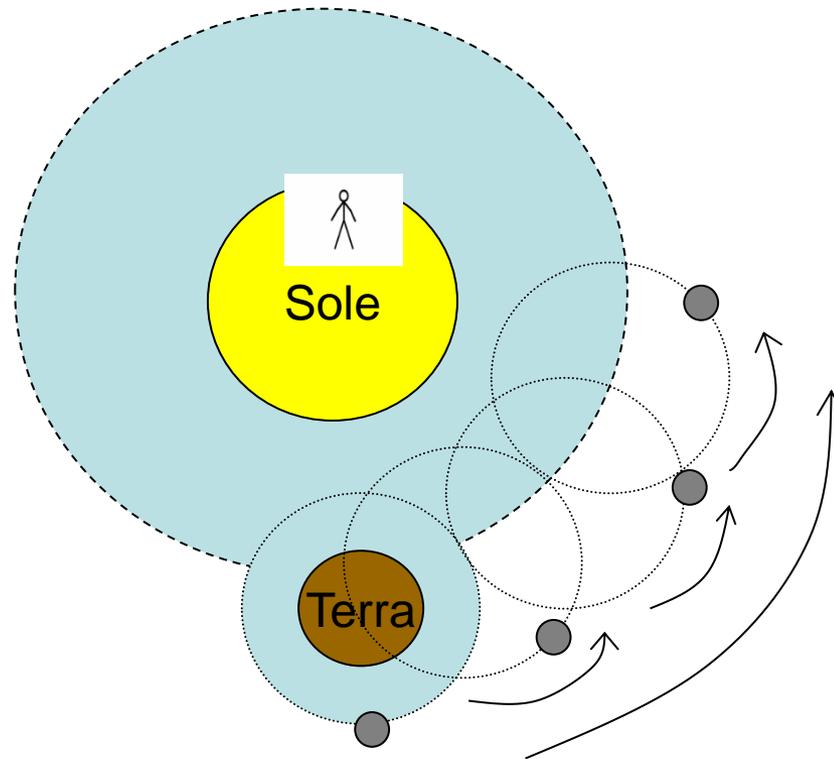
per una persona sul marciapiede, invece, la valigia è in movimento



Un altro esempio: il moto della Luna, studiato da un osservatore che si trova sulla Terra, è **circolare**



Lo stesso moto, studiato da un osservatore posto sul Sole, è un **epicicloide** (è la curva generata da un punto di una circonferenza che rotola sulla superficie esterna di un'altra circonferenza).



Moto della Luna intorno al Sole

Gli esempi precedenti ci permettono di concludere che:

1) essere fermi (cioè in **quiete**)
o essere in movimento
(cioè in **moto**)
sono **concetti relativi**

2) cambiando il punto di osservazione (cioè il sistema di riferimento) cambia la traiettoria dell'oggetto in movimento e quindi lo studio del moto

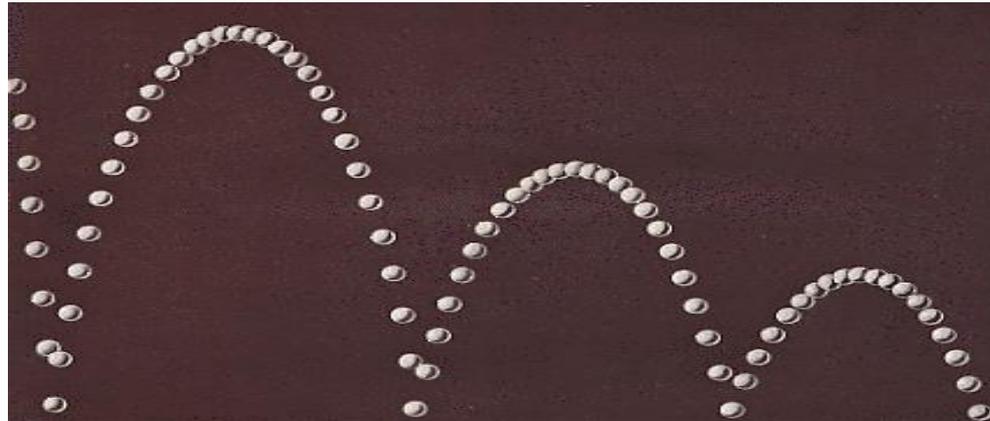


Per studiare il moto di un corpo occorre definire anche altri elementi:

- ✓ la **traiettoria**
- ✓ lo **spazio** percorso
- ✓ il **tempo**

TRAIETTORIA

- E' la linea che si ottiene congiungendo tutti i punti occupati dal corpo in movimento in istanti successivi



Una traiettoria può essere:

rettilinea



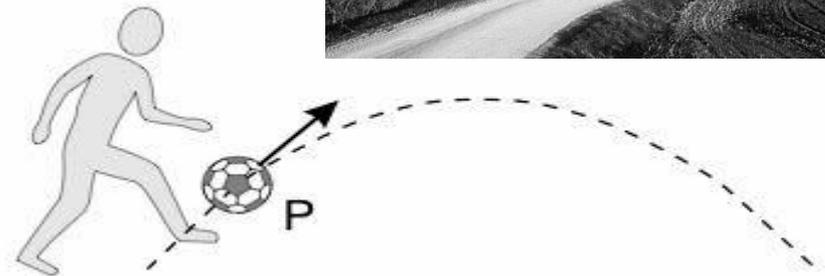
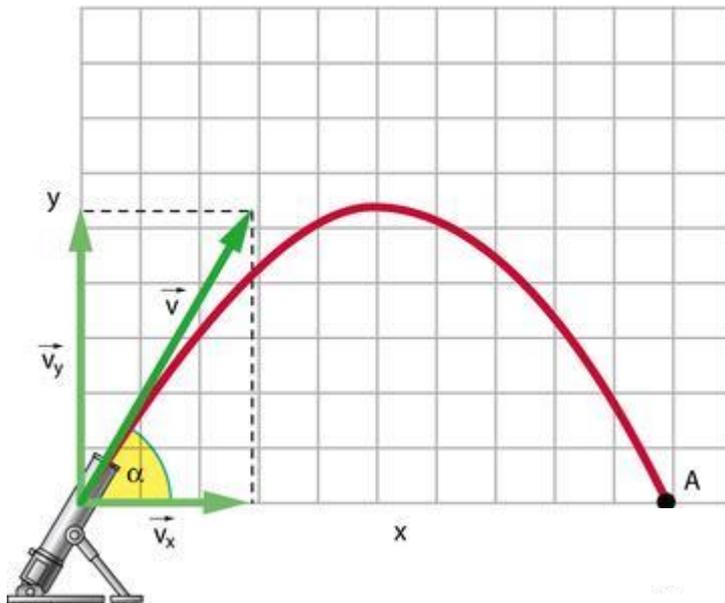
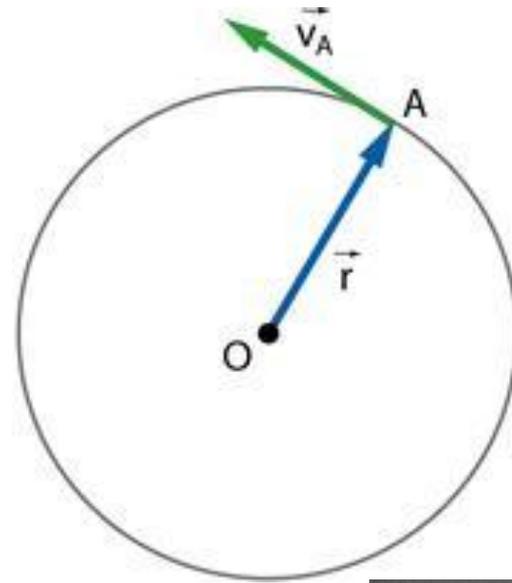
o

curvilinea



- Più precisamente, una traiettoria curvilinea può essere:

