

Cinematica

Il mondo, con tutto quello che contiene, si muove rispetto al resto dell'Universo. Anche ciò che in apparenza è immobile, come una strada, si muove con la rotazione della Terra, con l'orbita della Terra intorno al Sole, con l'orbita del Sole intorno al centro della Via Lattea, e con la migrazione della nostra galassia rispetto alle altre galassie.

Il confronto e la classificazione dei moti, chiamata **cinematica**, si presenta come un compito arduo.

La cinematica studia il moto dei corpi senza occuparsi delle cause che lo hanno generato.

Per la trattazione del moto, cominciamo col considerare un oggetto le cui dimensioni possano essere trascurate e la cui posizione possa essere descritta localizzando un punto: parleremo di **punto materiale**.

Le tre grandezze fisiche fondamentali in cinematica sono:

$$\text{Spazio} \longrightarrow [m] \quad \text{Velocità} \longrightarrow \left[\frac{m}{s} \right] \quad \text{Accelerazione} \longrightarrow \left[\frac{m}{s^2} \right]$$

Cinematica

Per descrivere il moto di una particella è necessario infatti conoscerne, **in funzione del tempo** e in un **opportuno** sistema di riferimento:

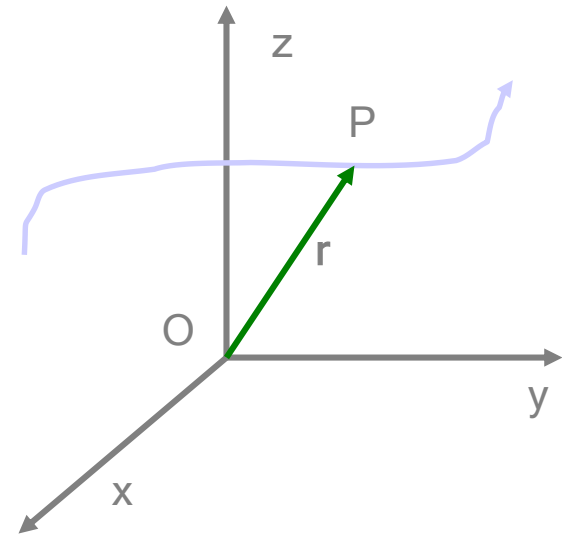
spostamento

velocità

accelerazione



Moto unidimensionale



Moto nello spazio tridimensionale

Noi ci occuperemo solo della cinematica del moto unidimensionale.

Cinematica: posizione e spostamento

Prendiamo in considerazione il caso semplificato di moto unidimensionale.

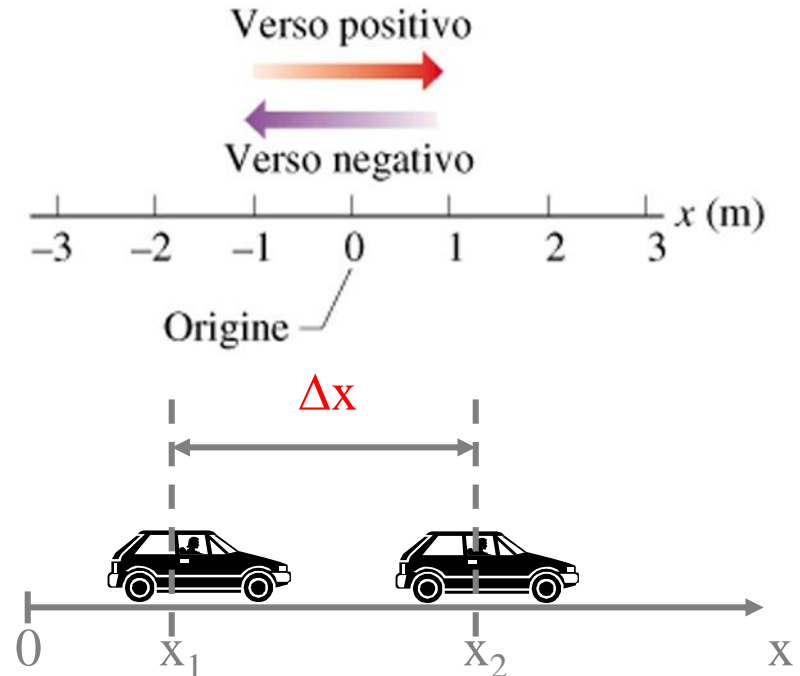
Localizzare un oggetto significa trovare la sua posizione relativa a un punto di riferimento, che spesso è l'origine di un asse; **il verso positivo** dell'asse è nella direzione dei numeri crescenti, verso il lato destro della figura. La direzione opposta è **il verso negativo**.

