Corso di Laurea in Informatica
2021/2022
FISICA GENERALE
Dinamica del Punto materiale
Leggi di Newton

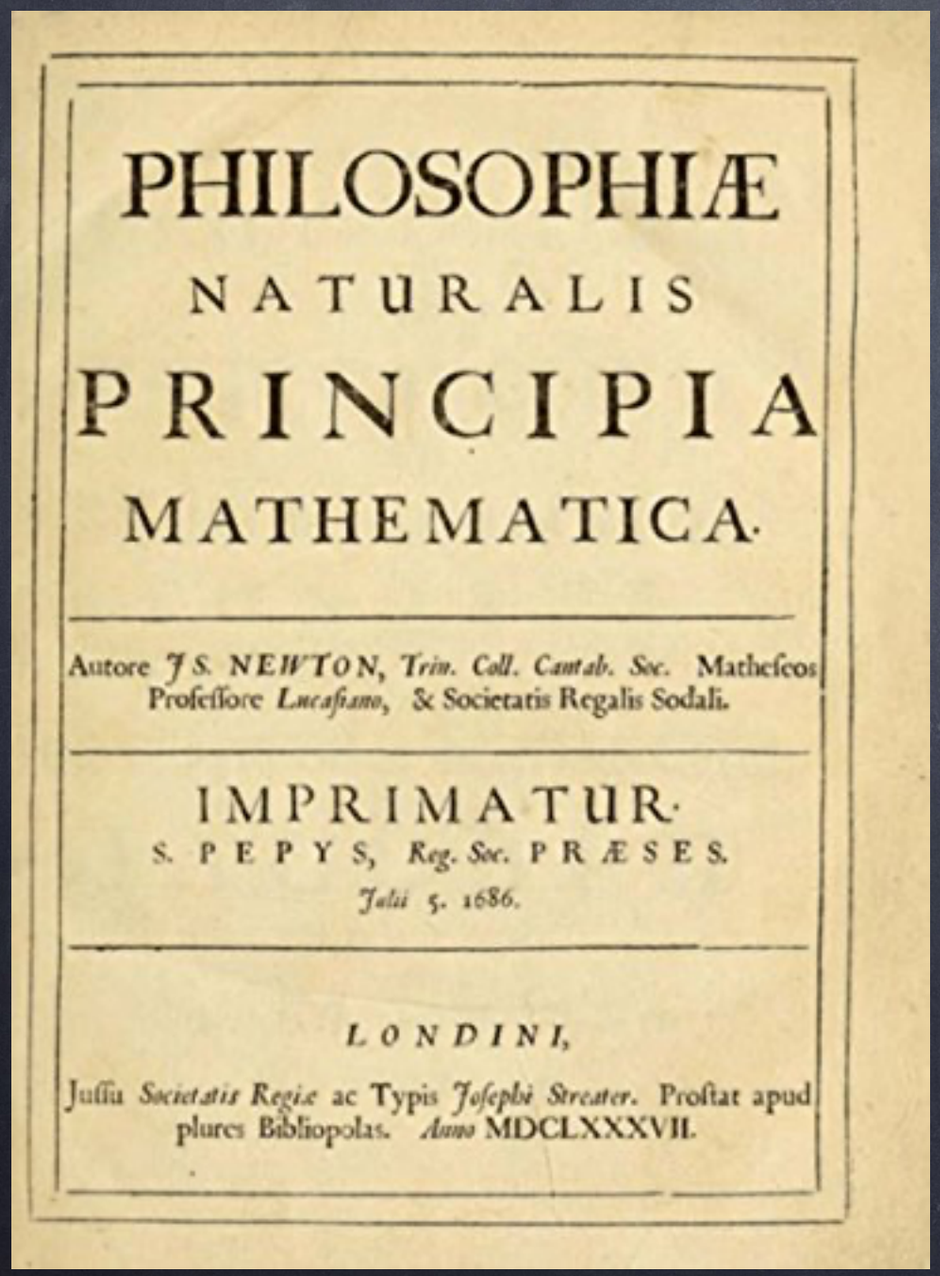
slides by Stefano Germani
stefano.germani@unipg.it

Dinamica del Punto Materiale

- La Meccanica si occupa dello studio del moto dei corpi
- Punto Materiale: corpo dotato di massa ma privo di estensione
- Cinematica: studio del moto del corpo (indipendentemente dalle cause)
- Dinamica: studio delle cause del moto

Newton

1687



PHILOSOPHIÆ
NATURALIS
PRINCIPIA
MATHEMATICA.

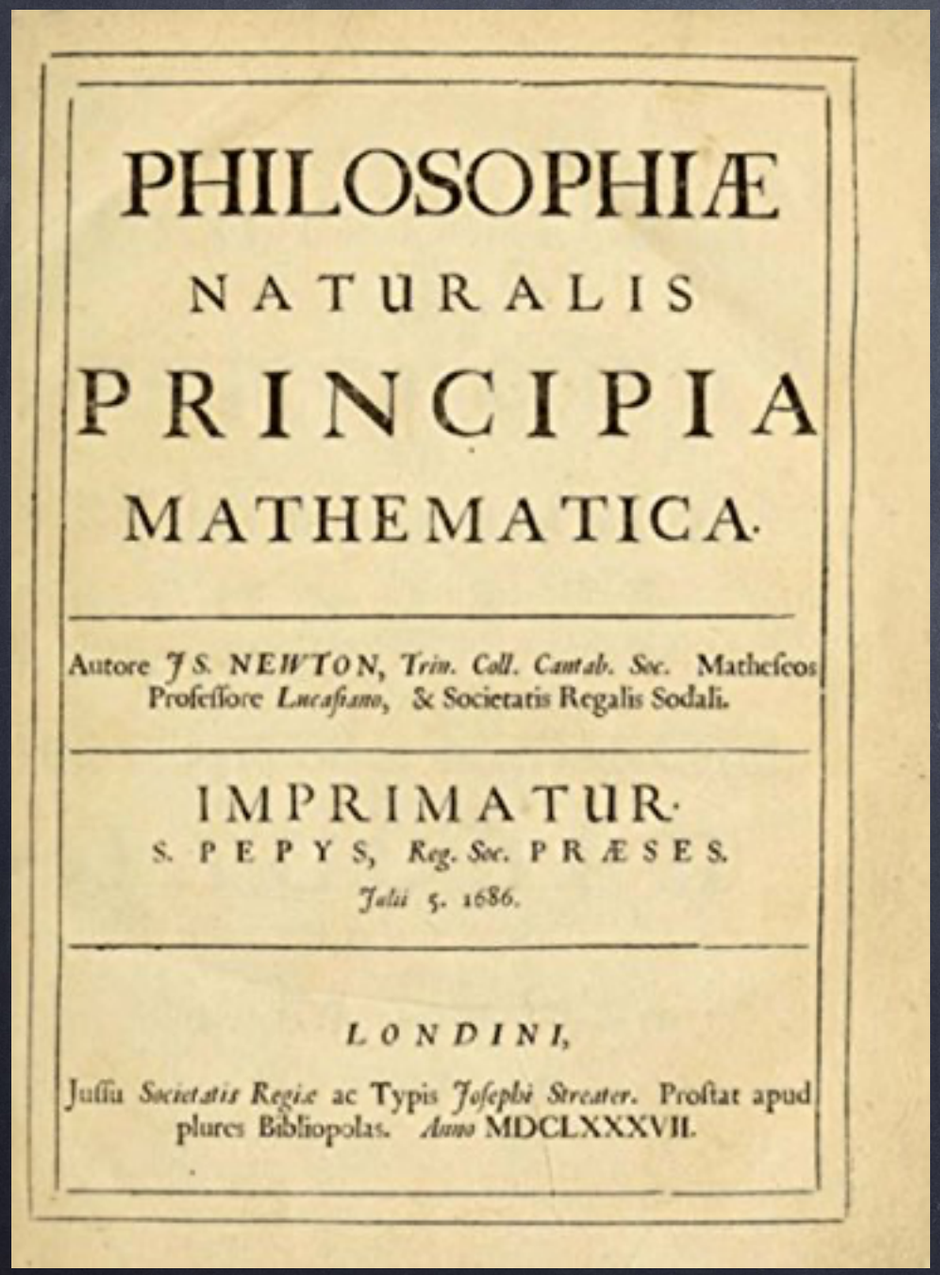
Autore *JS. NEWTON*, *Trin. Coll. Cantab. Soc.* Matheseos Professore *Lucasiano*, & Societatis Regalis Sodali.

IMPRIMATUR.
S. PEPYS, *Reg. Soc.* PRÆSES.
Julii 5. 1686.

LONDINI,
Jussu *Societatis Regiæ* ac Typis *Josephi Streater*. Prostat apud plures Bibliopolas. *Anno* MDCLXXXVII.

Newton

1687



PHILOSOPHIÆ
NATURALIS
PRINCIPIA
MATHEMATICA.

Autore *JS. NEWTON*, *Trin. Coll. Cantab. Soc.* Matheſeos Profeſſore *Lucaſiano*, & Societatis Regalis Sodali.

IMPRIMATUR.
S. PEPYS, *Reg. Soc.* PRÆSES.
Julii 5. 1686.

LONDINI,
Juſſu *Societatis Regiæ* ac Typis *Joſephi Streater*. Proſtat apud plures Bibliopolas. *Anno* MDCLXXXVII.

- Metodo induttivo - deduttivo
- Utilizzo Matematica
  - Introduzione Calcolo Infinitesimale
- Spazio, Tempo, Massa, Forza

Prima Legge di Newton

Corrisponde al Principio di Inerzia introdotto da Galileo

Prima Legge di Newton

Corrisponde al Principio di Inerzia introdotto da Galileo

Ogni corpo non sottoposto ad azioni esterne persiste nel suo stato di quiete o di moto rettilineo uniforme

Prima Legge di Newton

Corrisponde al Principio di Inerzia introdotto da Galileo

Ogni corpo non sottoposto ad azioni esterne persiste nel suo stato di quiete o di moto rettilineo uniforme

Impossibile da osservare sulla Terra (attrito)

Prima Legge di Newton

Corrisponde al Principio di Inerzia introdotto da Galileo

Ogni corpo non sottoposto ad azioni esterne persiste nel suo stato di quiete o di moto rettilineo uniforme

Impossibile da osservare sulla Terra (attrito)

Inerzia: resistenza esercitata da un corpo ad ogni cambiamento al suo stato di quiete o di moto r. u.

Prima Legge di Newton

Corrisponde al Principio di Inerzia introdotto da Galileo

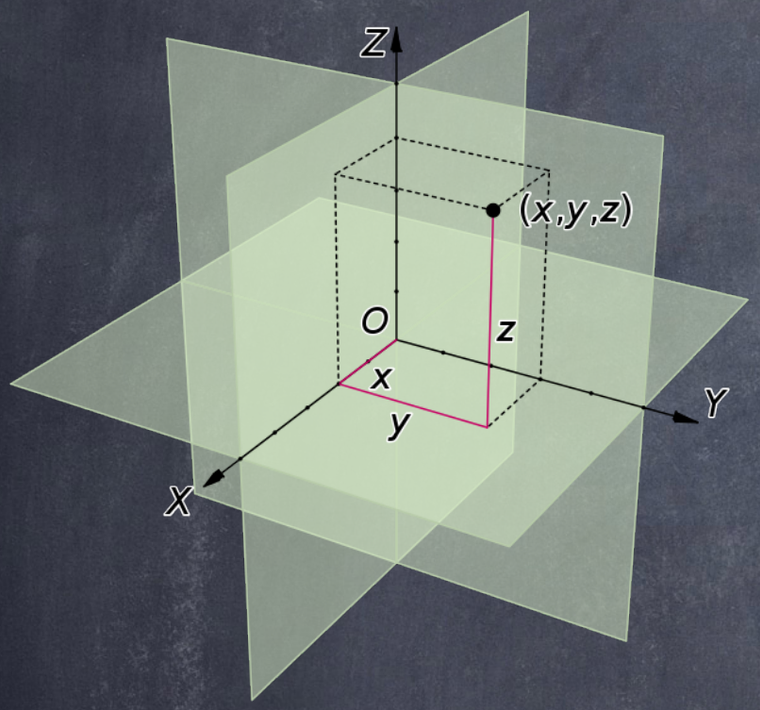
Ogni corpo non sottoposto ad azioni esterne persiste nel suo stato di quiete o di moto rettilineo uniforme

Impossibile da osservare sulla Terra (attrito)

Inerzia: resistenza esercitata da un corpo ad ogni cambiamento al suo stato di quiete o di moto r. u.

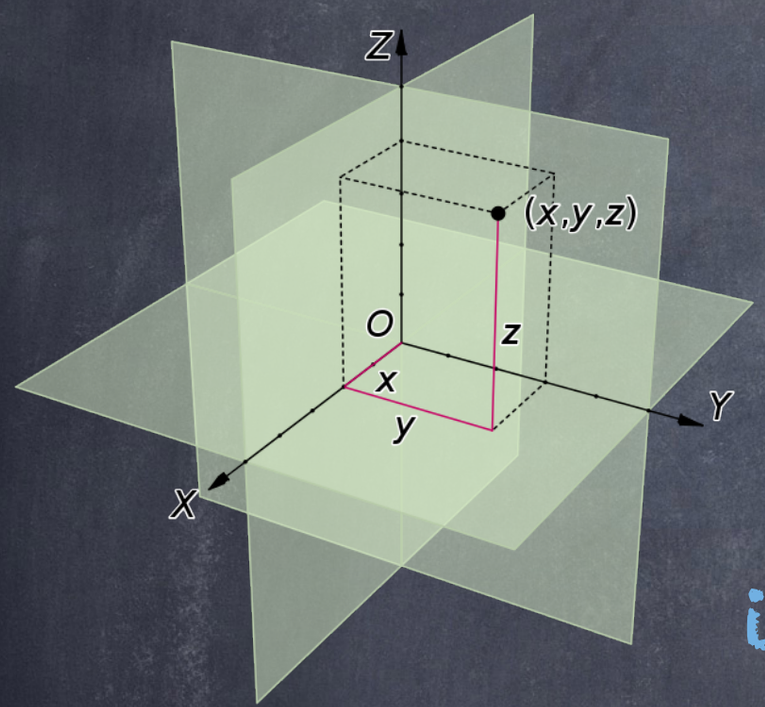
Il moto r. u. diventa uno stato che puo' esistere senza intervento esterno
(contrariamente a quanto sostenuto da Aristotele!)

Sistemi di Riferimento Inerziali



Occorre Specificare un Sistema di Riferimento

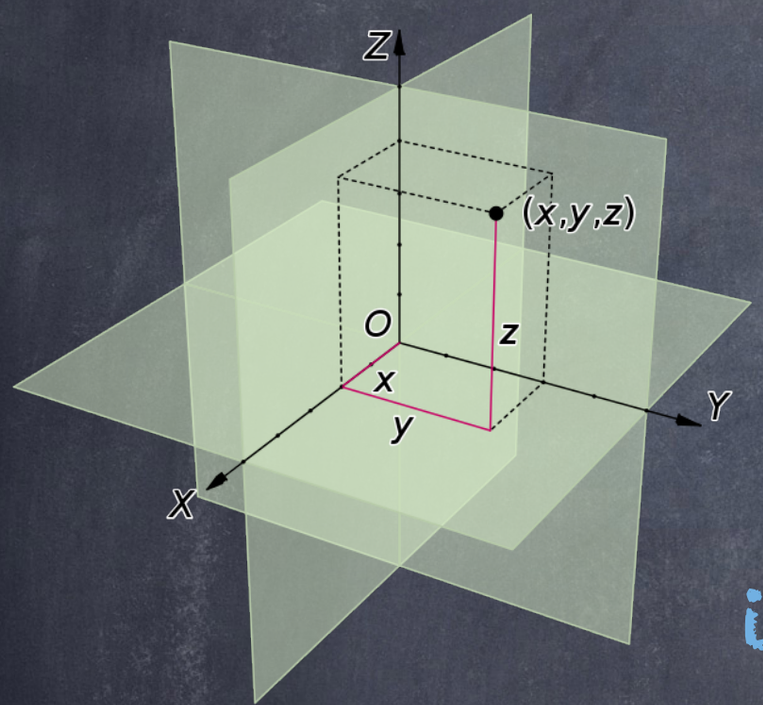
Sistemi di Riferimento Inerziali



Occorre Specificare un Sistema di Riferimento

Un Sistema di Riferimento e' inerziale se vale la Prima Legge di Newton

Sistemi di Riferimento Inerziali

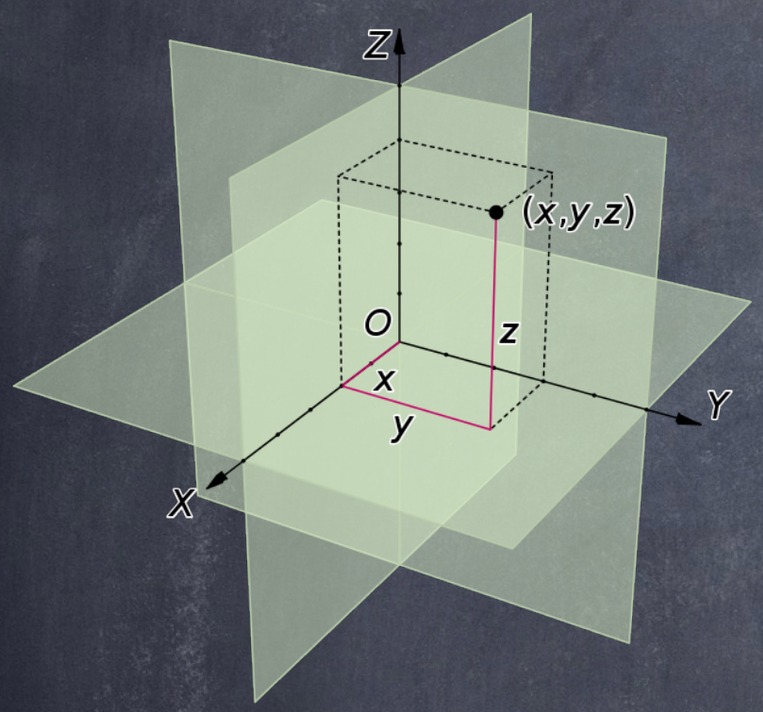


Occorre Specificare un Sistema di Riferimento

Un Sistema di Riferimento e' inerziale se vale la Prima Legge di Newton

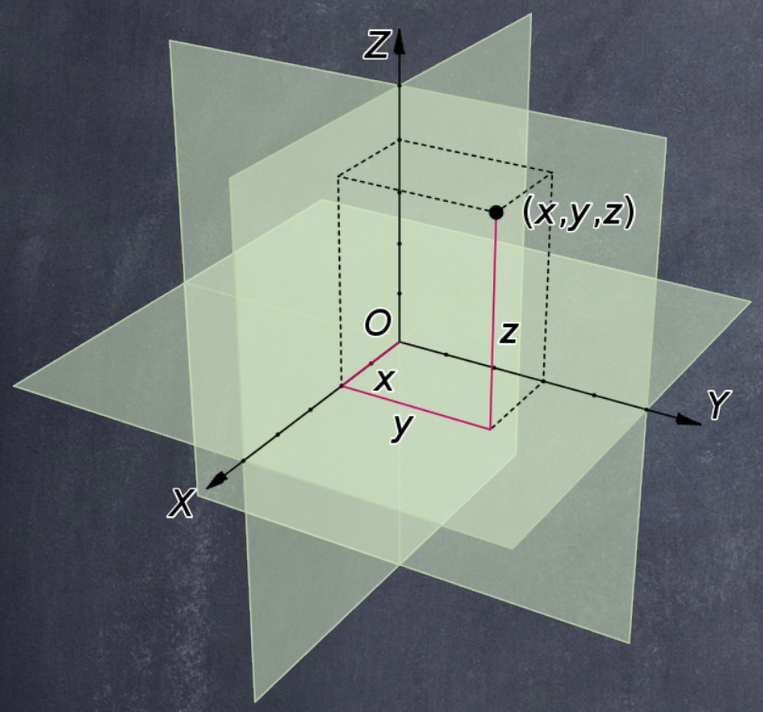
Non tutti i Sistemi di Riferimento sono inerziali (es. Sistema in Rotazione)

Sistemi di Riferimento Inerziali



Tutti i Sistemi di Riferimento in moto rettilineo uniforme rispetto ad un Sistema Inerziale sono anch'essi Inerziali

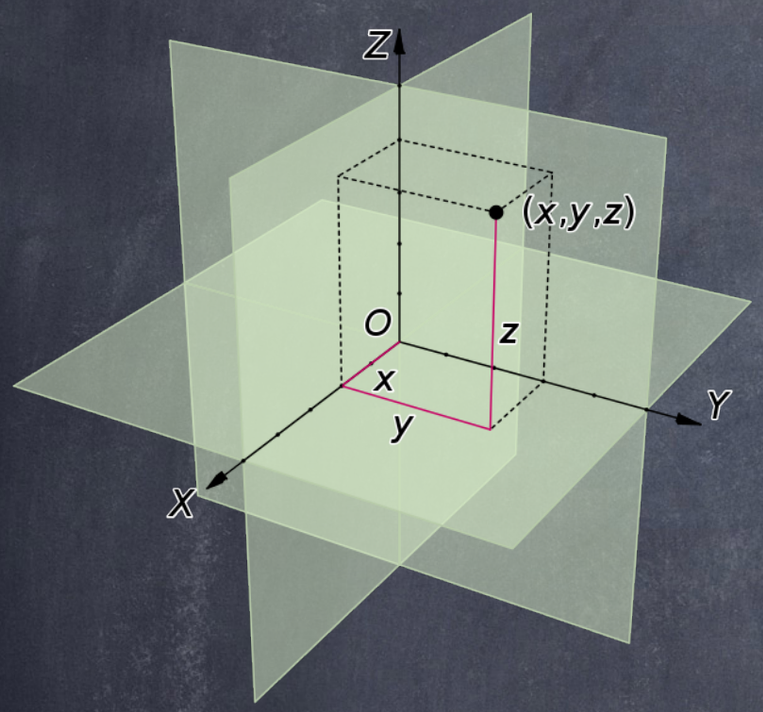
Sistemi di Riferimento Inerziali



Tutti i Sistemi di Riferimento in moto rettilineo uniforme rispetto ad nun Sistema Inerziale sono anch'essi Inerziali

Il passaggio da un Sistema di Riferimento Inerziale ad un altro avviene tramite le Trasformazioni di Galileo

Sistemi di Riferimento Inerziali



Tutti i Sistemi di Riferimento in moto rettilineo uniforme rispetto ad nun Sistema Inerziale sono anch'essi Inerziali

Il passaggio da un Sistema di Riferimento Inerziale ad un altro avviene tramite le Trasformazioni di Galileo

Moto relativo

Sistemi di Riferimento Inerziali

Una scelta di Sistema Inerziale puo' essere la Terra
(Trascurando i moti Rotazione e Rivoluzione)

Sistemi di Riferimento Inerziali

Una scelta di Sistema Inerziale puo' essere la Terra
(Trascurando i moti Rotazione e Rivoluzione)

Orbita Terrestre: $T_s = 365.25\ d,\ R_s = 149.6 \cdot 10^6\ km$

Sistemi di Riferimento Inerziali

Una scelta di Sistema Inerziale puo' essere la Terra
(Trascurando i moti Rotazione e Rivoluzione)

Orbita Terrestre: $T_s = 365.25\ d,\ R_s = 149.6 \cdot 10^6\ km$

$T_s = 365.25 \cdot 24 \cdot 3600\ s = 31557600\ s \quad R_s = 149.6 \cdot 10^6 \cdot 10^3\ m = 149.6 \cdot 10^9\ m$

$$\omega_s = \frac{2\pi}{T_s} = 2 \cdot 10^{-7}\ rad/s$$

Sistemi di Riferimento Inerziali

Una scelta di Sistema Inerziale puo' essere la Terra
(Trascurando i moti Rotazione e Rivoluzione)

Orbita Terrestre: $T_s = 365.25\ d,\ R_s = 149.6 \cdot 10^6\ km$

$T_s = 365.25 \cdot 24 \cdot 3600\ s = 31557600\ s \quad R_s = 149.6 \cdot 10^6 \cdot 10^3\ m = 149.6 \cdot 10^9\ m$

$$\omega_s = \frac{2\pi}{T_s} = 2 \cdot 10^{-7}\ rad/s$$

Accelerazione Centripeta: $a_s = \omega_s^2 R_s = 0.0059\ m/s^2$

Sistemi di Riferimento Inerziali

Una scelta di Sistema Inerziale puo' essere la Terra
(Trascurando i moti Rotazione e Rivoluzione)

Rotazione Terrestre: $T_T = 24\ h,\ R_T = 6370 km$

Sistemi di Riferimento Inerziali

Una scelta di Sistema Inerziale puo' essere la Terra
(Trascurando i moti Rotazione e Rivoluzione)

Rotazione Terrestre: $T_T = 24\ h,\ R_T = 6370 km$

$$T_T = 24 \cdot 3600\ s = 86400\ s$$

$$R_T = 6370 \cdot 10^3\ m = 6.37 \cdot 10^6\ m$$

$$\omega_T = \frac{2\pi}{T_T} = 7.27 \cdot 10^{-5}\ rad/s$$

Sistemi di Riferimento Inerziali

Una scelta di Sistema Inerziale puo' essere la Terra
(Trascurando i moti Rotazione e Rivoluzione)

Rotazione Terrestre: $T_T = 24\ h,\ R_T = 6370 km$

$T_T = 24 \cdot 3600\ s = 86400\ s$

$R_T = 6370 \cdot 10^3\ m = 6.37 \cdot 10^6\ m$

$$\omega_T = \frac{2\pi}{T_T} = 7.27 \cdot 10^{-5}\ rad/s$$

Accelerazione Centripeta: $a_T = \omega_T^2 R_T = 0.034\ m/s^2$

Sistemi di Riferimento Inerziali

Una scelta di Sistema Inerziale puo' essere la Terra
(Trascurando i moti Rotazione e Rivoluzione)

$$g = 9.81\ m/s^2$$

Sistemi di Riferimento Inerziali

Una scelta di Sistema Inerziale puo' essere la Terra
(Trascurando i moti Rotazione e Rivoluzione)

$$g = 9.81\ m/s^2$$

$$a_s = \omega_s^2 R_s = 0.0059\ m/s^2$$

Sistemi di Riferimento Inerziali

Una scelta di Sistema Inerziale puo' essere la Terra
(Trascurando i moti Rotazione e Rivoluzione)

$$g = 9.81\ m/s^2$$

$$a_s = \omega_s^2 R_s = 0.0059\ m/s^2 \qquad = \frac{g}{1660}$$

Sistemi di Riferimento Inerziali

Una scelta di Sistema Inerziale puo' essere la Terra
(Trascurando i moti Rotazione e Rivoluzione)

$$g = 9.81\ m/s^2$$

$$a_s = \omega_s^2 R_s = 0.0059\ m/s^2 \qquad = \frac{g}{1660}$$

$$a_T = \omega_T^2 R_T = 0.034\ m/s^2$$

Sistemi di Riferimento Inerziali

Una scelta di Sistema Inerziale puo' essere la Terra
(Trascurando i moti Rotazione e Rivoluzione)

$$g = 9.81\ m/s^2$$

$$a_s = \omega_s^2 R_s = 0.0059\ m/s^2 \qquad = \frac{g}{1660}$$

$$a_T = \omega_T^2 R_T = 0.034\ m/s^2 \qquad = \frac{g}{290}$$

Sistemi di Riferimento Inerziali

L'effetto della Rotazione Terrestre non e' trascurabile per moti di dimensioni paragonabili al Raggio Terrestre

