Fondamenti di fisica generale - I lezione

Introduzione e informazioni sul corso
Ripasso, concetti noti e meno noti

Andrea Bettucci

9 ottobre 2024

Dipartimento di Scienze di Base e Applicate per l'Ingegneria
Sapienza Università di Roma

Introduzione e informazioni sul corso

Fondamenti di Fisica (8 CFU)

- Fondamenti di fisica medica: 6 CFU - Prof.ssa Daniela Pozzi
- Fondamenti di fisica generale: 2 CFU - Prof. Andrea Bettucci

Fondamenti di Fisica (8 CFU)

- Fondamenti di fisica medica: 6 CFU - Prof.ssa Daniela Pozzi
- Fondamenti di fisica generale: 2 CFU - Prof. Andrea Bettucci

- Mercoledì 12:00 - 13:00: lezione in presenza.
- Mercoledì 14:00 - 15:00: lezione asincrona (registrata).

Tutte le informazioni sul corso, comprese le slides delle lezioni, le prove di autovalutazione, e il link a Google Drive per scaricare e/o vedere in streaming le lezioni asincrone (registrate), sono presenti alla pagina:
https://www.sbai.uniroma1.it/bettucci-andrea/fondamenti-di-fisica-generale/2024-2025

Argomento del corso

- Studio di moti in generale e oscillatori in particolare
- Forze
- Lavoro ed energia
- Calore e temperatura
- Crescita e decrescita esponenziale

- Testo di studio: oltre al testo utilizzato per il modulo di Fondamenti di Fisica Medica dalla prof.ssa Daniela Pozzi può essere consultato un qualsiasi testo universitario di fisica che utilizzi il calcolo differenziale (solo come esempio: "*Elementi di Fisica*" Mazzoldi-Nigro-Voci EdiSES, che ha una buona scelta di esercizi

Modalità d’esame

- Il corso prevede una prova scritta finale costituita da 4 esercizi applicativi sulla falsariga di quelli presenti nelle prove di autovalutazione
- Se la valutazione dell’elaborato non consentirà di formulare un giudizio verrà richiesto anche un colloquio
- La valutazione della prova scritta potrà essere modificata a richiesta dello studente sostenendo un esame orale

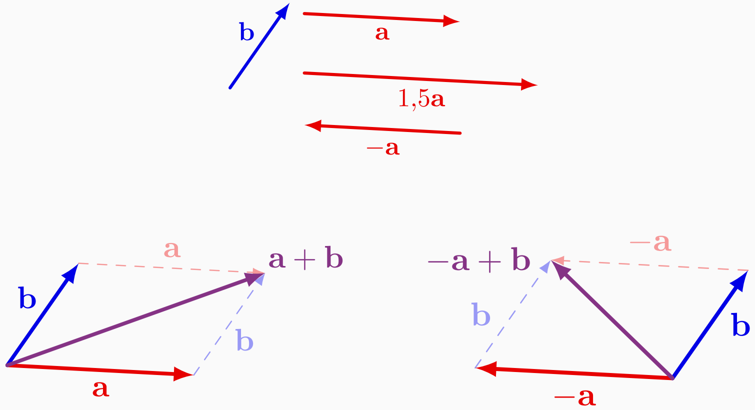
Ricevimento su appuntamento (sempre)
andrea.bettucci@uniroma1.it

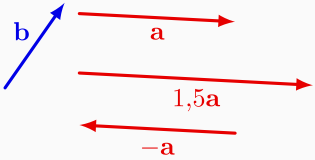
I parte

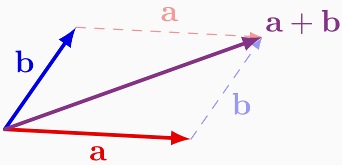
Grandezze fisiche

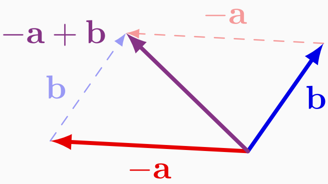
- **Grandezze fisiche scalari**: sono espresse da un numero, eventualmente con segno, e da un'unità di misura.
  Esempi di grandezze scalari:
    - la lunghezza
    - il volume
    - il lavoro
    - l'energia cinetica
    - la temperatura
    - la carica elettrica
- **Grandezze fisiche vettoriali**: sono espresse da un vettore (le cui caratteristiche sono definite dal modulo, direzione e verso) e da un'unità di misura.
  Esempi di grandezze vettoriali:
    - lo spostamento
    - la velocità
    - l'accelerazione
    - la forza