circolare, parabolica
o **mistilinea**



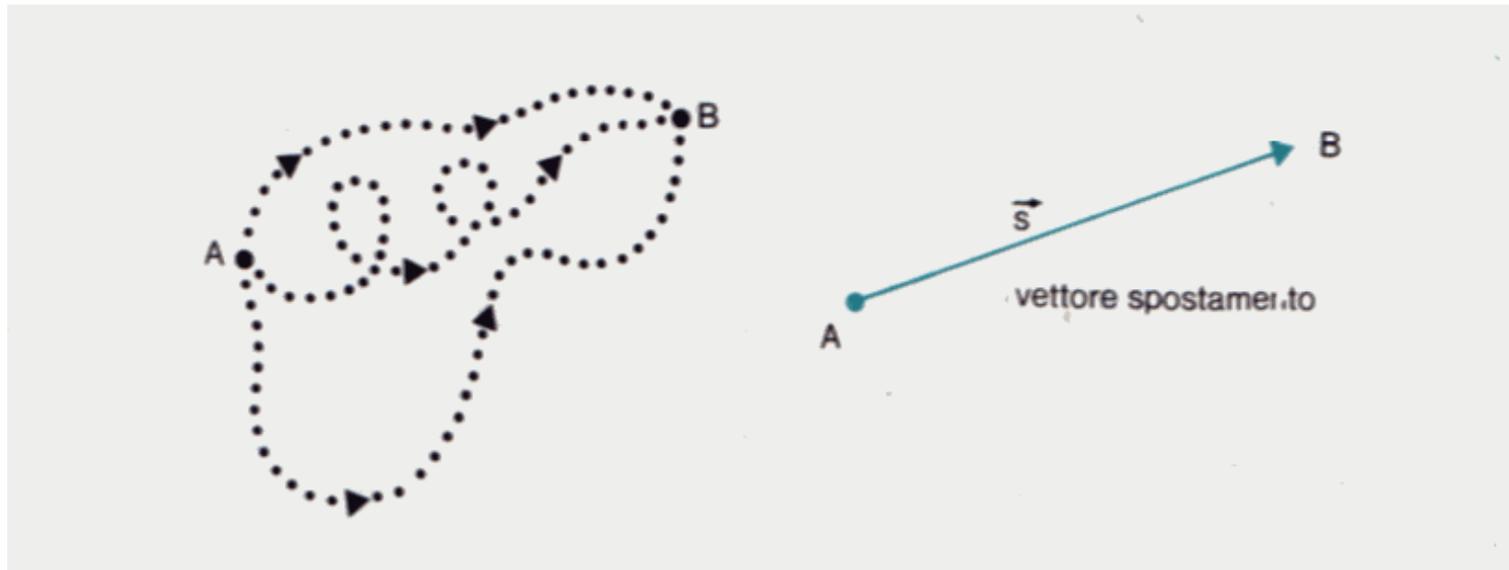
SPAZIO e SPOSTAMENTO

SPAZIO = lunghezza della traiettoria

(nel SI si misura in metri)

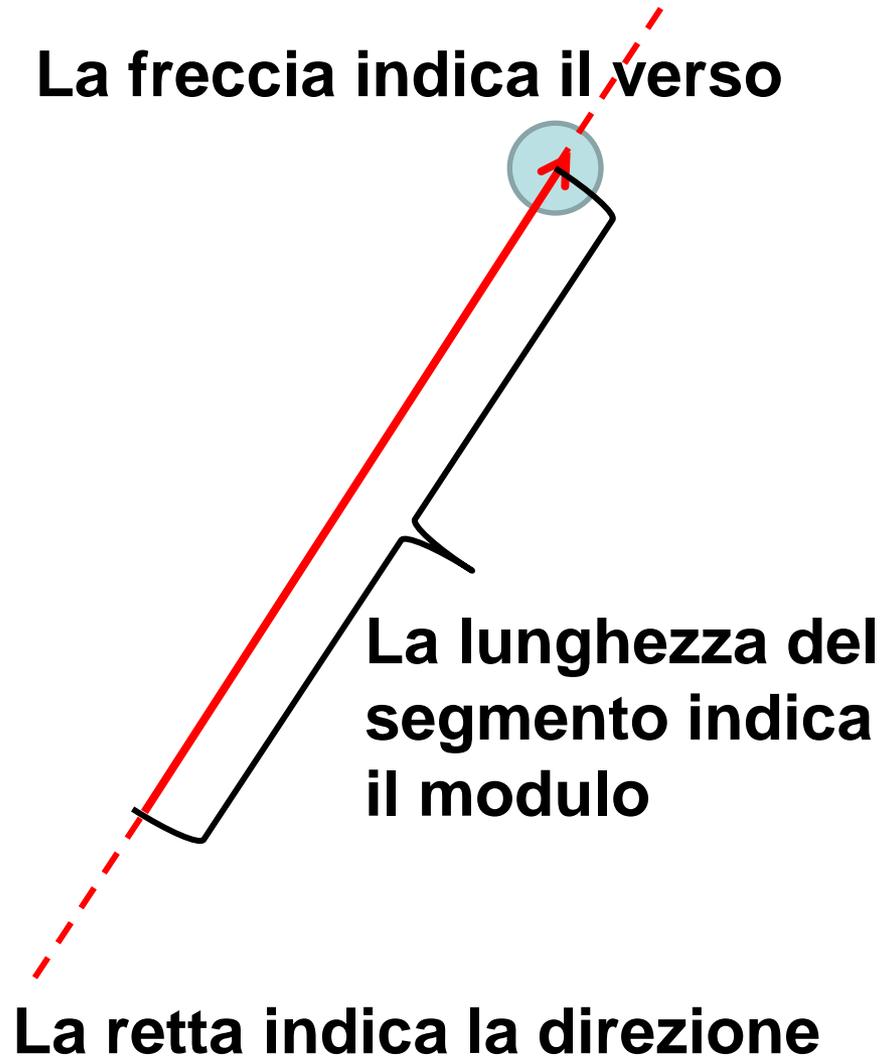
Non si deve confondere la traiettoria con lo **spostamento**

Lo **SPOSTAMENTO** è un **vettore** che unisce la posizione iniziale con la posizione finale.

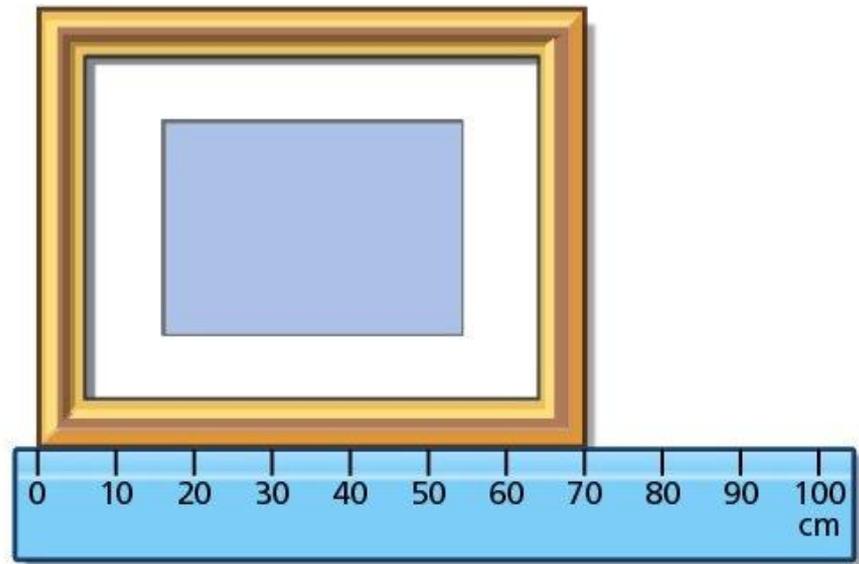
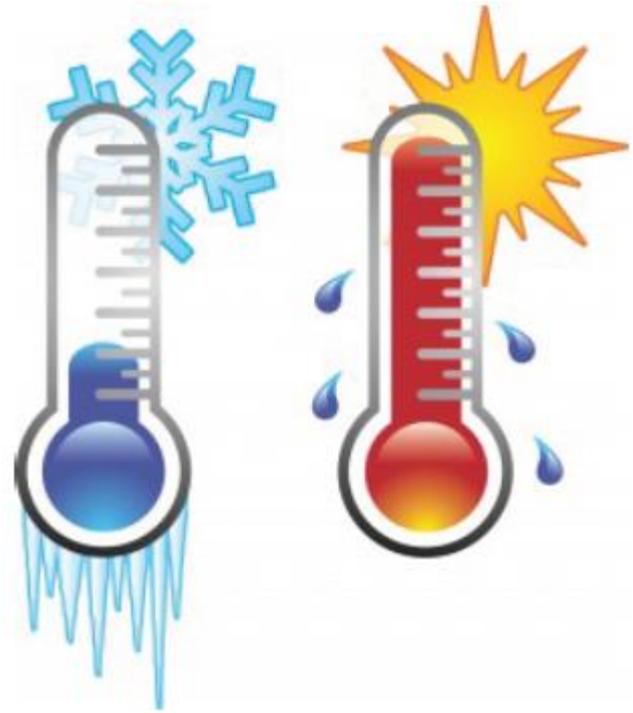


