Unità didattica 1

- Unità di misura
- Cinematica

Unità di Misura

- La fisica è una scienza **sperimentale**.
- Le caratteristiche quantitative degli eventi osservati sono definite **grandezze**.
- Ogni grandezza è composta da un **numero** e da un'**unità** (es.: 10 m, 500 g, 15 cm …)
- Esistono moltissime grandezze utilizzate nella fisica.
- Tutte sono riconducibili a sette **grandezze fondamentali**.

grandezza	**unità**
lunghezza	metro (m)
tempo	secondo (s)
massa	chilo (kg)
int. di corrente	Ampere (A)
temperatura	Kelvin (K)
int. luminosa	Candela (Cd)
Quantità di materiale	chilomol (kmol)

Tabella delle unità di misura adottate dal Sistema Internazionale.

fattore	**prefisso**	**fattore**	**prefisso**
10^{18}	E (exa)	10^{-1}	d (deci)
10^{15}	P (peta)	10^{-2}	c (centi)
10^{12}	T (tera)	10^{-3}	m (milli)
10^{9}	G (giga)	10^{-6}	µ (micro)
10^{6}	M (Mega)	10^{-9}	n (nano)
10^{3}	K (chilo)	10^{-12}	p (pico)
10^{2}	h (etto)	10^{-15}	f (femto)
10^{1}	da (deca)	10^{-18}	a (atto)

Tabella dei prefissi e dei fattori utilizzati per le unità di misura.

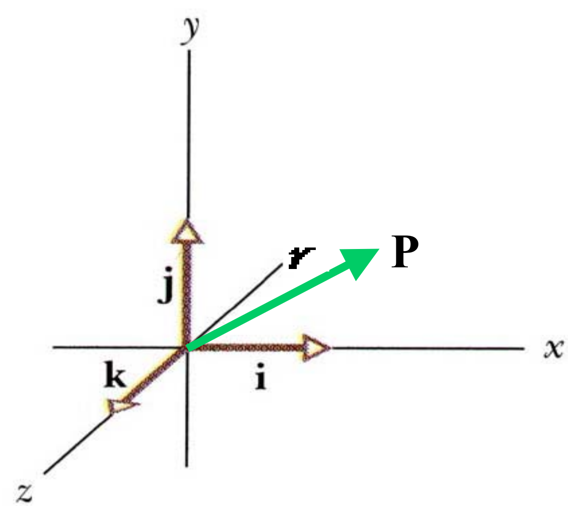
Posizione e sistema di riferimento

La posizione di un corpo viene indicata mediante il **vettore di posizione** $\mathbf{r}$ che ha inizio nell'origine delle coordinate e finisce nel punto considerato **P**.

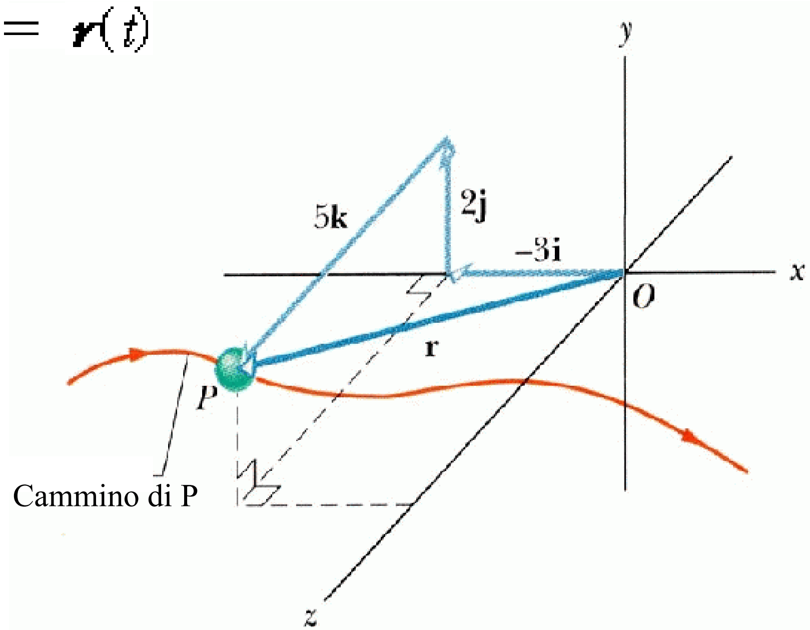
Il vettore di posizione $\mathbf{r}$ ha coordinate $\mathbf{r} = x\mathbf{i} + y\mathbf{j} + z\mathbf{k}$ e si misura in metri (m).