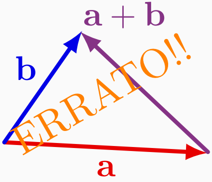
Vettori

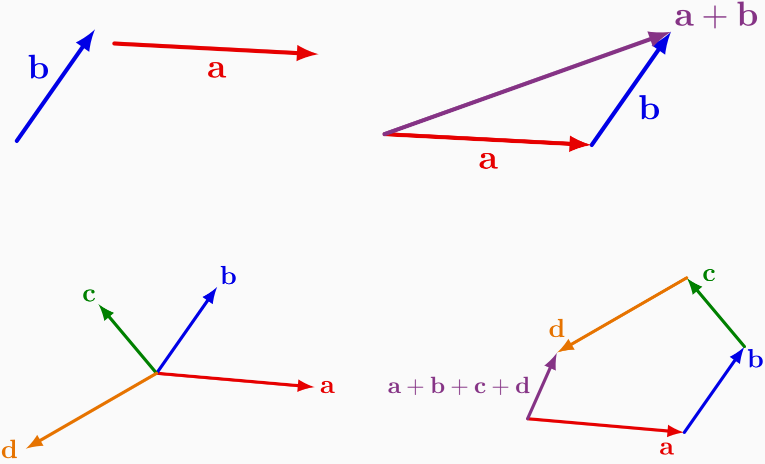

$\mathbf{b}$
$\mathbf{a}$
$1{,}5\mathbf{a}$
$-\mathbf{a}$
$\mathbf{a}$
$\mathbf{a}+\mathbf{b}$
$\mathbf{b}$
$\mathbf{b}$
$\mathbf{a}$
$-\mathbf{a}$
$-\mathbf{a}+\mathbf{b}$
$\mathbf{b}$
$\mathbf{b}$
$-\mathbf{a}$


b
a
1,5a
−a


a
a + b
b
b
a


−a
−a + b
b
b
−a


a + b
b
ERRATO!!
a


b
a
a + b
b
a
c
b
a
d
c
d
b
a + b + c + d
a

Esercizio

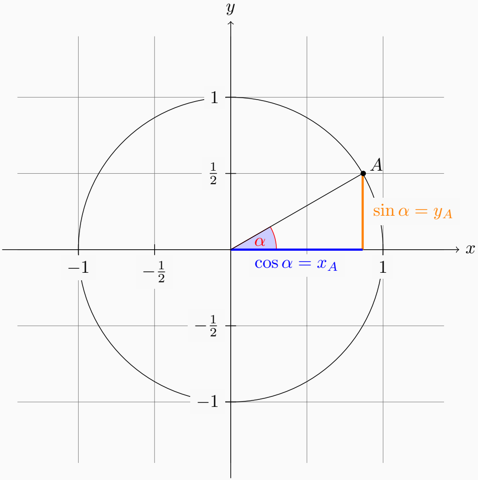
Si supponga di avere due vettori entrambi di lunghezza pari a $3,0$ unità. In quale intervallo può variare la lunghezza del vettore somma dei due?

Esercizio

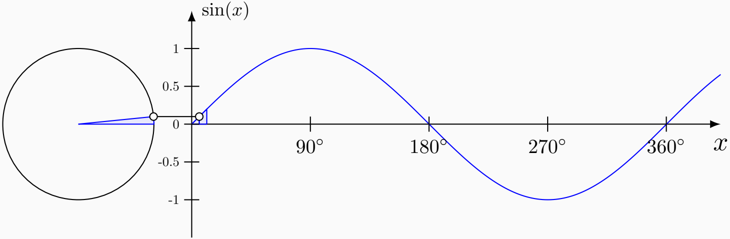
Si supponga di avere due vettori entrambi di lunghezza pari a $3,0$ unità. In quale intervallo può variare la lunghezza del vettore somma dei due?