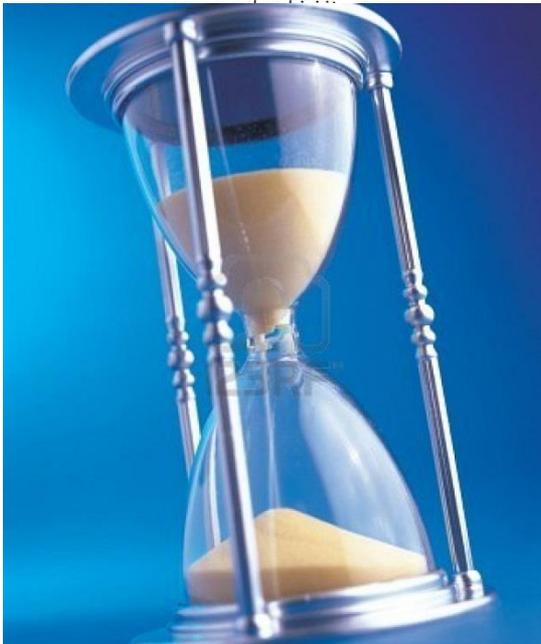
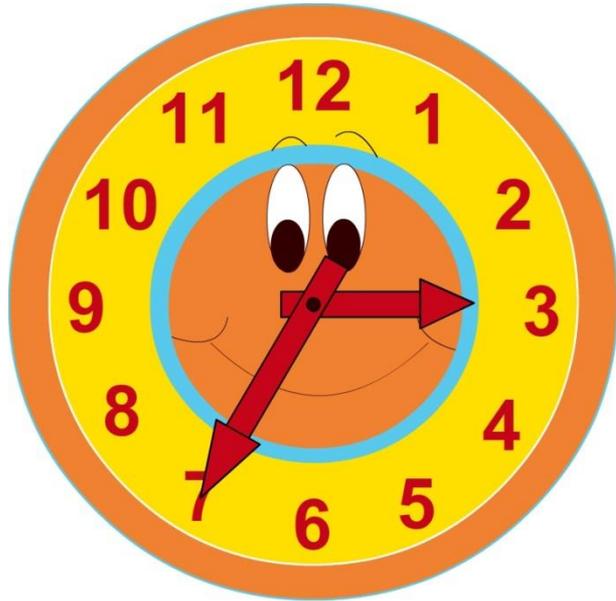
Che cos'è un VETTORE?

- Le grandezze che **per essere definite** hanno bisogno oltre che di **un valore numerico** anche di **una direzione e di un verso** sono dette **grandezze vettoriali**
- Si rappresentano con delle frecce
- Ogni freccia è caratterizzata da una **direzione**, da un **verso** e da una **intensità** (lunghezza o modulo)



- Definiamo **scalari** le grandezze che possono essere **definite solo da un valore numerico** (ad es. la lunghezza, la temperatura, il tempo, ecc,) accompagnato dall'unità di misura.





TEMPO

È il tempo impiegato dal corpo a percorrere lo spazio considerato.

Nel S.I. si misura in **secondi**.

VELOCITA'

A questo punto è possibile calcolare la **velocità** alla quale si muove il corpo

$$\text{Velocità} = \frac{\text{spazio}}{\text{tempo}}$$

La **velocità** di un corpo è il **rappporto** tra lo **spazio** percorso e il **tempo** impiegato a percorrerlo:

$$v = \frac{s}{t} \quad \text{da cui} \quad s = v t \quad \text{e} \quad t = \frac{s}{v}$$

- La **velocità è una grandezza derivata**: la sua unità di misura si ricava infatti da quella dello spazio e del tempo

$$\text{Velocità} = \frac{\text{spazio}}{\text{tempo}} = \frac{\text{m}}{\text{s}} \text{ o } \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

- La **velocità è una grandezza vettoriale**, quando deriva dal rapporto tra una grandezza vettoriale, lo spostamento, e il tempo.

Per passare dalla velocità espressa in m/s alla velocità in km/h dovremo effettuare il seguente calcolo:

$$1 \text{ m/s} = 3600 \text{ m/h} = 3,6 \text{ km/h}$$

Quindi:

- per calcolare la velocità in Km/h basta moltiplicare per 3,6 il valore della velocità espresso in m/s
- per calcolare la velocità in m/s basta dividere per 3,6 il valore della velocità espresso in km/h

- Diremo che un corpo si muove di **moto vario** se la sua **velocità non è costante** nel tempo

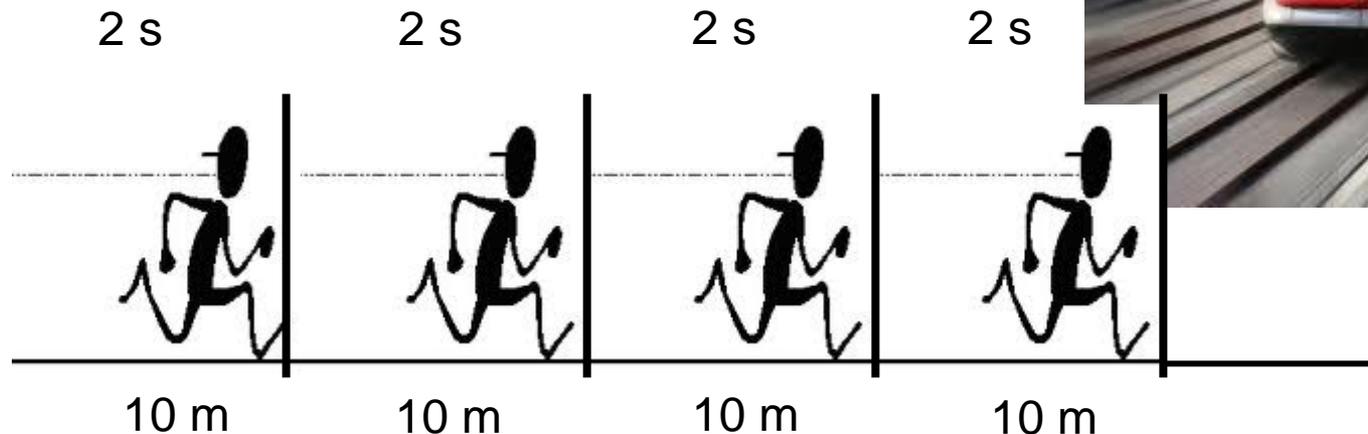
In questo caso dovremo calcolare il **valore medio** della velocità

- Diremo che un corpo si muove di **moto uniforme** se la sua **velocità è costante** nel tempo

IL MOTO RETTILINEO UNIFORME

IL MOTO RETTILINEO UNIFORME

- Un corpo che si muove con **velocità costante** lungo una **traiettoria rettilinea** si dice che si muove di **moto rettilineo uniforme**
- Nel moto rettilineo uniforme il corpo percorre **spazi uguali in tempi uguali**



- Nel moto rettilineo uniforme spazio (s), tempo (t) e velocità (v) sono legati dalla relazione

$$s = v t \quad (\text{legge oraria del moto})$$

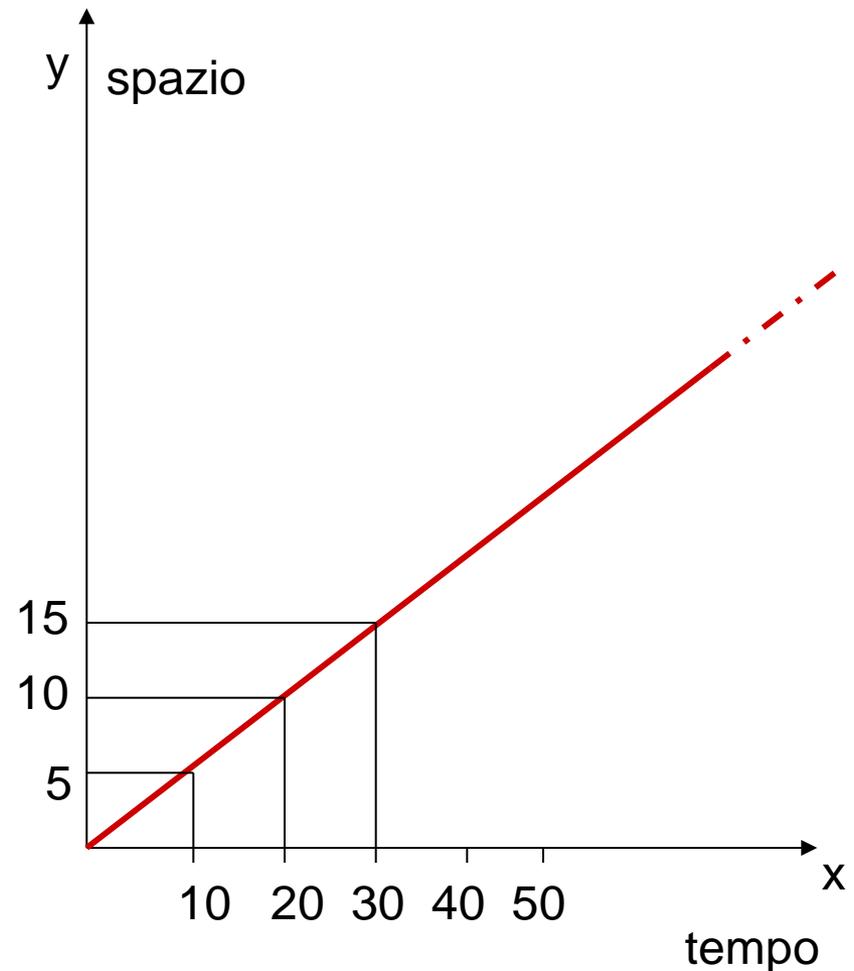
Questa relazione ci permette di calcolare lo spazio percorso da un corpo in un certo tempo, conoscendo la velocità alla quale si muove.