Le Forze

Forza: grandezza che esprime interazione tra sistemi fisici

Le Forze

Forza: grandezza che esprime interazione tra sistemi fisici

Newton: e' presente una forza applicata ad un corpo tutte le volte che il corpo varia la sua velocita' (accelerazione non nulla)

Le Forze

Forza: grandezza che esprime interazione tra sistemi fisici

Newton: e' presente una forza applicata ad un corpo tutte le volte che il corpo varia la sua velocita' (accelerazione non nulla)

Una Forza e' legata all'accelerazione che produce: Grandezza Vettoriale

Le Forze

Forza: grandezza che esprime interazione tra sistemi fisici

Newton: e' presente una forza applicata ad un corpo tutte le volte che il corpo varia la sua velocita' (accelerazione non nulla)

Una Forza e' legata all'accelerazione che produce: Grandezza Vettoriale

La composizione di piu' Forze avviene come somma tra vettori (legge del parallelogramma)

Forze Fondamentali

Esistono 4 Forze (o Interazioni) Fondamentali:

- Gravitazionale
- Elettromagnetica
- Nucleare Forte
- Nucleare Debole

La Massa

Massa: accelerazioni diverse in corpi diversi

La Massa

Massa: accelerazioni diverse in corpi diversi

Newton: la massa corrisponde alla quantita' di materia in un corpo

La Massa

Massa: accelerazioni diverse in corpi diversi

Newton: la massa corrisponde alla quantita' di materia in un corpo

la massa misura l'inerzia di un corpo [kg]

La Massa

Massa: accelerazioni diverse in corpi diversi

Newton: la massa corrisponde alla quantita' di materia in un corpo

la massa misura l'inerzia di un corpo [kg]

La massa non varia con la posizione o lo stato di moto

La Massa

Massa: accelerazioni diverse in corpi diversi

Newton: la massa corrisponde alla quantita' di materia in un corpo

la massa misura l'inerzia di un corpo [kg]

La massa non varia con la posizione o lo stato di moto

Microscopicamente la massa dipende dalla quantità e dal tipo di atomi che compongono il corpo

Seconda Legge di Newton

La somma di tutte le forze agenti su di un corpo e' uguale al prodotto della massa per l'accelerazione del corpo

$$\Sigma_i \bar{F}_i = m\,\bar{a} \qquad \left[kg\,\frac{m}{s^2}\right] = [N]$$

Seconda Legge di Newton

La somma di tutte le forze agenti su di un corpo e' uguale al prodotto della massa per l'accelerazione del corpo

$$\Sigma_i \bar{F}_i = m\ \bar{a} \qquad \left[kg\ \frac{m}{s^2}\right] = [N]$$

$$\Sigma_i F_{x_i} = m\ a_{x_i}$$

Seconda Legge di Newton

La somma di tutte le forze agenti su di un corpo e' uguale al prodotto della massa per l'accelerazione del corpo

$$\Sigma_i \bar{F}_i = m\,\bar{a} \qquad \left[kg\,\frac{m}{s^2}\right] = [N]$$

$$\Sigma_i F_{x_i} = m\,a_{x_i} \qquad = m\frac{dv_{x_i}}{dt} = m\frac{d^2x}{dt^2}$$

Seconda Legge di Newton

La somma di tutte le forze agenti su di un corpo e' uguale al prodotto della massa per l'accelerazione del corpo

$$\Sigma_i \bar{F}_i = m\,\bar{a} \qquad \left[kg\,\frac{m}{s^2}\right] = [N]$$

$$\Sigma_i F_{x_i} = m\,a_{x_i} \qquad = m\frac{dv_{x_i}}{dt} = m\frac{d^2x}{dt^2}$$

$$\Sigma_i F_{y_i} = m\,a_{y_i}$$

$$\Sigma_i F_{z_i} = m\,a_{z_i}$$

Seconda Legge di Newton

La somma di tutte le forze agenti su di un corpo e' uguale al prodotto della massa per l'accelerazione del corpo

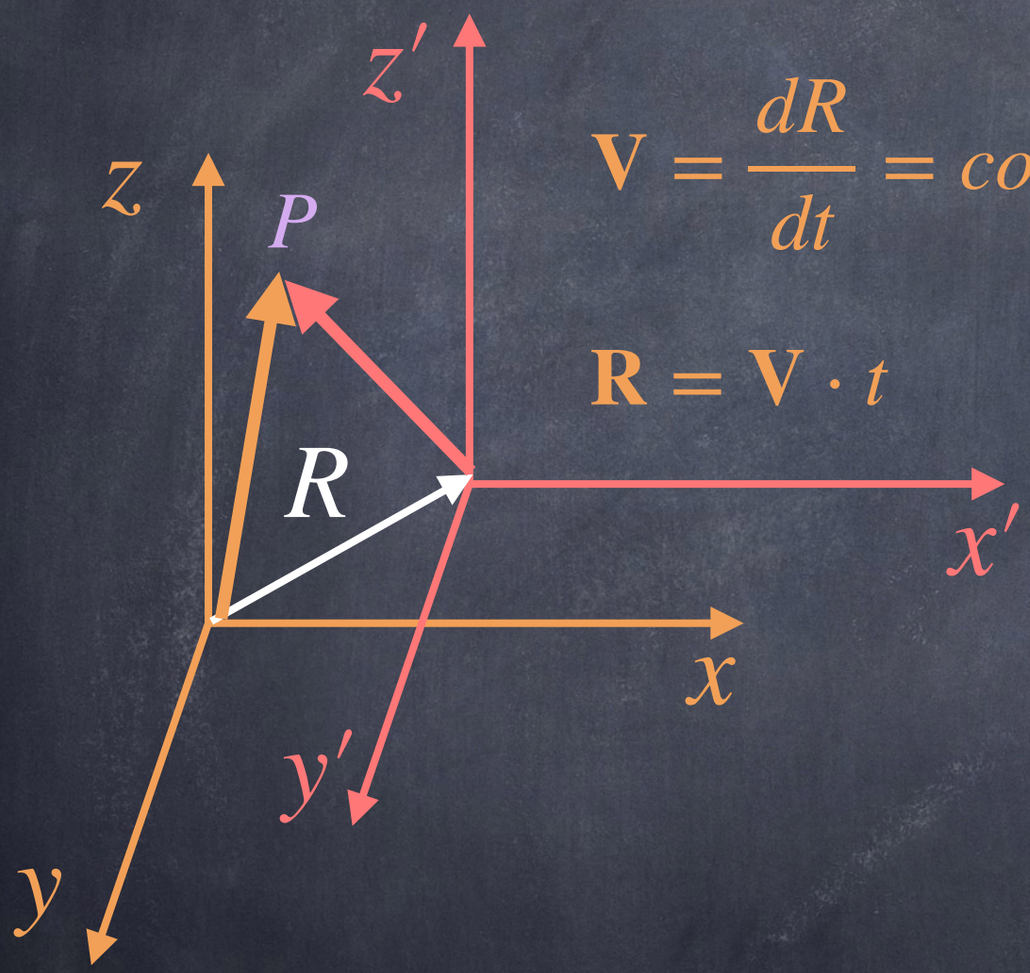
$$\Sigma_i \bar{F}_i = m\,\bar{a} \qquad \left[kg\,\frac{m}{s^2}\right] = [N]$$

$$\Sigma_i F_{x_i} = m\,a_{x_i} \qquad = m\frac{dv_{x_i}}{dt} = m\frac{d^2x}{dt^2}$$

$$\Sigma_i F_{y_i} = m\,a_{y_i} \qquad = m\frac{dv_{y_i}}{dt} = m\frac{d^2y}{dt^2}$$

$$\Sigma_i F_{z_i} = m\,a_{z_i} \qquad = m\frac{dv_{z_i}}{dt} = m\frac{d^2z}{dt^2}$$

Sistemi di Riferimento Inerziali



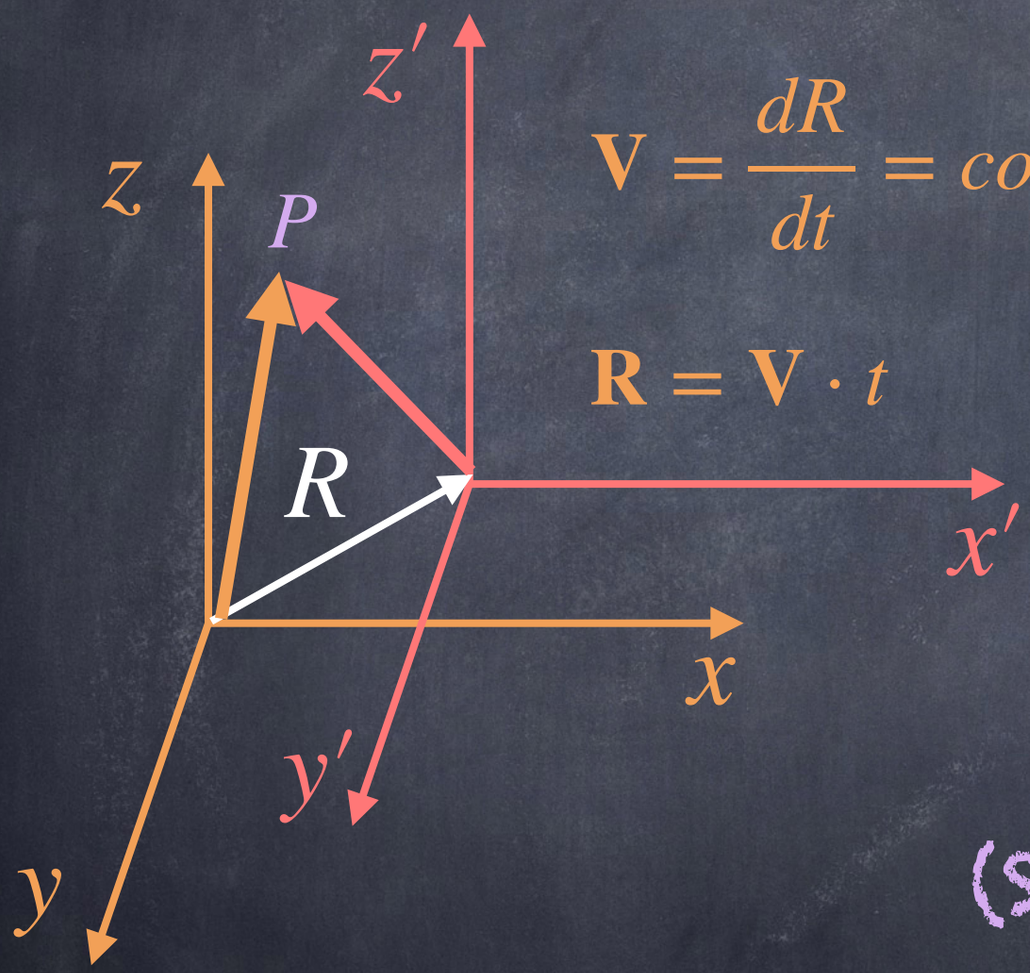
$$\mathbf{V} = \frac{dR}{dt} = cost$$

$$\mathbf{R} = \mathbf{V} \cdot t$$

$$\mathbf{a} = \mathbf{a}'$$

$$\begin{cases} a_x = a'_x \\ a_y = a'_y \\ a_z = a'_z \\ t = t' \end{cases}$$

Sistemi di Riferimento Inerziali



$$\mathbf{V} = \frac{dR}{dt} = cost$$

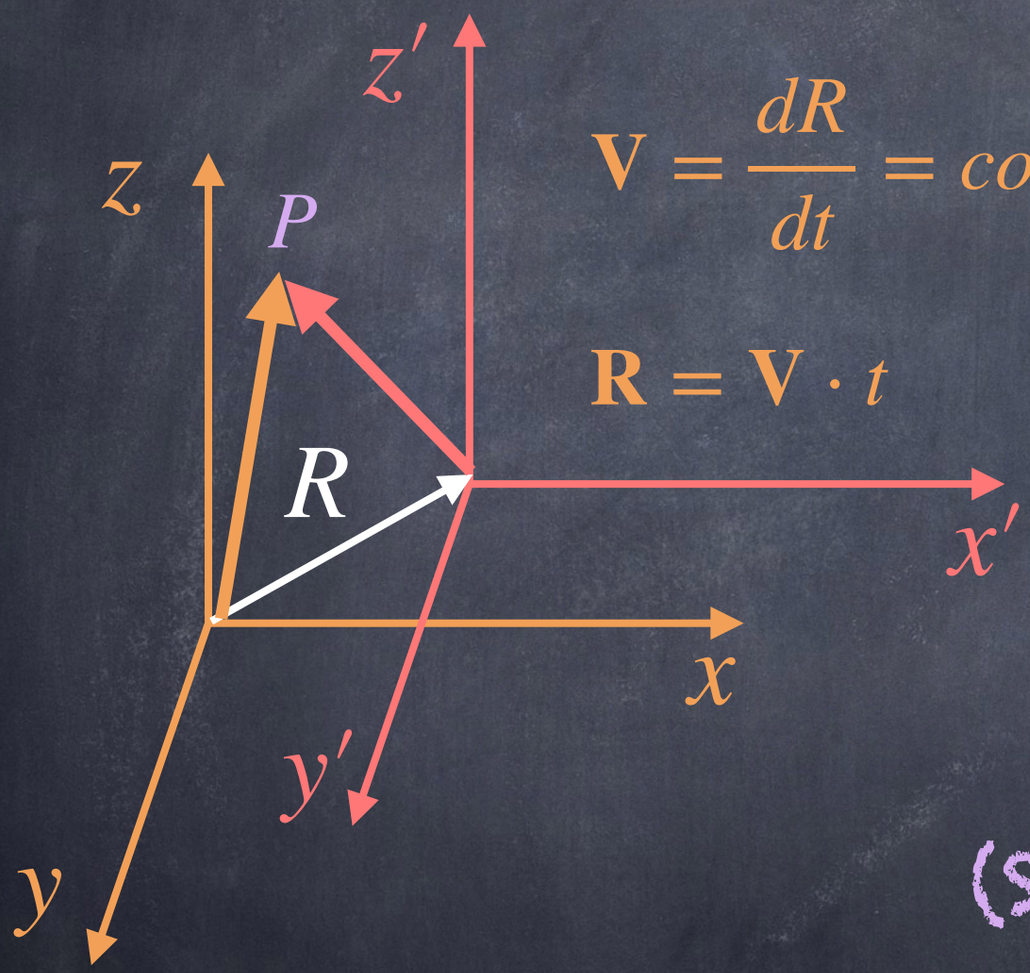
$$\mathbf{R} = \mathbf{V} \cdot t$$

$$\mathbf{a} = \mathbf{a}'$$

$$\begin{cases} a_x = a'_x \\ a_y = a'_y \\ a_z = a'_z \\ t = t' \end{cases}$$

Accelerazione Invariante per Trasformazioni di Galileo (Sistemi di Riferimento Inerziali)

Sistemi di Riferimento Inerziali



$$\mathbf{V} = \frac{dR}{dt} = cost$$

$$\mathbf{R} = \mathbf{V} \cdot t$$

$$\mathbf{a} = \mathbf{a}'$$

$$\begin{cases} a_x = a'_x \\ a_y = a'_y \\ a_z = a'_z \\ t = t' \end{cases}$$

Accelerazione Invariante per Trasformazioni di Galileo (Sistemi di Riferimento Inerziali)

Le leggi di Newton sono valide in Sistemi di Riferimento Inerziali (v << c)

Composizione Forze

Risultante delle Forze → $\bar{F} = \Sigma_i \bar{F}_i$

Composizione Forze

Risultante delle Forze → $\bar{F} = \Sigma_i \bar{F}_i$

$\Sigma_i \bar{F}_i = \mathbf{0}$ → $\dfrac{d\bar{v}}{dt} = \mathbf{0}$ → $\bar{v} = cost$

