



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TRIESTE

Lezione 2

Cinematica del punto materiale

Corso di Fisica Medica (050ME-9)

Corso di Laurea Triennale in Fisioterapia – A.A. 2025/2026

Dipartimento di Scienze Mediche Chirurgiche e della Salute

Luca Brombal

email: lbrombal@units.it

tel: 040 558 2778

22 OTTOBRE 2025

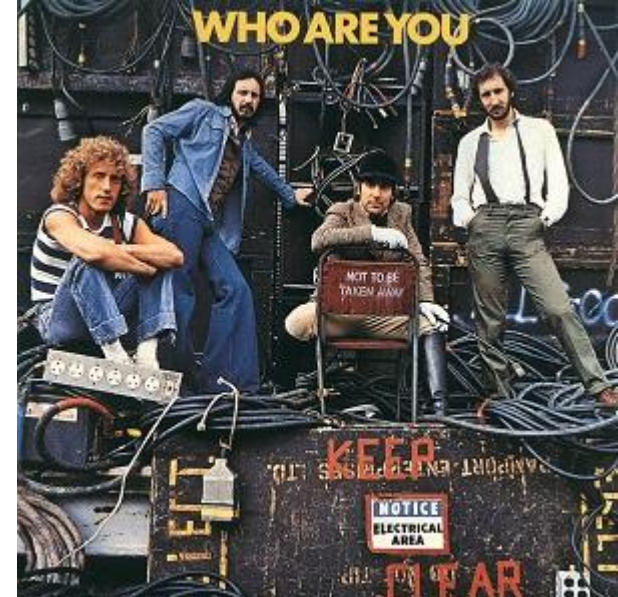
Chi sono

- Luca Brombal
 - Ricercatore tenure track (RTT) Dipartimento di Fisica
 - Università di Trieste
- Incarico di ricerca all'INFN
 - Istituto Nazionale di Fisica Nucleare
- Ufficio
 - Dipartimento di Fisica (Edificio F)
 - 2° piano
 - Corridoio di sx seconda porta a sx (stanza 229)



Chi sono

- Come ricercatore:
 - Tecniche avanzate di imaging con i raggi-X
 - Applicazioni alla biologia e alla medicina
- Come insegnante:
 - Fisica Medica (Medicina, 2 CFU)
 - Laboratorio di radioprotezione nel campo ambientale e lavorativo (Fisica, 3 CFU)
 - X-ray imaging laboratory (Master in Fisica medica Units-ICTP, 2 CFU)
 - Fisica Medica (Fisioterapia, 2 CFU)



Testi di base

- Quelli indicati dal prof. Rigon, in particolare

G. Miele, O. Pisanti
«Introduzione alla Fisica»

Edises

https://www.edises.it/default/introduzione-alla-fisica.html?srsId=AfmBOor7jMiKffb8WzieTn5sdx1-BjHp8H5I16sO4_nNw1rx4Bn8pzv

R. Velotta basato sull'opera di E. Ragozzino
«Fisica Generale»

Edises

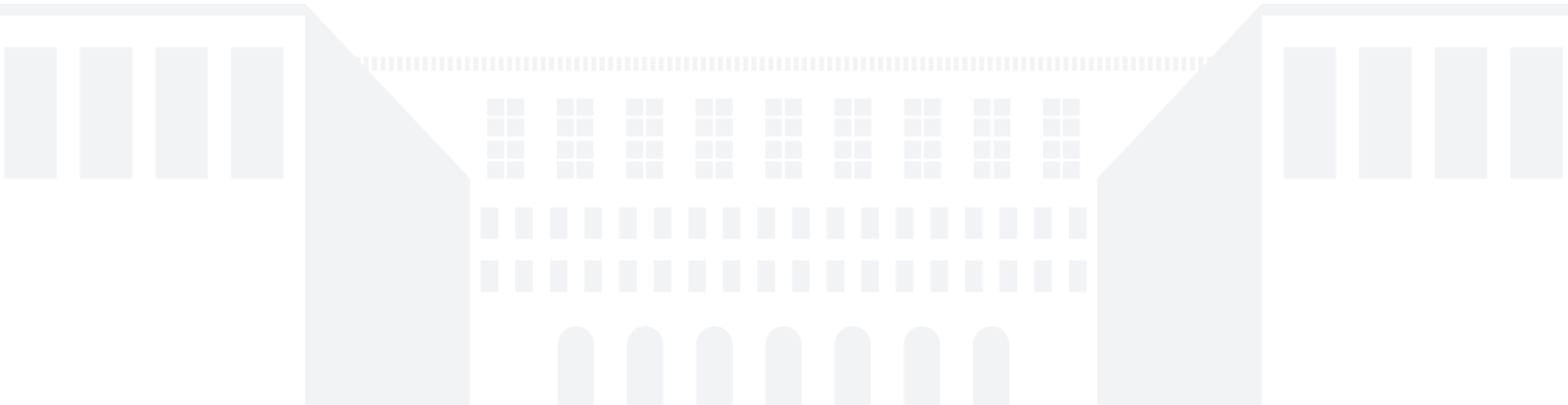
https://www.edises.it/default/r-velotta-principi-di-fisica-i-ed.html?srsId=AfmBOopbnLaV2Jgn59vEXz8ABQtvePFkiieSz26K_7kZKdiKdUXHo2fU



Contenuti video a supporto della didattica

Utilizzeremo alcuni video didattici sulla piattaforma JoVE

Ogni tanto li useremo anche in classe per «spezzare il ritmo»



Quiz e sondaggi

Durante la lezione compariranno sondaggi e quiz tramite la piattaforma Wooclap. Sono utili

- a me per avere un riscontro su come sta andando la lezione
- voi per staccare un attimo





UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TRIESTE

Meccanica – dinamica del punto materiale

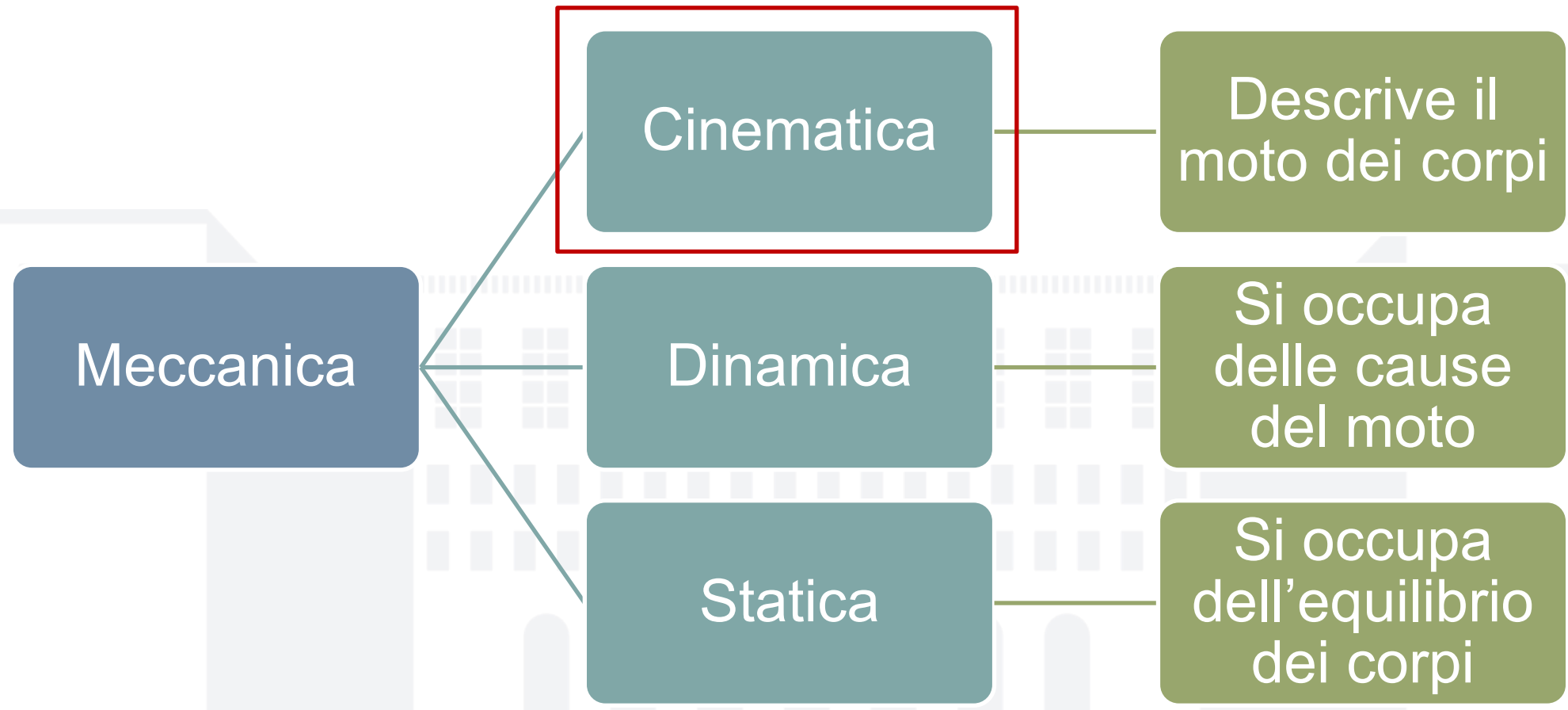
Corso di Fisica – semestre filtro - A.A. 2025 - 2026

Luca Brombal: lbrombal@units.it

Dipartimento di Scienze Mediche Chirurgiche e della Salute

15, 16, 17, 18, 19 SETTEMBRE 2025

Cominciamo!