[Filmato: moto rettilineo uniforme](#)

Rappresentazione grafica del moto rettilineo uniforme

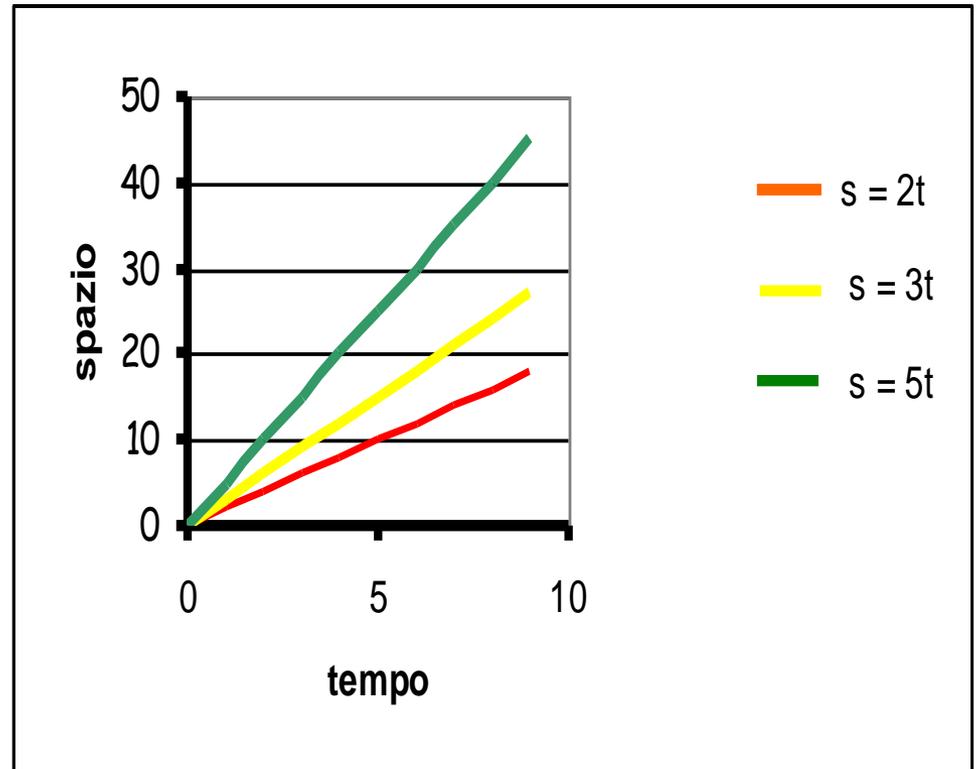
Se la velocità ($= \frac{s}{t}$) è costante vuol dire che **spazio e tempo** sono grandezze tra loro **direttamente proporzionali**

Riportando in un grafico cartesiano lo spazio (y) e il tempo (x) otteniamo quindi una retta che passa per l'origine degli assi: tale retta è la rappresentazione grafica della legge oraria del moto rettilineo uniforme

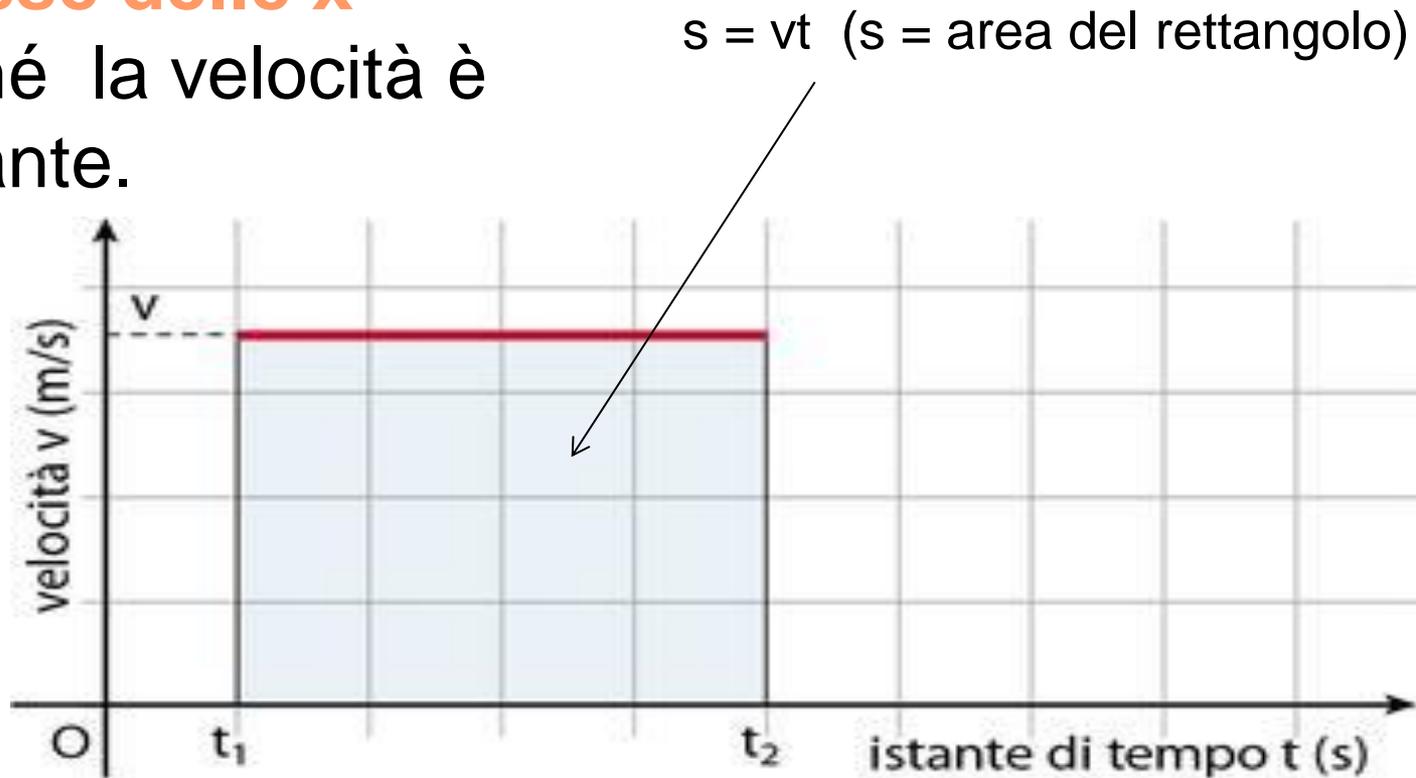


L'**inclinazione della retta** dipende dal valore della velocità: maggiore è la velocità maggiore è l'inclinazione della retta.

Il corpo il cui moto è rappresentato dalle retta verde è quello più veloce

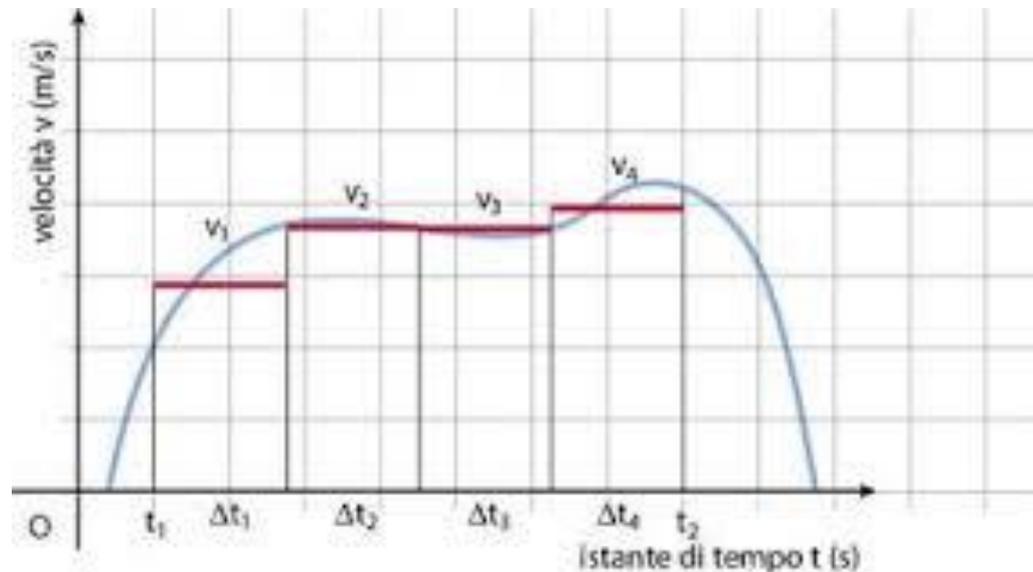


- Mettendo **in grafico velocità (y) e tempo (x)** si ottiene, invece, una **retta parallela all'asse delle x** poiché la velocità è costante.