Moto Rettilineo Uniforme

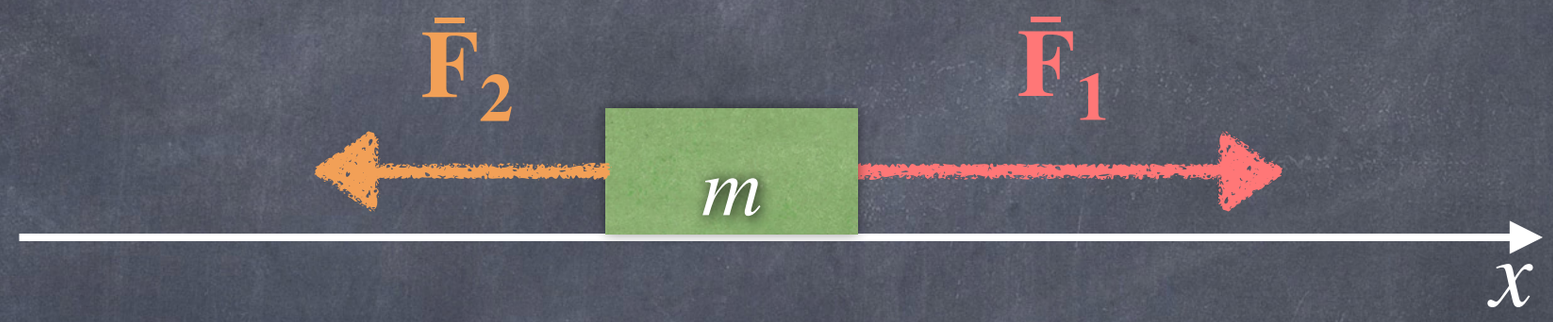
Esercizio

$m = 0.6\ kg$

$\bar{\mathbf{F}}_1 = 8\ N$

$\bar{\mathbf{F}}_2 = 5\ N$

Determinare: $\bar{\mathbf{a}}$



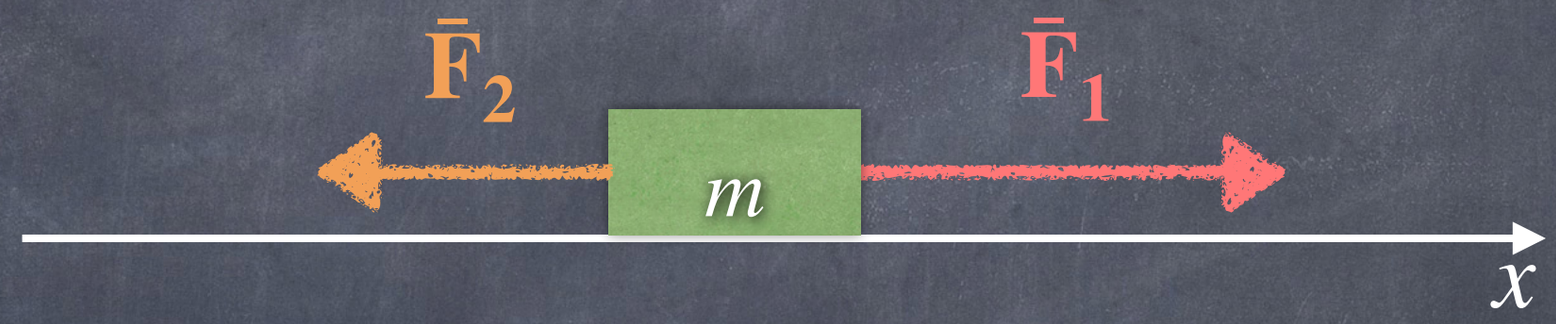
Esercizio

$m = 0.6\ kg$

$\bar{\mathbf{F}}_1 = 8\ N$

$\bar{\mathbf{F}}_2 = 5\ N$

Determinare: $\bar{\mathbf{a}}$



$$\Sigma_i \bar{F}_i = m\ \bar{a}$$

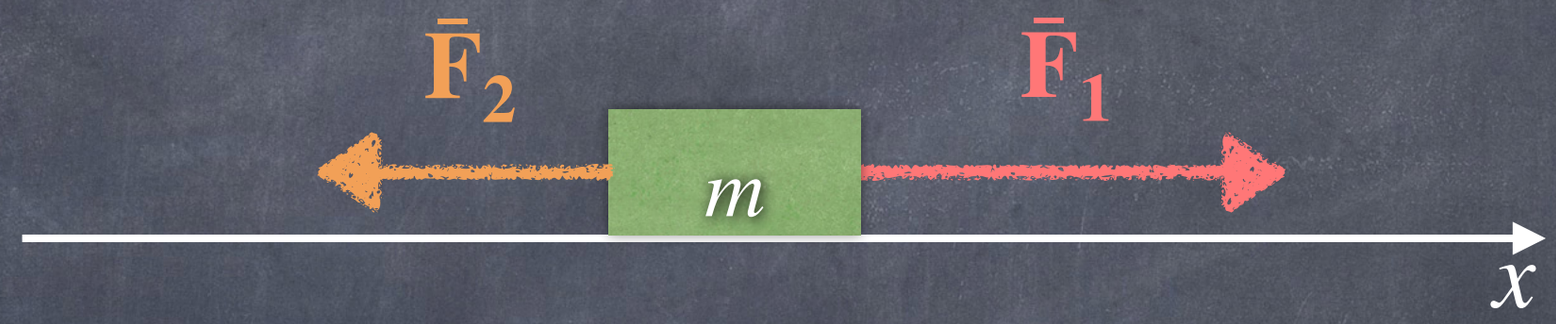
Esercizio

$m = 0.6\ kg$

$\bar{\mathbf{F}}_1 = 8\ N$

$\bar{\mathbf{F}}_2 = 5\ N$

Determinare: $\bar{\mathbf{a}}$



$$\Sigma_i \bar{F}_i = m\ \bar{a}$$

$$\bar{F}_1 + \bar{F}_2 = m\ \bar{a}$$

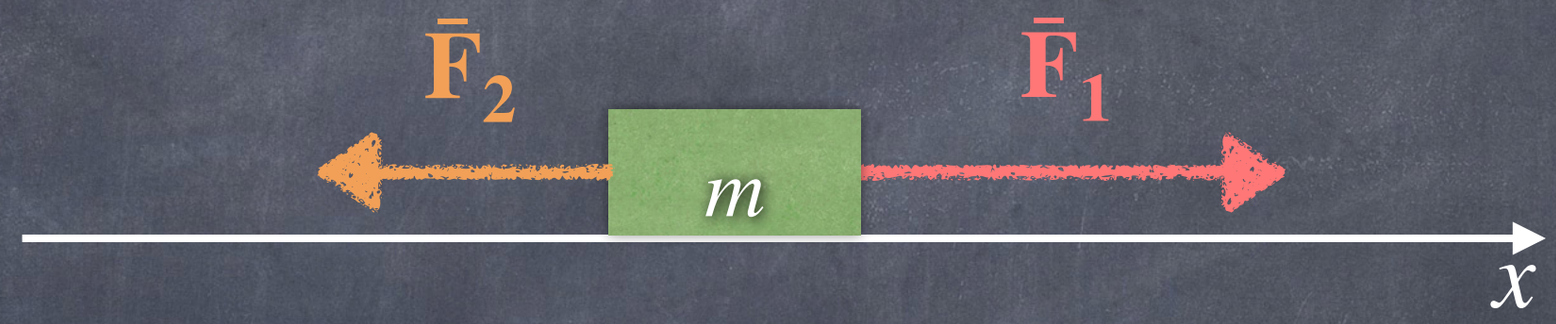
Esercizio

$m = 0.6\ kg$

$\bar{\mathbf{F}}_1 = 8\ N$

$\bar{\mathbf{F}}_2 = 5\ N$

Determinare: $\bar{\mathbf{a}}$



$$\Sigma_i \bar{F}_i = m\ \bar{a}$$

$$\bar{F}_1 + \bar{F}_2 = m\ \bar{a}$$

$F_{1_x} = 8\ N$

$F_{1_y} = 0$

$F_{1_z} = 0$

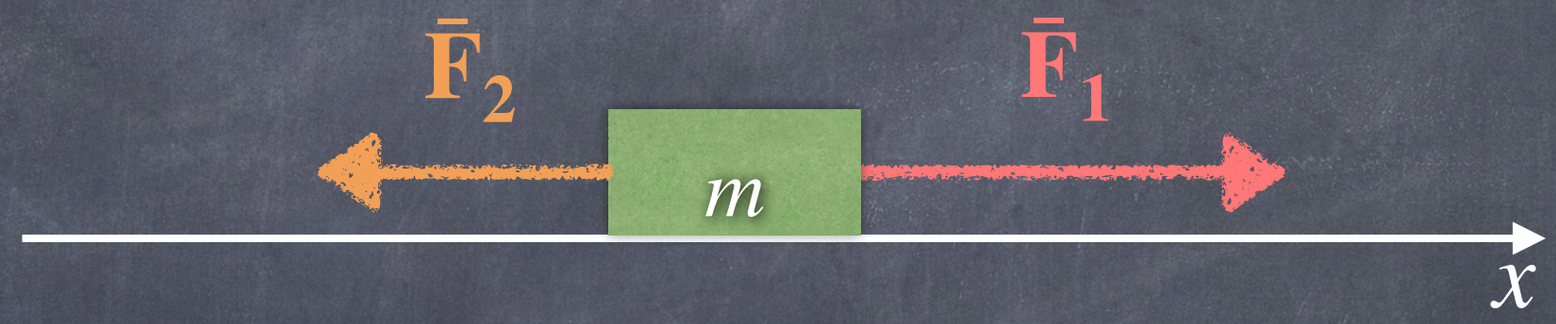
Esercizio

$m = 0.6\ kg$

$\bar{\mathbf{F}}_1 = 8\ N$

$\bar{\mathbf{F}}_2 = 5\ N$

Determinare: $\bar{\mathbf{a}}$



$$\Sigma_i \bar{F}_i = m\ \bar{a} \qquad \bar{F}_1 + \bar{F}_2 = m\ \bar{a}$$

$F_{1_x} = 8\ N \quad F_{2_x} = -5\ N$

$F_{1_y} = 0 \quad F_{2_y} = 0$

$F_{1_z} = 0 \quad F_{2_z} = 0$

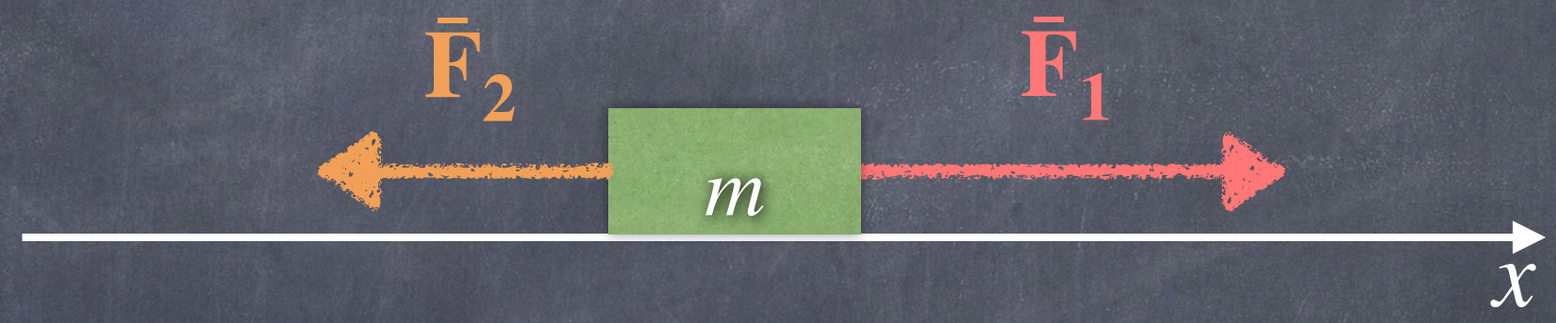
Esercizio

$m = 0.6\ kg$

$\bar{\mathbf{F}}_1 = 8\ N$

$\bar{\mathbf{F}}_2 = 5\ N$

Determinare: $\bar{\mathbf{a}}$



$$\Sigma_i \bar{F}_i = m\ \bar{a} \qquad \bar{F}_1 + \bar{F}_2 = m\ \bar{a}$$

$F_{1_x} = 8\ N \quad F_{2_x} = -5\ N \qquad F_{1_x} + F_{2_x} = ma_x$

$F_{1_y} = 0 \qquad F_{2_y} = 0$

$F_{1_z} = 0 \qquad F_{2_z} = 0$

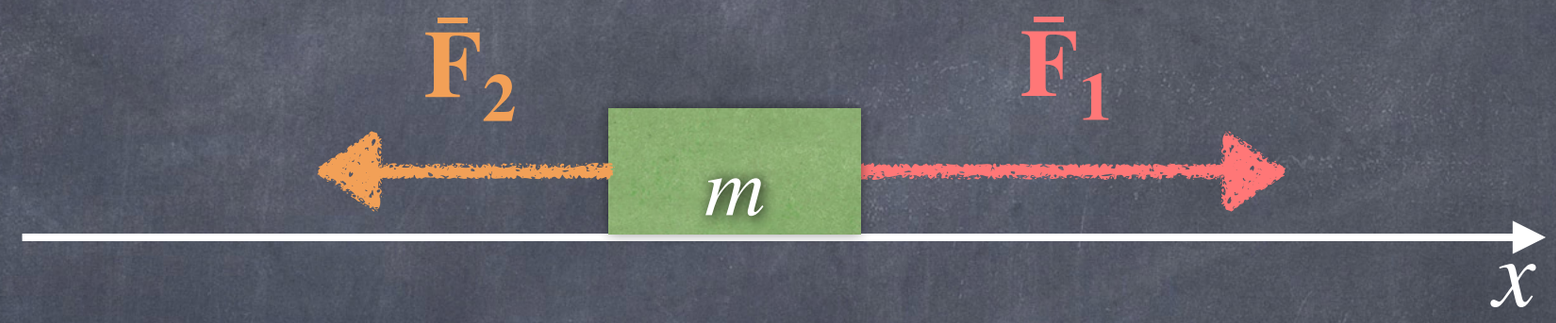
Esercizio

$m = 0.6\ kg$

$\bar{\mathbf{F}}_1 = 8\ N$

$\bar{\mathbf{F}}_2 = 5\ N$

Determinare: $\bar{\mathbf{a}}$



$$\Sigma_i \bar{F}_i = m\ \bar{a} \qquad \bar{F}_1 + \bar{F}_2 = m\ \bar{a}$$

$F_{1_x} = 8\ N \quad F_{2_x} = -5\ N \qquad F_{1_x} + F_{2_x} = m a_x$

$F_{1_y} = 0 \qquad F_{2_y} = 0$

$$a_x = \frac{F_{1_x} + F_{2_x}}{m}$$

$F_{1_z} = 0 \qquad F_{2_z} = 0$

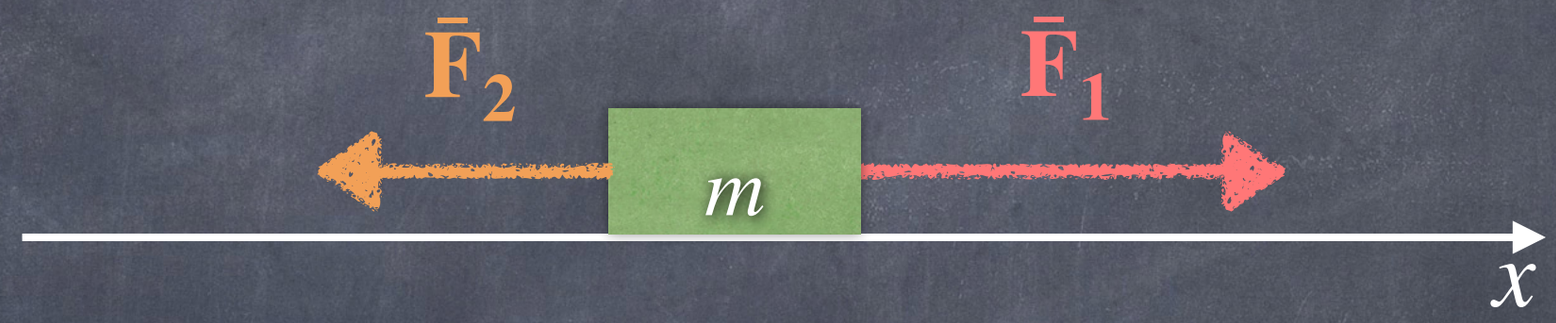
Esercizio

$m = 0.6\ kg$

$\bar{\mathbf{F}}_1 = 8\ N$

$\bar{\mathbf{F}}_2 = 5\ N$

Determinare: $\bar{\mathbf{a}}$



$$\Sigma_i \bar{F}_i = m\ \bar{a} \qquad \bar{F}_1 + \bar{F}_2 = m\ \bar{a}$$

$F_{1_x} = 8\ N \quad F_{2_x} = -5\ N \qquad F_{1_x} + F_{2_x} = m a_x$

$F_{1_y} = 0 \quad F_{2_y} = 0$

$$a_x = \frac{F_{1_x} + F_{2_x}}{m} = \frac{8 - 5\ N}{0.6\ m}$$

$F_{1_z} = 0 \quad F_{2_z} = 0$

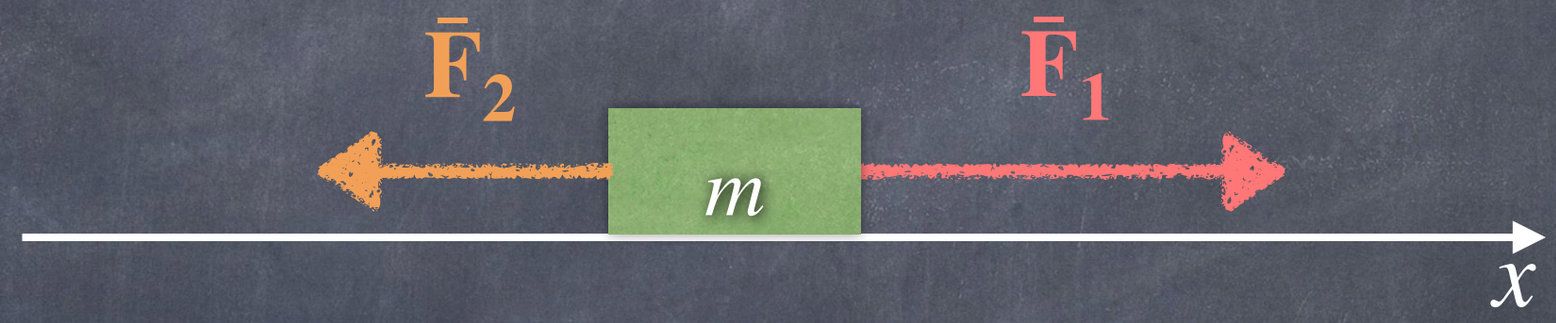
Esercizio

$m = 0.6\ kg$

$\bar{\mathbf{F}}_1 = 8\ N$

$\bar{\mathbf{F}}_2 = 5\ N$

Determinare: $\bar{\mathbf{a}}$



$$\Sigma_i \bar{F}_i = m\ \bar{a} \qquad \bar{F}_1 + \bar{F}_2 = m\ \bar{a}$$

$F_{1_x} = 8\ N \quad F_{2_x} = -5\ N \qquad F_{1_x} + F_{2_x} = m a_x$

$F_{1_y} = 0 \quad F_{2_y} = 0$

$F_{1_z} = 0 \quad F_{2_z} = 0$

$$a_x = \frac{F_{1_x} + F_{2_x}}{m} = \frac{8 - 5\ N}{0.6\ m} = 5\ kg\ \frac{m}{s^2}\frac{1}{kg}$$

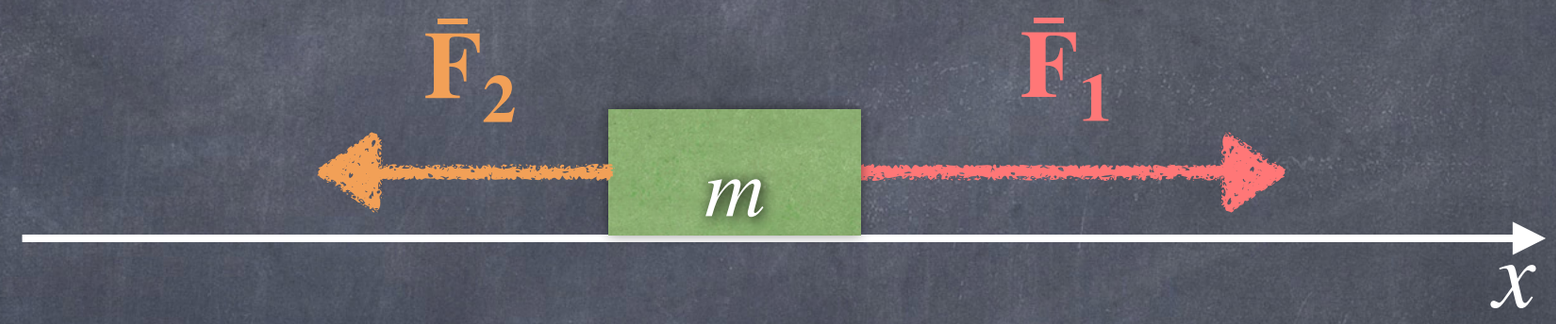
Esercizio

$m = 0.6\ kg$

$\bar{\mathbf{F}}_1 = 8\ N$

$\bar{\mathbf{F}}_2 = 5\ N$

Determinare: $\bar{\mathbf{a}}$



$$\Sigma_i \bar{F}_i = m\ \bar{a} \qquad \bar{F}_1 + \bar{F}_2 = m\ \bar{a}$$

$F_{1_x} = 8\ N \quad F_{2_x} = -5\ N \qquad F_{1_x} + F_{2_x} = ma_x$

$F_{1_y} = 0 \qquad F_{2_y} = 0$

$F_{1_z} = 0 \qquad F_{2_z} = 0$

$$a_x = \frac{F_{1_x} + F_{2_x}}{m} = \frac{8 - 5\ N}{0.6\ m} = 5\ kg\ \frac{m}{s^2}\frac{1}{kg} = 5\ \frac{m}{s^2}$$

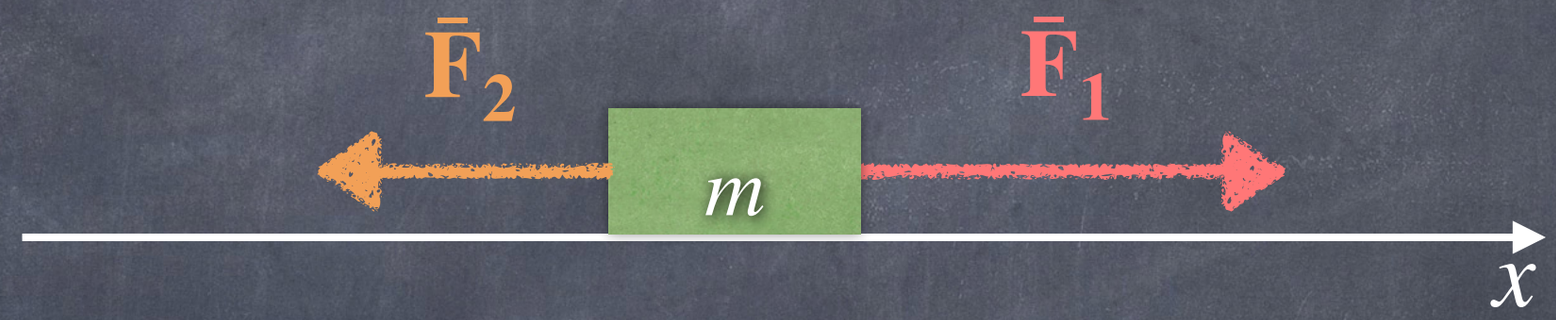
Esercizio

$m = 0.6\ kg$

$\bar{F}_1 = 8\ N$

$\bar{F}_2 = 5\ N$

Determinare: $\bar{a}$



$$\Sigma_i \bar{F}_i = m\,\bar{a} \qquad \bar{F}_1 + \bar{F}_2 = m\,\bar{a}$$

$F_{1_x} = 8\ N \quad F_{2_x} = -5\ N \qquad F_{1_x} + F_{2_x} = m a_x$

$F_{1_y} = 0 \quad F_{2_y} = 0$

$F_{1_z} = 0 \quad F_{2_z} = 0$

$$a_x = \frac{F_{1_x} + F_{2_x}}{m} = \frac{8 - 5\ N}{0.6\ m} = 5\ kg\ \frac{m}{s^2}\frac{1}{kg} = 5\ \frac{m}{s^2}$$

$$\bar{a} = \left(5\frac{m}{s^2}\right)\hat{i}$$

Quantita' di Moto

Quantita' di Moto → $\bar{p} = m\,\bar{v}$

Quantita' di Modo

Quantita' di Moto → $\bar{p} = m\,\bar{v}$

$\bar{F} = \Sigma_i \bar{F}_i$

Quantita' di Modo

Quantita' di Moto → $\bar{p} = m\,\bar{v}$

$$\bar{F} = \Sigma_i \bar{F}_i \qquad \bar{F} = \frac{d\bar{p}}{dt} = m\,\frac{d\bar{v}}{dt}$$

Quantita' di Modo

Quantita' di Moto → $\bar{p} = m\,\bar{v}$

$$\bar{F} = \Sigma_i \bar{F}_i \qquad \bar{F} = \frac{d\bar{p}}{dt} = m\,\frac{d\bar{v}}{dt}$$

$$\bar{F}dt = m d\bar{v} \qquad \int_{t1}^{t_2} \bar{F}dt = \int_{v_1}^{v_2} m d\bar{v}$$

Quantita' di Modo

Quantita' di Moto -> $\bar{p} = m\,\bar{v}$

$$\bar{F} = \Sigma_i \bar{F}_i \qquad \bar{F} = \frac{d\bar{p}}{dt} = m\,\frac{d\bar{v}}{dt}$$

$$\bar{F}dt = m d\bar{v} \qquad \int_{t1}^{t_2} \bar{F}dt = \int_{v_1}^{v_2} m d\bar{v}$$

Teorema dell'Impulso -> $I = \int_{t1}^{t_2} \bar{F}dt = m\bar{v}_2 - m\bar{v}_1 = \bar{p}_2 - \bar{p}_1$

Forza Gravitazionale

Forza di attrazione verso un altro corpo

Forza Gravitazionale

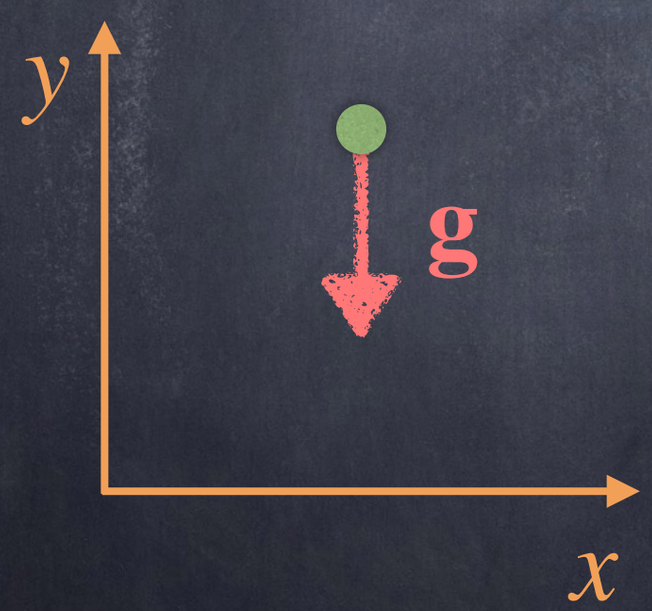
Forza di attrazione verso un altro corpo

Se non altrimenti specificato il secondo corpo e' la Terra

Forza Gravitazionale

Forza di attrazione verso un altro corpo

Se non altrimenti specificato il secondo corpo e' la Terra

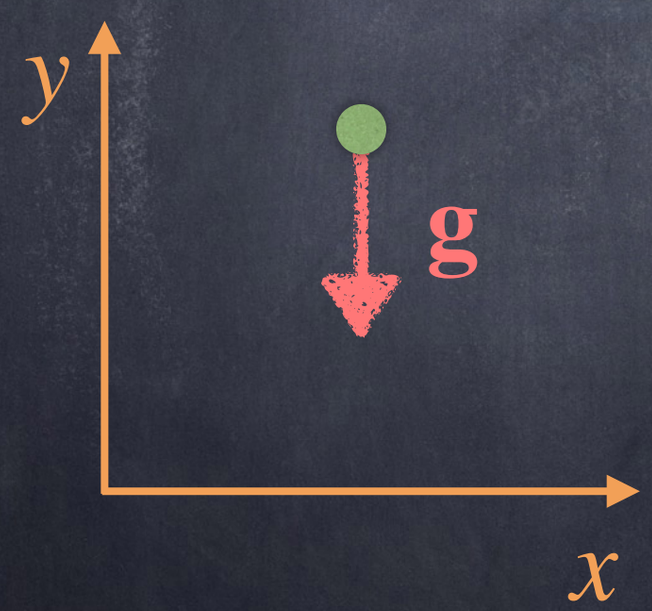


$$\bar{F} = m\,\bar{a} = m\,\bar{g}$$

Forza Gravitazionale

Forza di attrazione verso un altro corpo

Se non altrimenti specificato il secondo corpo e' la Terra



$$\bar{F} = m\,\bar{a} = m\,\bar{g}$$

$$\bar{F}_g = -\,m\,g\,\hat{j}$$

Peso

Peso: modulo della Forza che occorre applicare ad un corpo per bilanciare la forza di gravita'

Forza Peso -> Forza di Gravita'

Peso

Peso: modulo della Forza che occorre applicare ad un corpo per bilanciare la forza di gravita'

Forza Peso -> Forza di Gravita'

Peso ≠ Massa !!!!!!

Peso

Peso: modulo della Forza che occorre applicare ad un corpo per bilanciare la forza di gravita'

Forza Peso → Forza di Gravita'

Peso ≠ Massa !!!!!!

Peso sulla Terra ≠ Peso sulla Luna

Peso

Peso: modulo della Forza che occorre applicare ad un corpo per bilanciare la forza di gravita'

Forza Peso -> Forza di Gravita'

Peso ≠ Massa !!!!!!

Peso sulla Terra ≠ Peso sulla Luna

$m = 1\ kg$

Peso

Peso: modulo della Forza che occorre applicare ad un corpo per bilanciare la forza di gravita'

Forza Peso -> Forza di Gravita'

Peso $\neq$ Massa !!!!!!

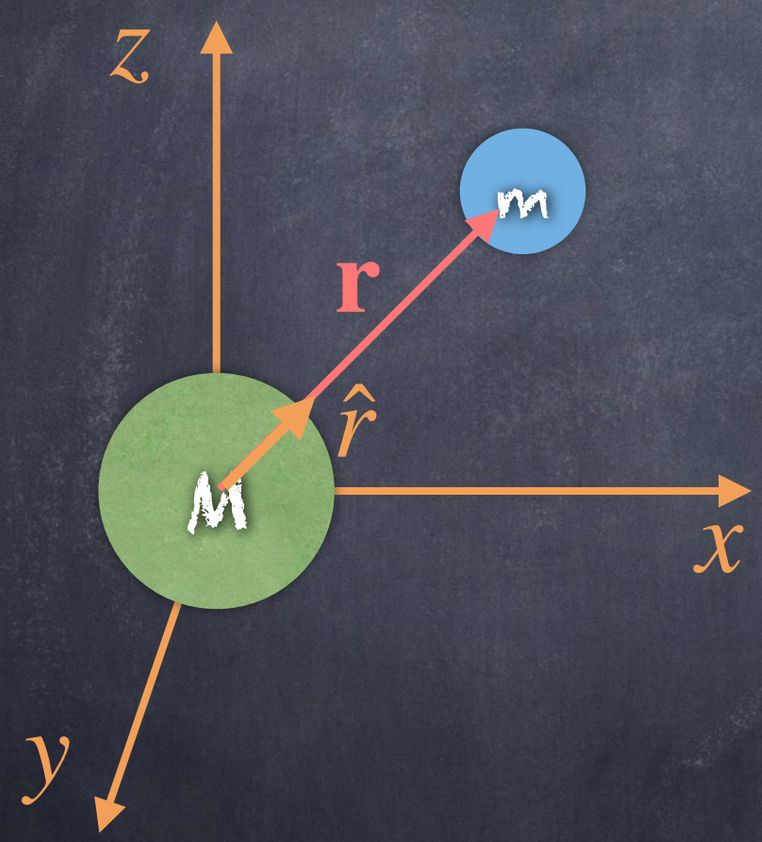
Peso sulla Terra $\neq$ Peso sulla Luna

$m = 1\ kg$

-> Peso sulla Terra $P_T = 9.8\ N$

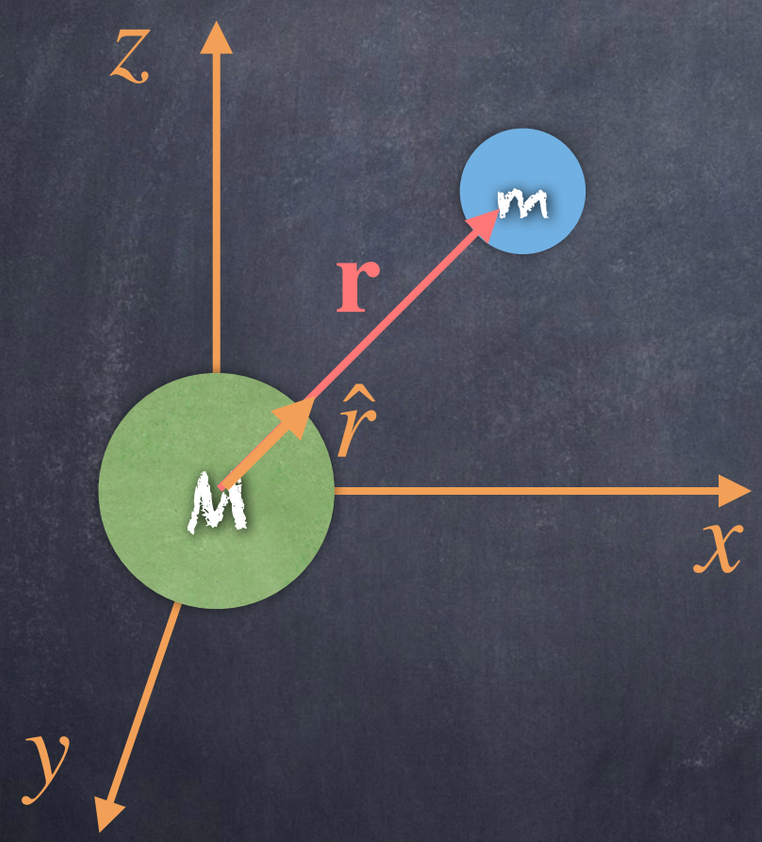
-> Peso sulla Luna $P_L = 1.7\ N$

Forza di Gravitazione Universale



Forza di Gravitazione Universale

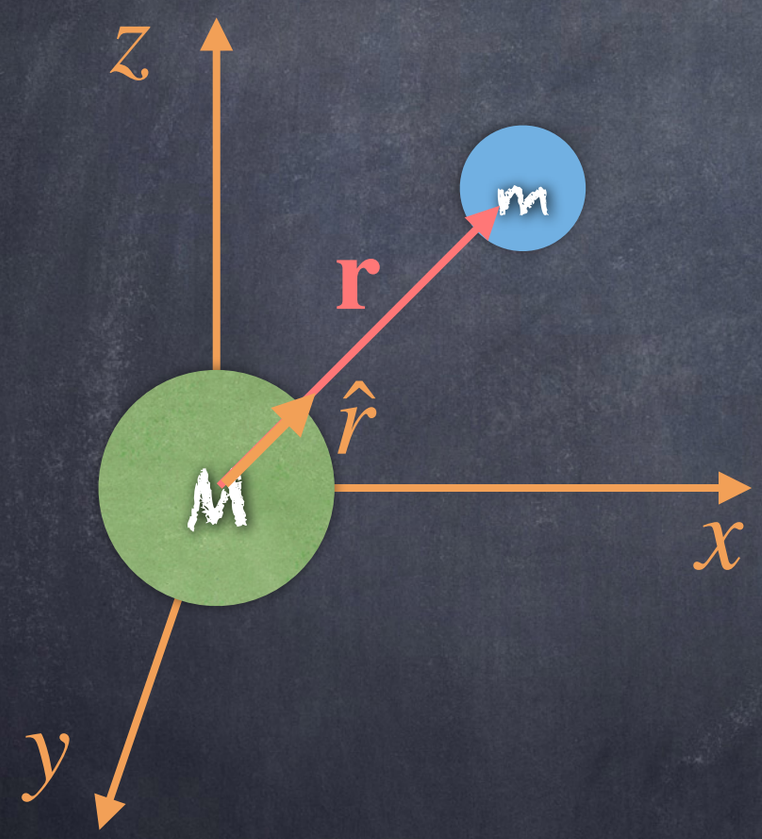
$$\mathbf{F}(\mathbf{r})_m = -\,G\,\frac{M\,m}{r^2}\,\hat{r}$$