Il vettore somma dei due vettori dati avrà una lunghezza compresa tra il valore massimo di $6,0$ $(3,0 + 3,0)$ quando i vettori hanno eguale direzione e verso, e il valore minimo 0 $(3,0 - 3,0)$ quando i vettori sono antiparalleli.

FUNZIONI TRIGONOMETRICHE



$$\cos\alpha = x_A \qquad \sin\alpha = y_A \qquad \tan\alpha = \frac{y_A}{x_A} = \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha}$$

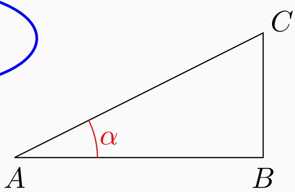

sin(x)
1
0.5
0
-0.5
-1
90°
180°
270°
360°
x

PER UN TRIANGOLO RETTANGOLO QUALSIASI

$$\cos\alpha = \frac{AB}{AC}$$

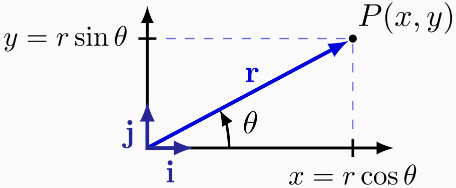
$$\sin\alpha = \frac{BC}{AC}$$

$$\tan\alpha = \frac{BC}{AB}$$

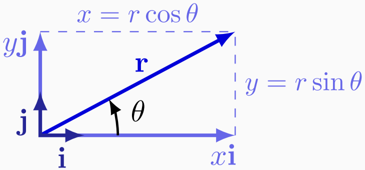


- In un triangolo rettangolo un cateto AB è uguale all'ipotenusa AC per il coseno dell'angolo adiacente a quel cateto.
- In un triangolo rettangolo un cateto BC è uguale all'ipotenusa AC per il seno dell'angolo opposto a quel cateto.
- In un triangolo rettangolo un cateto BC è uguale all'altro cateto AB per la tangente dell'angolo opposto al primo cateto.

COMPONENTI DI UN VETTORE

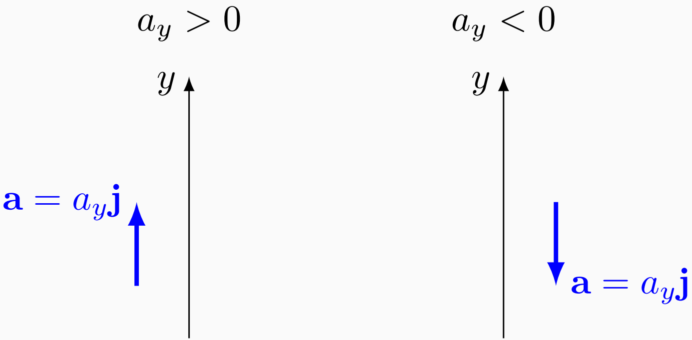


$$r = \sqrt{x^2 + y^2}$$



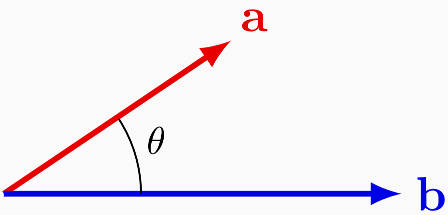
$$\mathbf{r} = x\mathbf{i} + y\mathbf{j} = r\cos\theta\mathbf{i} + r\sin\theta\mathbf{j}$$

LE COMPONENTI DI UN VETTORE HANNO SEGNO!!