- Dal grafico si può dedurre che calcolare lo spazio significa calcolare l'area della figura colorata sotto la curva.



IL MOTO
UNIFORMEMENTE
ACCELERATO

Difficilmente un corpo in movimento mantiene costante la sua velocità.

In un certo intervallo di tempo la sua velocità può variare.

Definiamo **accelerazione** la variazione di velocità di un corpo in un certo intervallo di tempo

$$a = \frac{V_f - V_i}{t_f - t_i} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

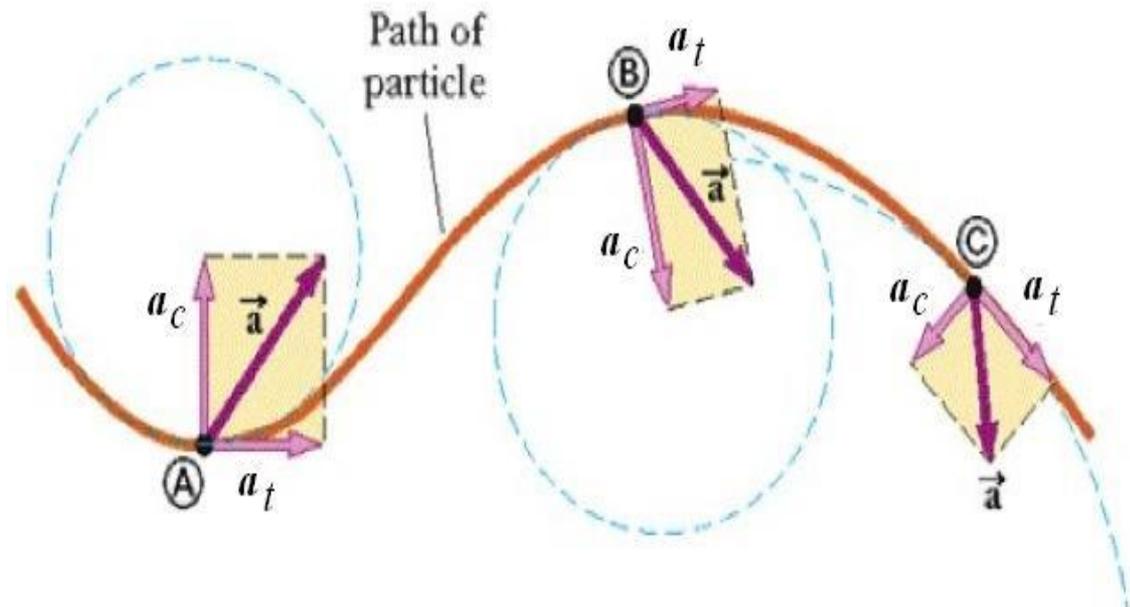
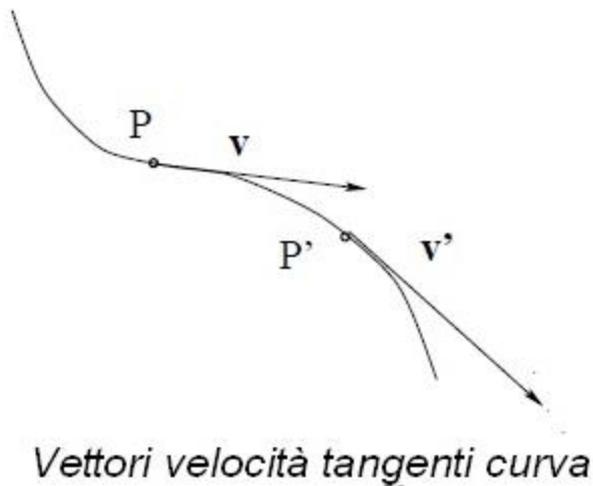
v_i = velocità iniziale

v_f = velocità finale

t_i = tempo iniziale

t_f = tempo finale

- Si ha accelerazione quando la velocità varia in modulo o in direzione.
- Per esempio, un oggetto che si muove lungo una traiettoria curva con velocità che cambia sia in modulo che in direzione subisce una accelerazione.



La velocità di un corpo può:

- 1) aumentare in un certo intervallo di tempo: in questo caso si dice che il corpo accelera (**accelerazione positiva**)
 - 2) diminuire in un certo intervallo di tempo: in questo caso si dice che il corpo decelera (**accelerazione negativa o decelerazione**)
- Anche l'accelerazione, come la velocità, è una **grandezza vettoriale**

L'unità di misura della accelerazione si ricava da quella della velocità e del tempo:

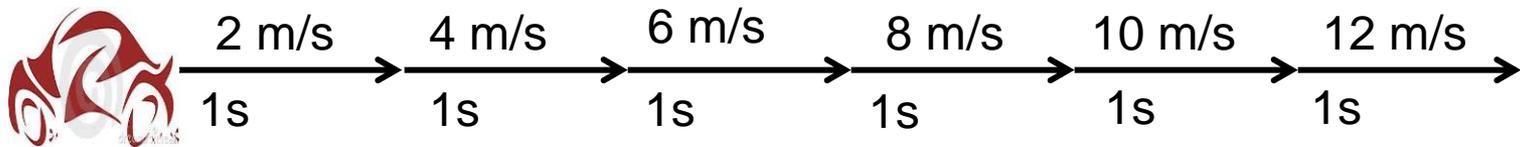
$$\frac{\frac{m}{s}}{s} = \frac{m}{s} \times \frac{1}{s} = \frac{m}{s^2}$$

(metro al secondo quadrato)

IL MOTO UNIFORMEMENTE ACCELERATO

Diciamo che **un corpo si muove di moto uniformemente accelerato** quando la sua **accelerazione è costante** nel tempo.

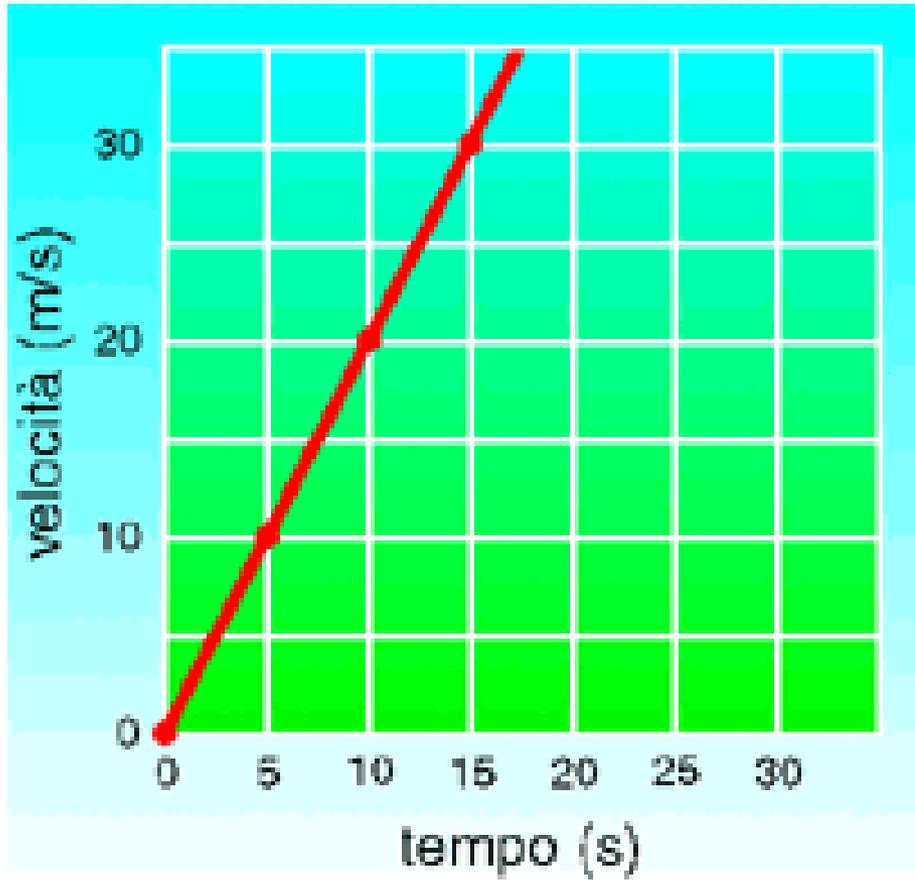
Ciò significa che la velocità alla quale il corpo si muove aumenta sempre dello stesso valore nello stesso intervallo di tempo