Forza di Gravitazione Universale

$$\mathbf{F}(\mathbf{r})_m = \boxed{-} G \frac{M\,m}{r^2}\,\hat{r}$$

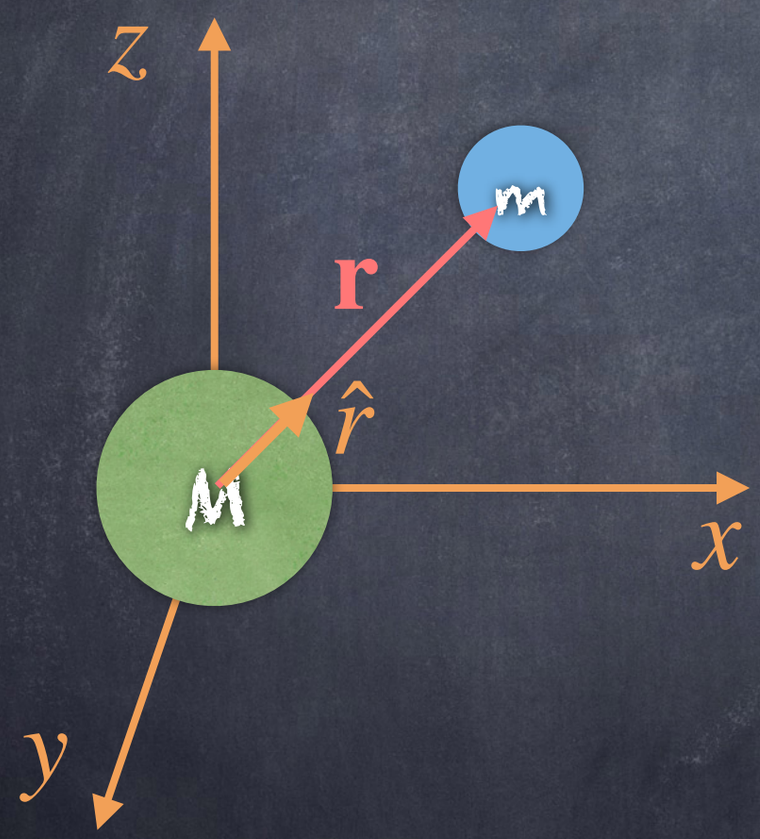
$\mathbf{F}(\mathbf{r})_m$ Diretta in verso opposto ad $\mathbf{r}$ (attrazione)



Forza di Gravitazione Universale

$$\mathbf{F}(\mathbf{r})_m = -G\,\frac{M\,m}{r^2}\,\hat{r}$$

$\mathbf{F}(\mathbf{r})_m$ Diretta in verso opposto ad $\mathbf{r}$ (attrazione)



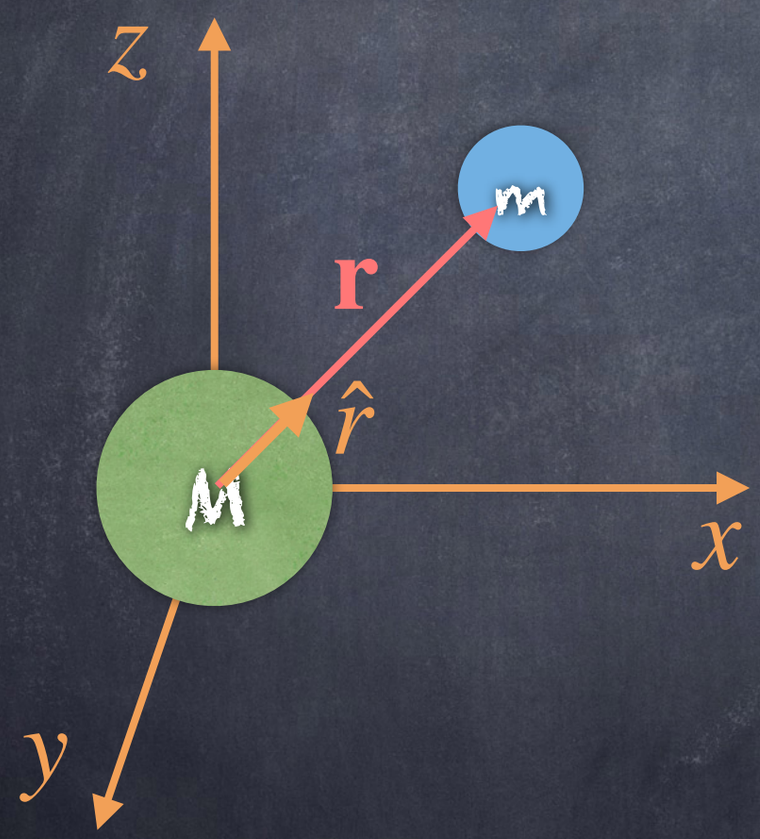
$$G = 6.617 \cdot 10^{-11}\,\frac{N\,m^2}{kg^2}$$

Costante di Gravitazione Universale

Forza di Gravitazione Universale

$$\mathbf{F}(\mathbf{r})_m = \boxed{-} G \frac{M\,m}{r^2}\,\hat{r}$$

$\mathbf{F}(\mathbf{r})_m$ Diretta in verso opposto ad $\mathbf{r}$ (attrazione)



$$G = 6.617 \cdot 10^{-11} \frac{N\,m^2}{kg^2}$$

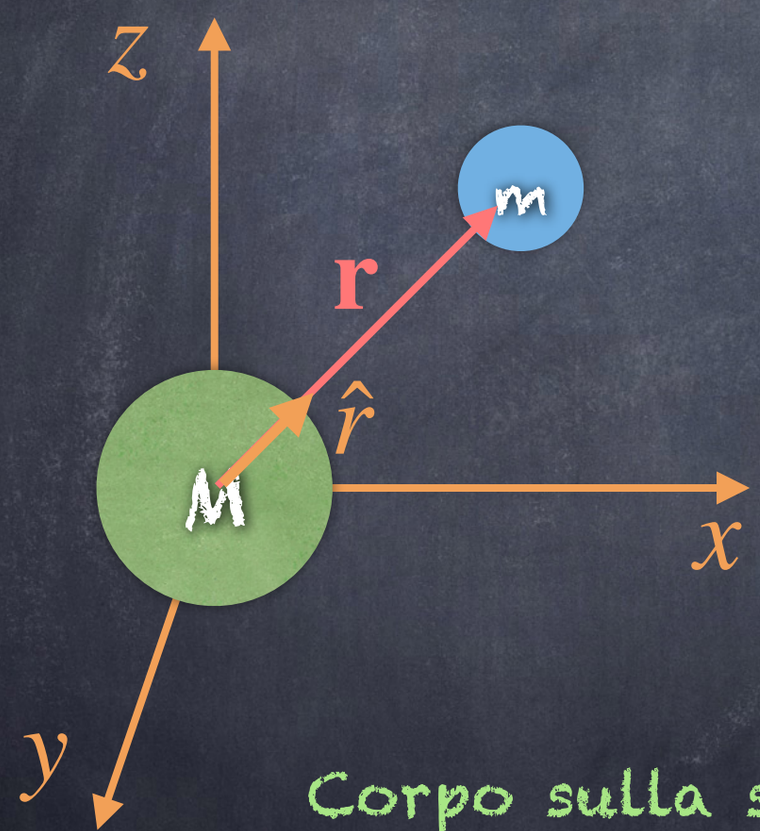
Costante di Gravitazione Universale

$$\mathbf{F}(\mathbf{r})_M = -\,\mathbf{F}(\mathbf{r})_m$$

Forza di Gravitazione Universale

$$\mathbf{F}(\mathbf{r})_m = \boxed{-} G \frac{M\,m}{r^2}\,\hat{r}$$

$\mathbf{F}(\mathbf{r})_m$ Diretta in verso opposto ad $\mathbf{r}$ (attrazione)



$$G = 6.617 \cdot 10^{-11} \frac{N\,m^2}{kg^2}$$

Costante di Gravitazione Universale

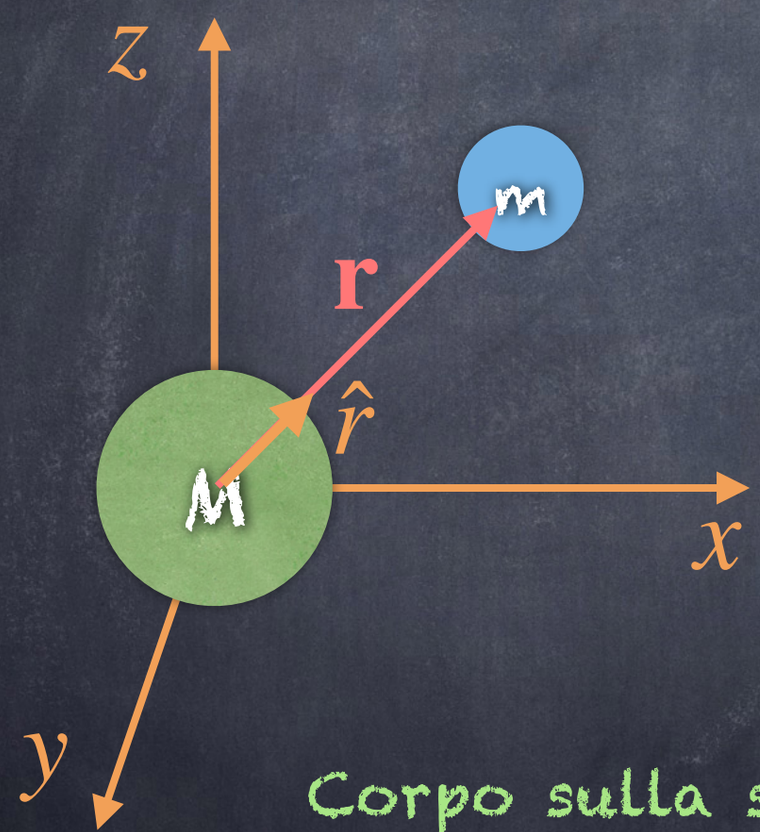
$$\mathbf{F}(\mathbf{r})_M = -\,\mathbf{F}(\mathbf{r})_m$$

Corpo sulla superficie terrestre → $\mathbf{F_g} = m\mathbf{g} = -\,G\,\dfrac{M_\oplus\,m}{R_\oplus^2}\,\hat{r}$

Forza di Gravitazione Universale

$$\mathbf{F}(\mathbf{r})_m = \boxed{-} G \frac{M\,m}{r^2}\,\hat{r}$$

$\mathbf{F}(\mathbf{r})_m$ Diretta in verso opposto ad $\mathbf{r}$ (attrazione)



$$G = 6.617 \cdot 10^{-11} \frac{N\,m^2}{kg^2}$$

Costante di Gravitazione Universale

$$\mathbf{F}(\mathbf{r})_M = -\,\mathbf{F}(\mathbf{r})_m$$

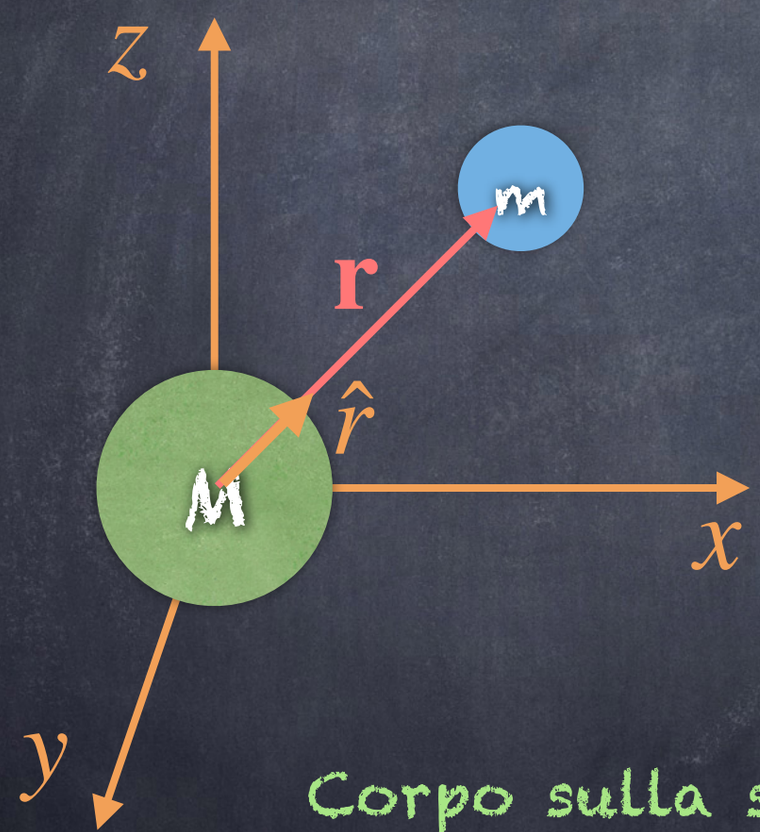
Corpo sulla superficie terrestre → $\mathbf{F_g} = m\mathbf{g} = -\,G\,\dfrac{M_\oplus\,m}{R_\oplus^2}\,\hat{r}$

$$\mathbf{g} = -\,G\,\frac{M_\oplus}{R_\oplus^2}\,\hat{r}$$

Forza di Gravitazione Universale

$$\mathbf{F}(\mathbf{r})_m = \boxed{-} G \frac{M\,m}{r^2}\,\hat{r}$$

$\mathbf{F}(\mathbf{r})_m$ Diretta in verso opposto ad $\mathbf{r}$ (attrazione)



$$G = 6.617 \cdot 10^{-11} \frac{N\,m^2}{kg^2}$$

Costante di Gravitazione Universale

$$\mathbf{F}(\mathbf{r})_M = -\,\mathbf{F}(\mathbf{r})_m$$

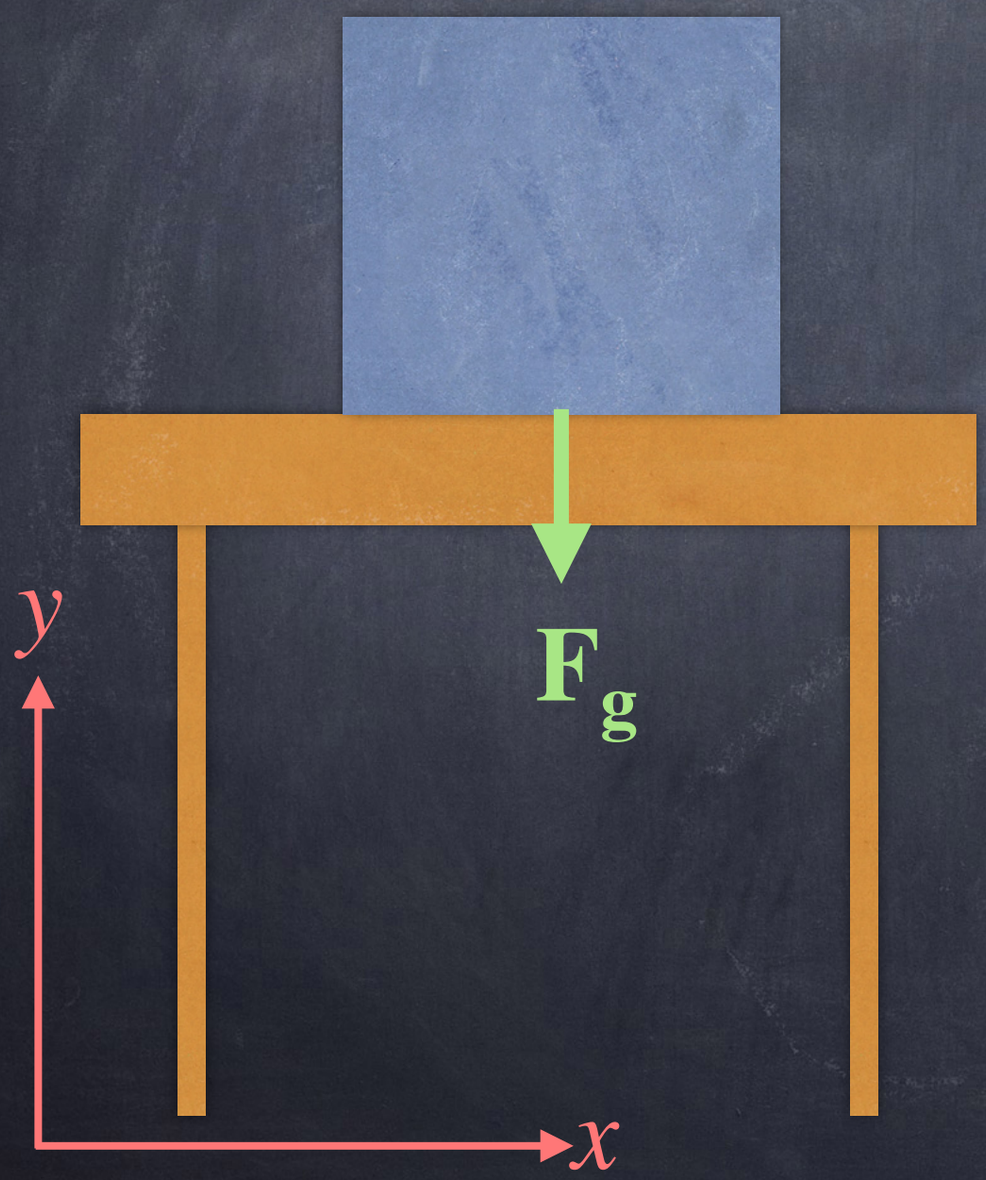
Corpo sulla superficie terrestre → $\mathbf{F_g} = m\mathbf{g} = -\,G\,\dfrac{M_\oplus\,m}{R_\oplus^2}\,\hat{r}$

$$\mathbf{g} = -\,G\,\frac{M_\oplus}{R_\oplus^2}\,\hat{r}$$

Massa Gravitazionale = Massa Inerziale

Reazione Vincolare

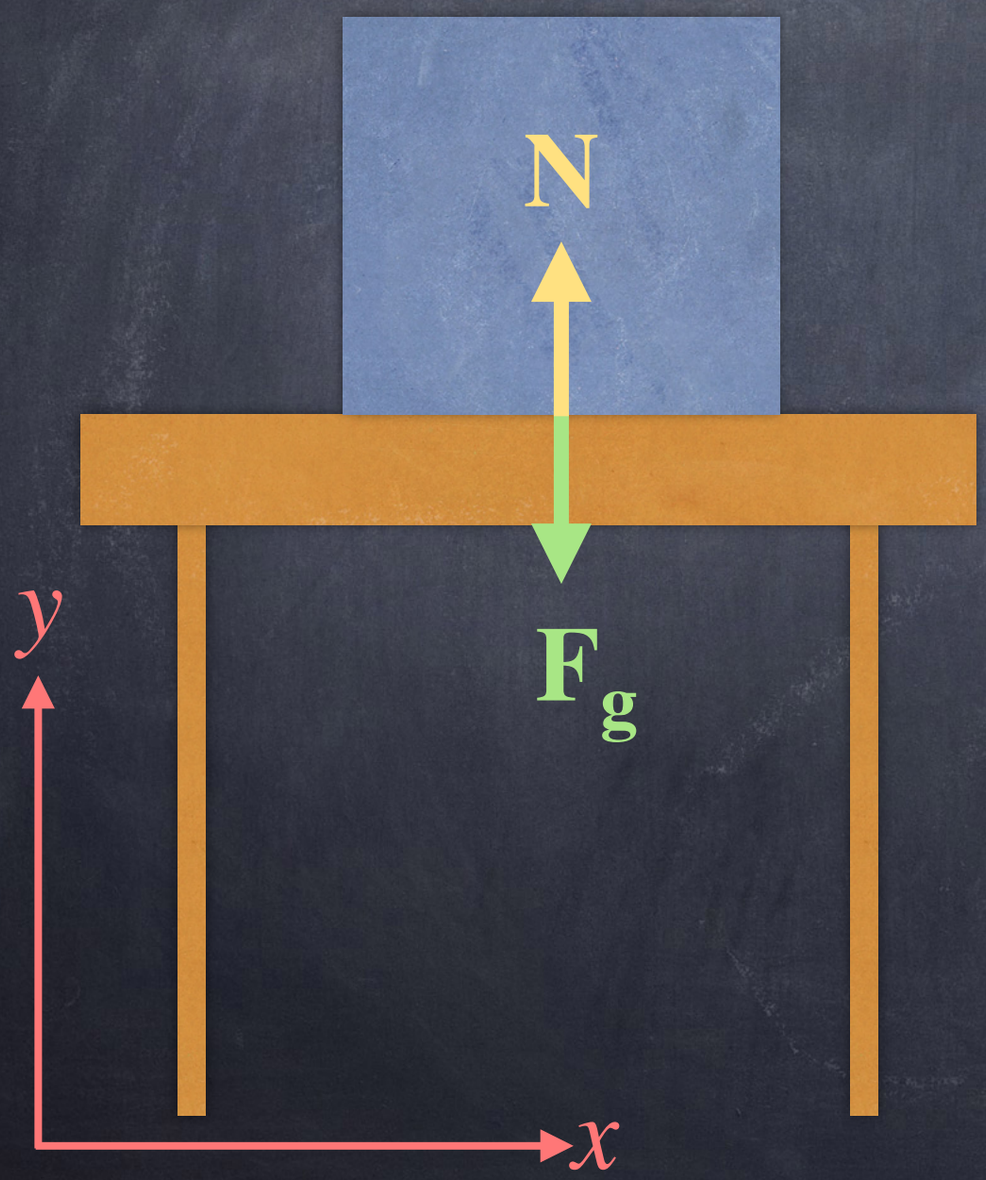
$$\mathbf{F_g} = m\mathbf{g}$$



Reazione Vincolare

$\mathbf{F_g} = m\mathbf{g}$

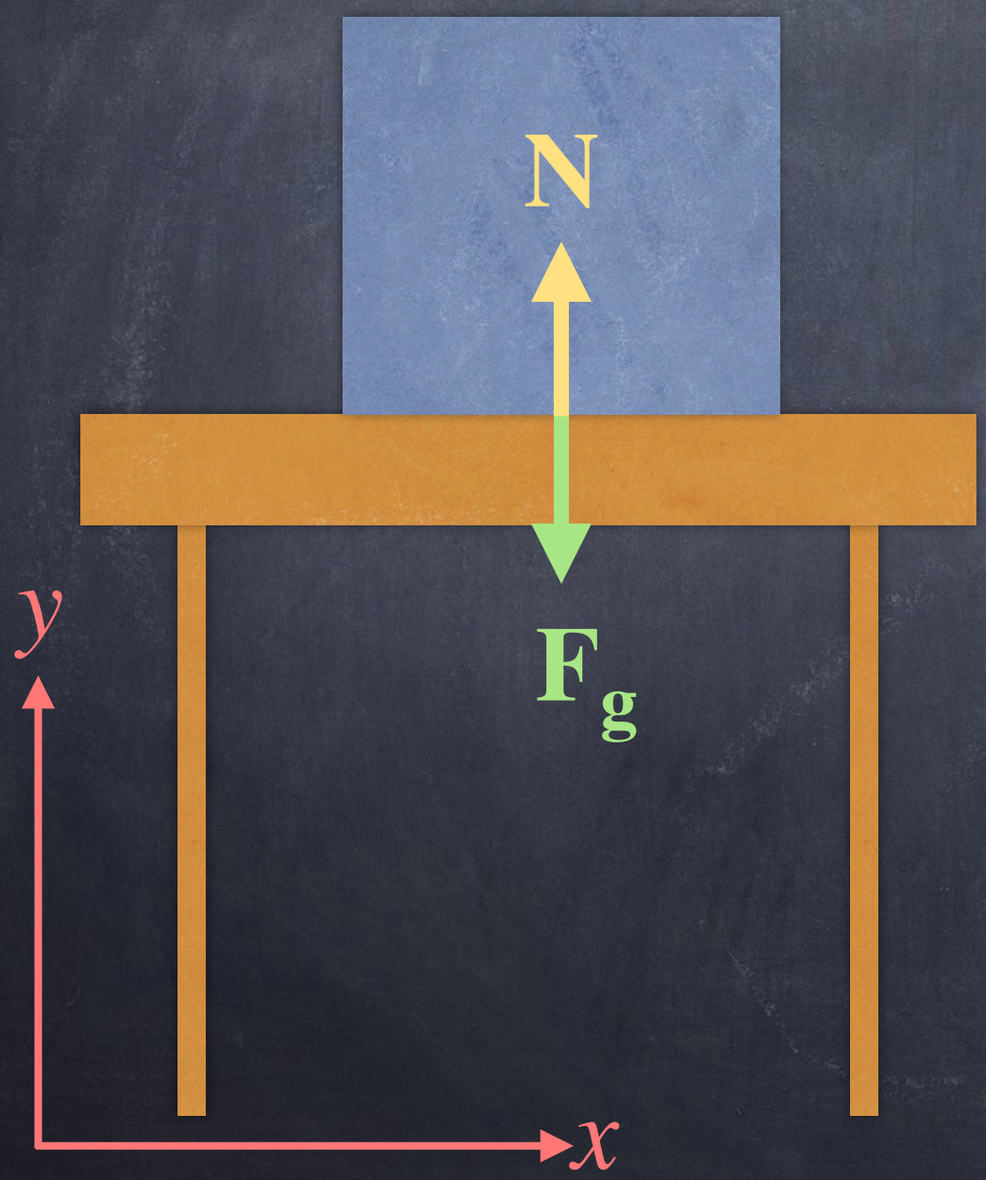
Il Tavolo resiste alla deformazione esercitando una Forza N