Definizioni

- **Punto materiale:** un punto geometrico caratterizzato dalla sua posizione nello spazio e da una massa

→ *NOTA: Questa approssimazione vale «nella vita vera» se gli oggetti descritti sono piccoli rispetto alle distanze in gioco nel loro moto*

- Il moto di un punto materiale è completamente noto se e solo se conosco la sua posizione nello spazio per ogni istante di tempo.
- **Traiettoria:** luogo delle posizione assunte dal punto materiale durante il suo moto

Traiettoria in 1D

- Se il punto si muove in 1D, ovvero lungo una linea retta

- O se il punto si muove lungo una traiettoria pre-determinata che conosco ($\rightarrow$ ascissa curvilinea)

Per descrivere il moto è sufficiente conoscere una singola coordinata in funzione del tempo $x(t)$

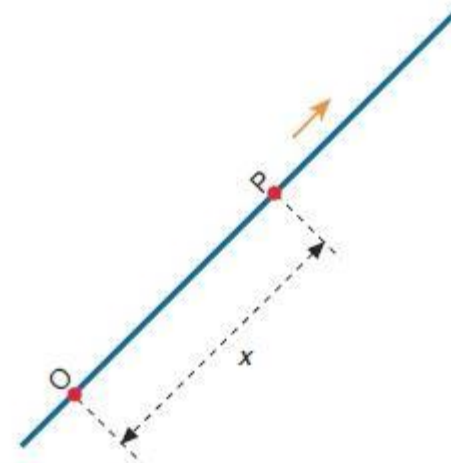
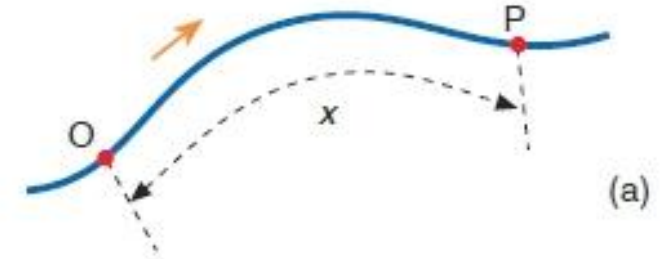


Figura 3.5 Una particella P si muove lungo una retta. La funzione $x(t)$ esprime la sua posizione in funzione del tempo.



R. Velotta
Manuale di Fisica Generale
per il semestre filtro, I Ed.
EdiSES Edizioni

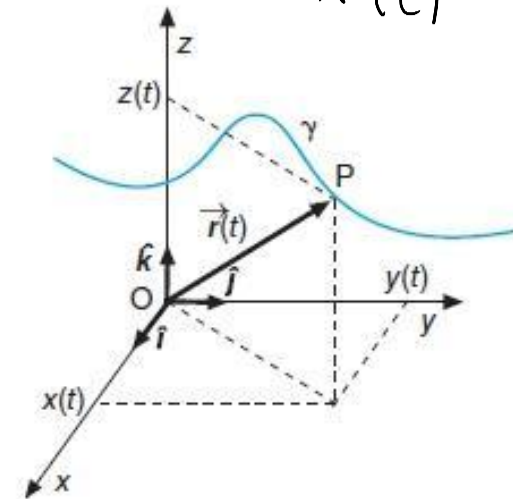
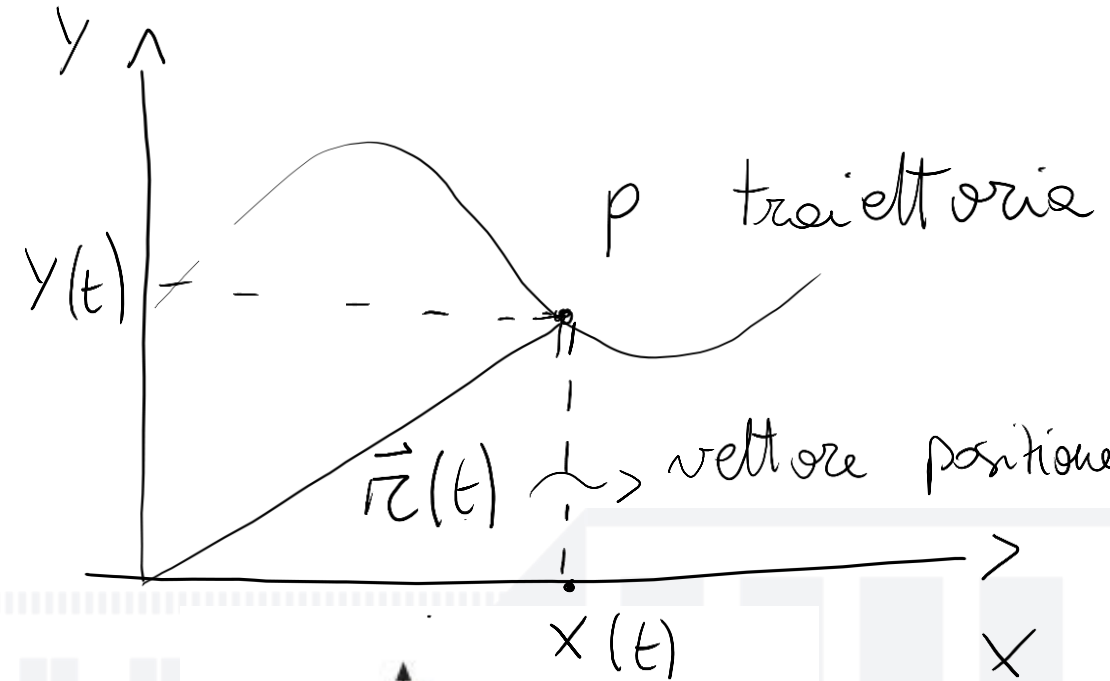


Traiettoria in 2D o 3D

- In generale è necessario conoscere il vettore posizione, o raggio vettore, in funzione del tempo

$$\vec{r}(t) = (x(t), y(t)) \text{ in 2 D}$$

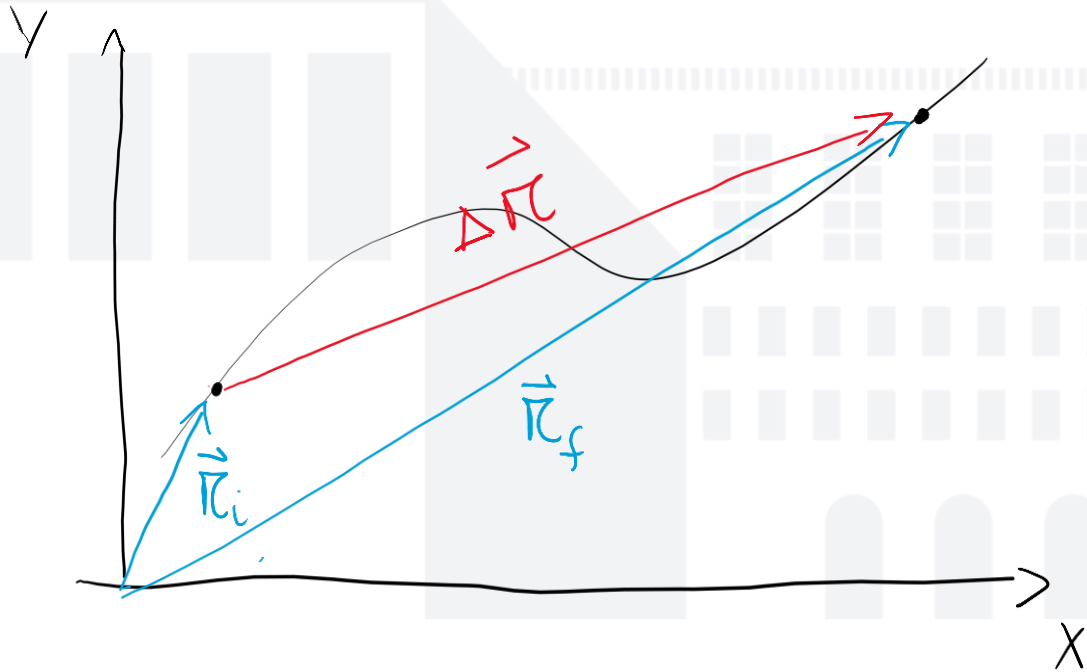
$$\vec{r}(t) = (x(t), y(t), z(t)) \text{ in 3 D}$$



Lo spostamento

Dire che un **punto si sposta** significa dire che la sua **posizione cambia nel tempo**.