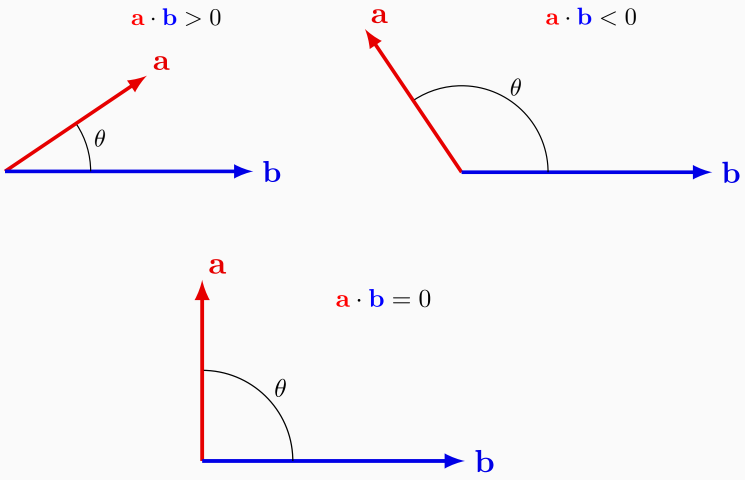
PRODOTTO SCALARE DI DUE VETTORI

$$\mathbf{a} \cdot \mathbf{b} = ab\cos\theta$$

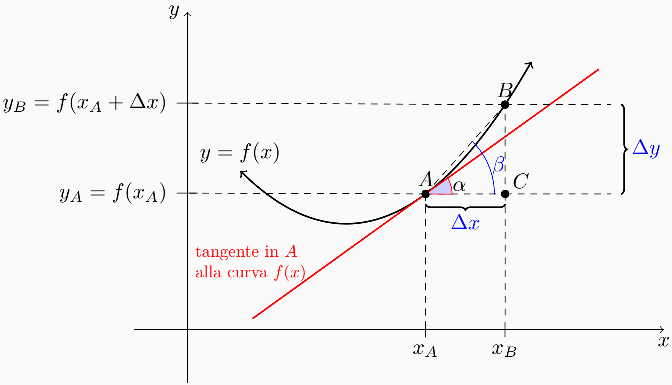


$$\mathbf{a} \cdot \mathbf{b} = \mathbf{b} \cdot \mathbf{a}$$

PRODOTTO SCALARE DI DUE VETTORI

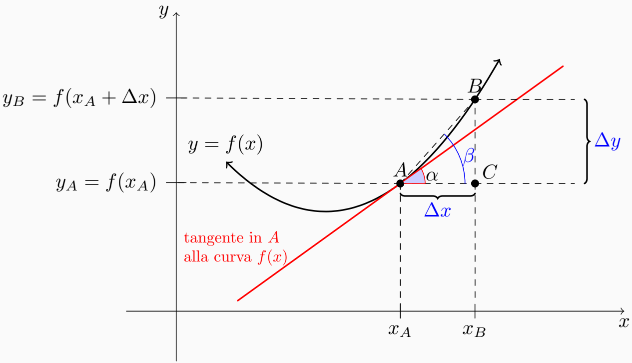


DERIVATA DI UNA FUNZIONE IN UN PUNTO



La tangente dell'angolo β tra la secante AB e la direzione orizzontale è:

$$\tan\beta = \frac{f(x_A + \Delta x) - f(x_a)}{\Delta x} = \frac{\Delta y}{\Delta x} > \tan\alpha$$



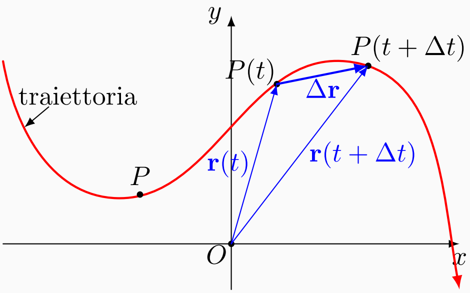
La differenza tra β e α tende a zero se Δx è infinitesimo:

$$\tan\alpha = \lim_{\Delta x \to 0} \frac{f(x_A + \Delta x) - f(x_a)}{\Delta x} = \lim_{\Delta x \to 0} \frac{\Delta f}{\Delta x} = f'(x_A)$$

$$\tan\alpha = \lim_{\Delta x \to 0} \frac{\Delta f}{\Delta x} = \lim_{\Delta x \to 0} \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{dy}{dx} = \frac{df}{dx} = f'(x_A)$$