Reazione Vincolare

$\mathbf{F_g} = m\mathbf{g}$

Il Tavolo resiste alla deformazione esercitando una Forza **N**

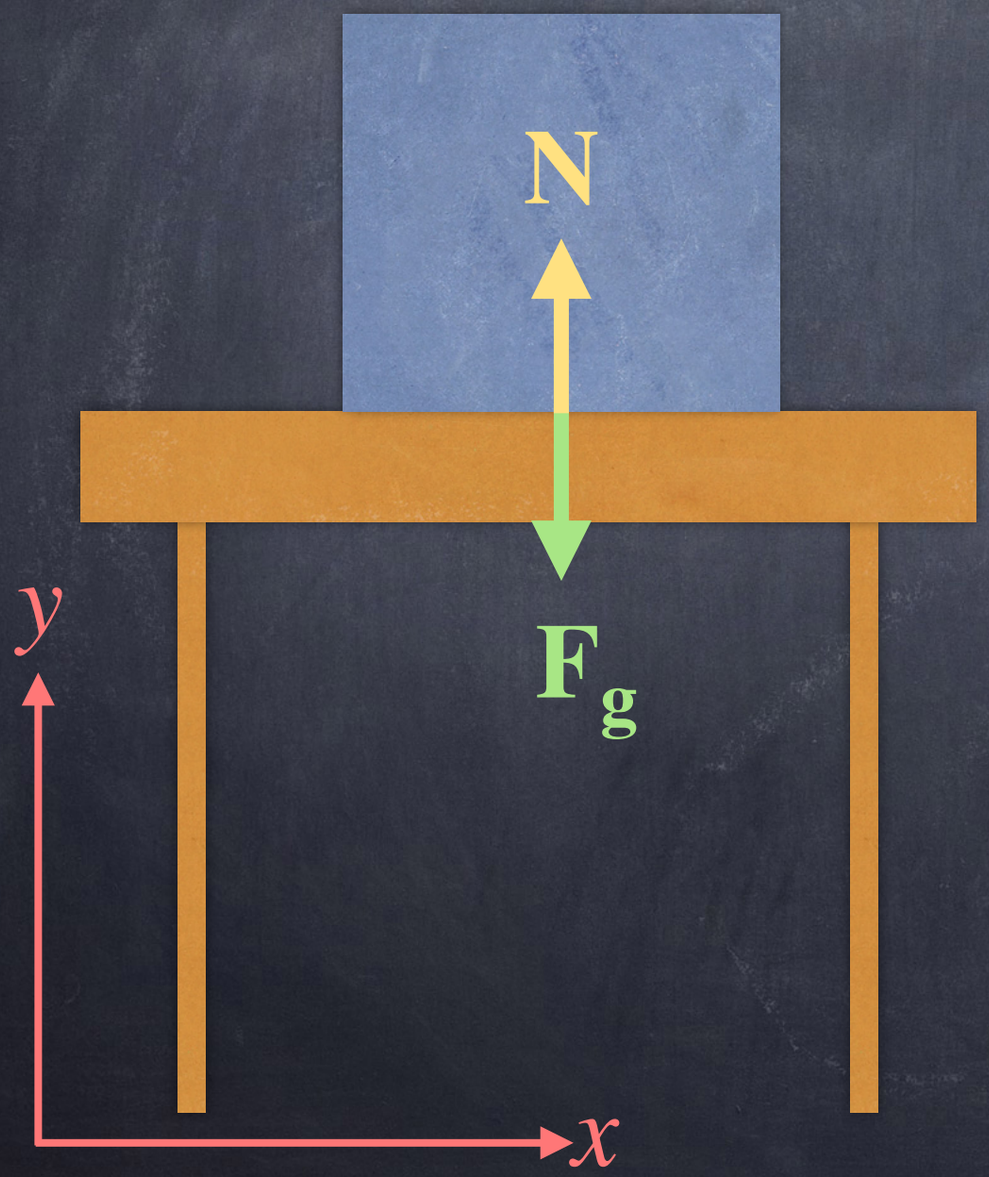


$$\Sigma_i \bar{F}_i = m\,\bar{a} \qquad \bar{N} + \bar{F}_g = m\,\bar{a}$$

Reazione Vincolare

$\mathbf{F_g} = m\mathbf{g}$

Il Tavolo resiste alla deformazione esercitando una Forza **N**



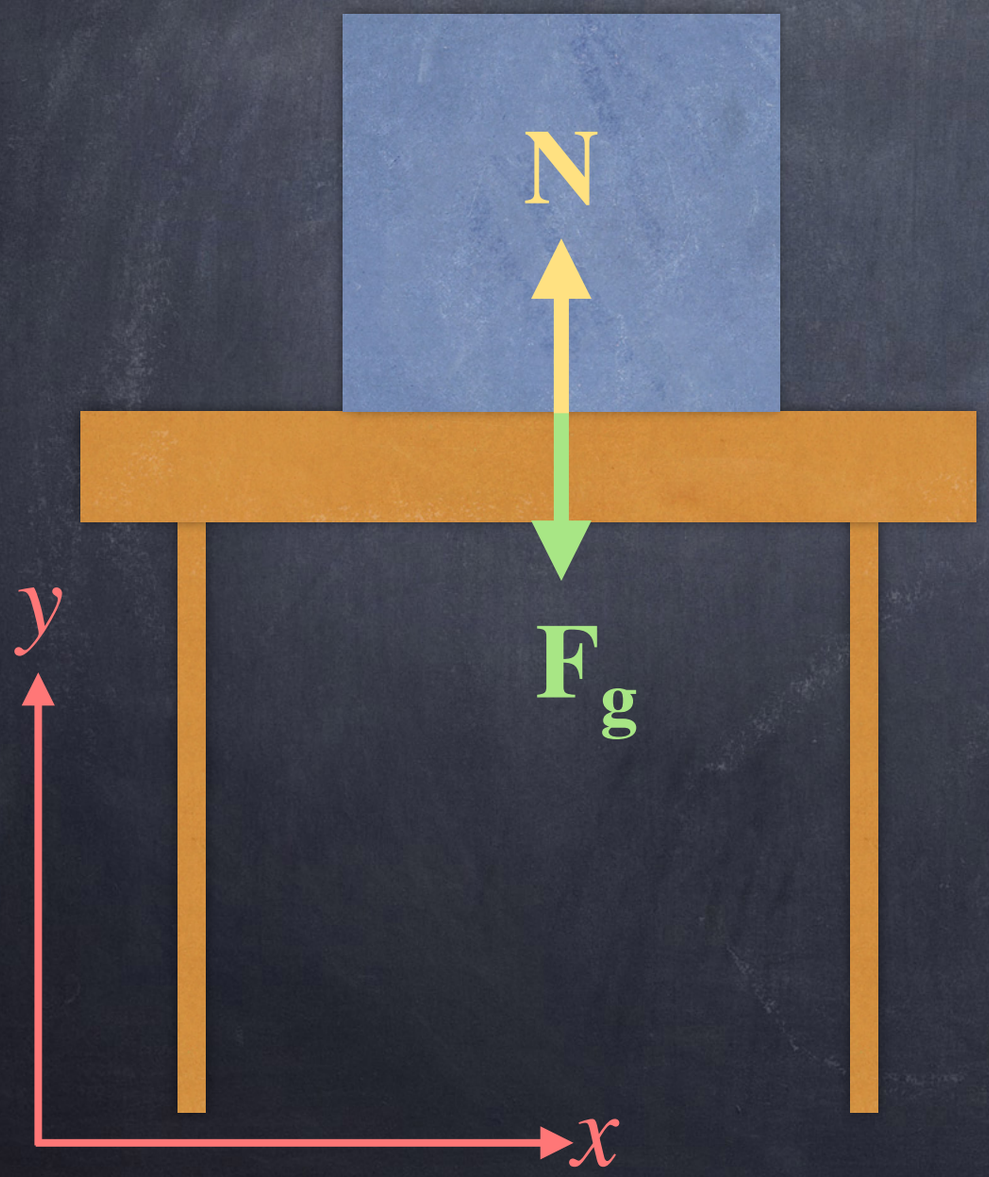
$$\Sigma_i \bar{F}_i = m\,\bar{a} \qquad \bar{N} + \bar{F}_g = m\,\bar{a}$$

$$N_y + F_{g_y} = m\,a_y$$

Reazione Vincolare

$\mathbf{F_g} = m\mathbf{g}$

Il Tavolo resiste alla deformazione esercitando una Forza **N**



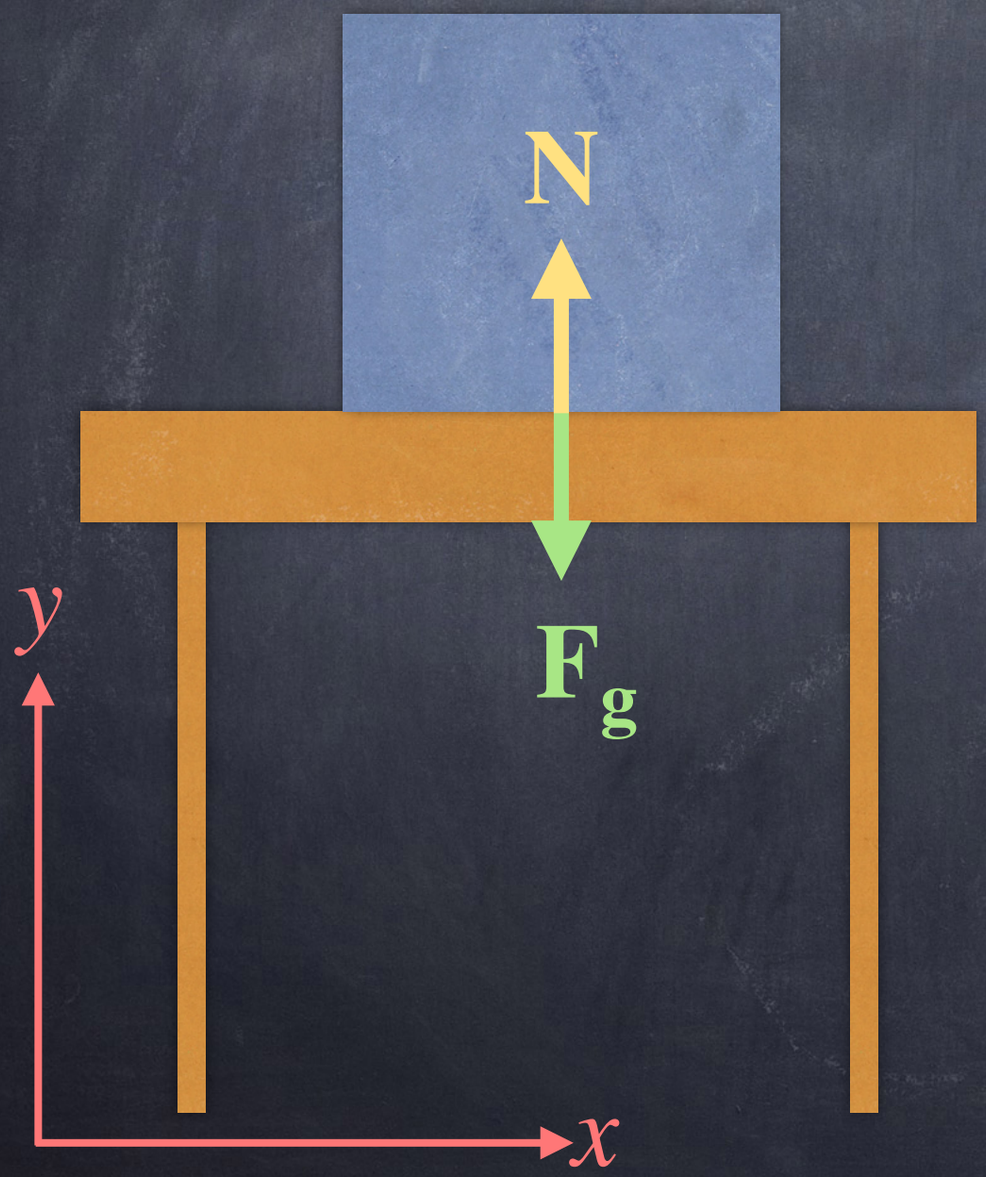
$$\Sigma_i \bar{F}_i = m\,\bar{a} \qquad \bar{N} + \bar{F}_g = m\,\bar{a}$$

$$N_y + F_{g_y} = m\,a_y \quad = 0$$

Reazione Vincolare

$\mathbf{F_g} = m\mathbf{g}$

Il Tavolo resiste alla deformazione esercitando una Forza **N**



$$\Sigma_i \bar{F}_i = m\,\bar{a} \qquad \bar{N} + \bar{F}_g = m\,\bar{a}$$

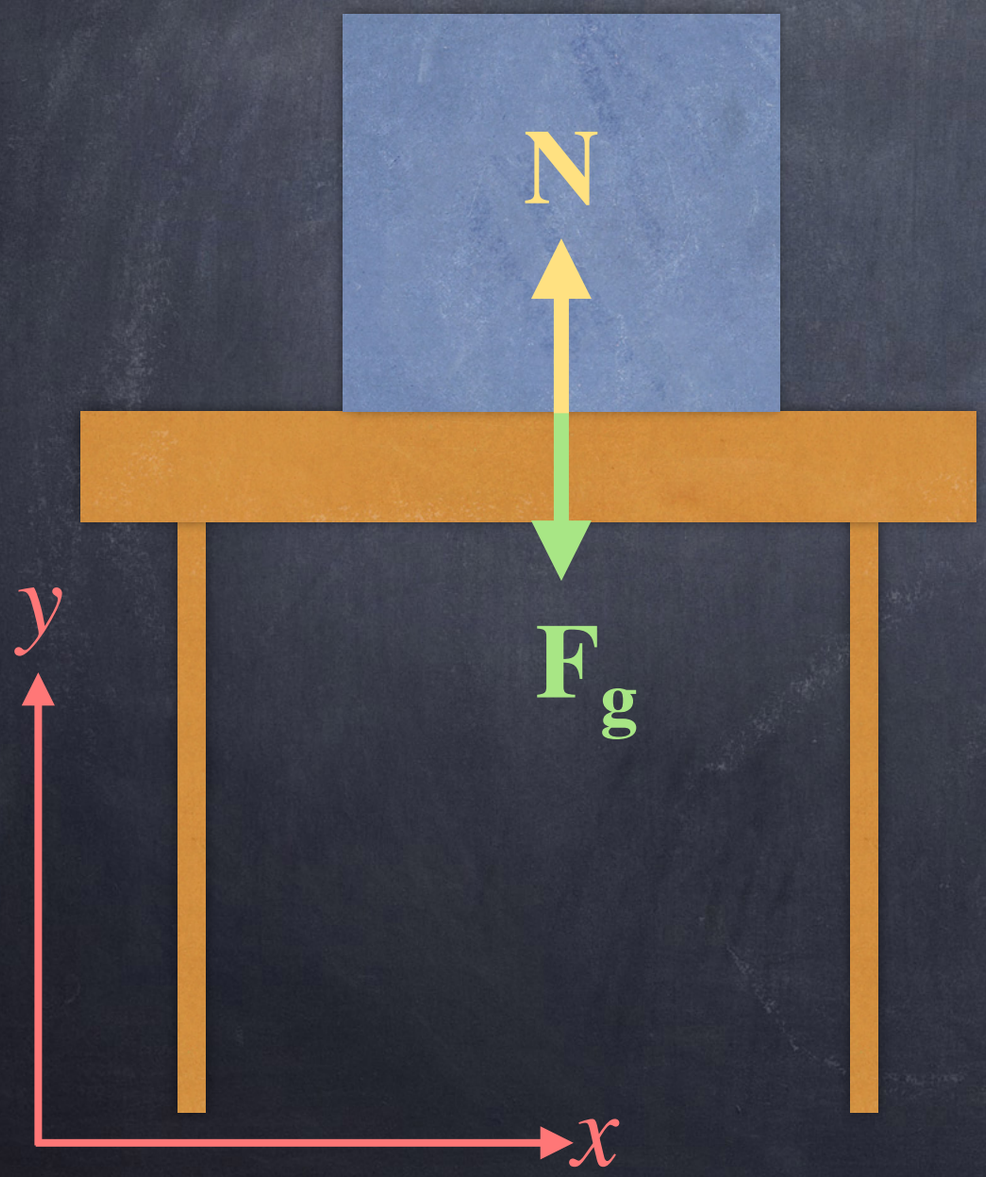
$$N_y + F_{g_y} = m\,a_y \qquad = 0$$

$$N_y = |\bar{N}| \qquad F_{g_y} = -\,mg$$

Reazione Vincolare

$\mathbf{F_g} = m\mathbf{g}$

Il Tavolo resiste alla deformazione esercitando una Forza **N**



$$\Sigma_i \bar{F}_i = m\,\bar{a} \qquad \bar{N} + \bar{F}_g = m\,\bar{a}$$

$$N_y + F_{g_y} = m\,a_y \qquad = 0$$

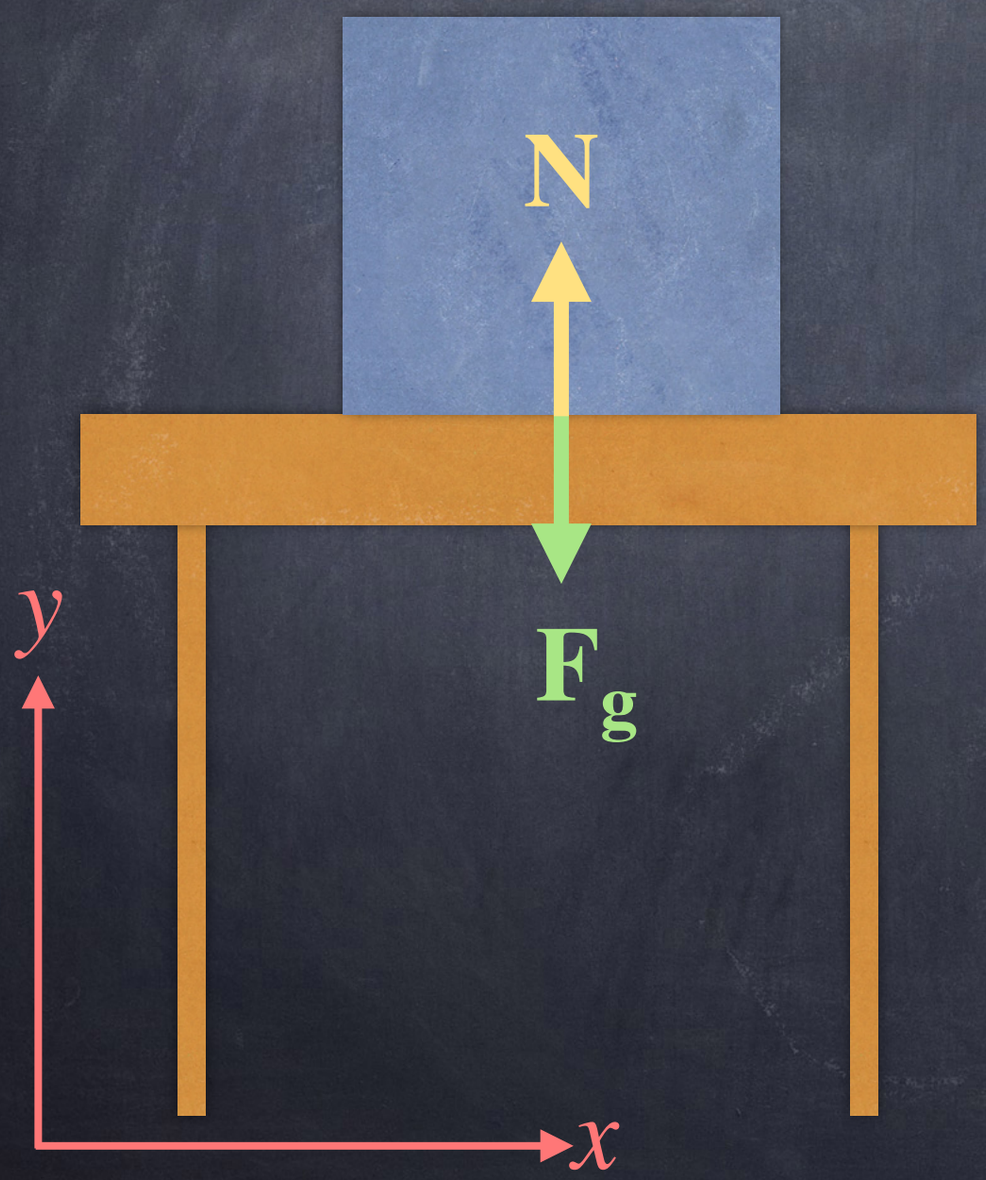
$$N_y = |\bar{N}| \qquad F_{g_y} = -\,mg$$

$$N_y - mg = 0 \qquad N_y = mg$$

Reazione Vincolare

$\mathbf{F_g} = m\mathbf{g}$

Il Tavolo resiste alla deformazione esercitando una Forza N



$$\Sigma_i \bar{F}_i = m\,\bar{a} \qquad \bar{N} + \bar{F}_g = m\,\bar{a}$$

$$N_y + F_{g_y} = m\,a_y \quad = 0$$

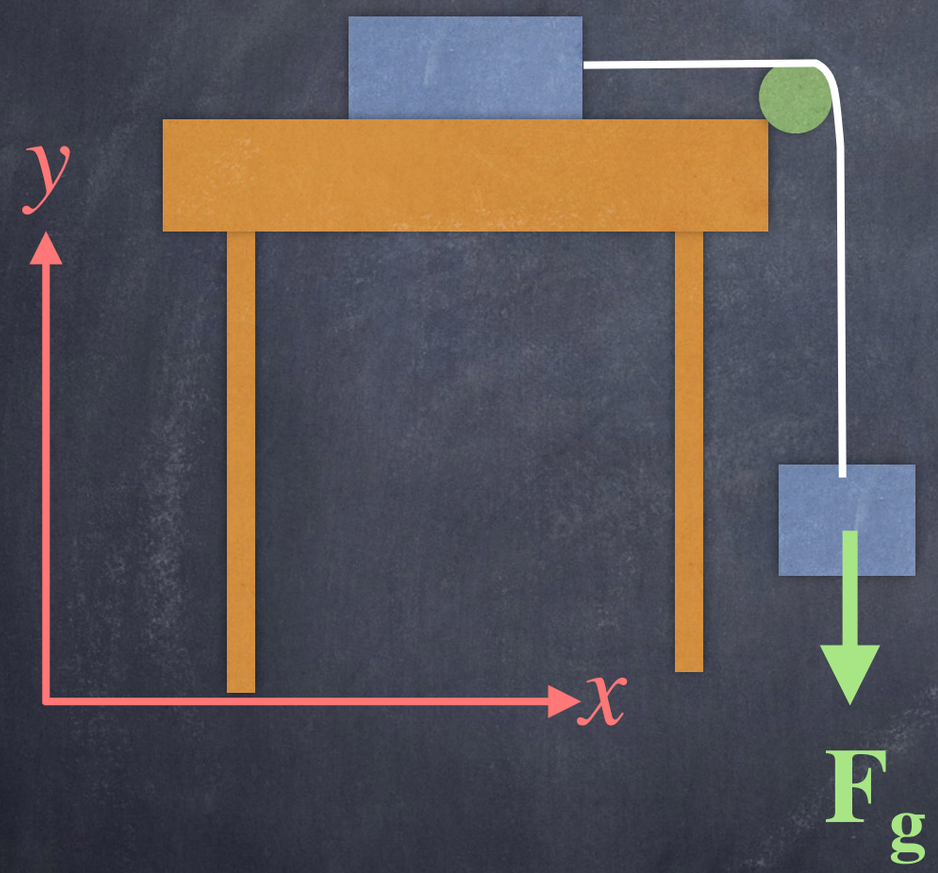
$$N_y = |\bar{N}| \qquad F_{g_y} = -\,mg$$

$$N_y - mg = 0 \qquad N_y = mg$$

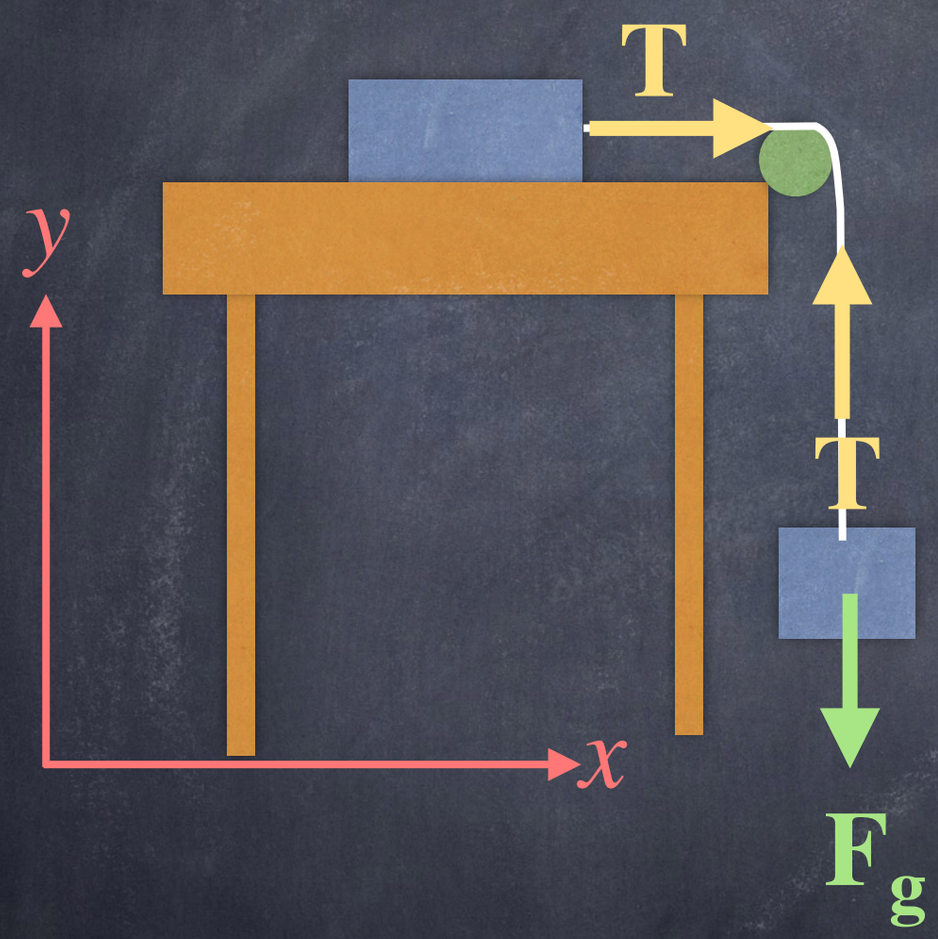
$\bar{N} = mg\hat{j}$ Reazione Vincolare