Se consideriamo un intervallo di tempo Δt , che inizia all'istante t_i e finisce all'istante t_f : $\Delta t = t_f - t_i$



$$\Delta \vec{r} = \vec{r}_f - \vec{r}_i ; \quad \vec{r}_f = (x_f, y_f) \\ \vec{r}_i = (x_i, y_i)$$

$$\Delta \vec{r} = (x_f - x_i, y_f - y_i)$$

$\vec{r}_i$: posizione al tempo t_i

$\vec{r}_f$: posizione al tempo t_f

$\Delta \vec{r} = \vec{r}_f - \vec{r}_i \leftarrow$ *vettore spostamento*

La velocità media

- In 1D



x_i : posizione al tempo t_i

x_f : posizione al tempo t_f

$\Delta x = x_f - x_i \leftarrow$ spostamento

- Analogamente, nel caso 2D o 3D

$$\vec{v}_m = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = \frac{\vec{r}_f - \vec{r}_i}{t_f - t_i}$$

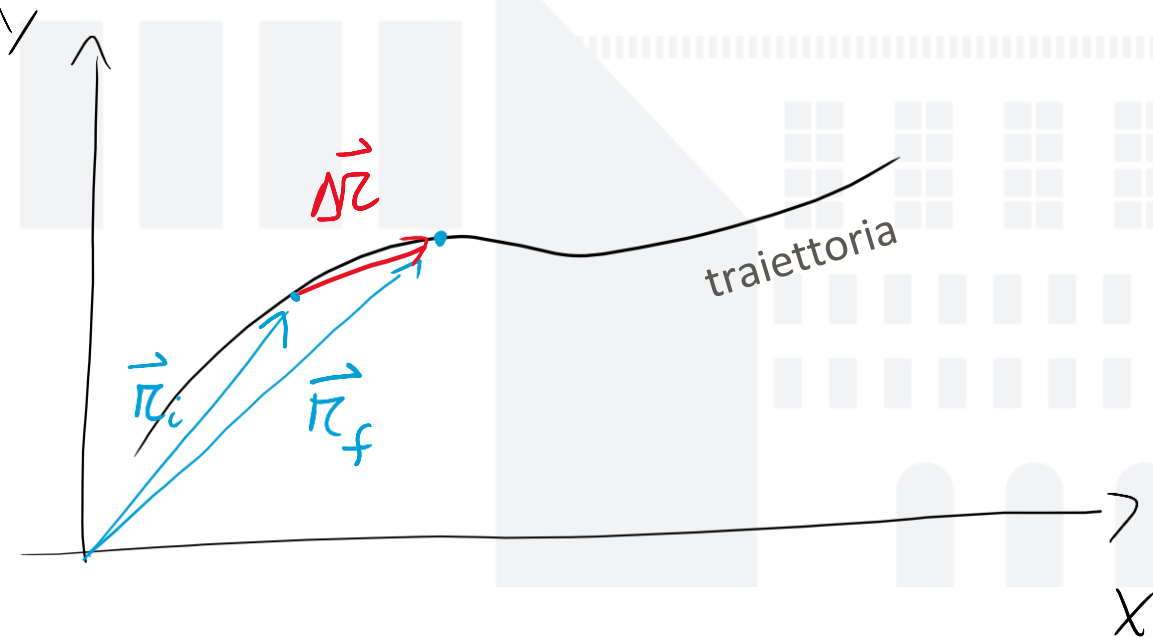
in generale

$$v_m = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_f - x_i}{t_f - t_i}$$

La velocità istantanea

- La velocità istantanea si ottiene «al limite» considerando intervalli di tempo molto piccoli (infinitesimi)

se $\Delta t \rightarrow 0$, allora $\vec{v}_m \rightarrow \vec{v}$



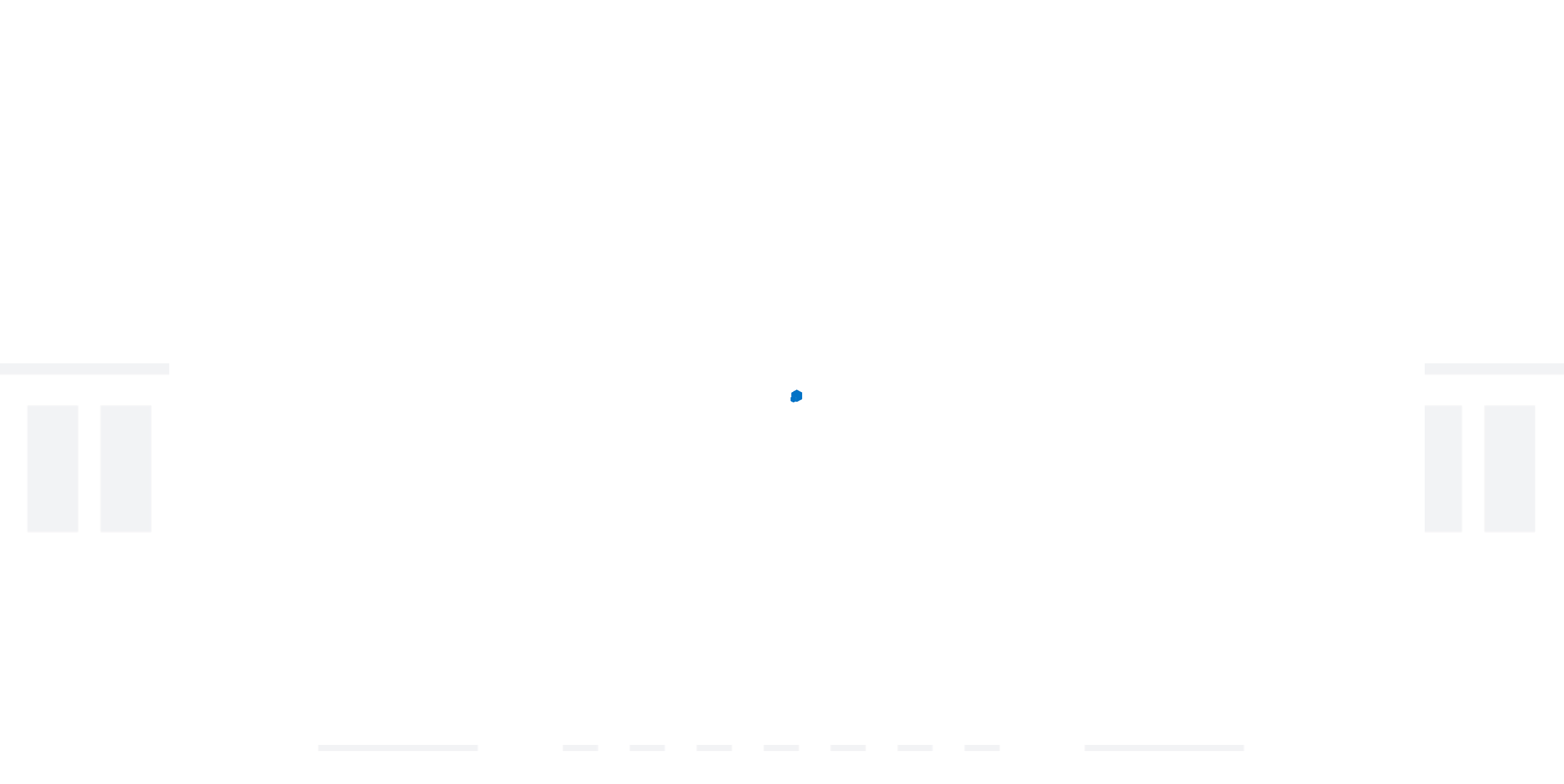
[Video velocità istantanea](#)

$$\vec{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} := \frac{d\vec{r}}{dt}$$

la derivata dello spostamento
nel tempo.

$\vec{v}$ è un vettore:

- modulo: $\left| \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} \right|$
- direzione: tangente alla traiettoria
- verso : quello del moto



Unità di misura e conversioni

- L'unità di misura della velocità nel Sistema Internazionale (SI) è

$$[v] = \frac{[L]}{[T]} = \frac{m}{s}$$

- Un'unità di misura pratica **spesso usata**

$$\boxed{1 \frac{km}{h}} = 1 \frac{km \cdot 1000 \frac{m}{km}}{h \cdot 3600 \frac{s}{h}} = \boxed{\frac{1}{3,6} \frac{m}{s}} \Rightarrow \boxed{1 m/s = 3,6 \frac{km}{h}}$$

Velocità della luce

$$c = 3 \times 10^8 \frac{m}{s} = 300'000'000 \frac{m}{s}$$

Accelerazione media e istantanea

Un corpo materiale si dice accelerato quando il suo vettore velocità cambia nel tempo.