Nel moto si modifica la posizione del punto e quindi il vettore di posizione è una funzione del tempo:

$$\mathbf{r} = \mathbf{r}(t)$$



Determinazione della posizione mediante il vettore di posizione.



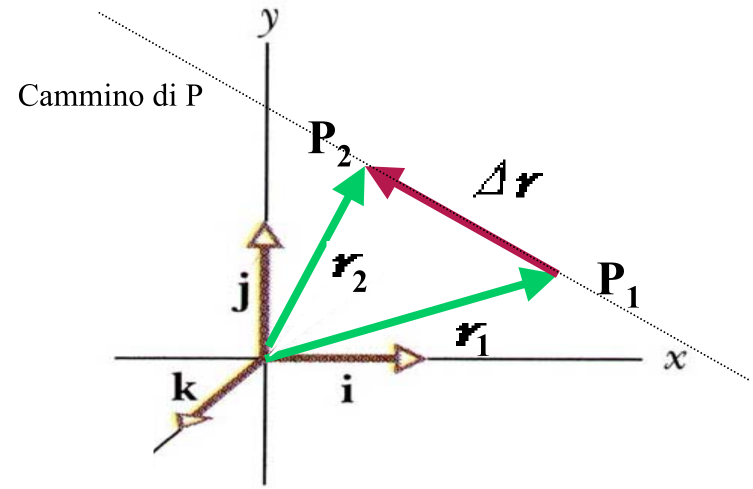
Moto di un corpo e sua posizione istantanea rispetto al sistema di riferimento.

La velocità e il moto rettilineo uniforme

Si ha un **moto rettilineo uniforme** quando, su una traiettoria rettilinea, vengono percorsi spazi uguali in tempi uguali.

Il rapporto tra spazio percorso $\Delta \boldsymbol{r}$ e tempo impiegato a percorrerlo Δt è detto **velocità.**

Durante un moto rettilineo uniforme la velocità è costante.



$$
\begin{aligned}
\bar{\boldsymbol{v}} &\equiv \frac{\Delta \boldsymbol{r}}{\Delta t} \\
&= \frac{\Delta x \boldsymbol{i} + \Delta y \boldsymbol{j} + \Delta z \boldsymbol{k}}{\Delta t} \\
&= \frac{\Delta x}{\Delta t}\boldsymbol{i} + \frac{\Delta y}{\Delta t}\boldsymbol{j} + \frac{\Delta z}{\Delta t}\boldsymbol{k}
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
\Delta \boldsymbol{r} &= \boldsymbol{r}_2 - \boldsymbol{r}_1 \\
&= (x_2 \boldsymbol{i} + y_2 \boldsymbol{j} + z_2 \boldsymbol{k}) - (x_1 \boldsymbol{i} + y_1 \boldsymbol{j} + z_1 \boldsymbol{k}) \\
&= (x_2 - x_1)\boldsymbol{i} + (y_2 - y_1)\boldsymbol{j} + (z_2 - z_1)\boldsymbol{k} \\
&= \Delta x \boldsymbol{i} + \Delta y \boldsymbol{j} + \Delta z \boldsymbol{k}
\end{aligned}
$$