Tensione

Filo inestensibile privo di massa



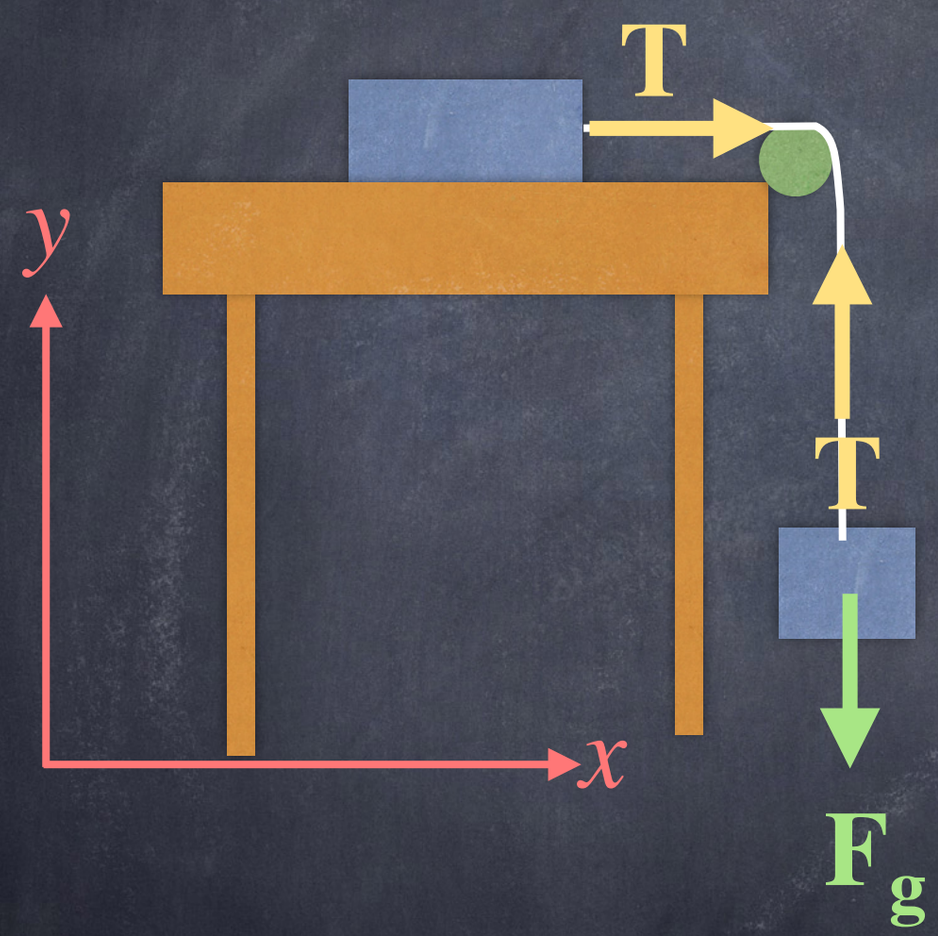
Tensione



Filo inestensibile privo di massa

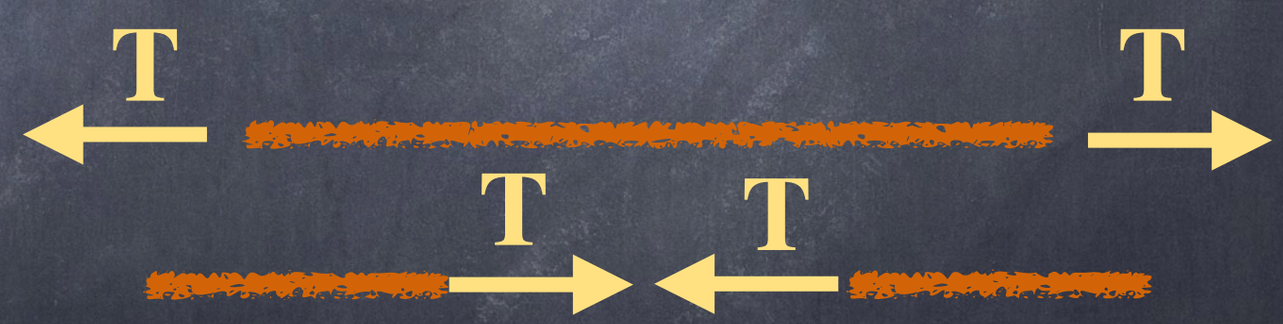
Filo sotto tensione T

Tensione

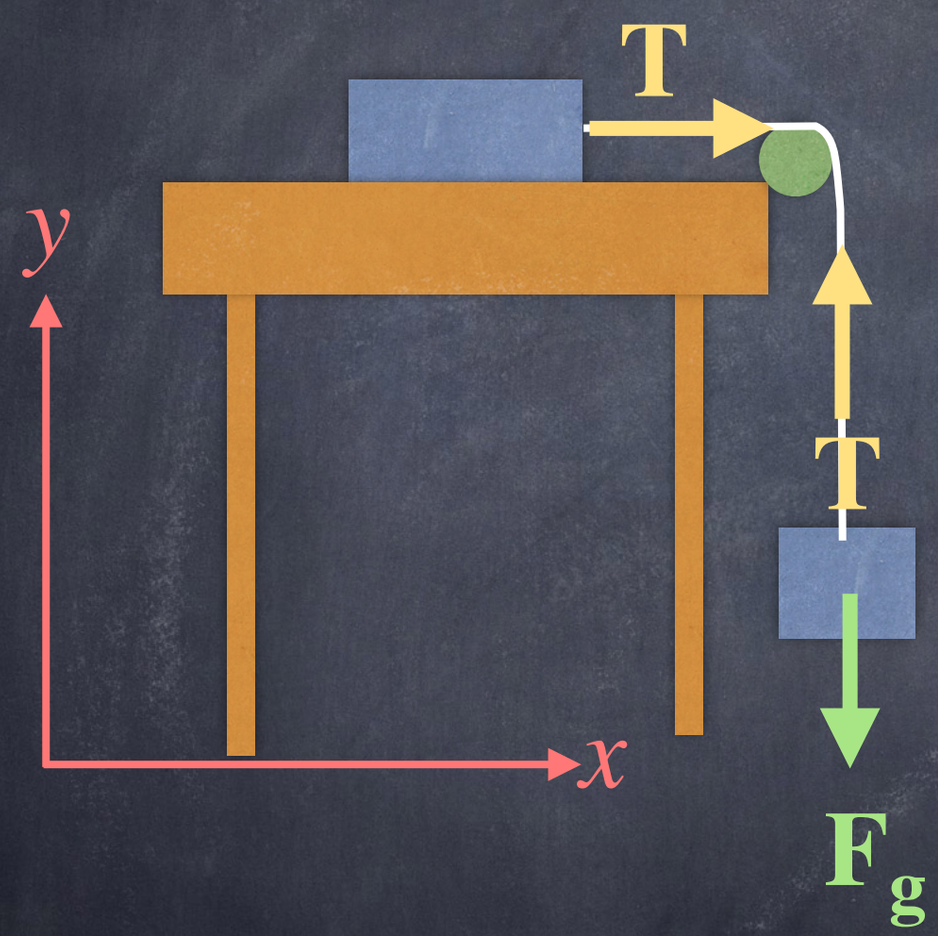


Filo inestensibile privo di massa

Filo sotto tensione T

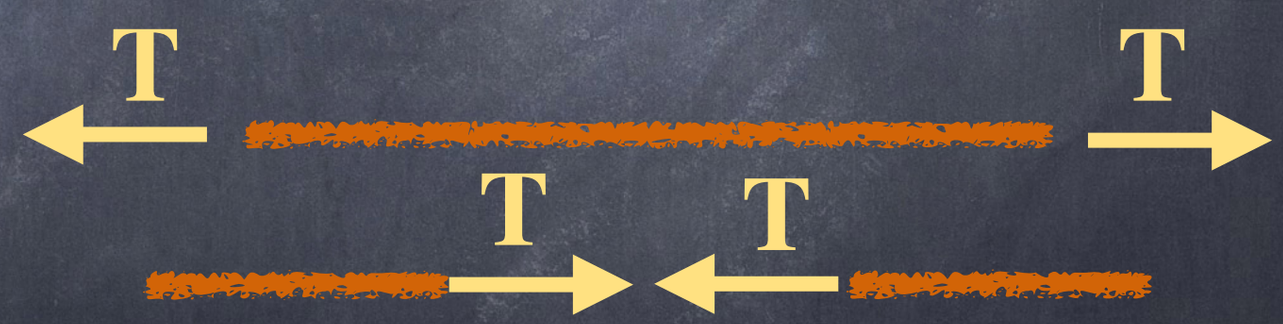


Tensione



Filo inestensibile privo di massa

Filo sotto tensione T



Se il filo viene tagliato T e' la forza necessaria per tenere uniti i capi (sia a destra che a sinistra)

Terza Legge di Newton

Quando due corpi interagiscono la forza esercitata dall'uno sull'altro sono uguali in modulo e direzione ma di verso opposto

Terza Legge di Newton

Quando due corpi interagiscono la forza esercitata dall'uno sull'altro sono uguali in modulo e direzione ma di verso opposto

Terza Legge di Newton

Quando due corpi interagiscono la forza esercitata dall'uno sull'altro sono uguali in modulo e direzione ma di verso opposto

$$|F_{AB}| = |F_{BA}|$$

$$F_{AB} = -F_{BA}$$

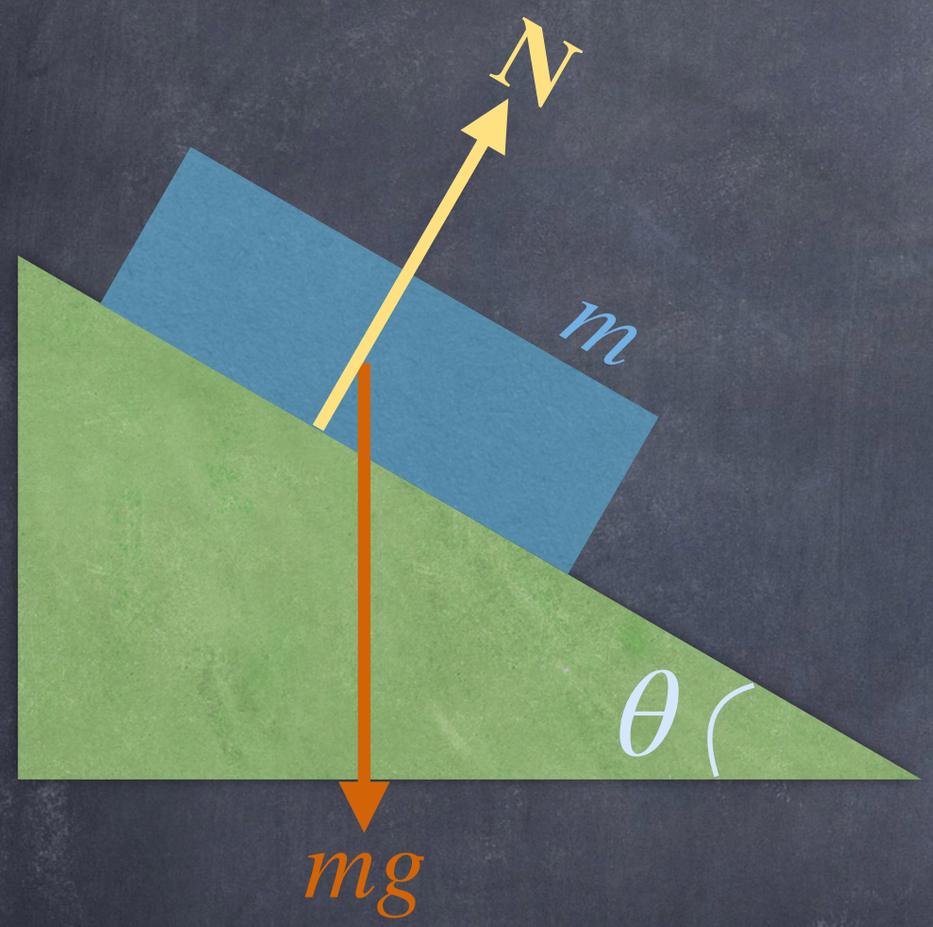
Terza Legge di Newton

Quando due corpi interagiscono la forza esercitata dall'uno sull'altro sono uguali in modulo e direzione ma di verso opposto

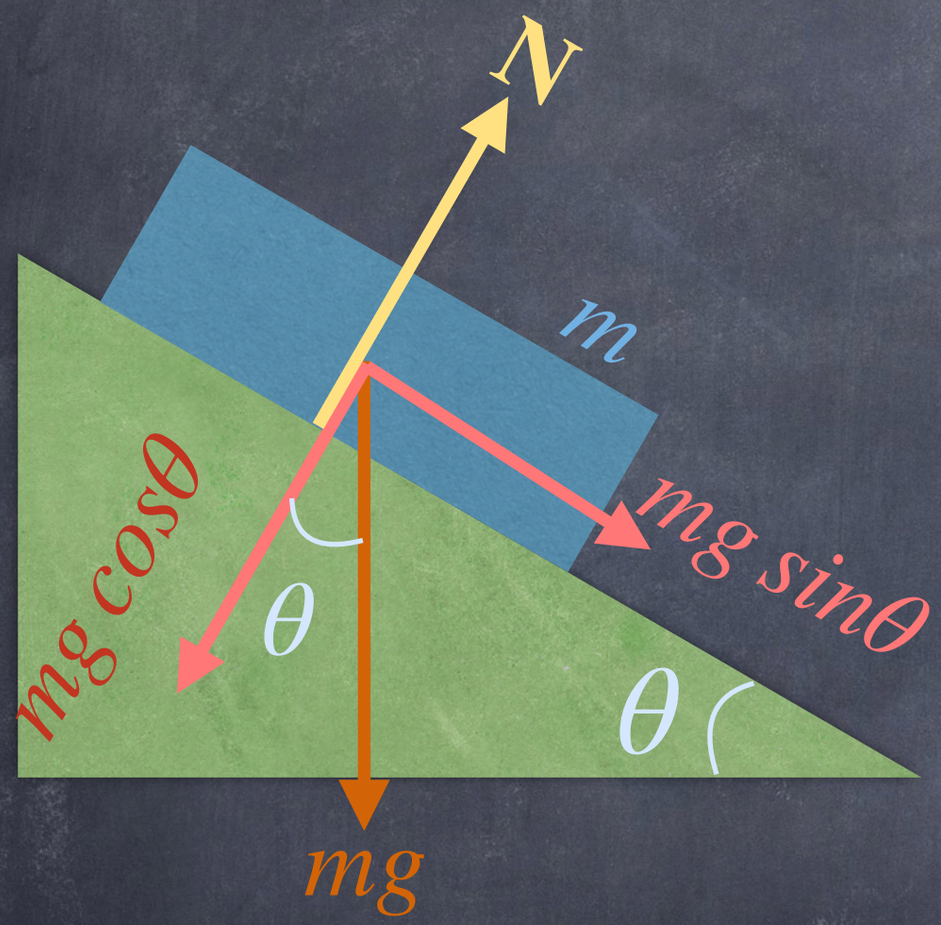
$$|F_{AB}| = |F_{BA}| \qquad F_{AB} = -F_{BA}$$