[Filmato moto uniformemente accelerato](#)

- Se l'accelerazione è costante, significa che **la variazione della velocità e l'intervallo di tempo**, nel quale questa variazione avviene, **sono** tra loro **direttamente proporzionali**

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \text{costante}$$



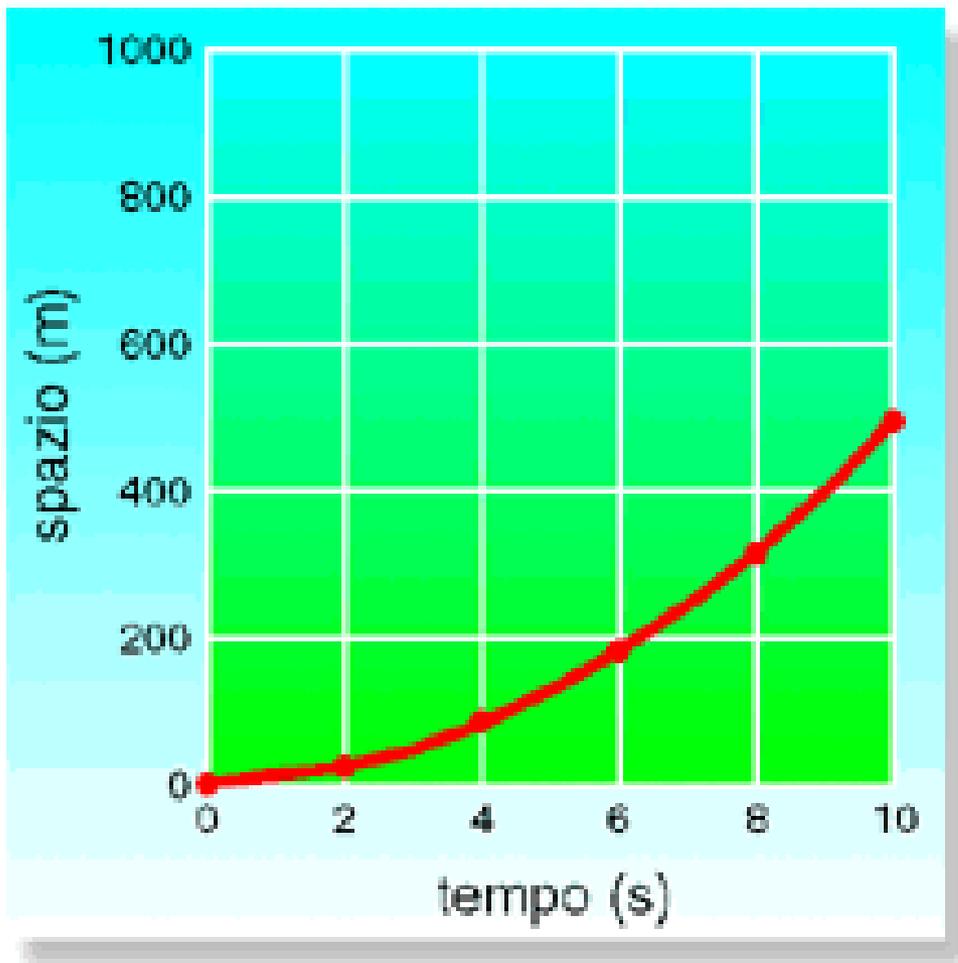
Quindi, mettendo su un sistema di assi cartesiani **il tempo (x) e la velocità (y)**, si otterrà una **semiretta uscente dall'origine degli assi** (supponendo la velocità iniziale = 0)

La formula

$$S = \frac{1}{2} a t^2$$

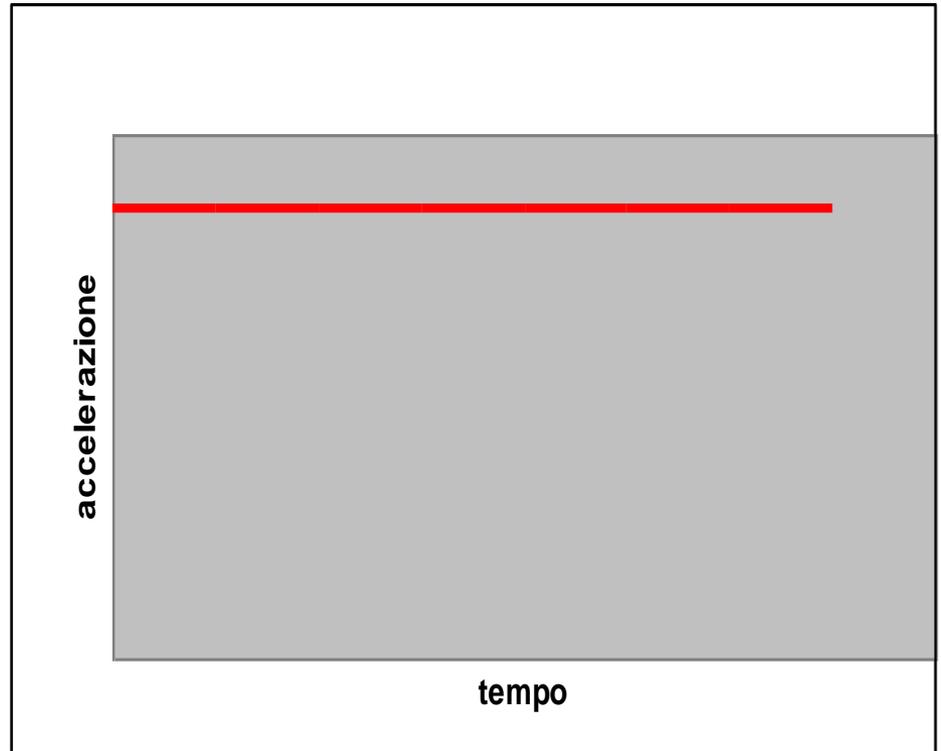
rappresenta, invece, la **legge del moto uniformemente accelerato**.

Essa ci permette di calcolare lo spazio percorso, in un certo tempo t , da un corpo che si muove di moto uniformemente accelerato e la cui velocità iniziale è uguale a zero (cioè parte da fermo)



Rappresentando tale legge su un sistema di assi cartesiani, mettendo **il tempo sull'asse x** e **lo spazio sull'asse y**, si otterrà un ramo di parabola.

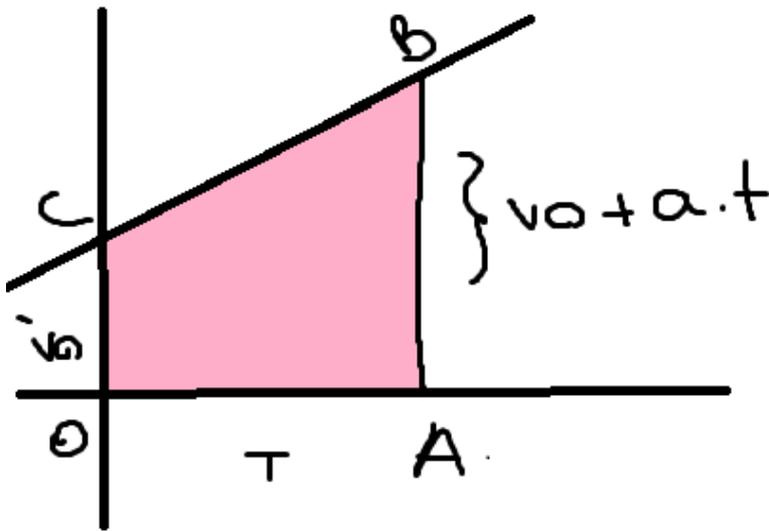
Ponendo, invece, sull'asse delle ascisse **il tempo** e sull'asse delle ordinate **l'accelerazione**, si otterrà una **retta parallela all'asse delle x**, ad indicare che l'accelerazione è costante.