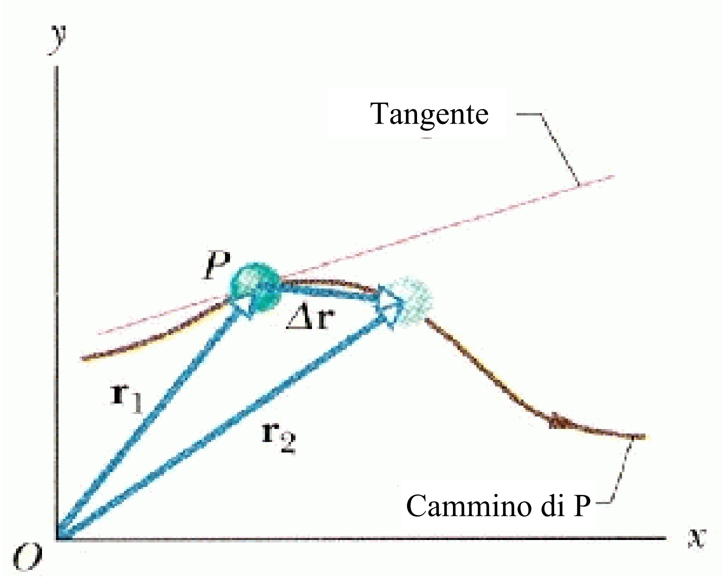
La velocità istantanea

Durante un **moto non uniforme** la velocità varia ad ogni istante ed è una funzione del tempo:

$$\boldsymbol{v} = \boldsymbol{v}(t)$$

Nota la traiettoria del corpo, si definisce velocità istantanea il vettore

$$\begin{aligned}\boldsymbol{v} &\equiv \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta \boldsymbol{r}}{\Delta t} \\ &= \lim_{\Delta t \to 0} \left(\frac{\Delta x}{\Delta t}\,\boldsymbol{i} + \frac{\Delta y}{\Delta t}\,\boldsymbol{j} + \frac{\Delta z}{\Delta t}\,\boldsymbol{k} \right) \\ &= \frac{dx}{dt}\,\boldsymbol{i} + \frac{dy}{dt}\,\boldsymbol{j} + \frac{dz}{dt}\,\boldsymbol{k} \\ &= v_x\,\boldsymbol{i} + v_y\,\boldsymbol{j} + v_z\,\boldsymbol{k}\end{aligned}$$

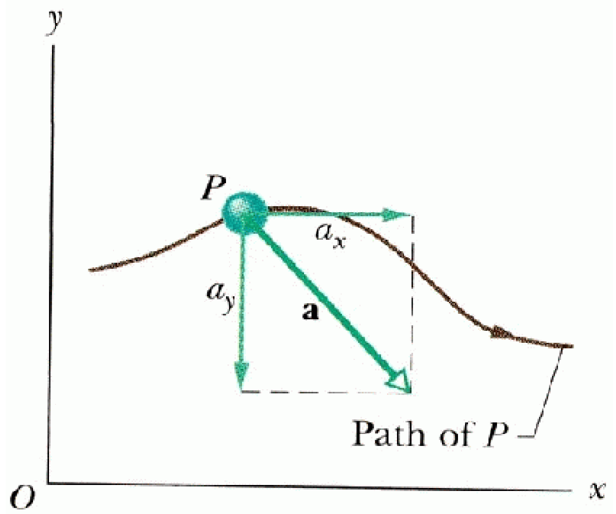


L'unità di misura della velocità è $m\ s^{-1}$.

La pendenza della tangente della traiettoria nell'istante considerato individua la direzione del vettore $\boldsymbol{v}$.

L'accelerazione

Si definisce **accelerazione** la variazione della velocità $\Delta \boldsymbol{v}$ nell'unità di tempo Δt.
L'unità di misura dell'accelerazione è $m\ s^{-2}$.



$$\overline{\boldsymbol{a}} \equiv \frac{\Delta \boldsymbol{v}}{\Delta t}$$

$$= \frac{\Delta v_x \boldsymbol{i} + \Delta v_y \boldsymbol{j} + \Delta v_z \boldsymbol{k}}{\Delta t}$$

$$= \frac{\Delta v_x}{\Delta t}\boldsymbol{i} + \frac{\Delta v_y}{\Delta t}\boldsymbol{j} + \frac{\Delta v_z}{\Delta t}\boldsymbol{k}$$

Si definisce inoltre **accelerazione istantanea** il vettore

$$a \equiv \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{dv}{dt}$$

Grafici temporali

Si è visto che valgono le relazioni:

$$\begin{cases} \bar{v} \equiv \dfrac{\Delta \mathbf{r}}{\Delta t} \\ \bar{a} \equiv \dfrac{\Delta v}{\Delta t} \end{cases}$$