- Se consideriamo l'intervallo «finito» di tempo Δt , parliamo di accelerazione media

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

- Se consideriamo l'intervallo «infinitesimo» di tempo $\Delta t \rightarrow 0$, parliamo di accelerazione istantanea

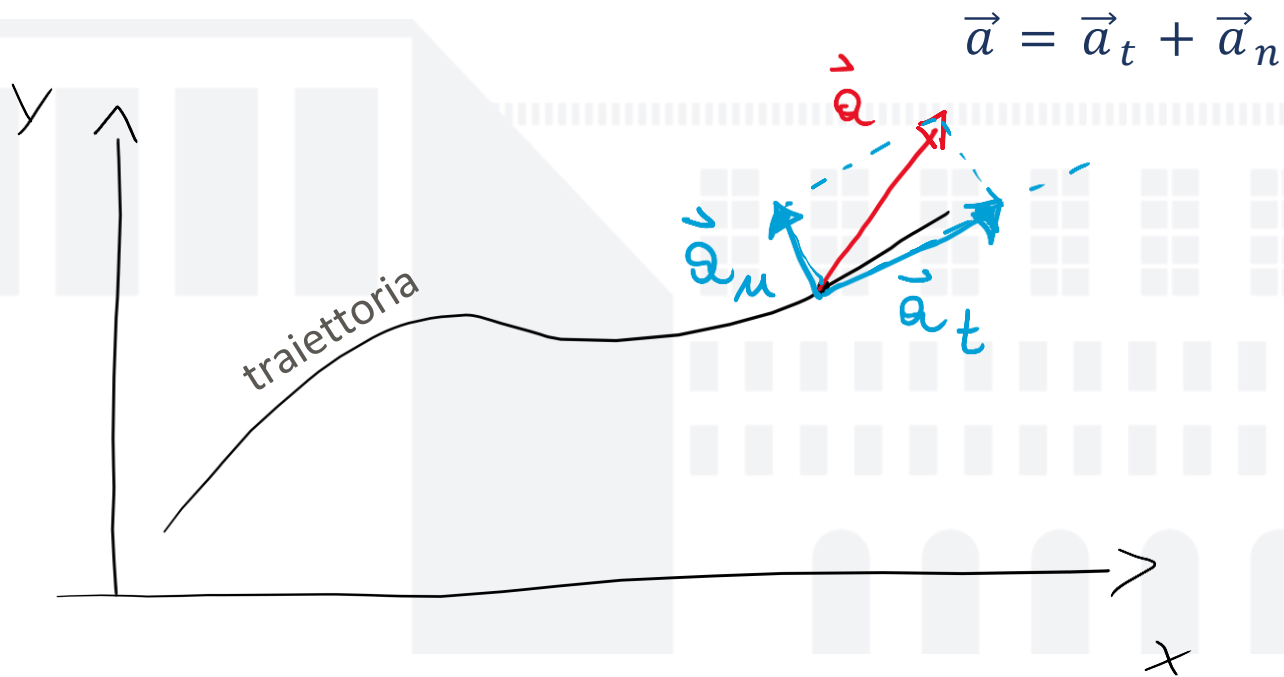
$$\vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{d\vec{v}}{dt}$$

NOTA: anche se il modulo della velocità non cambia un corpo può essere accelerato, basta che cambino direzione e verso!

[Video accelerazione istantanea](#)

Accelerazione: direzione e verso

In genere il vettore $\vec{a}$ non è tangente alla traiettoria, bensì ha sia una componente tangenziale che una componente «normale» (cioè ortogonale) alla traiettoria.



Accelerazione unità di misura

- L'unità di misura dell'accelerazione nel Sistema Internazionale (SI) è

$$[a] = \frac{[\Delta v]}{[\Delta T]} = \frac{[L][T^{-1}]}{[T]} = \frac{[L]}{[T]} = \frac{\textcolor{red}{m}}{\textcolor{red}{s}^2}$$

- A causa del campo gravitazionale, un oggetto in caduta libera (nei pressi della superficie della terra) accelera con un'accelerazione

$$|\vec{g}| = g = 9,8 \frac{m}{s^2}$$

La rappresentazione del moto

Ci limitiamo al caso 1D, l'estensione a 2D e 3D può essere fatta semplicemente considerando il caso 1D per ciascuna componente.

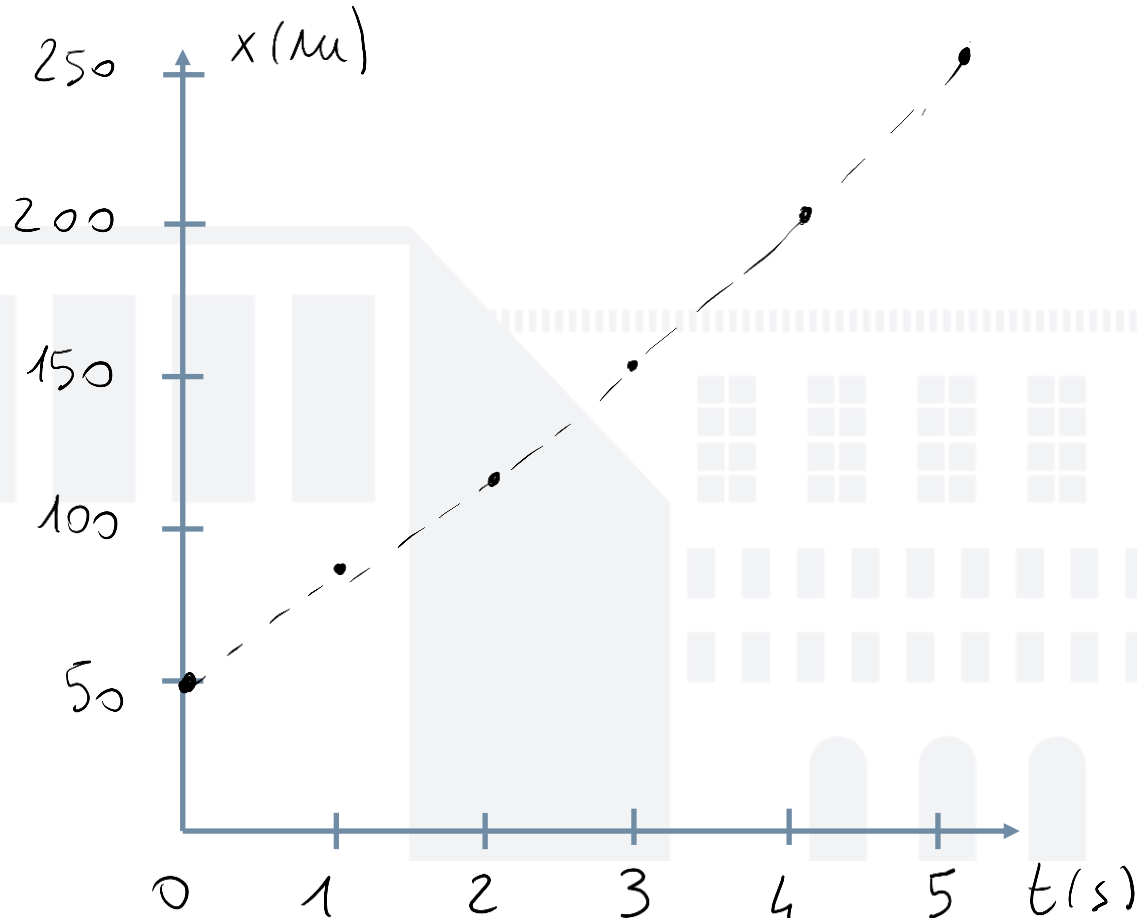
1. Tabella della legge oraria

$t \text{ (s)}$	$x \text{ (m)}$
0	50
1	82
2	118
3	152
4	202
5	250

Annotiamo i valori di posizione $x(t)$
misurati a dati istanti di tempo t

La rappresentazione del moto

2. Diagramma della legge oraria



t (s)	x (m)
0	50
1	82
2	118
3	152
4	202
5	250

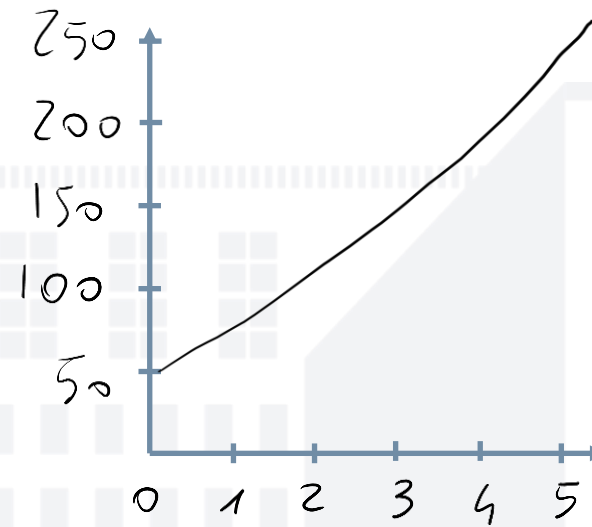
Si utilizza un diagramma cartesiano **con t sull'asse delle ascisse** e **$x(t)$ sulle ordinate**