II parte

SPOSTAMENTO

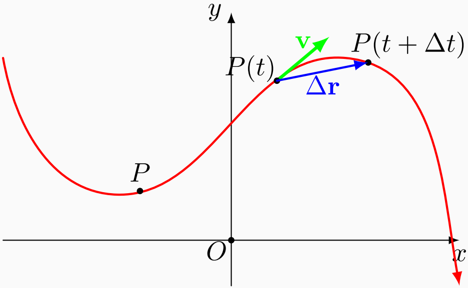


$$\text{Spostamento} \quad \Delta \mathbf{r} = \mathbf{r}(t + \Delta t) - \mathbf{r}(t)$$

$$\text{Spostamento infinitesimo} \quad d\mathbf{r} = \lim_{\Delta t \to 0} \Delta \mathbf{r}$$

$$\text{Spostamento lungo gli assi} \quad dx \quad dy \quad dz$$

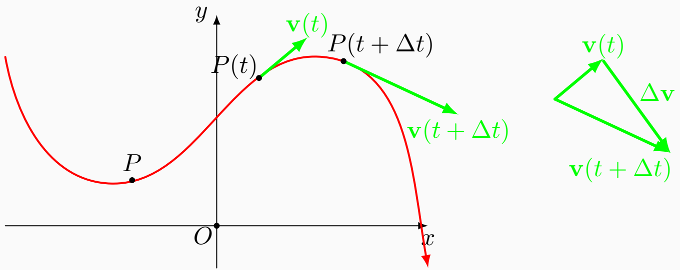
LA VELOCITÀ INDICA LA RAPIDITÀ CON LA QUALE LA POSIZIONE VARIA NEL TEMPO



$$\mathbf{v} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta \mathbf{r}}{\Delta t} = \frac{d\mathbf{r}}{dt}$$

$$v_x = \frac{dx}{dt} \qquad v_y = \frac{dy}{dt} \qquad v_z = \frac{dz}{dt}$$

L'ACCELERAZIONE INDICA LA RAPIDITÀ CON LA QUALE LA VELOCITÁ VARIA NEL TEMPO



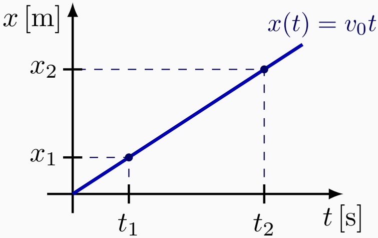
$$\mathbf{a} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\mathbf{v}(t+\Delta t) - \mathbf{v}(t)}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta \mathbf{v}}{\Delta t} = \frac{d\mathbf{v}}{dt}$$

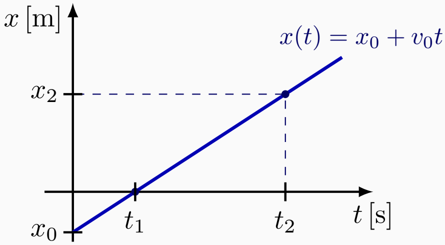
$$a_x = \frac{dv_x}{dt} \qquad a_y = \frac{dv_y}{dt} \qquad a_z = \frac{dv_z}{dt}$$