Principio di Azione e Reazione

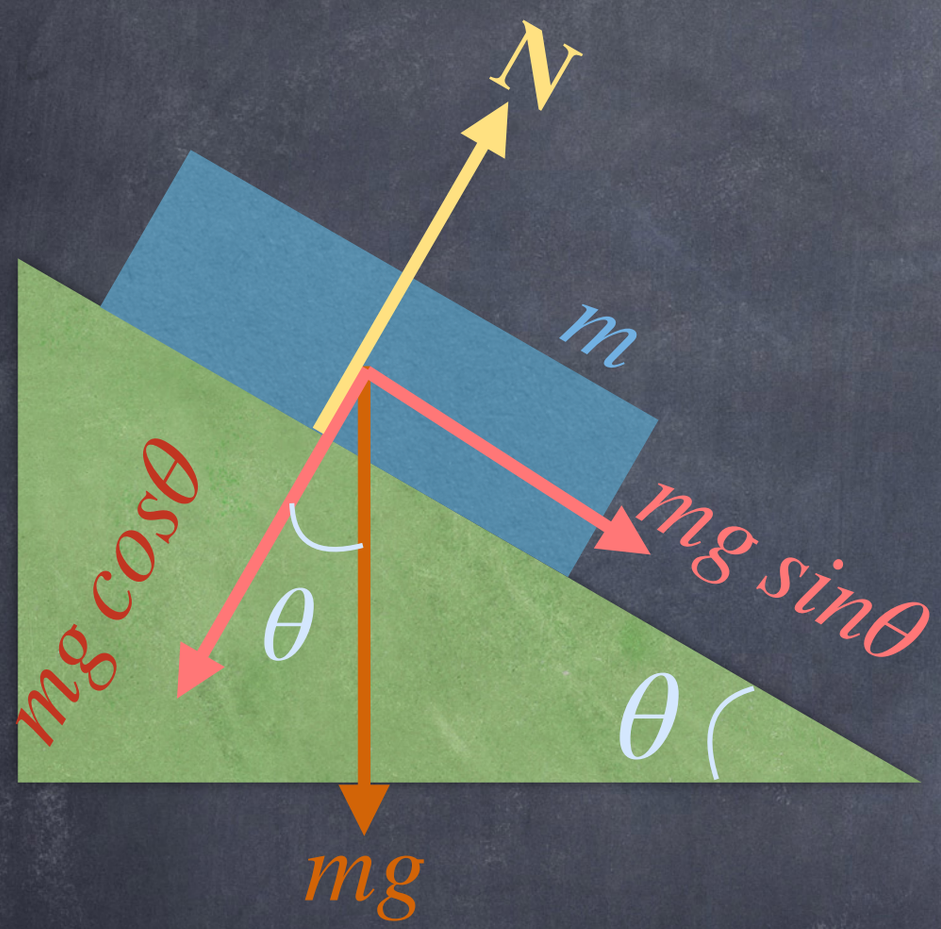
Piano Inclinato



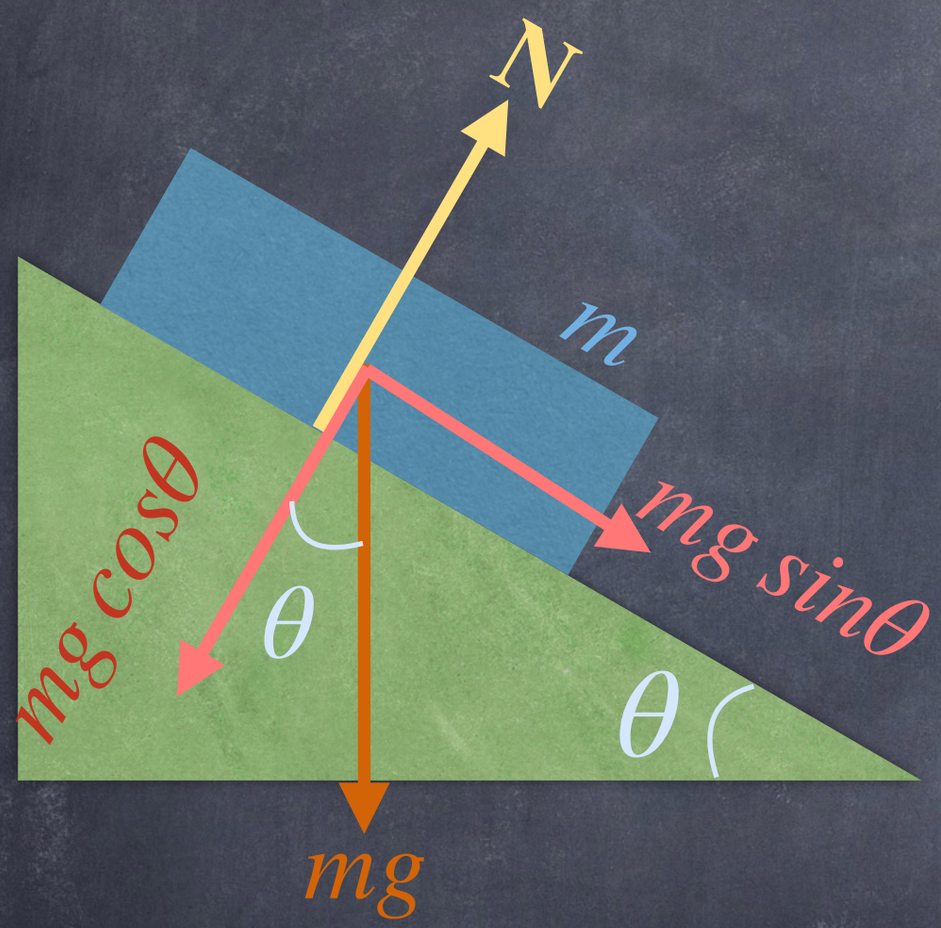
Piano Inclinato

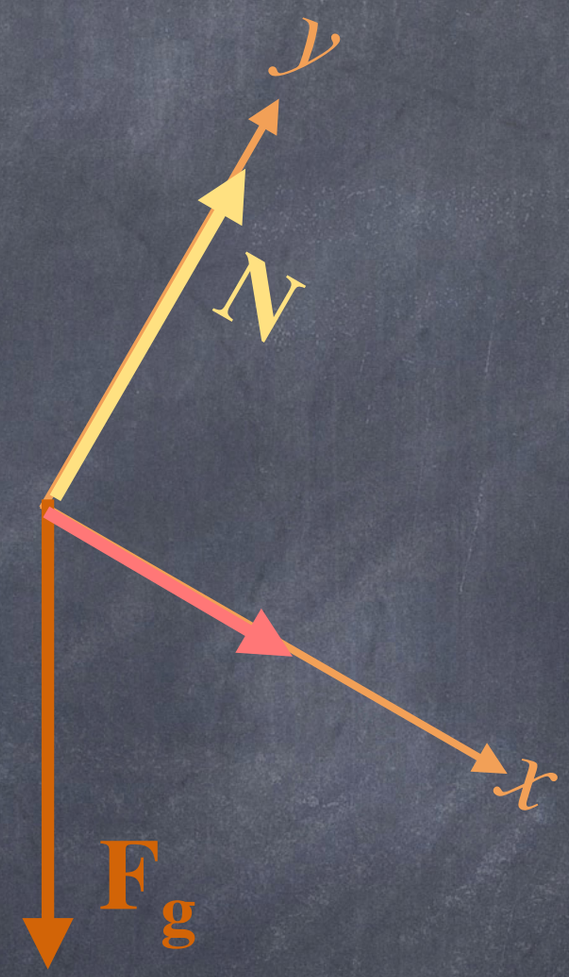


Piano Inclinato

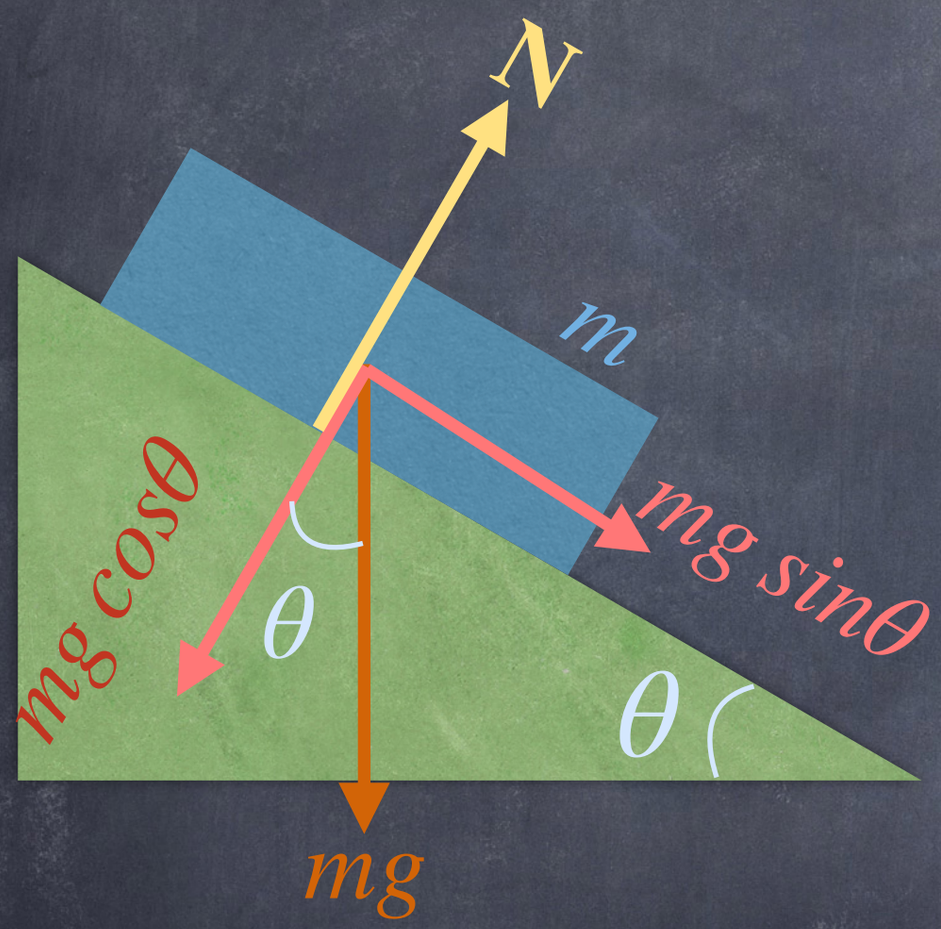


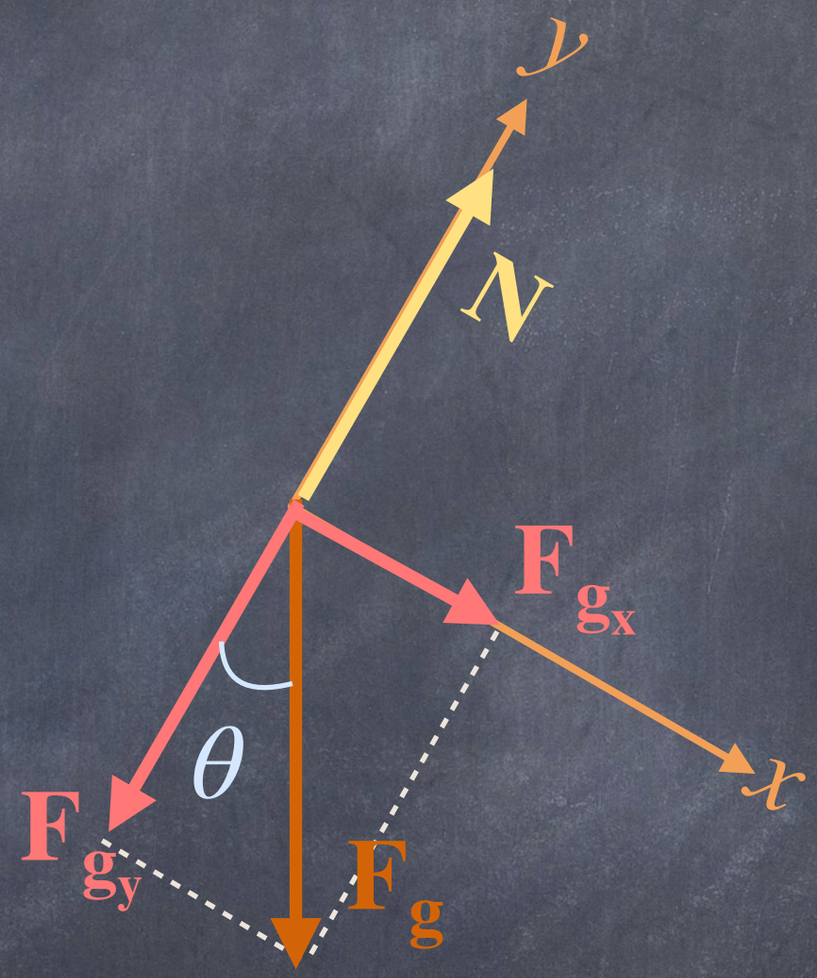
Piano Inclinato



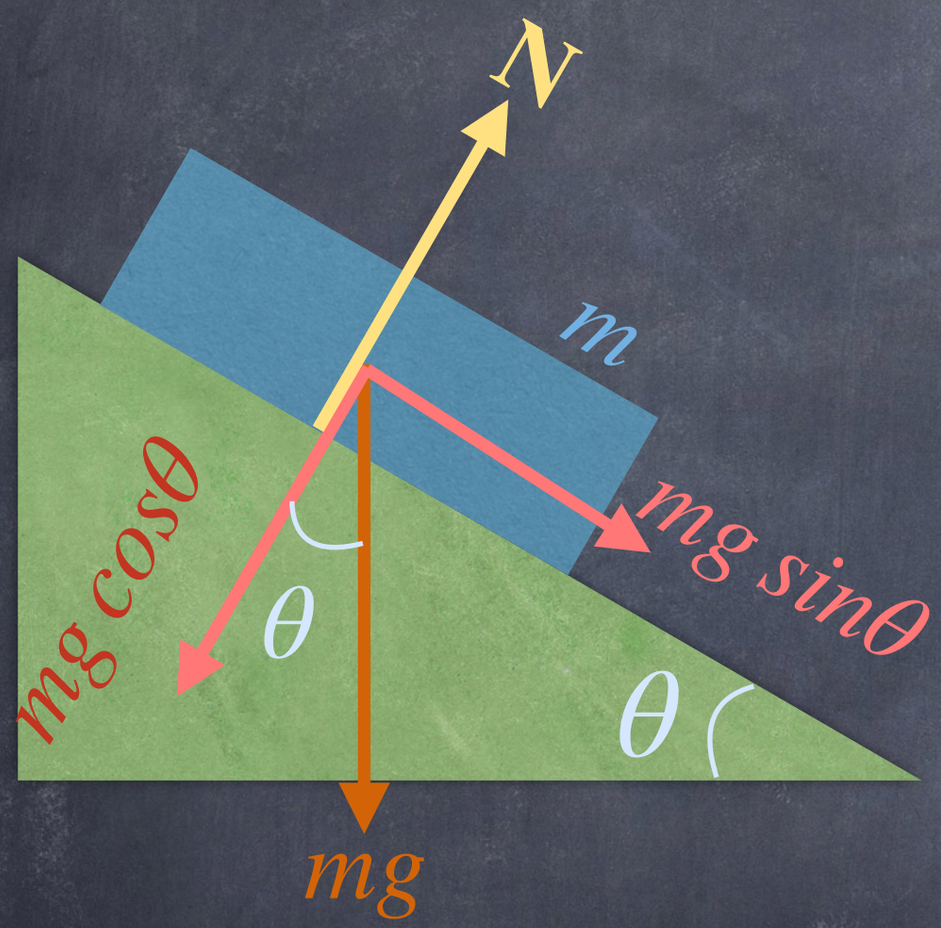


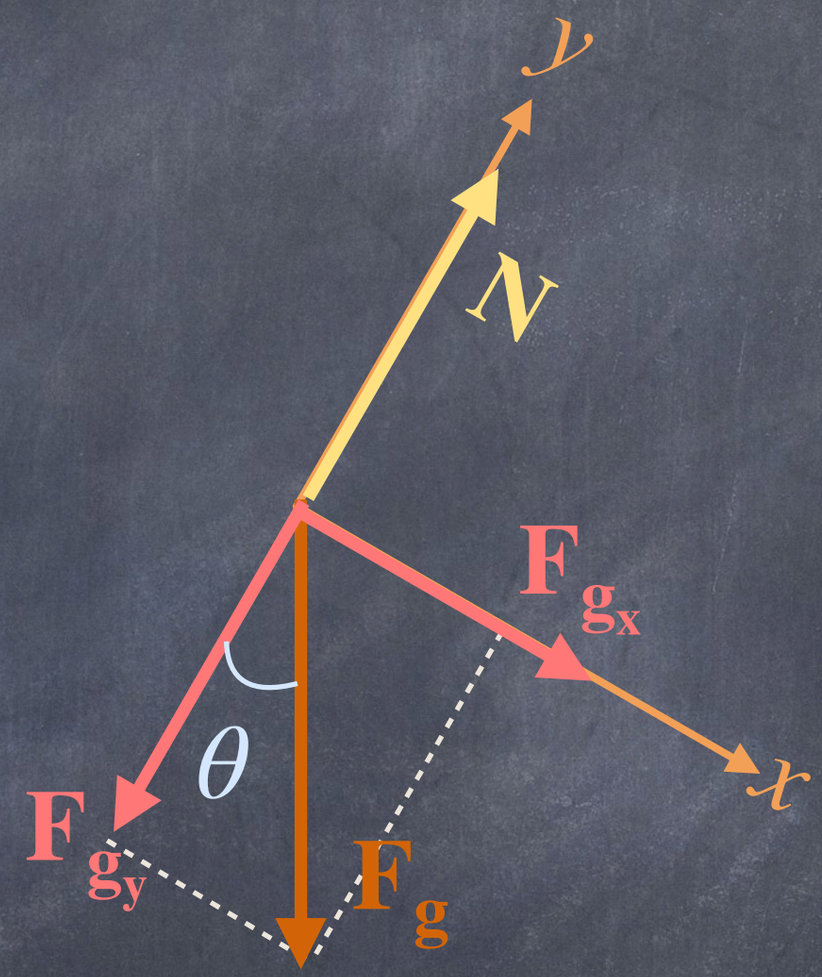
Piano Inclinato





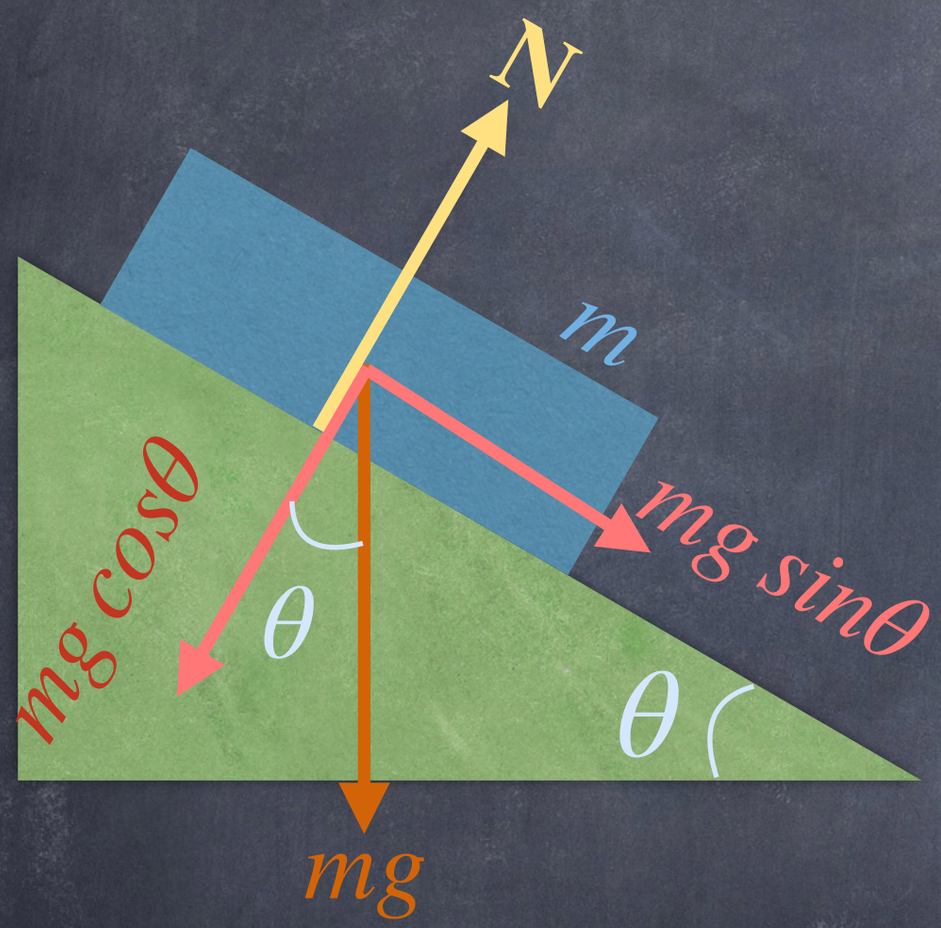
Piano Inclinato

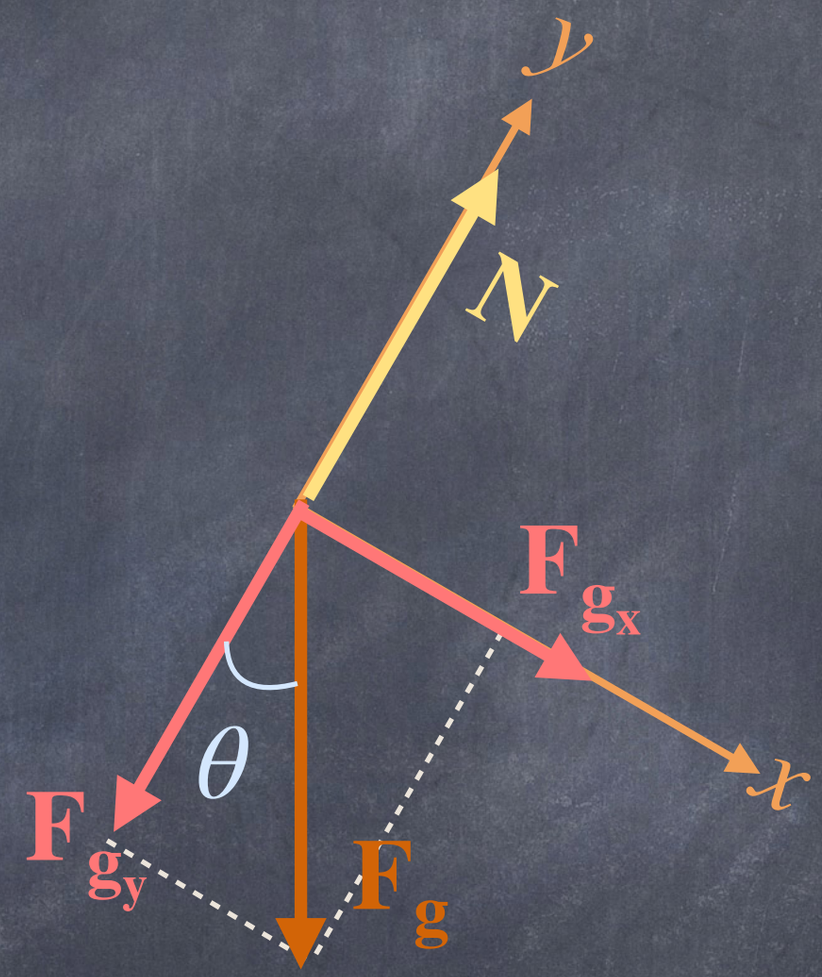




$$\Sigma_i \bar{F}_i = m\ \bar{a}$$

Piano Inclinato

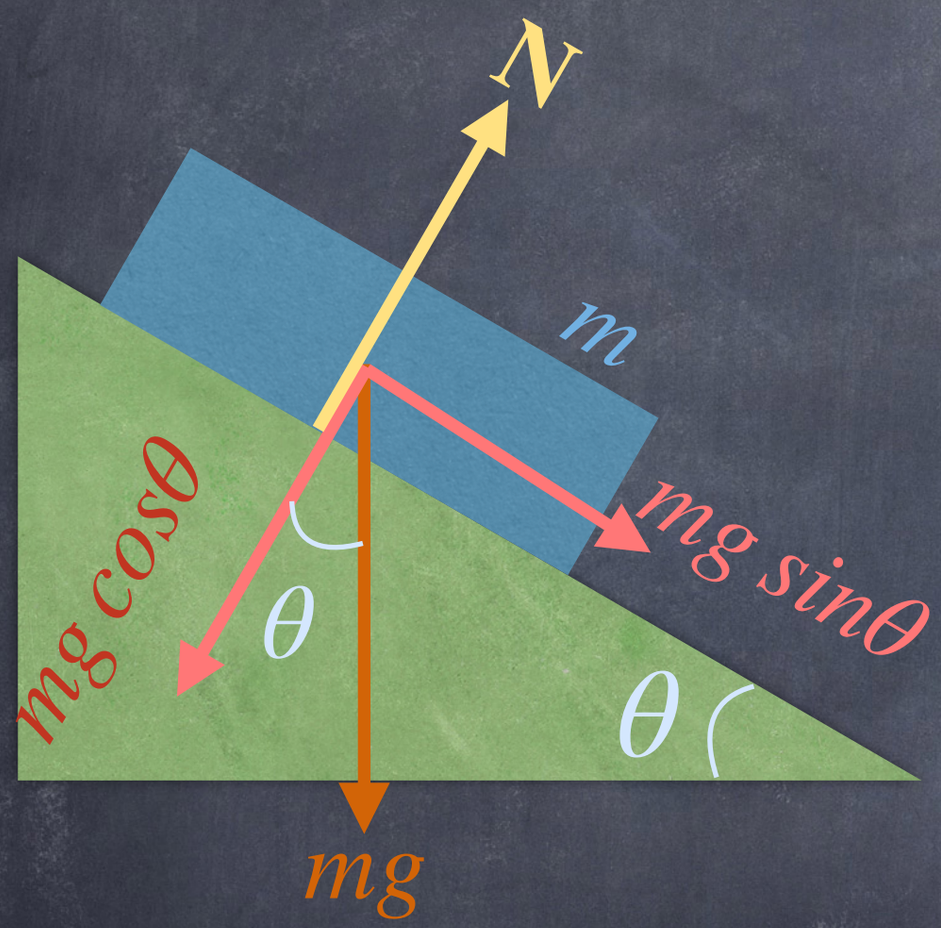


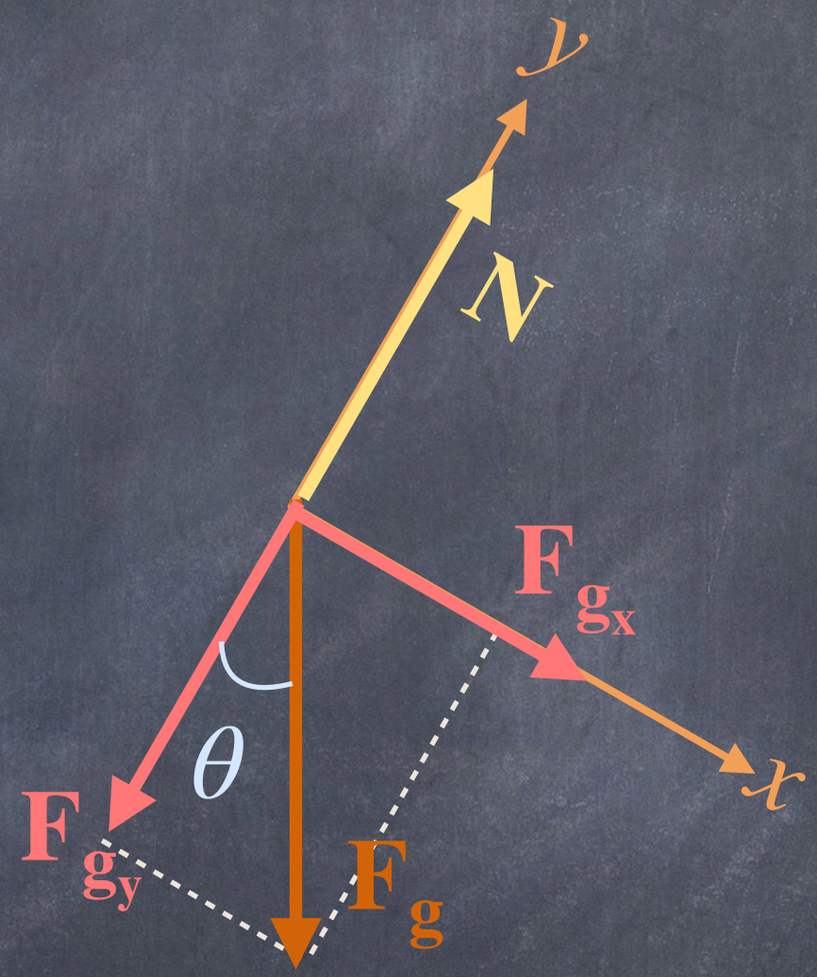


$$\Sigma_i \bar{F}_i = m\,\bar{a}$$

$$\bar{N} + \bar{F}_g = m\,\bar{a}$$

Piano Inclinato





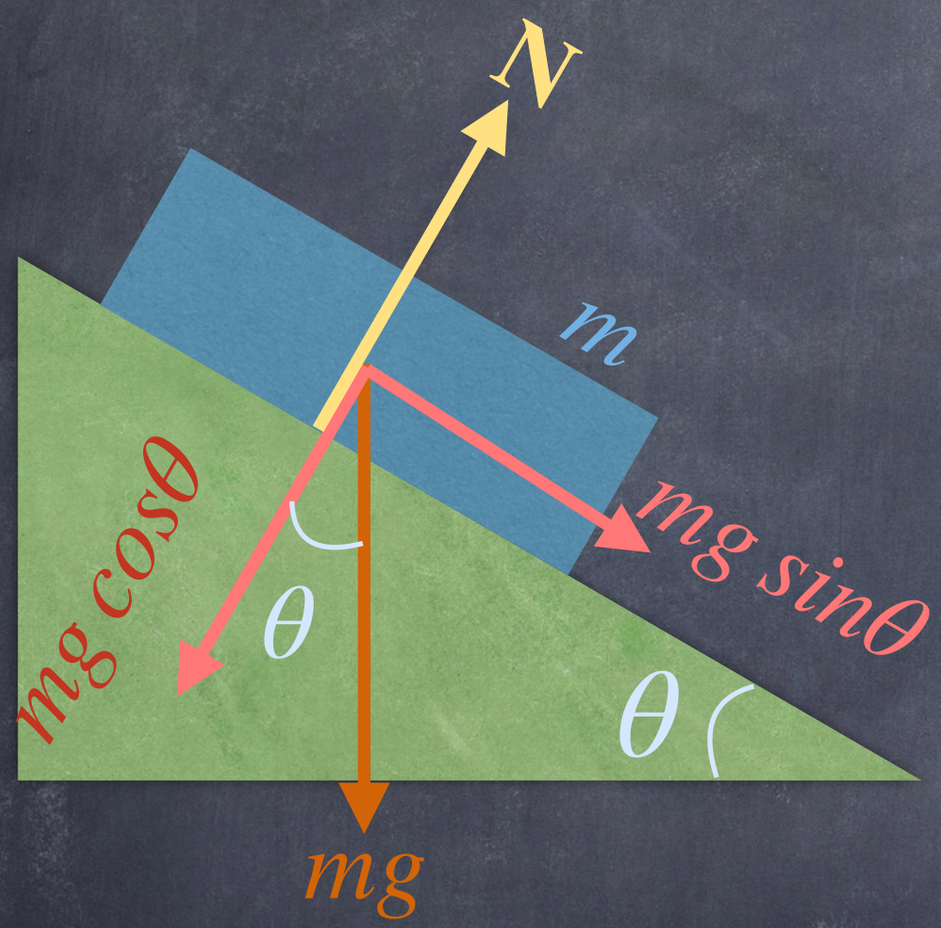
$$\Sigma_i \bar{F}_i = m\,\bar{a}$$

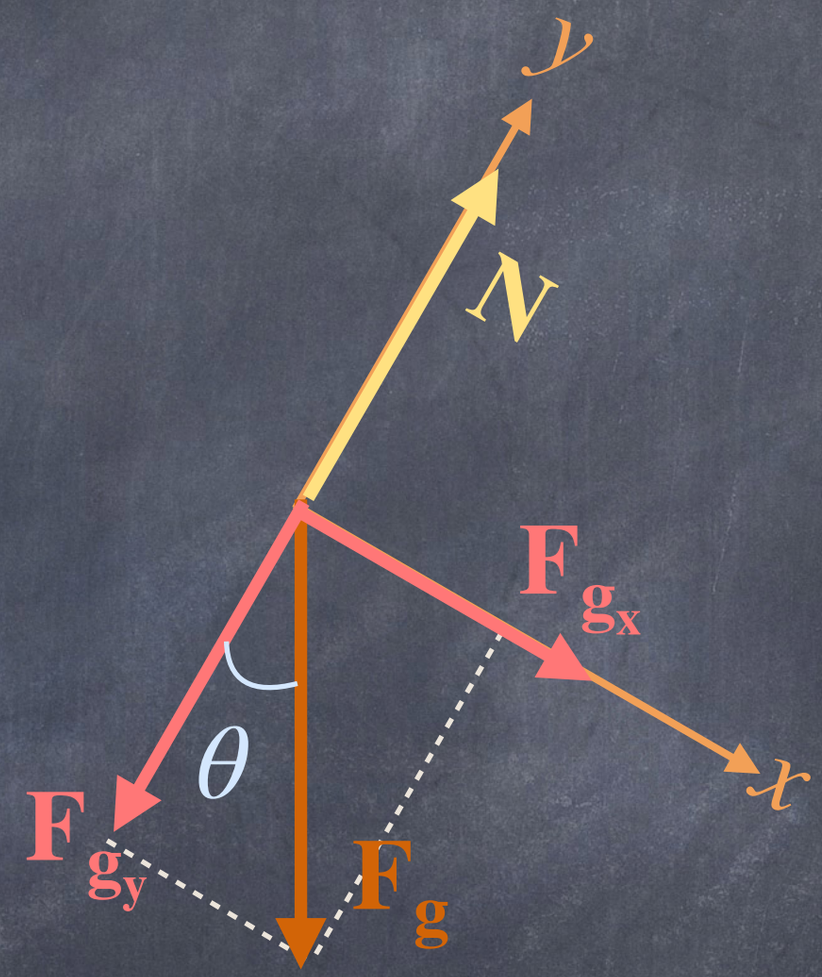
$$F_{g_x} = m\,a_x$$

$$\bar{N} + \bar{F}_g = m\,\bar{a}$$

$$N - F_{g_y} = m\,a_y$$

Piano Inclinato





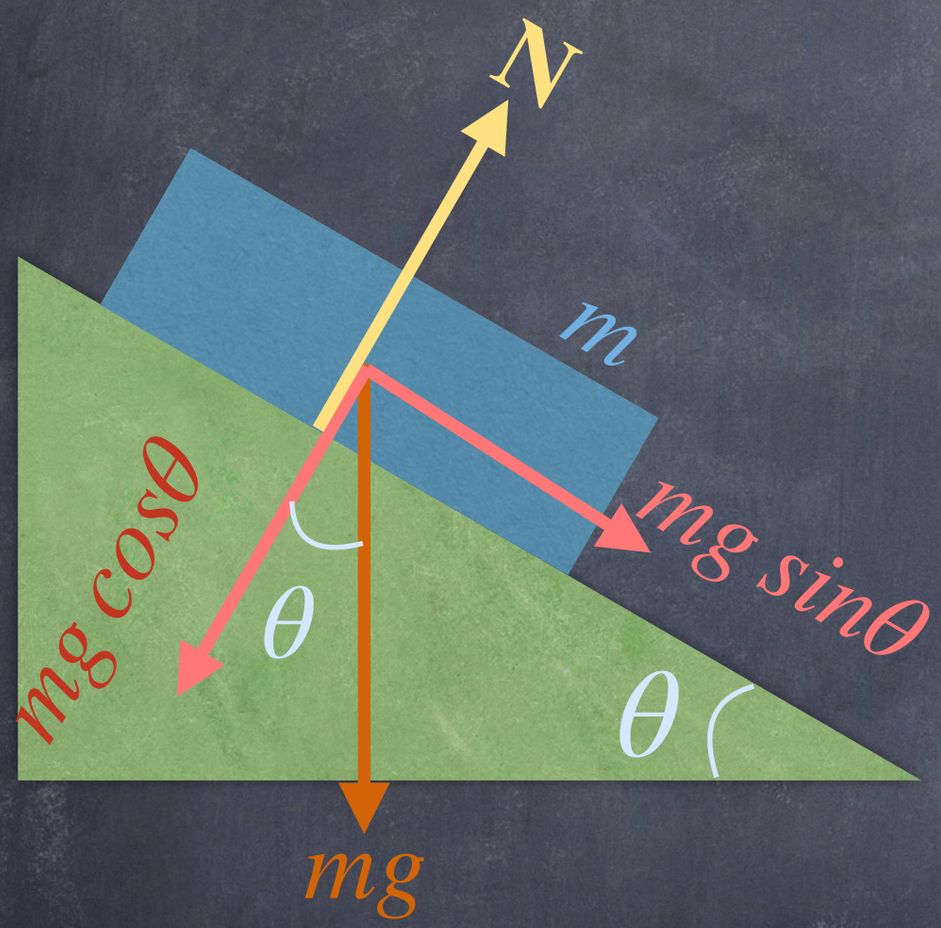
$$\Sigma_i \bar{F}_i = m\,\bar{a}$$

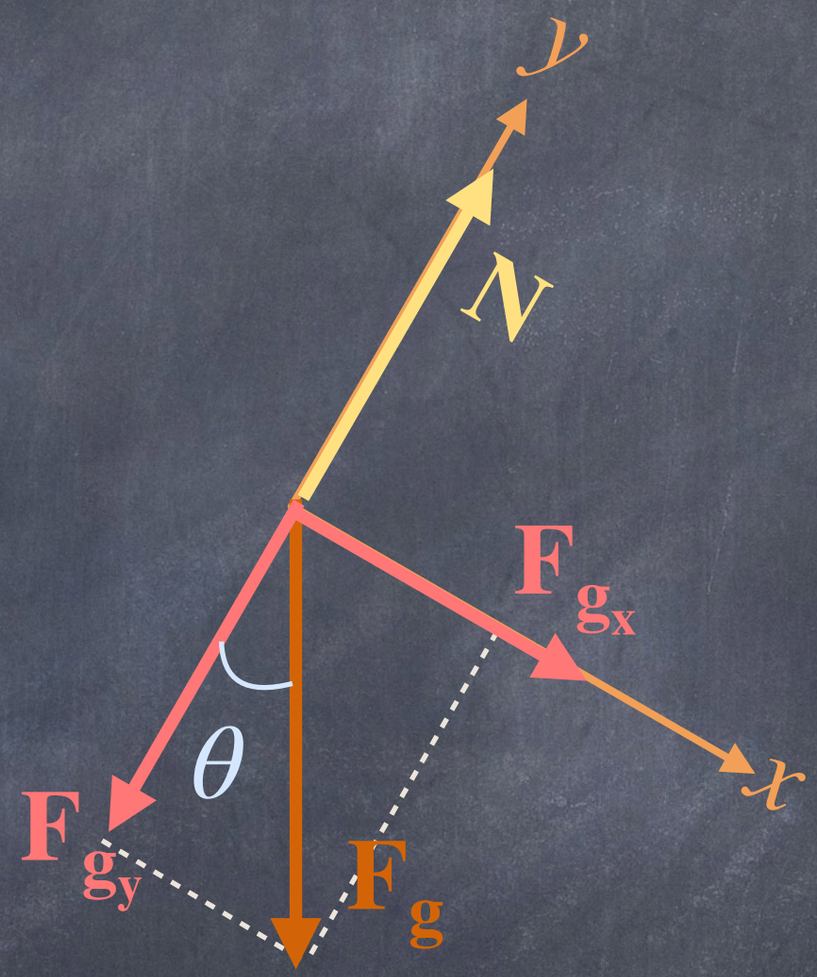
$$F_{g_x} = m\,a_x$$

$$\bar{N} + \bar{F}_g = m\,\bar{a}$$

$$N - F_{g_y} = m\,a_y = 0$$

Piano Inclinato





$$\Sigma_i \bar{F}_i = m\,\bar{a}$$

$$F_{g_x} = m\,a_x$$