La rappresentazione del moto

3. Formula della legge oraria (*forma chiusa*)

Se il moto è regolare, cioè la posizione $x(t)$ è esprimibile come una funzione analitica del tempo)

$$x(t) = \left(2 \frac{m}{s^2}\right) t^2 + \left(30 \frac{m}{s}\right) t + 50 m$$

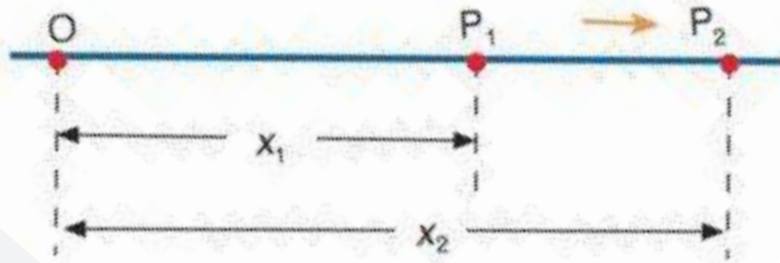


NOTA: questa forma è conveniente perché se conosciamo il «tipo» di moto possiamo calcolare la posizione del punto materiale $x(t)$ ad un qualsiasi istante di tempo t

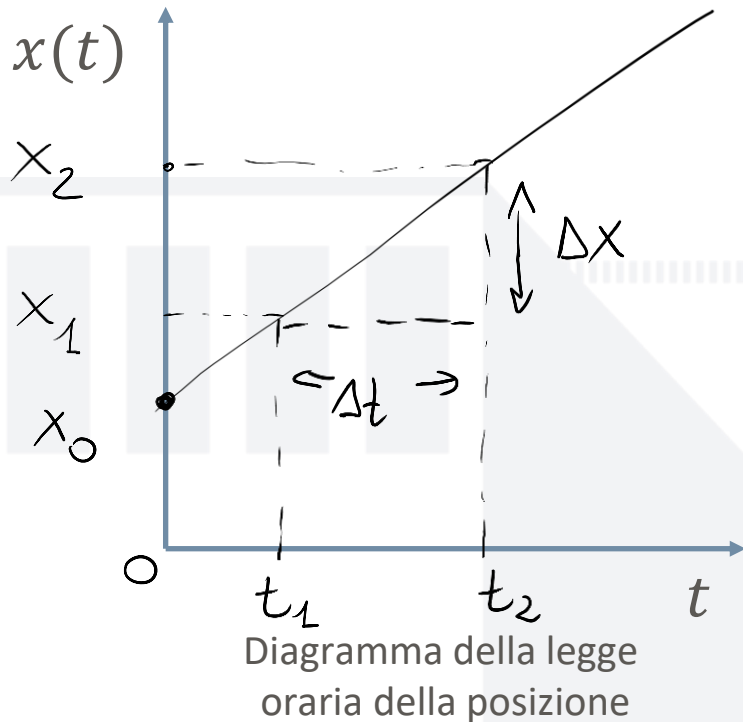
Il moto **rettilineo** **uniforme**

Avviene in 1D lungo una retta

Avviene a velocità costante ($v = \text{const}$)



Il moto **rettilineo** **uniforme**



$$v_m = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} \quad \left| \begin{array}{l} \text{è la pendenza} \\ \text{media della} \\ \text{curva tra } t_1 \text{ e } t_2 \end{array} \right.$$

MA, poiché $v = \text{cost} = v_0 \Rightarrow v_m = v_0$
 $\Rightarrow$ la pendenza della curva è costante $\Rightarrow$ la curva è una retta, con pendenza v_0 !

L'intercetta della retta è x_0 , ovvero la posizione
a $t=0$

$$x(t) = x_0 + v_0 t$$

Il moto **rettilineo** **uniformemente accelerato**

Avviene in 1D lungo una retta

Avviene a accelerazione costante ($a = \text{const}$)