(velocità media)

(accelerazione media)

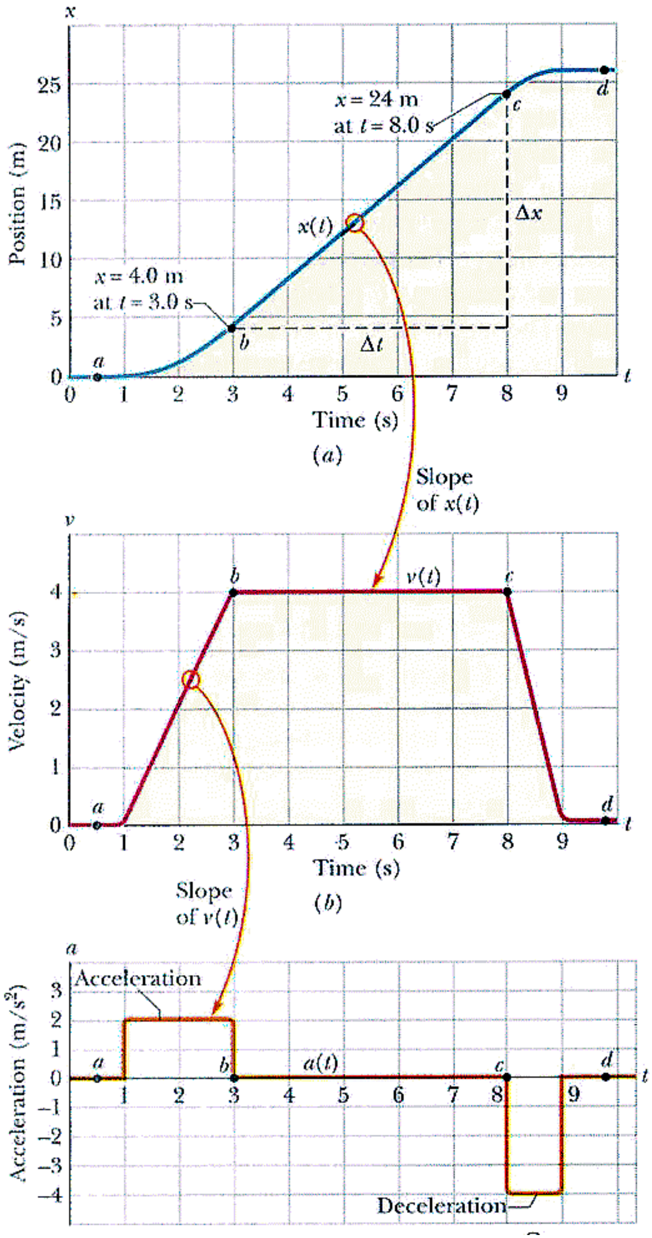
$$\begin{cases} v \equiv \lim_{\Delta t \to 0} \dfrac{\Delta \mathbf{r}}{\Delta t} = \dfrac{d\mathbf{r}}{dt} \\ a \equiv \lim_{\Delta t \to 0} \dfrac{\Delta v}{\Delta t} = \dfrac{dv}{dt} \end{cases}$$

(velocità istantanea)

(accelerazione istantanea)

Rappresentando spostamento, velocità e accelerazione di un moto in funzione del tempo si osserva il significato fisico delle precedenti relazioni.

- dato un intervallo di tempo Δt la velocità media è la pendenza del relativo tratto del grafico spostamento-tempo;
- dato un intervallo di tempo Δt l'accelerazione media è la pendenza del relativo tratto del grafico velocità-tempo;
- dato un istante di tempo t la velocità istantanea è la tangente del grafico spostamento-tempo in quel punto;
- dato un istante di tempo t l'accelerazione istantanea è la tangente del grafico velocità-tempo in quel punto;