- Legge del moto uniformemente accelerato

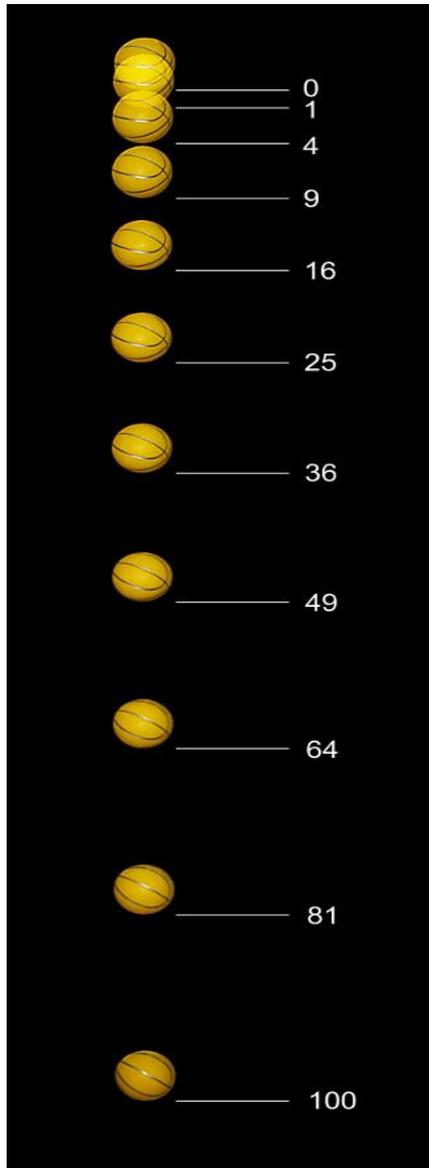
Se il corpo ha una velocità iniziale (v_0) diversa da zero, la legge oraria assume la forma

$$S = \frac{1}{2} at^2 + v_0 t$$



$$\begin{aligned} S &= \frac{(OC + AB) \cdot OA}{2} \\ &= \frac{(v_0 + v_0 + at) \cdot t}{2} \\ &= \frac{1}{2} at^2 + v_0 \cdot t \end{aligned}$$

MOTO DI CADUTA DI UN GRAVE



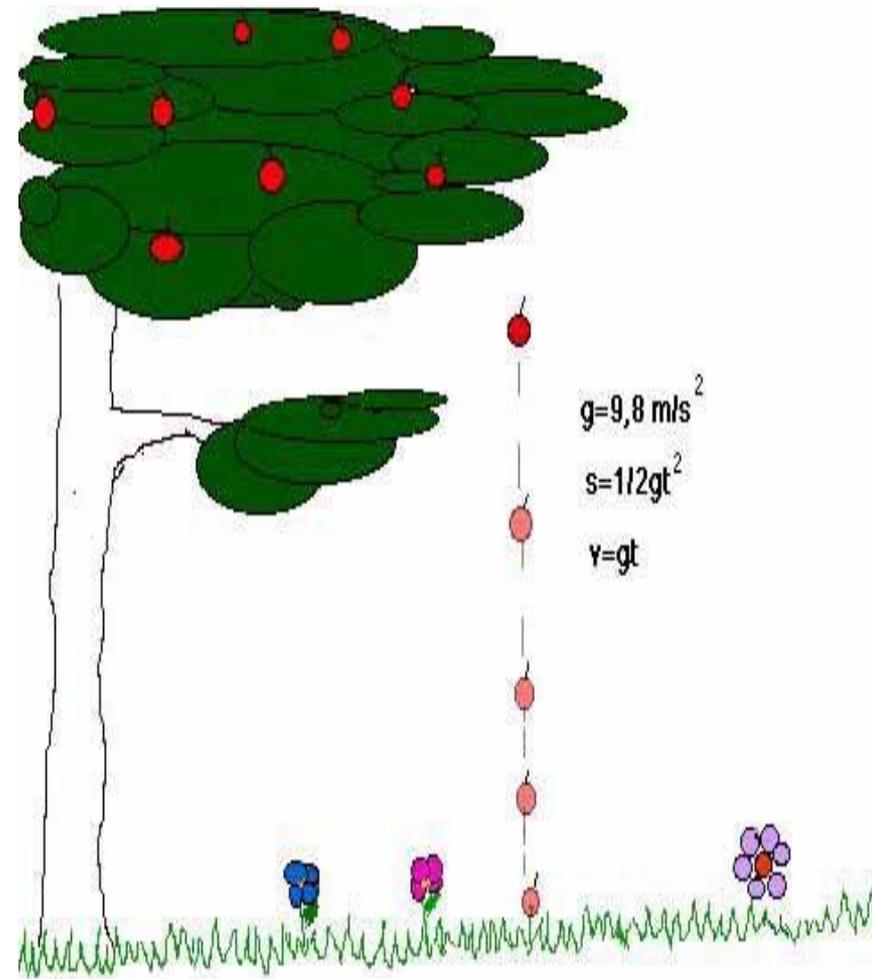
Un esempio di **moto uniformemente accelerato** è quello di caduta di un corpo (o grave) in prossimità della superficie terrestre.

Quando si lascia cadere un oggetto, esso viene attratto dalla **forza di gravità** verso il centro della Terra.

E' possibile verificare
che la sua velocità
aumenta regolarmente,
di 9,8 m/s, ogni
secondo

La sua accelerazione è,
quindi, costante e pari a
9,8 m/s²

($g = 9,8 \text{ m/s}^2 =$
accelerazione di
gravità)



GALILEO GALILEI (1564-1642)

Galilei, al quale dobbiamo l'introduzione del metodo sperimentale, si occupò anche di studiare la caduta dei corpi. Egli mise in discussione l'affermazione, formulata da Aristotele (filosofo greco), secondo la quale i corpi più pesanti cadono più velocemente al suolo di quelli leggeri. In realtà, in assenza di attrito, tale affermazione è errata. Infatti, **i corpi in caduta libera subiscono tutti la stessa accelerazione**, cioè l'accelerazione di gravità, indipendentemente dalla loro massa. Pertanto, corpi con massa diversa, in un ambiente in cui è stato fatto il vuoto, arrivano al suolo contemporaneamente.