UN MOTO SI DICE UNIFORME QUANDO
IL MODULO DELLA VELOCITÀ È COSTANTE

IN UN MOTO UNIFORME
GLI SPAZI PERCORSI SONO PROPORZIONALI
AI TEMPI IMPIEGATI A PERCORRERLI:
SPAZI UGUALI IN TEMPI UGUALI

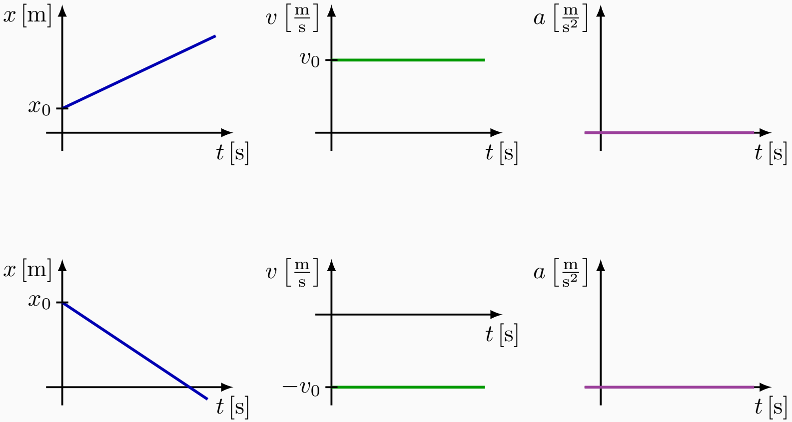
MOTO RETTILINEO UNIFORME



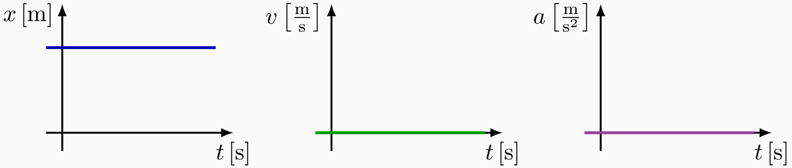


MOTO RETTILINEO UNIFORME

$$x(t) = x_0 + v_0 t \qquad v_0 = \text{costante} \quad \Rightarrow \quad a = 0$$

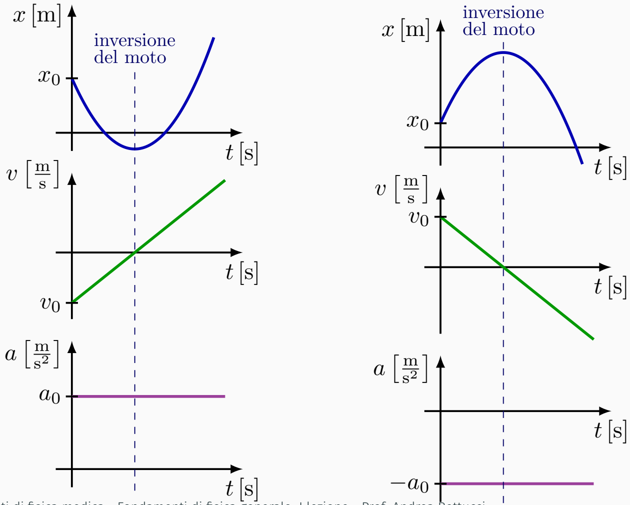


DI CHE MOTO SI TRATTA?



MOTO RETTILINEO UNIFORMEMENTE ACCELERATO

$$x(t) = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a_0 t^2 \qquad v(t) = v_0 + a_0 t \qquad a_0 = \text{costante}$$



Esercizio

La velocità di un'automobile cresce linearmente passando da 6,0 m/s a 20 m/s mentre percorre uno spazio di 70 m. Si determinino l'accelerazione dell'automobile e il tempo necessario per percorrere i 70 m.

Esercizio

La velocità di un'automobile cresce linearmente passando da 6,0 m/s a 20 m/s mentre percorre uno spazio di 70 m. Si determinino l'accelerazione dell'automobile e il tempo necessario per percorrere i 70 m.

- Se la velocità cresce linearmente il moto è uniformemente accelerato.
- Supponiamo il moto avvenga lungo la direzione x con $x_0 = 0$ come posizione iniziale ($t = 0$) dell'automobile.
- Siano $v_0 = 6{,}0\,\mathrm{m/s}$ e $v_f = 20{,}0\,\mathrm{m/s}$ la velocità iniziale e finale dell'automobile, rispettivamente, e $d = 70\,\mathrm{m}$ lo spazio percorso.