Relazioni inverse

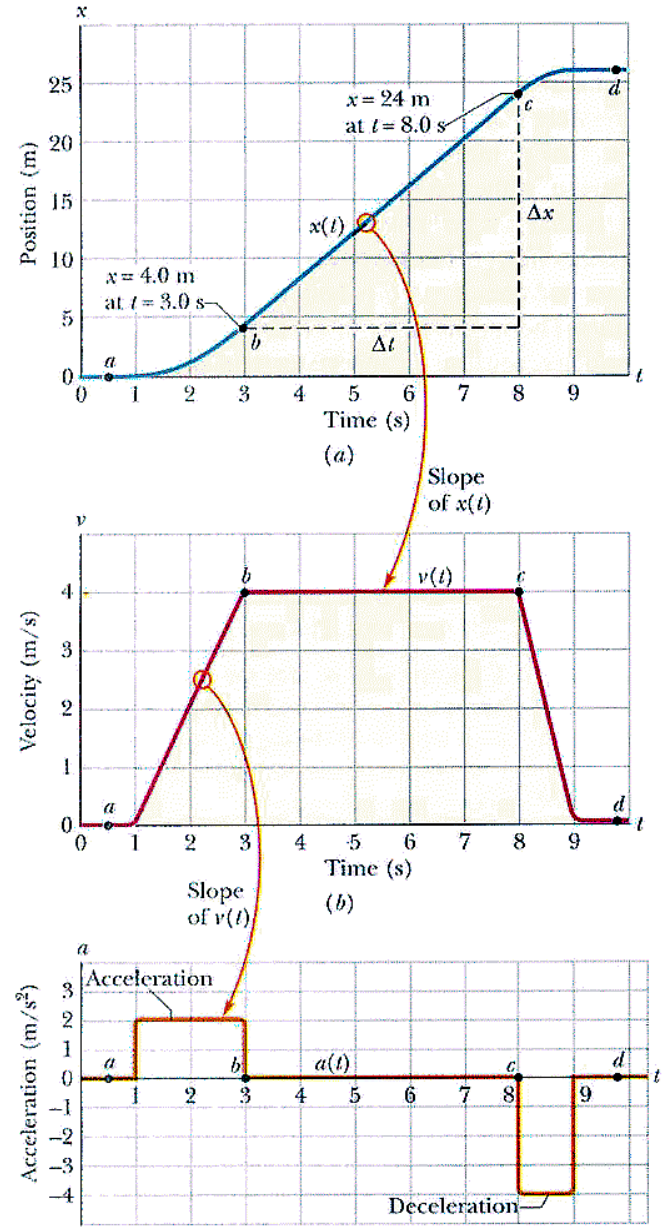
Valgono le seguenti relazioni inverse delle precedenti:

$$\Delta \boldsymbol{r} = \boldsymbol{r}(t_2) - \boldsymbol{r}(t_1) = \int_{t_1}^{t_2} \frac{d\boldsymbol{r}}{dt}\, dt = \int_{t_1}^{t_2} \boldsymbol{v}\, dt$$

$$\Delta \boldsymbol{v} = v(t_2) - v(t_1) = \int_{t_1}^{t_2} \frac{dv}{dt}\, dt = \int_{t_1}^{t_2} a\, dt$$

Da un punto di vista geometrico ciò significa che:

- dato un intervallo di tempo Δt l'area complessiva che si trova sotto il grafico (v-t) corrisponde allo spazio percorso;
- dato un intervallo di tempo Δt l'area complessiva che si trova sotto il grafico (a-t) corrisponde alla velocità media;



Casi particolari:
il moto rettilineo uniforme

Si ha un **moto rettilineo uniforme** quando, su una traiettoria rettilinea, vengono percorsi spazi uguali in tempi uguali.