Il moto **rettilineo** **uniformemente accelerato**

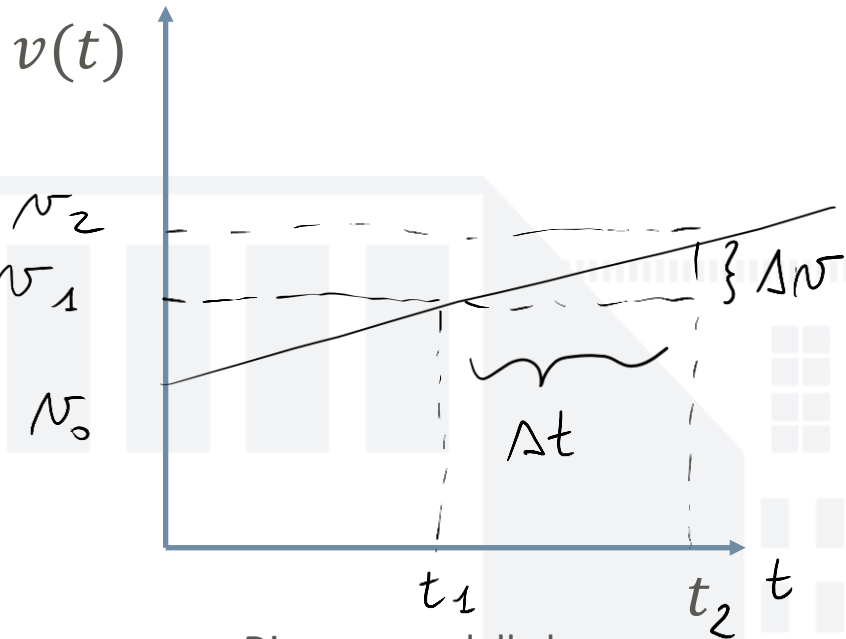


Diagramma della legge
oraria della velocità

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

poiché l'accelerazione è costante

$a_m = a_0$ per ogni Δt

$$v(t) = v_0 + a_0 t$$

Il moto **rettilineo** **uniformemente accelerato**

retta

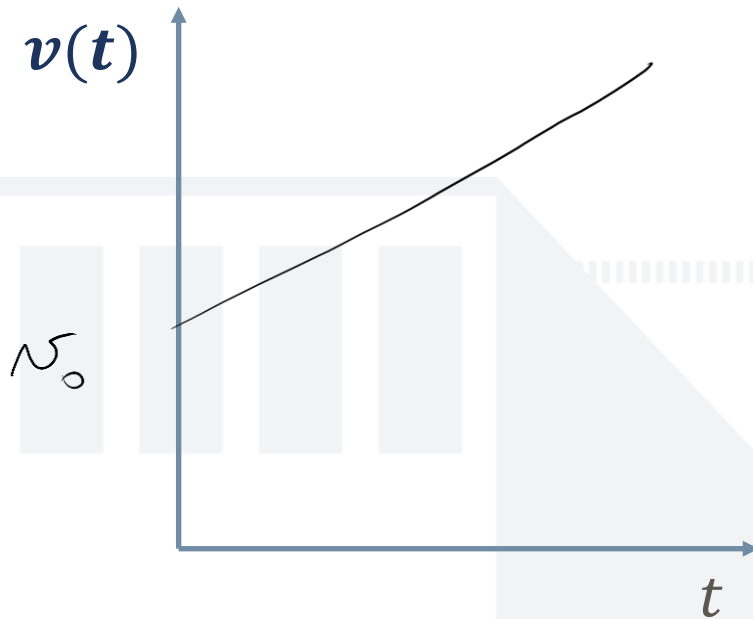


Diagramma della legge
oraria della velocità

Si dimostra per integrazione



parabola

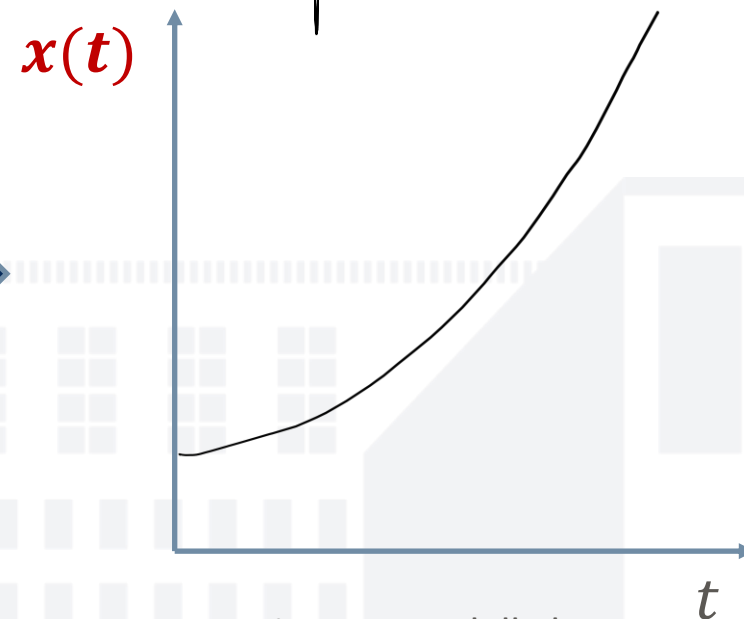


Diagramma della legge
oraria della posizione

$$v(t) = v_0 + at \quad \text{I legge oraria}$$

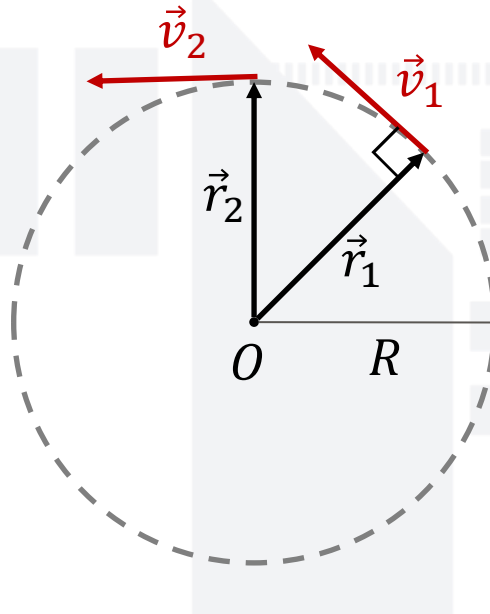
$$x(t) = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} at^2 \quad \text{II legge oraria}$$

Cinematica del punto materiale



Il moto circolare uniforme

La traiettoria è circolare



La velocità è costante in modulo
(ma non in direzione e verso)

$$|\vec{r}_1| = |\vec{r}_2| = R$$

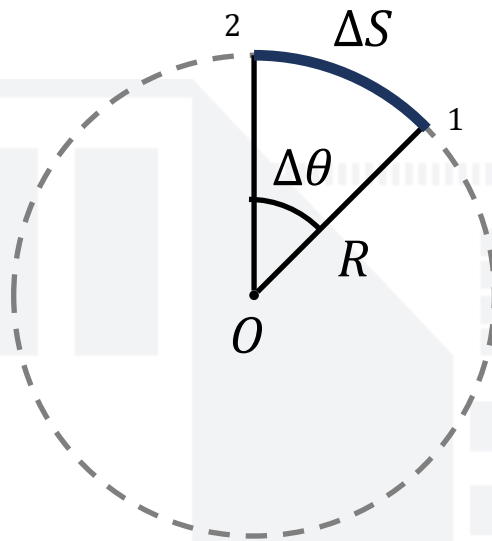
$$|\vec{v}_1| = |\vec{v}_2| = v$$

NOTA: la velocità è
costante solo in modulo!

- In ogni istante $\vec{r}$ e $\vec{v}$ sono ortogonali tra di loro e $\vec{v}$ è tangente alla traiettoria
- **R e v sono costanti** nel tempo mentre **$\vec{r}$ e $\vec{v}$ cambiano** continuamente direzione

Il moto circolare uniforme: velocità angolare

Consideriamo $\Delta t = t_2 - t_1$ e definiamo $\Delta\theta$ l'intervallo angolare all'arco di circonferenza di lunghezza ΔS



- velocità angolare media $\omega_m = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$
 - " " istantanea $\omega = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$

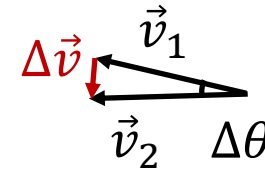
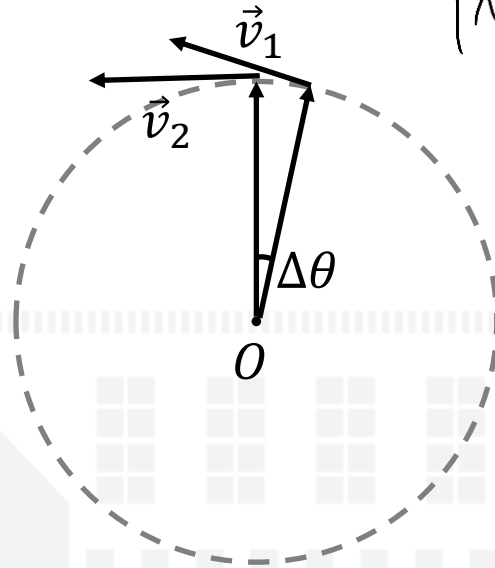
poiché $\Delta S = R \Delta\theta$

$$[\omega] = \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$\boxed{v} = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{R \Delta\theta}{\Delta t} = \boxed{R \omega} ; \boxed{\omega = \frac{v}{R}} = \text{cost}$$

Il moto circolare uniforme: accelerazione

$$|\vec{v}_1| = |\vec{v}_2| = v$$



$$\vec{a}_m = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{\Delta t}$$

$$|\Delta \vec{v}| \approx \Delta \theta v$$

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

$$\omega = \frac{v}{R}$$

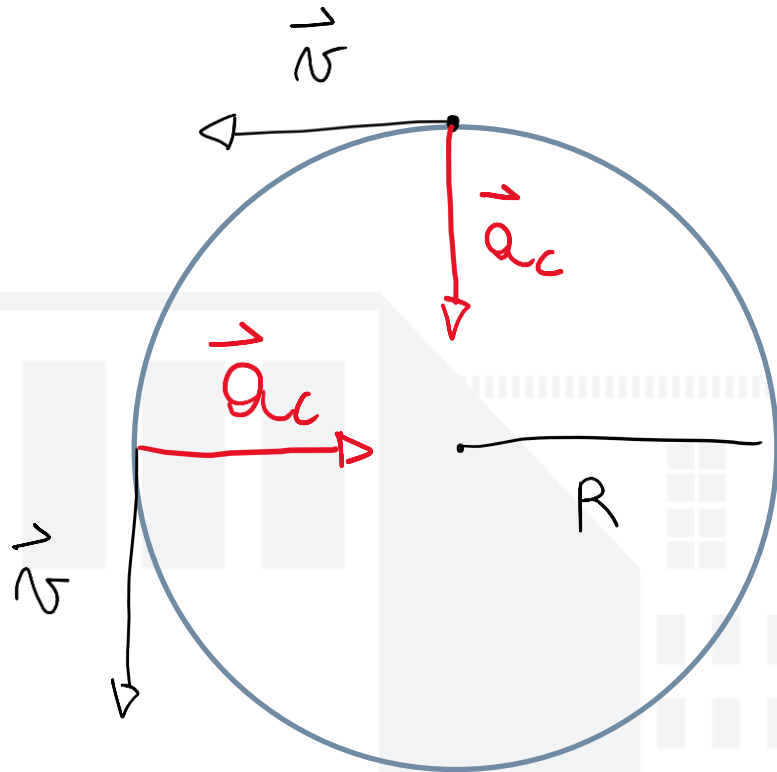
$$|\vec{a}| = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{|\Delta \vec{v}|}{\Delta t} = \frac{\Delta \theta}{\Delta t} \cdot v = \omega v$$

$$|\vec{a}| = \omega v = \frac{v^2}{R}$$

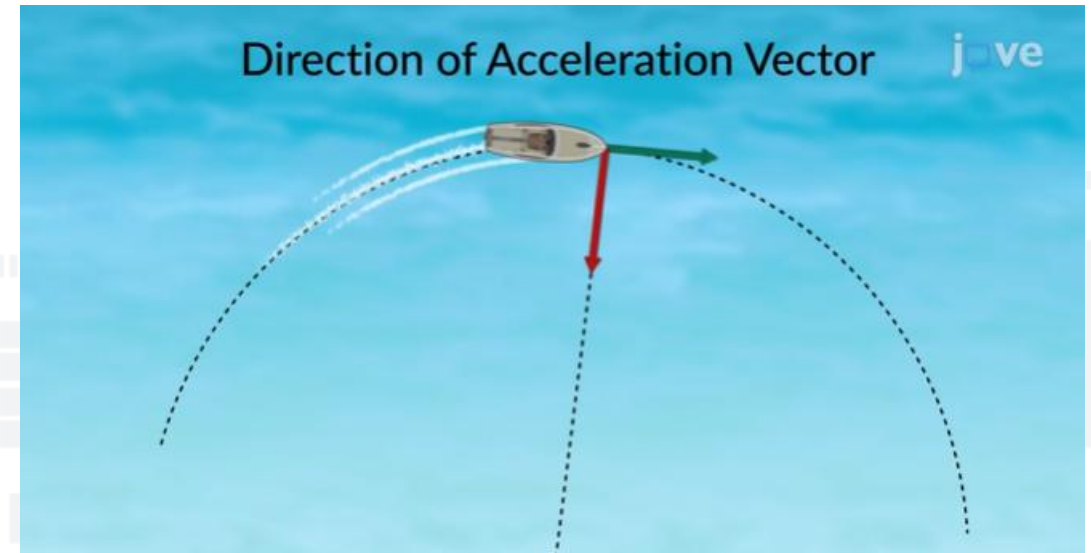
$$|\vec{a}| = \omega v = \omega^2 R$$

ACCELERAZIONE
CENTRIPETA!