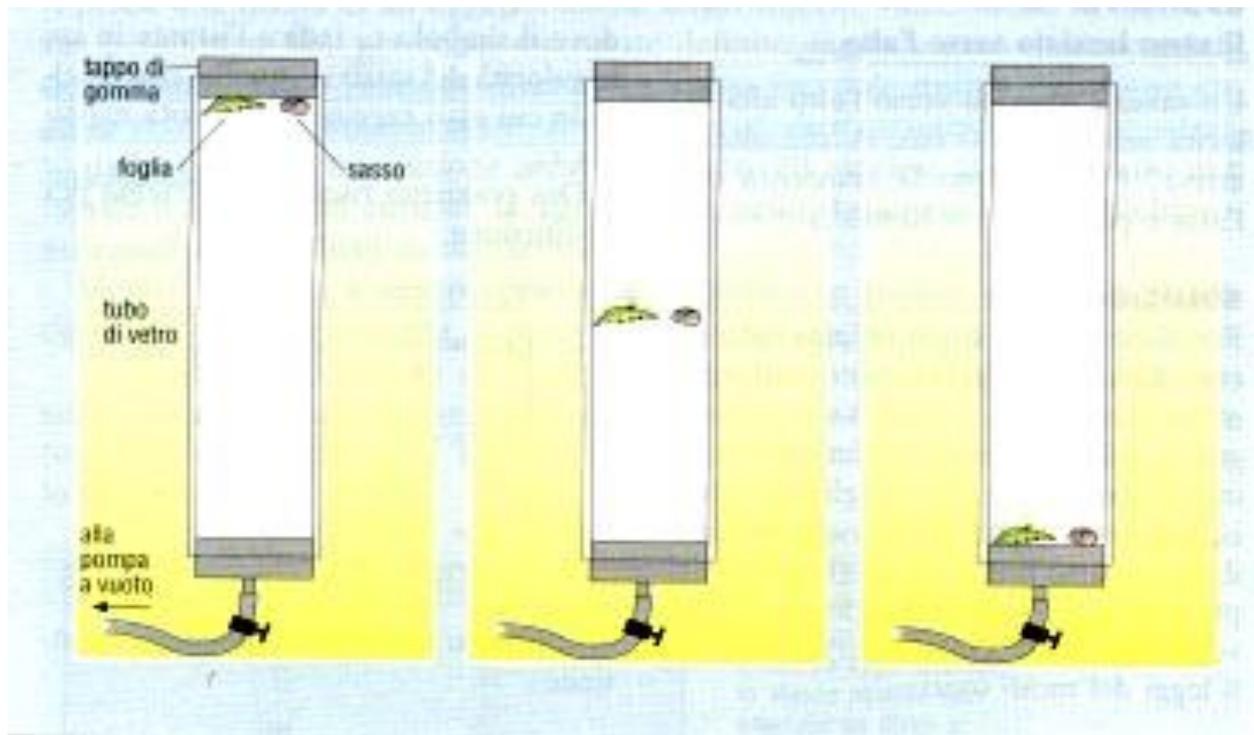
TUBO DI NEWTON

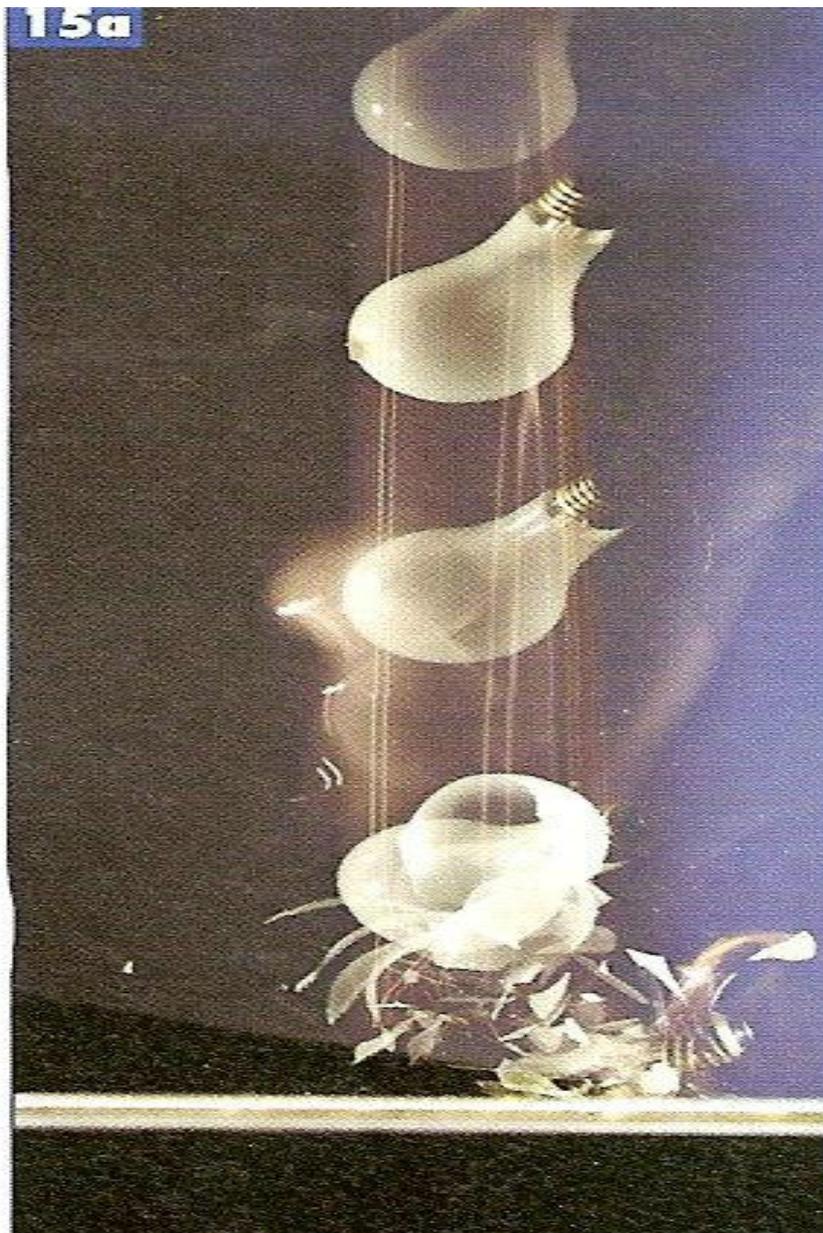


Il tubo di Newton è un tubo di vetro chiuso all'estremità mediante un coperchio di ottone e terminante all'altra con un rubinetto dello stesso metallo, connesso ad una macchina pneumatica per praticare il vuoto.

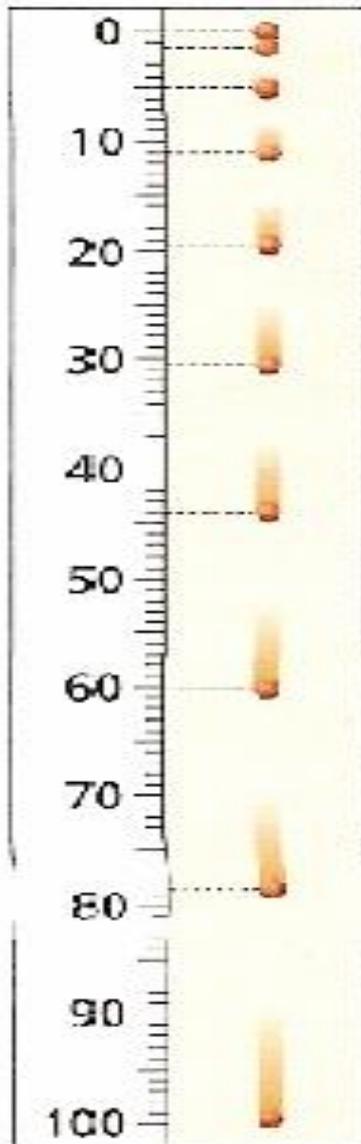
Se inseriamo ad una estremità del tubo una biglia ed una piuma, capovolgendo il tubo, è possibile rendersi conto che tali oggetti giungono all'altra estremità nello stesso istante.

Nel vuoto, quindi, corpi con peso e forma diversa cadono con la stessa accelerazione e velocità.

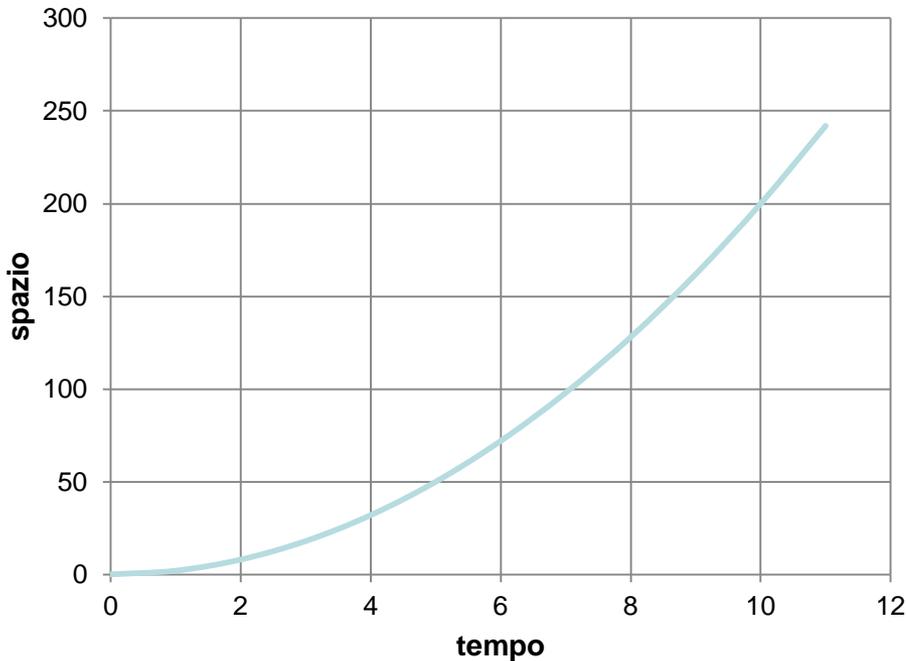




- Per studiare il moto di caduta libera di un corpo, si può usare la **tecnica stroboscopica** (dal greco: “vedere cose che si muovono in fretta”).
- Si effettuano, al buio, una serie di fotografie, col flash, dell’oggetto che cade: vengono cioè scattate immagini ripetute dell’oggetto ad intervalli di tempo costanti; in questo modo si ottengono le diverse posizioni occupate dall’oggetto nel corso della caduta.



Con la tecnica stroboscopica si può seguire il movimento di una sferetta che cade: l'immagine mostra che lo spazio percorso dalla sferetta, nello stesso intervallo di tempo, non è costante ma aumenta progressivamente



Il grafico a fianco mostra come varia lo spazio (y) in funzione del tempo (x) nel caso di un corpo che si muove di moto uniformemente accelerato: si può affermare che esiste una relazione che lega lo spazio percorso (s) e il tempo, elevato al quadrato (t^2): lo spazio percorso aumenta con il quadrato del tempo (se il tempo raddoppia lo spazio diventa quadruplo, se il tempo triplica, lo spazio aumenta di 9 volte). Il grafico che si ottiene è una **parabola**