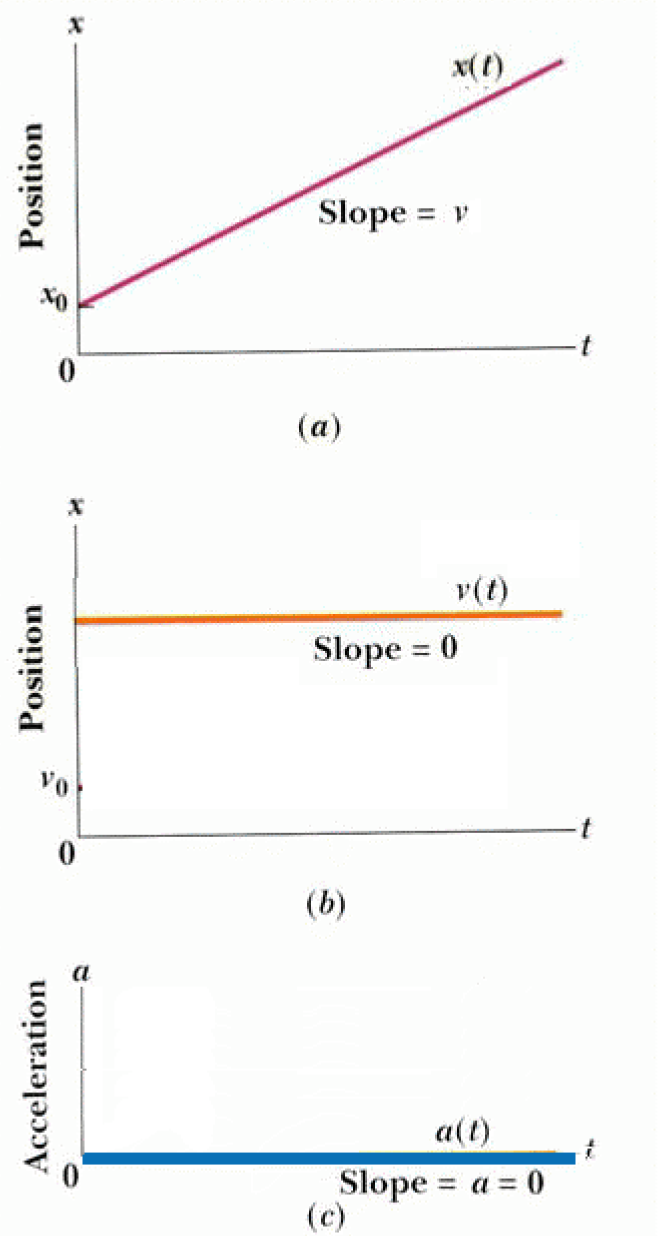
La velocità è quindi costante, e la velocità istantanea coincide con quella media. Poiché la velocità non varia, l'accelerazione è nulla.

Valgono le seguenti relazioni:

$$\begin{cases} \boldsymbol{r}(t) = \boldsymbol{r}(0) + \boldsymbol{v}\,\Delta t \\ v(t) = \overline{\boldsymbol{v}} = \dfrac{\Delta \boldsymbol{r}}{\Delta t} \\ a(t) = \overline{a} = 0 \end{cases}$$

Da un punto di vista geometrico ciò significa che:

- per qualsiasi intervallo di tempo Δt l'area complessiva che si trova sotto il grafico (v-t) corrisponde allo spazio percorso;
- il grafico (v-t) è una retta con pendenza $\boldsymbol{v}$;
- il grafico (a-t) è una retta con pendenza $a = 0$.