Il moto circolare uniforme: accelerazione centripeta



$$|\vec{a}_c| = \omega^2 R = \frac{v^2}{R} = v\omega$$



[video](#)

Il moto circolare uniforme: periodo e frequenza

Il moto circolare uniforme è periodico, ovvero il punto materiale passa per lo stesso punto della traiettoria a intervalli di tempo regolari.

Tale intervallo di tempo si definisce periodo T . Si dice anche che il moto circolare avviene ad una certa frequenza ν ('ni'):

$$S = 2\pi R \quad (\text{lunghezza della circonferenza})$$

$$T = \frac{S}{v} = \frac{2\pi R}{R\omega} = \frac{2\pi}{\omega} \quad \left. \vphantom{\frac{2\pi}{\omega}} \right\} \quad \nu = \frac{\omega}{2\pi}; \quad \omega = 2\pi\nu$$

$$T = \frac{1}{\nu}; \quad [\nu] = \text{Hz} \text{ la frequenza del moto}$$

Esercizi applicativi 1

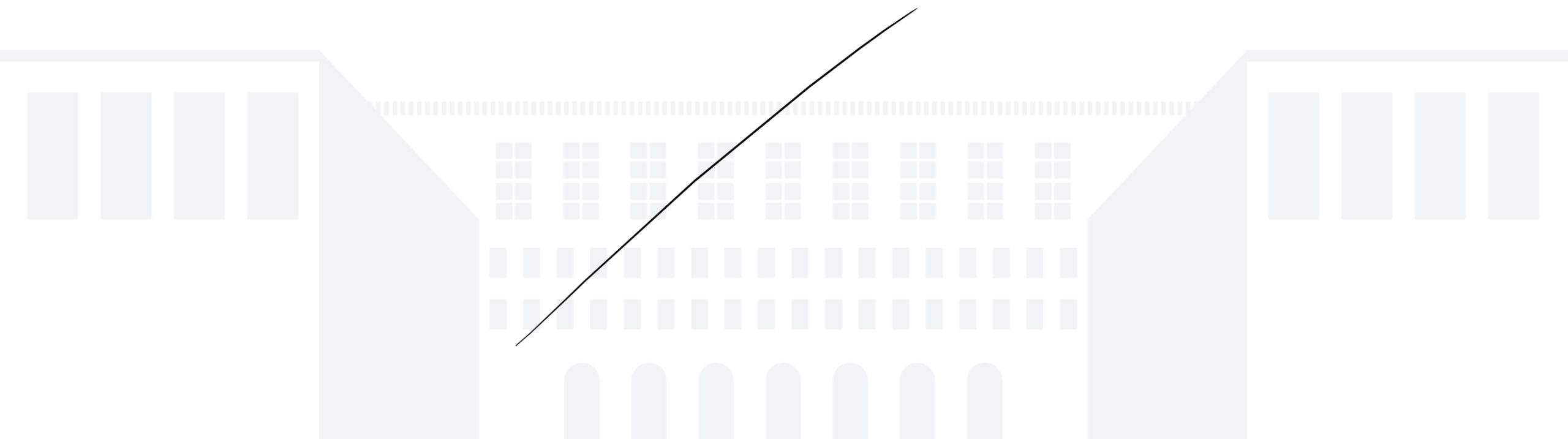
La spina (nel piede)

Camminando a piedi scalzi nel prato, un individuo si punge accidentalmente un piede con un ago di pino. Assumendo che la velocità di trasmissione degli impulsi nervosa attraverso le fibre di tipo *A-alpha* sia di 100 m/s e che l'individuo sia alto 1.80 m , dopo quanto tempo la persona avverte il dolore?

$$\begin{aligned} v &= 100 \text{ m/s} \\ \Delta x &= 1,80 \text{ m} \\ \Rightarrow v &= \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta x}{v} = \frac{1,80 \text{ m}}{100 \frac{\text{m}}{\text{s}}} \\ &= 1,8 \times 10^{-2} \text{ s} \\ &= 18 \text{ ms} \end{aligned}$$

Cinematica del punto materiale

Esercizi applicativi 1



Esercizi applicativi 2

Naso rotto (oppure no?)

Un'automobile che viaggia alla velocità di 50 km/h urta un ostacolo e si ferma.

(a) Un passeggero dotato di cintura di sicurezza si arresta in $1,1 \text{ s}$: qual è, in modulo, la sua decelerazione media?

(b) Il conducente, sprovvisto di cintura, batte la testa e si arresta in 40 ms : qual è, in modulo, la sua decelerazione media?

(c) Dato che la massima accelerazione a cui può essere sottoposto il setto nasale prima di rompersi è $30g$ (con g accelerazione di gravità), il passeggero si è rotto il naso? E il conducente?

$$\begin{aligned} \text{a)} \quad v_i &= 50 \frac{\text{km}}{\text{h}} = \frac{50}{3,6} \frac{\text{m}}{\text{s}}; \quad \Delta t_a = 1,1 \text{ s}; \quad v_f = 0 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}} \\ |a_m| &= \left| \frac{\Delta v}{\Delta t} \right| = \frac{50/3,6 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{1,1 \text{ s}} = 12,6 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \approx 13 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \approx 1,3 g \end{aligned}$$

Esercizi applicativi 2

$$b) \quad \Delta t_b = 4 \text{ ms} = 4 \times 10^{-3} \text{ s}$$

$$|a_m| = \frac{|\Delta v|}{\Delta t} = \frac{\frac{50}{3,6} \frac{\text{m}}{\text{s}}}{4 \times 10^{-3} \text{ s}} = 3472 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \approx 3,5 \times 10^3 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$\approx 35g$

c) Passeggero NO; Conducente sì

Esercizi applicativi 3

Donatore di sangue

Una volta prelevato il sangue di un donatore la parte liquida (siero) e quella corpuscolare del sangue vengono separate per mezzo di una centrifuga. Le provette vengono sottoposte ad un'accelerazione centripeta di 5000 m/s^2 per 5 *minuti*. Considerando che una centrifuga ruota a 2500 *rpm*, determinare

- (a) il periodo e la frequenza (in *Hz*) di rotazione
- (b) La distanza a cui vanno poste le provette dal centro della centrifuga per ottenere l'accelerazione desiderata
- (c) il numero di rotazioni compiute da una provetta al termine del frazionamento.

$$\begin{aligned}
 a) \quad \omega &= 2500 \text{ rpm} = 2500 \frac{1}{\text{min}} = 2500 \frac{1}{\text{min} \cdot 60 \frac{\text{s}}{\text{min}}} = 42 \text{ Hz} \\
 T &= \frac{1}{\omega} = \frac{1}{42} \text{ s} = 24 \times 10^{-3} \text{ s} = 24 \text{ ms}
 \end{aligned}$$

Esercizi applicativi 3

$$b) \quad a_c = \omega^2 R = \frac{v^2}{R} = \omega v$$

$$v = \frac{\omega}{2\pi} \Rightarrow \omega = 2\pi v \Rightarrow a_c = (2\pi v)^2 R$$

$$\Rightarrow R = \frac{a_c}{(2\pi v)^2} = \frac{5000 \frac{m}{s^2}}{(2\pi \cdot 42 \frac{1}{s})^2} = 7,3 \text{ cm}$$

$$c) \quad N_R = \frac{t_{TOT}}{T} = t_{TOT} \cdot v = 5 \times 10^3 \times 60 \frac{s}{\text{min}} \times 42 \text{ Hz}$$