Il cambiamento di posizione di un oggetto da un punto iniziale x_1 a un punto finale x_2 è chiamato **spostamento** e si indica con:

$$\Delta x = x_2 - x_1$$

Se tale spostamento è nella direzione dell'asse x allora lo spostamento sarà positivo, viceversa, sarà negativo.

Lo spostamento è un esempio di **grandezza vettoriale**, cioè una grandezza che è caratterizzata, oltre che da un valore assoluto (Δx), dalla dimensione fisica anche da una direzione con il suo verso.



Cinematica: posizione e spostamento

Definiamo velocità media di un oggetto il rapporto fra lo spostamento Δx compiuto in un intervallo di tempo $\Delta t = t_2 - t_1$ e l'intervallo di tempo stesso.

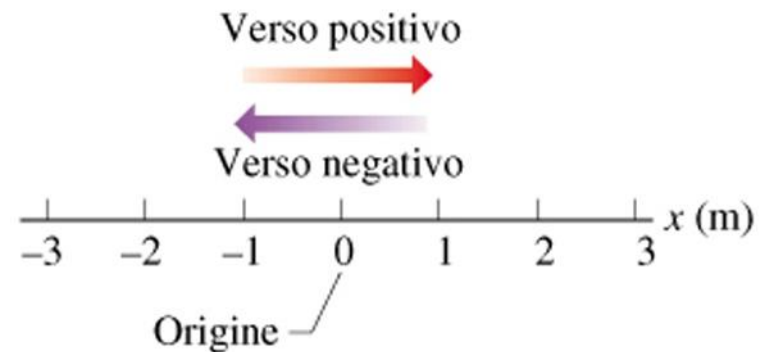
$$v_{media} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$$

L'unità di misura è il **metro/secondo**.

$$1 \frac{\text{km}}{\text{h}} = \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = 0,28 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Si noti che lo spostamento e la velocità media possono essere positivi o negativi, a seconda che x_2 sia maggiore o minore di x_1 :

un valore positivo indica un moto verso destra e un valore negativo un moto verso sinistra. Δx e v hanno lo stesso segno



La velocità in cinematica può essere vista come la rapidità con cui cambia la posizione.

Cinematica: posizione e spostamento

Esempi:

Velocità media di un centometrista: $\frac{100 \text{ m}}{10 \text{ s}} = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

Velocità di fuga dalla terra: $40320 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 40320 \cdot \frac{1 \cdot \text{km}}{1 \cdot \text{h}} = 40320 \cdot \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = 11200 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 1,12 \cdot 10^4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

Velocità della luce nel vuoto: $300000 \frac{\text{km}}{\text{s}} = 300000000 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

Generalizzazione: si studieranno fenomeni in cui si prenderanno in considerazione altre grandezze fisiche che variano nel tempo con una certa velocità; anche in questo caso si intenderà la rapidità con cui cambia una grandezza fisica nel tempo.

Esempi:

Velocità di formazione di una patina su una superficie

Velocità di riscaldamento di una soluzione chimica

$$v_{\text{patina}} = \frac{\Delta \text{spessore}}{\Delta t}$$

$$v_{\text{riscaldamento}} = \frac{\Delta \text{Temperatura}}{\Delta t}$$

Cinematica: accelerazione

Quando la velocità non è costante si parla di **accelerazione**. Esattamente come nei casi appena visti, l'accelerazione non è altro che la grandezza fisica che esprime quanto rapidamente cambia la velocità nel tempo.

Anche in questo caso si potrà allora scrivere:

$$a_{media} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$$

Ci potrà essere sia un'accelerazione positiva che negativa (decelerazione).

L'unità di misura è il metro/secondo².

Cinematica: moto rettilineo uniforme

Il caso più semplice di moto è quello rettilineo uniforme. In questo caso il moto avviene lungo una retta con velocità costante.

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

Esempio:

Supponendo in prima approssimazione che l'autostrada Torino-Piacenza sia rettilinea (a parte i lavori in corso.....) e viaggiando di moto rettilineo uniforme con velocità di 100 km/h, quanto tempo ci vorrà per compiere il tragitto che è di circa 160 km?