Casi particolari:
il moto uniformemente accelerato

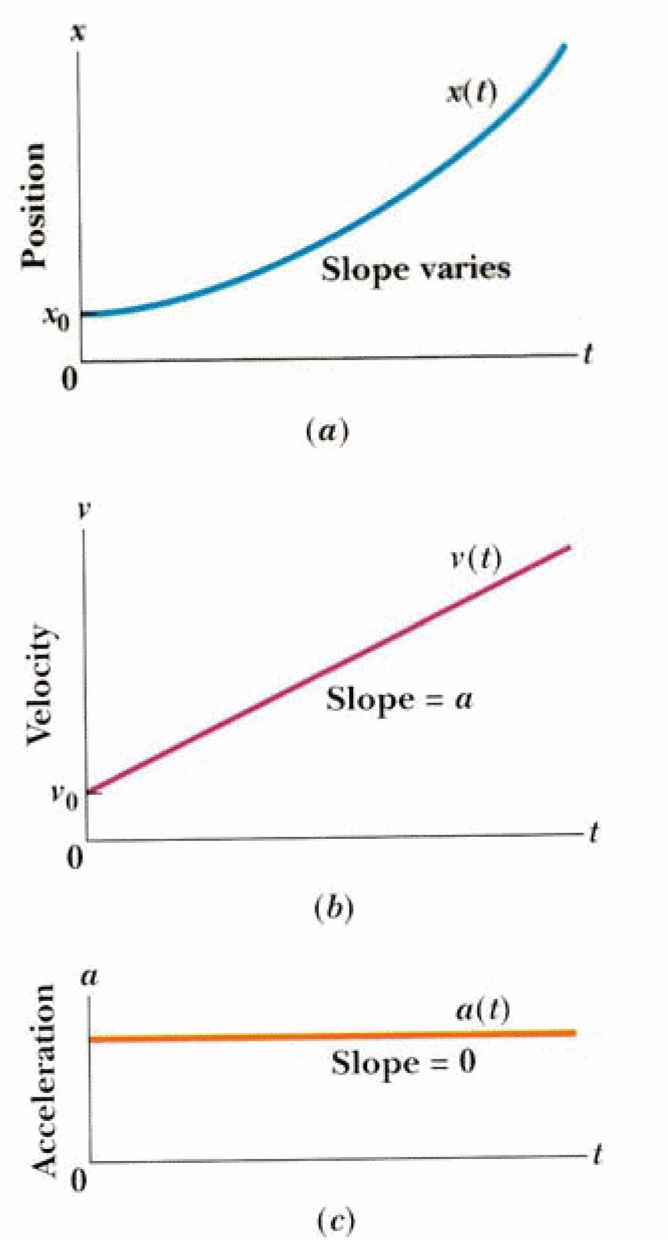
Si ha un **moto uniformemente accelerato** quando il corpo si muove con un'accelerazione costante nel tempo.

La velocità e il vettore spostamento variano nel tempo secondo le seguenti leggi orarie:

$$\begin{cases} x(t) = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \\ v(t) = v_0 + a t \\ a(t) \equiv \bar{a} \end{cases}$$

Da un punto di vista geometrico ciò significa che:

- il grafico (r-t) è una parabola;
- il grafico (v-t) è una retta con pendenza a;
- il grafico (a-t) è una retta con pendenza **0**.



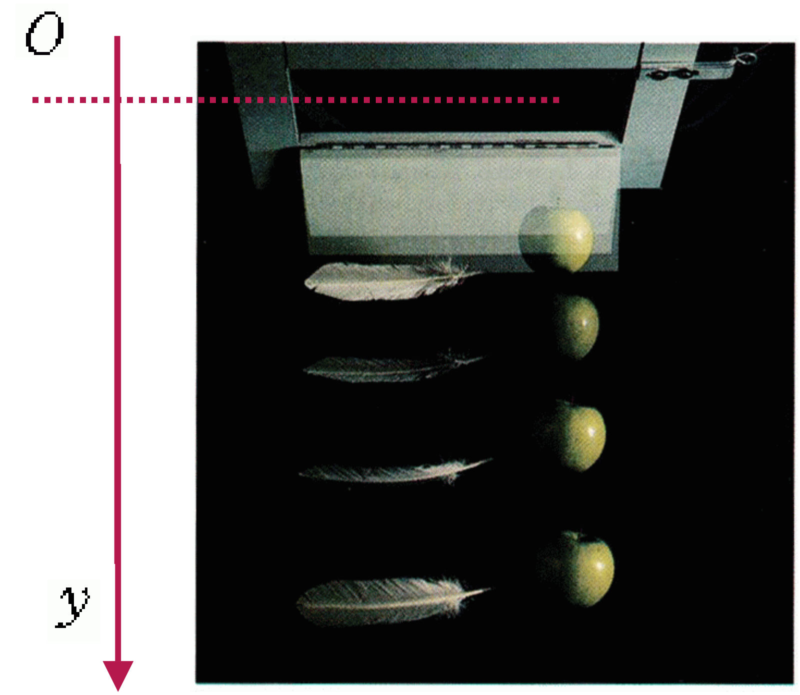
Esempio: il moto di caduta libera

Il **moto di caduta libera** si ha quando un corpo cade per effetto della gravità.