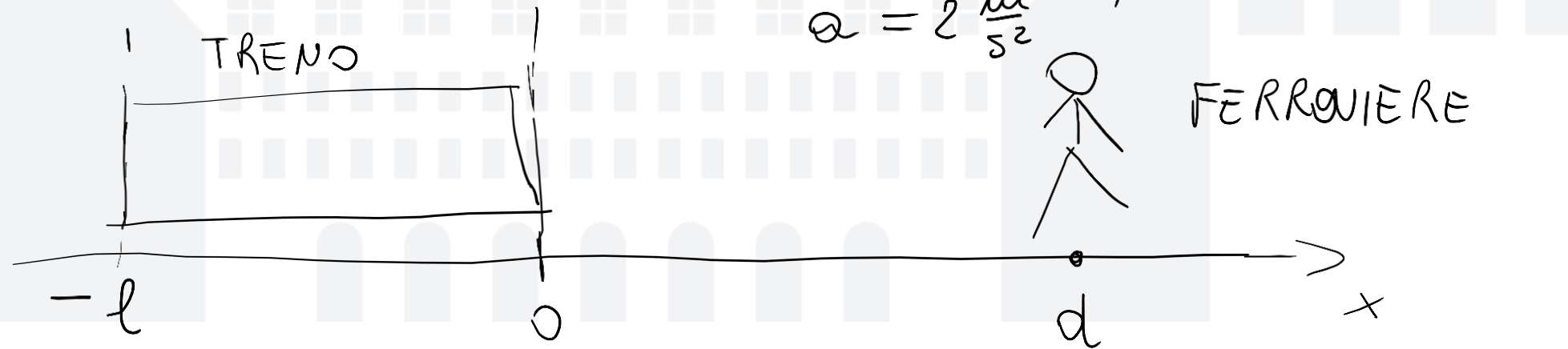
|
= 12.600 rotazioni

Esercizi applicativi 4

Trenitalia

Un treno della lunghezza di 69 m parte da fermo con una accelerazione di 2 ms^{-2} . Un ferroviere si trova a 100 m dalla testa del treno. Calcolare

- (a) la velocità con cui la testa del treno passa davanti al ferroviere,
- (b) la velocità con cui la coda passa davanti a lui,
- (c) il tempo che impiega il treno a superarlo.



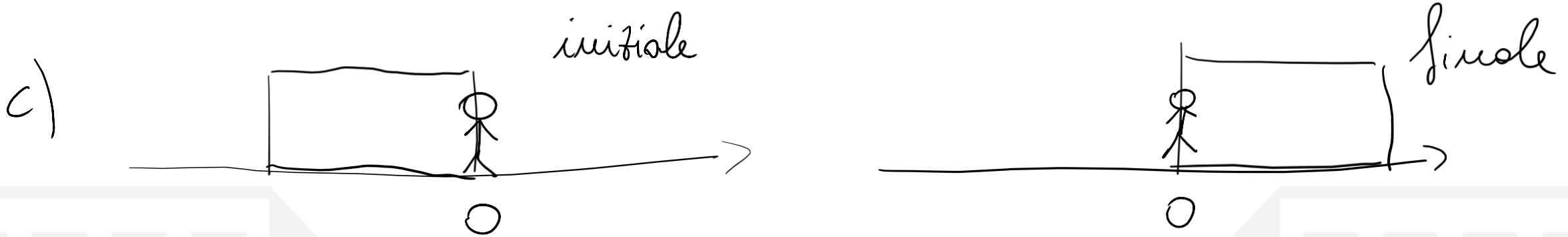
Esercizi applicativi 4

$$a) \begin{cases} v = v_0 + at \\ x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} at^2 \end{cases} \quad v_0 = 0; \quad x_0 = 0$$

$$\begin{cases} v = at \\ x = \frac{1}{2} at^2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} t = \sqrt{\frac{2x}{a}} \\ v = a \sqrt{\frac{2x}{a}} = \sqrt{2ax} = \sqrt{2 \times 2 \frac{m}{s^2} \times 100m} = 20 \frac{m}{s}$$

$$b) \begin{cases} v = v_0 + at \\ x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} at^2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} t = \sqrt{\frac{2(x-x_0)}{a}} \\ v = \sqrt{2a(x-x_0)} = \sqrt{2 \times 2 \frac{m}{s^2} \times 169m} = 26 \frac{m}{s} \end{cases} \quad v_0 = 0; \quad x_0 = -l$$

Esercizi applicativi 4



$$v_f = v_i + at$$

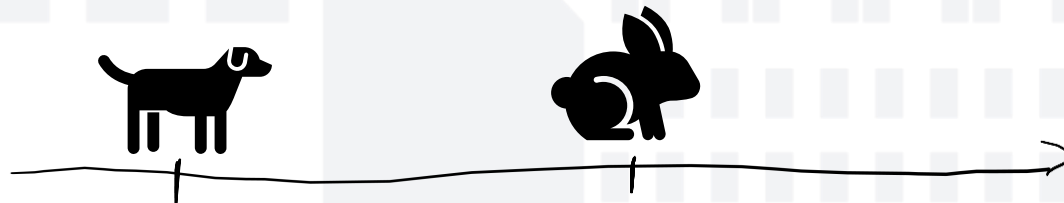
$$\hookrightarrow t = \frac{v_f - v_i}{a} = \frac{6 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 3 \text{ s}$$

Esercizi applicativi 5

Il cane e la lepre

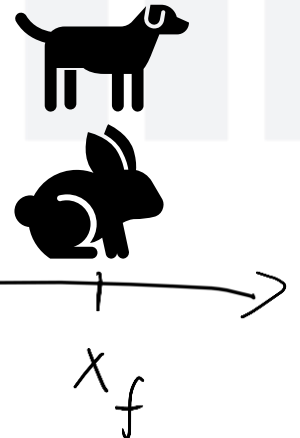
Un cane, che corre alla velocità di 15 m/s , è, all'istante $t = 0$, a 30 m da una lepre che corre alla velocità di 10 m/s . Assumendo che le due velocità non si modifichino, (a) in quale istante il cane raggiungerà la lepre? (b) Quanto spazio avrà percorso il cane? (c) Quanto la lepre?

iniziale



$$0 \leftarrow l \rightarrow 30 \text{ m}$$
$$v_c = 15 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad v_L = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

finale



Esercizi applicativi 5

a) $x_c = x_{0,c} + v_c t$; $x_{0,c} = 0$. quanto si incontrano, al tempo t^* , $x_c(t^*) = x_L(t^*)$
 $x_L = x_{0,L} + v_L t$; $x_{0,L} = l$

$$\Rightarrow v_c t^* = x_{0,c} + v_L t^* ; t^* = \frac{l}{v_c - v_L} = \frac{30 \text{ m}}{5 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 6 \text{ s}$$

b) $x_c = v_c t^* = 15 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 6 \text{ s} = 90 \text{ m}$

c) $x_L = 90 \text{ m}$; $\Delta x = x_L - x_{0,L} = 90 \text{ m} - 30 \text{ m} = 60 \text{ m}$

Esercizi applicativi 6

Frena! (e vai piano)

La conducente di un'autovettura, che procede alla velocità di 100 km/h , si avvede di una situazione di pericolo ed aziona i freni sino ad arrestare la macchina. Sapendo che il tempo impiegato per fermare il veicolo è di $6,5 \text{ s}$

- (a) si calcoli lo spazio di frenata e
- (b) La decelerazione assimilando la frenata ad un moto uniformemente accelerato.
- (c) Se, con la stessa decelerazione, la conducente avesse frenato a partire da una velocità di 150 km/h , quale sarebbe stato lo spazio di frenata?

$$v_i = 100 \frac{\text{km}}{\text{h}} = \frac{100}{3,6} \frac{\text{m}}{\text{s}} ; \Delta t = 6,5 \text{ s}$$

Esercizi applicativi 6

$$a) \begin{cases} x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2; x_0 = 0 \\ v = v_0 + a t; \quad v = 0 \end{cases} \quad \begin{cases} 0 = v_0 + a t \rightarrow a = -\frac{v_0}{t} \\ x = v_0 t - \frac{1}{2} \frac{v_0}{t} t^2 = \frac{1}{2} v_0 t \end{cases}$$

$$x = \frac{1}{2} \cdot \frac{100 \text{ m}}{3,6 \text{ s}} \cdot 6,5 \text{ s} = 90 \text{ m}$$

$$b) \quad a = -\frac{v_0}{t} = -\frac{100/3,6 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{6,5 \text{ s}} = -4,3 \frac{\text{m}}{\text{s}^2};$$

Esercizi applicativi 6

$$c) \quad v_0 = 150 \frac{\text{km}}{\text{h}} = \frac{150}{3,6} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$t = -\frac{v_0}{a} = 9,7 \text{ s}$$

$$x = \frac{1}{2} v_0 t = -\frac{1}{2} \frac{v_0^2}{a} \approx 200 \text{ m}$$

lo spazio di frenata è più che raddoppiato!

Esercizi: soluzioni numeriche

1. **La spina (nel piede)**
a) 18 ms
2. **Naso Rotto (oppure no?)**
a) -13 m/s^2 ; b) -350 m/s^2 ; c) No, Sì
3. **Donatore di sangue**
a) 42 Hz ; b) 7.3 cm ; c) 12500 rotazioni
4. **Trenitalia**
a) 20 m/s ; b) 26 m/s ; c) 3 s
5. **Il cane e la lepre**
a) 6 s ; b) 90 m ; c) 60 m
6. **Frena! (e vai piano)**
a) 90 m ; b) $-4,3\text{ m/s}^2$; c) 200 m



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TRIESTE

Arrivederci

- lbrombal@units.it