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad \longrightarrow \quad \Delta t = \frac{\Delta x}{v}$$

$$\Delta t = \frac{160 \cdot 10^3 \text{ m}}{\frac{100}{3,6}} = 1,6 \cdot 10^3 \cdot 3,6 = 5,76 \cdot 10^3 \text{ s} = 96 \text{ min} = 1,6 \text{ ore}$$

Cinematica: moto uniformemente accelerato

Il caso più semplice di moto accelerato è quello **rettilineo uniformemente accelerato**. In questo caso il moto avviene lungo una retta e con accelerazione costante.

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

Si può dimostrare che lo spazio percorso da un oggetto che si muove di tale moto vale:

$$x = x_0 + v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$$

Quindi è una **parabola** in cui:

x_0 = posizione iniziale dell'oggetto

v_0 = velocità iniziale dell'oggetto

a = accelerazione

t = tempo trascorso

Inoltre si può verificare che la relazione tra v e il tempo è una **retta** :

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

Cinematica: moto uniformemente accelerato

Esempio:

Un'auto si porta da 0 a 100 km/h in 1,5 secondi (dragster). Qual è l'accelerazione impartita al veicolo supponendo un'accelerazione costante (moto uniformemente accelerato)?



In questo caso avremo:

$v_0 = \text{velocità iniziale dell'oggetto} = 0$ \rightarrow L'auto parte da ferma, cioè con velocità nulla

Per cui l'equazione del moto si riduce a:

$$v = a \cdot t$$

$$\rightarrow \frac{v}{t} = a$$

$$a = \frac{v}{t} = \frac{100 \cdot \frac{\text{km}}{\text{h}}}{1,5 \cdot \text{s}} = \frac{100 \cdot \frac{1000 \cdot \text{m}}{3600 \cdot \text{s}}}{1,5 \cdot \text{s}} = \frac{100 \cdot 1000}{3600 \cdot 1,5} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 18,7 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Moto uniformemente accelerato: la gravità

Un caso particolare di moto uniformemente accelerato è quello di un oggetto pesante che cade in prossimità della superficie terrestre (trascuriamo la resistenza dell'aria). In questo caso sappiamo dagli esperimenti che l'accelerazione (detta g) è sempre rivolta verso la superficie terrestre (direzione e verso costanti) e il suo modulo è pure con buona approssimazione costante.

- g non dipende dalla natura dei corpi (ferro, alluminio, legno, ecc.) e dalla loro forma ;
- g è anche indipendente dal tempo (costante);

- g dipende dalla quota
- g dipende dalla latitudine: è più grande ai poli, ed è più piccola all'equatore
- alle nostre latitudini g vale circa $g = 9.81 \text{ m/s}^2$.

- La gravità è molto importante per la vita di tutti i giorni e anche per le opere d'arte gli effetti della gravità a medio e lungo termine si fanno sentire;


- ad esempio le tele dei quadri si deformano per il fatto di stare in posizione verticale. Artisti e restauratori usano varie tecniche per contrastare il fenomeno

-

Moto uniformemente accelerato: la gravità

Esempio: supponiamo di avere un oggetto ad un'altezza h che all'istante $t = 0$ viene lasciato cadere e consideriamo la posizione di partenza come $x_0 = 0$. Quanto tempo impiega a cadere?

Legge del moto:
$$x = x_0 + v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$$

$v_0 =$ velocità iniziale dell'oggetto $= 0$  L'oggetto parte da fermo

$$x = x_0 + v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 = 0 + 0 + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$$

$$h = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 \quad \img alt="green arrow" data-bbox="285 691 322 725" \quad t^2 = \frac{2}{a} \cdot h \quad \img alt="green arrow" data-bbox="521 691 558 725" \quad t = \sqrt{\frac{2}{a} \cdot h}$$

$$t = \sqrt{\frac{2}{9.81} \cdot h} = 0.45 \cdot \sqrt{h}$$

Che è la legge del moto per un corpo che cade (se si trascura l'attrito con l'aria)

Cinematica: moto uniformemente accelerato

Centometrista (accelerazione media): $a = 2 \frac{m}{s^2}$

L'accelerazione di gravità (corpo in caduta libera): $a = 9,8 \frac{m}{s^2}$

Dragster in accelerazione: $a = 18,7 \frac{m}{s^2}$

Sulle montagne russe si può arrivare per brevi istanti a: $a = 30 \frac{m}{s^2}$

Limite dello svenimento senza tuta anti-G (aerei da caccia): $a = 55 \frac{m}{s^2}$