Se $\bar{t}$ è il tempo impiegato a percorrere la distanza d si può scrivere:

$$x(t) = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a_0 t^2 \quad \Rightarrow \quad d = v_0 \bar{t} + \frac{1}{2} a \bar{t}^2 \tag{1}$$

$$v(t) = v_0 + a_0 t \quad \Rightarrow \quad v_f = v_0 + a \bar{t} \tag{2}$$

Dall'Eq. (2) si ha

$$a = \frac{v_f - v_0}{\bar{t}}$$

che sostituita nell'Eq. (1) dà:

$$d = v_0 \bar{t} + \frac{1}{2} \frac{v_f - v_0}{\bar{t}} \bar{t}^2 \quad \Rightarrow \quad \bar{t} = \frac{2d}{v_0 + v_f} = 5{,}4\,\mathrm{s}$$

e quindi

$$a = 2{,}6\,\mathrm{m/s^2}.$$

In prossimità della Terra, tutti i corpi
dotati di massa sono sottoposti
a un’accelerazione costante $g = 9{,}8\,\mathrm{m/s^2}$ diretta
verso il terreno perpendicolarmente a esso.

g è detta accelerazione di gravità.

Il moto rettilineo uniformemente accelerato
è il tipico moto dei gravi lanciati verticalmente.

Esercizio

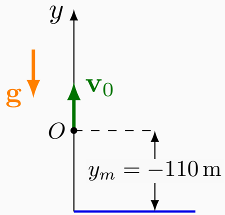
Un sasso è lanciato verticalmente verso l’alto con una velocità iniziale di 40,0 m/s dal bordo di una scogliera alta 110 m rispetto al livello del mare. Trascurando la resistenza dell’aria, quanto tempo impiega il sasso a cadere in mare?

Esercizio

Un sasso è lanciato verticalmente verso l'alto con una velocità iniziale di 40,0 m/s dal bordo di una scogliera alta 110 m rispetto al livello del mare. Trascurando la resistenza dell'aria, quanto tempo impiega il sasso a cadere in mare?

Rispetto al sistema di riferimento scelto il moto è uniformemente accelerato con accelerazione

$$a = -g = -9{,}8\,\mathrm{m/s^2}$$



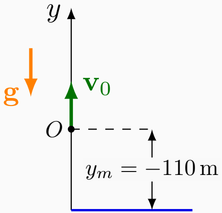
La velocità iniziale (all'istante $t = 0$) è

$$v_0 = 40\,\mathrm{m/s}$$

la quota del mare è

$$y_m = -110\,\mathrm{m}$$

Applicando le equazioni del moto uniformemente accelerato si può trovare l'istante $\bar{t}$ nel quale il sasso tocca il mare



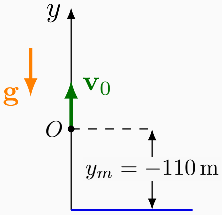
$$y(t) = y_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \quad \Rightarrow \quad y_m = v_0 \bar{t} + \frac{1}{2} a \bar{t}^2$$

$$-110 = 40\bar{t} - \frac{1}{2} 9,8 \bar{t}^2 \quad \Rightarrow \quad \bar{t} \simeq 10{,}2\,\mathrm{s}$$

La velocità del sasso quando tocca il mare si ricava da:

$$v(t) = v_0 + at \quad \Rightarrow \quad v(\bar{t}) = 40 + (-9,8)(10,2) \simeq -60\,\mathrm{m/s}$$

Applicando le equazioni del moto uniformemente accelerato si può trovare l'istante $\bar{t}$ nel quale il sasso tocca il mare



$$y(t) = y_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \quad \Rightarrow \quad y_m = v_0 \bar{t} + \frac{1}{2} a \bar{t}^2$$

$$-110 = 40\bar{t} - \frac{1}{2} 9,8 \bar{t}^2 \quad \Rightarrow \quad \bar{t} \simeq 10{,}2\,\mathrm{s}$$

La velocità del sasso quando tocca il mare si ricava da:

$$v(t) = v_0 + at \quad \Rightarrow \quad v(\bar{t}) = 40 + (-9,8)(10,2) \simeq -60\,\mathrm{m/s}$$

Perché la velocità è negativa?