E' un moto uniformemente accelerato ($a = g = 9.81\ \mathrm{ms}^{-2}$ accelerazione di gravità) unidimensionale, che avviene lungo un asse verticale.

Applicando le equazioni del moto uniformemente accelerato si ottiene:

$$\begin{cases} v = v_0 - gt \\ y - y_0 = v_0 t - \frac{1}{2} g t^2 \\ v^2 - v_0^2 = -2\, g\, (y - y_0) \end{cases}$$



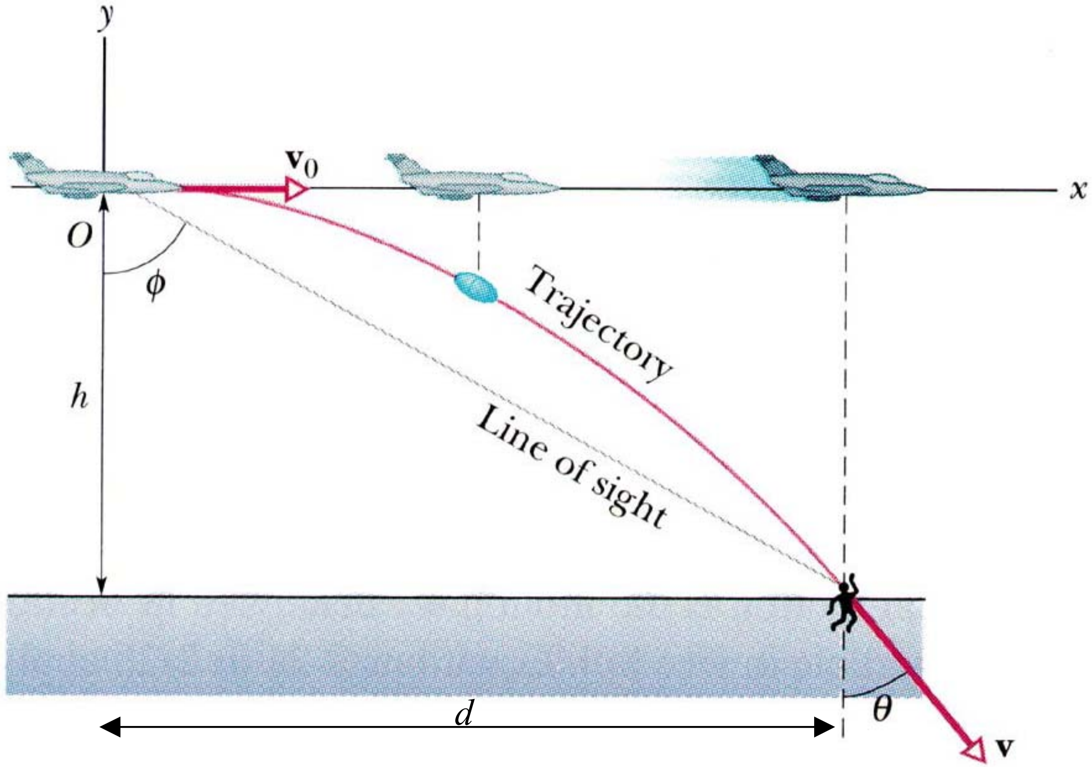
Da cui si evince che due oggetti di massa diversa, lasciati cadere dalla stessa altezza al medesimo istante, raggiungono il suolo contemporaneamente e con uguale velocità.

Esercizio

Un paracadutista si lancia da un aereo che sta viaggiando ad una velocità costante v_0 ad un' altezza h dal suolo.

Calcolare:

a) A che distanza d toccherà il suolo;
b) Quale sarà la sua velocità finale $\boldsymbol{v}$.



Esercizio

Un ladro che sta scappando sui tetti si lancia da un palazzo con una velocità orizzontale $\boldsymbol{v_0}$ = 4.5 m/s.
Per salvarsi dovrà raggiungere il tetto del palazzo accanto distante 6.2 m e 4.8 m più in basso.

Calcolare:

a) la velocità finale ***v*** con cui raggiunge il tetto vicino;
b) L'istante *t* in cui raggiunge il tetto vicino.