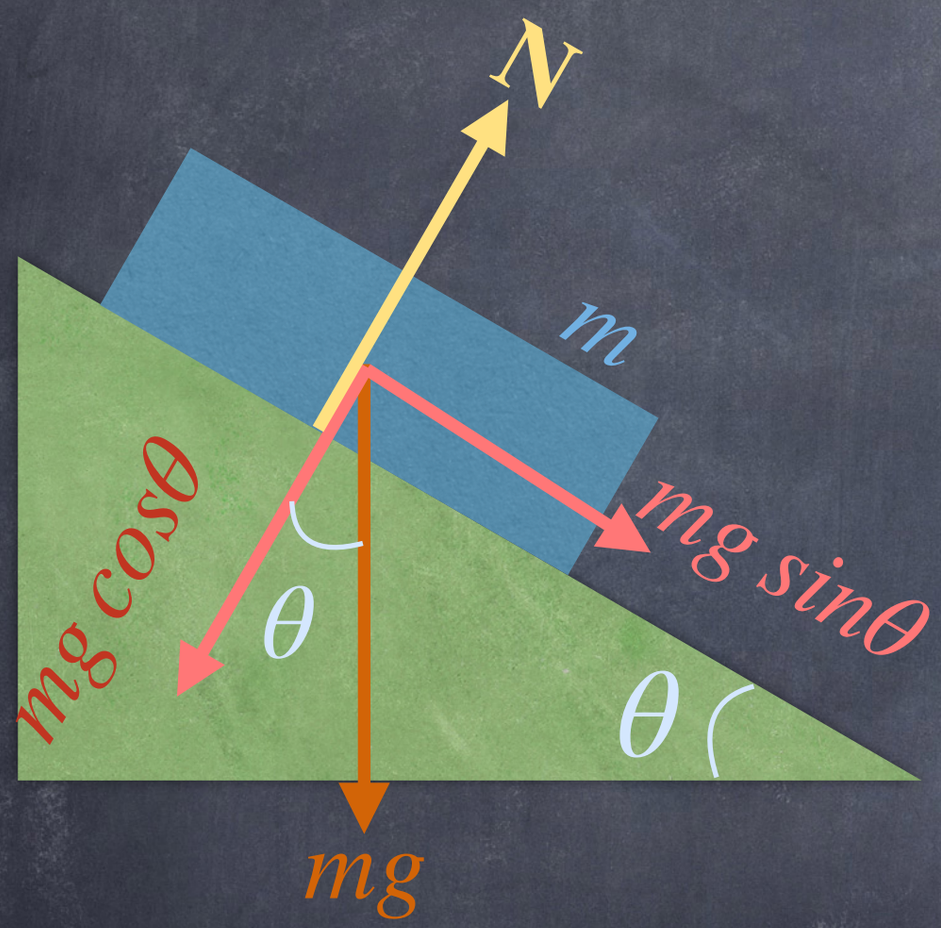
$$mg\,sin\theta = ma$$

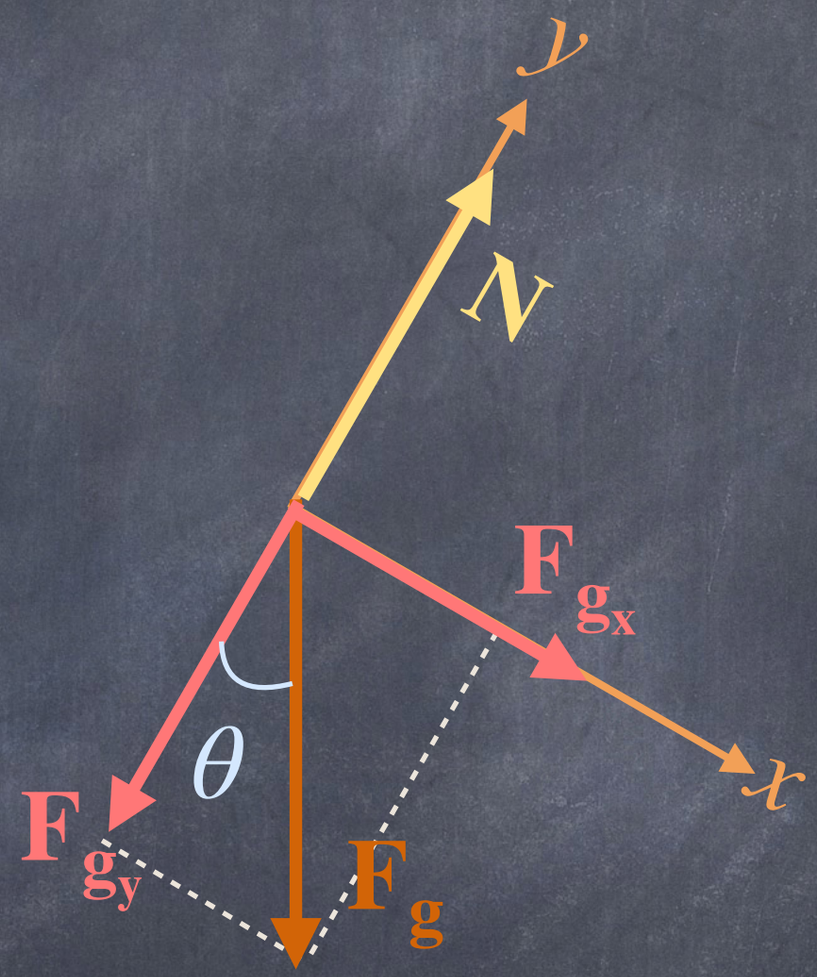
$$\bar{N} + \bar{F}_g = m\,\bar{a}$$

$$N - F_{g_y} = m\,a_y = 0$$

$$N = mg\,cos\theta$$

Piano Inclinato





$$\Sigma_i \bar{F}_i = m\,\bar{a}$$

$$F_{g_x} = m\,a_x$$

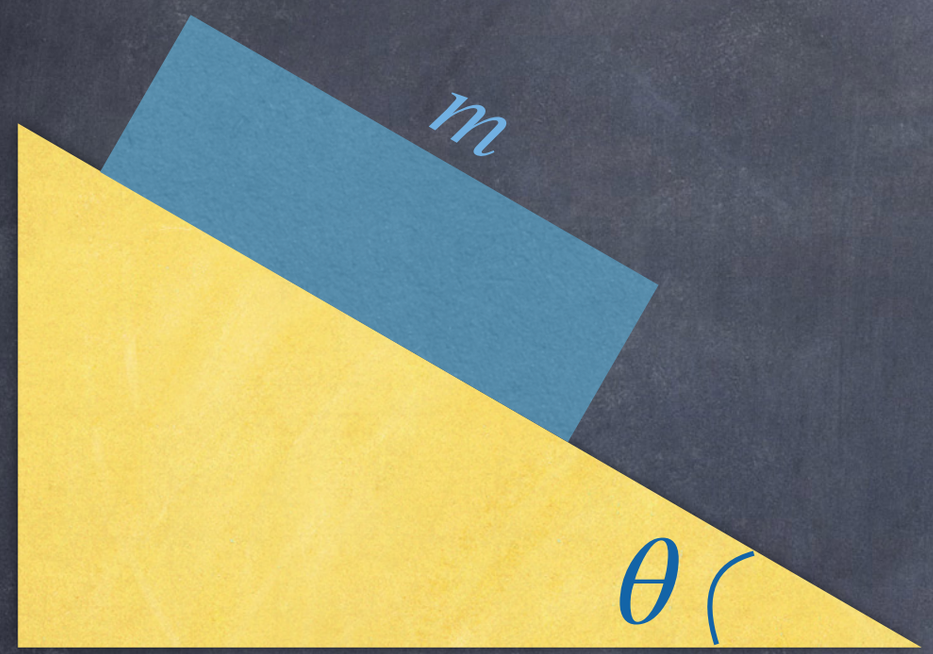
$$mg\,sin\theta = ma \qquad a = gsin\theta$$

$$\bar{N} + \bar{F}_g = m\,\bar{a}$$

$$N - F_{g_y} = m\,a_y = 0$$

$$N = mg\,cos\theta$$

Esercizio

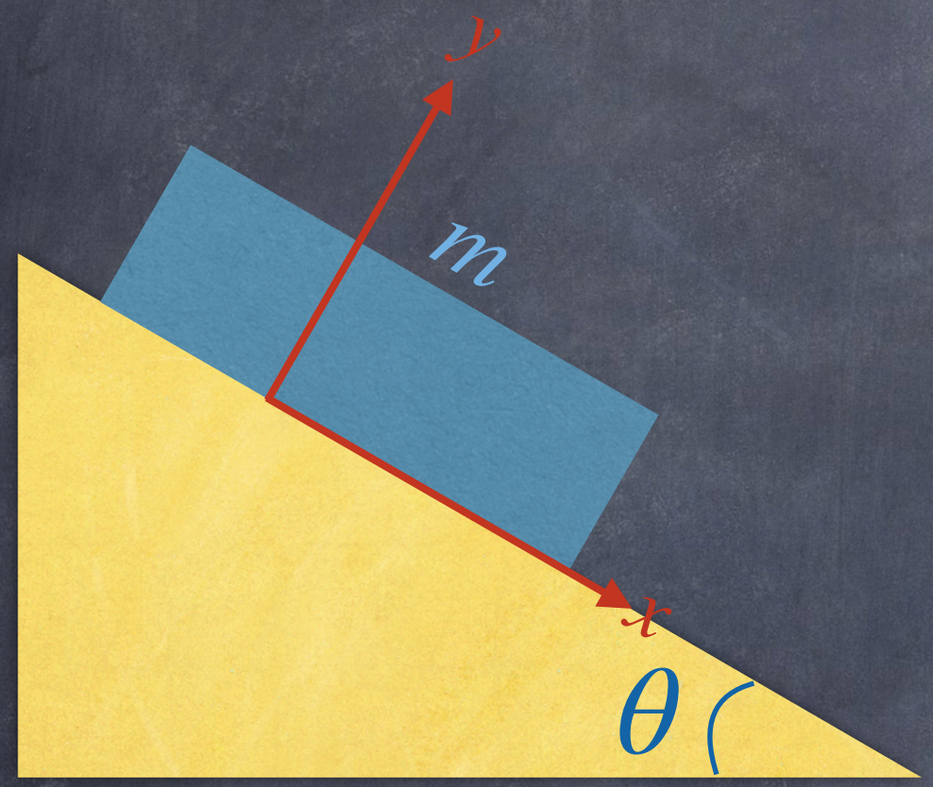


- $m = 3\ kg$
- $\theta = 30^\circ$

Determinare:

- Reazione Vincolare
- Accelerazione

Esercizio

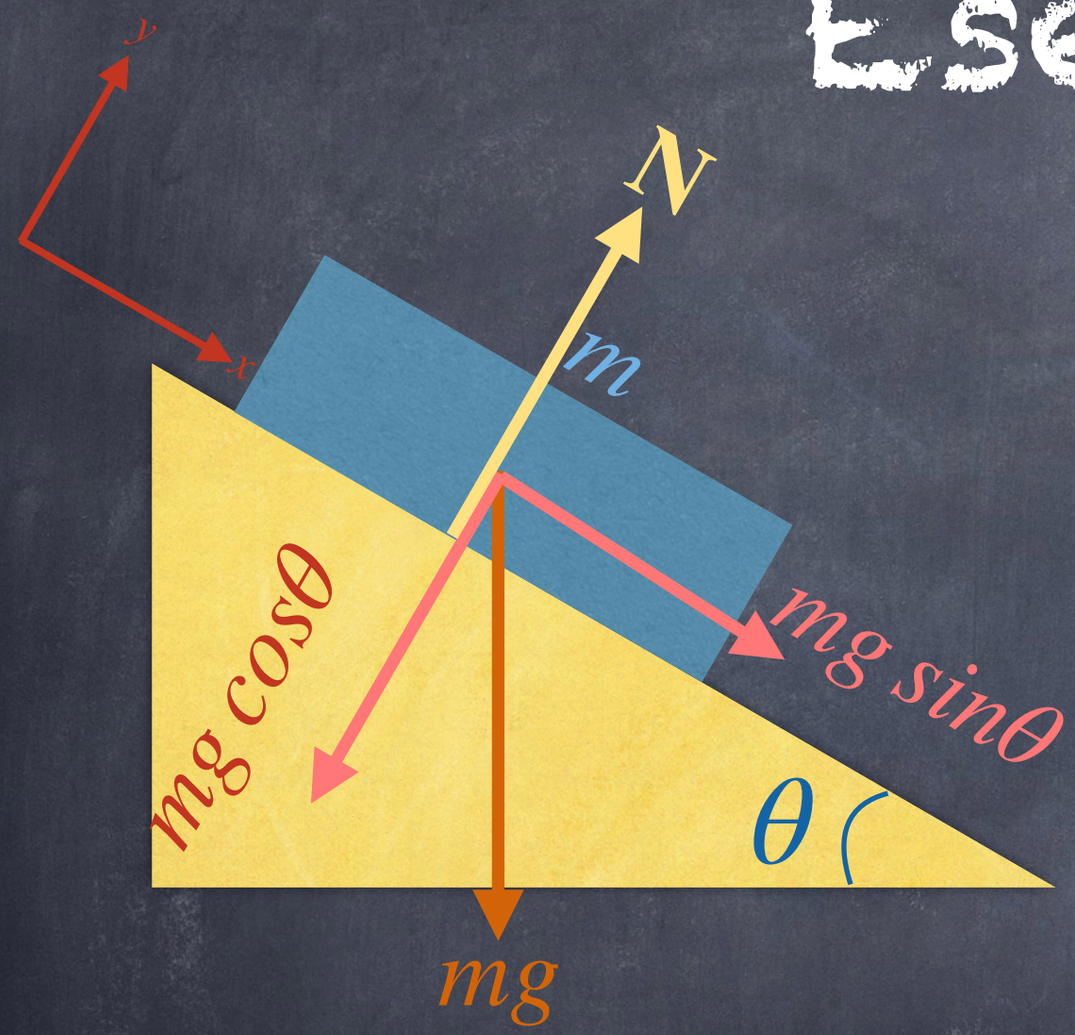


- $m = 3\ kg$
- $\theta = 30^\circ$

Determinare:

- Reazione Vincolare
- Accelerazione

Esercizio

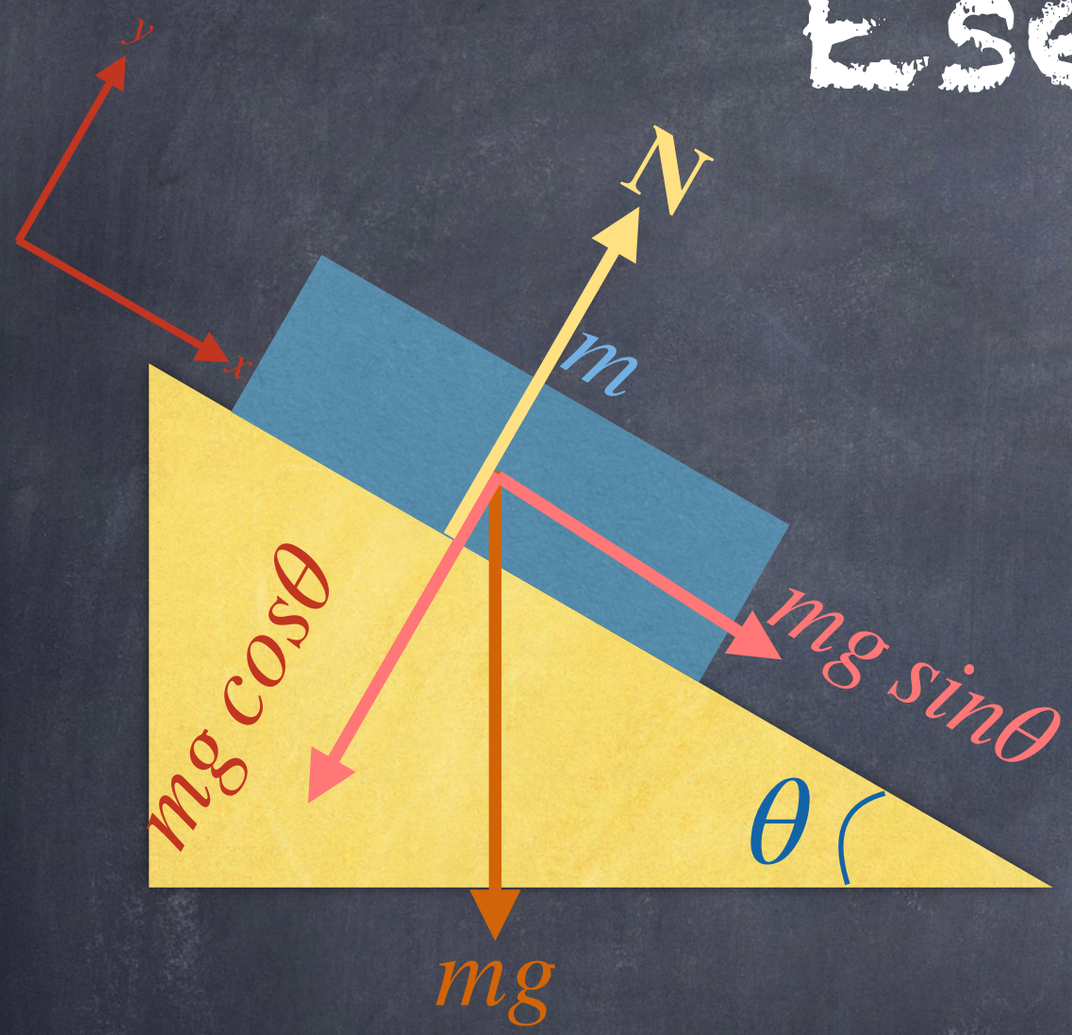


- $m = 3\ kg$
- $\theta = 30^\circ$

Determinare:

- Reazione Vincolare
- Accelerazione

Esercizio



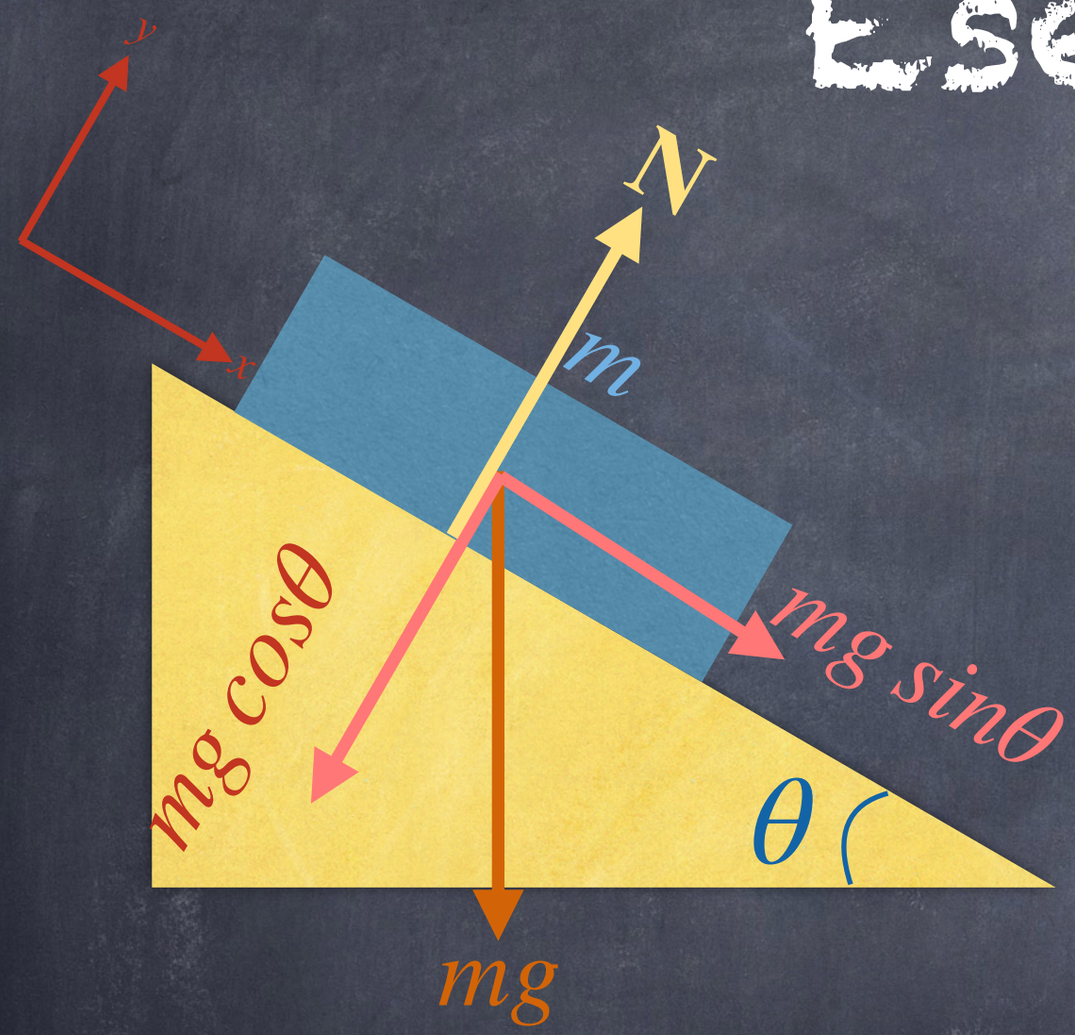
- $m = 3\ kg$
- $\theta = 30^\circ$

Determinare:

- Reazione Vincolare
- Accelerazione

$$|\mathbf{N}| = mg\ cos\theta$$

Esercizio



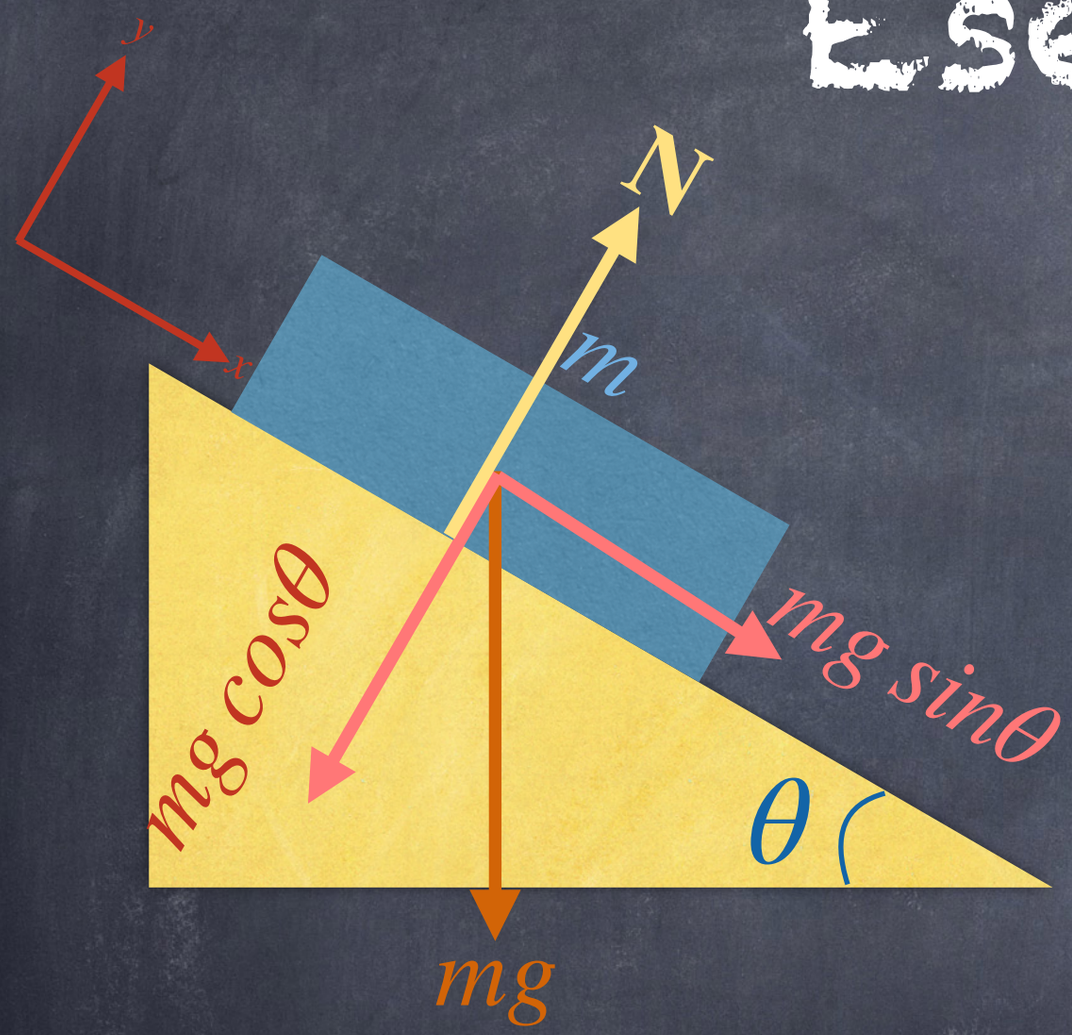
- $m = 3\ kg$
- $\theta = 30^\circ$

Determinare:

- Reazione Vincolare
- Accelerazione

$$|\mathbf{N}| = mg\ cos\theta \quad = 3 \cdot 9.8 \cdot cos(30^\circ)$$

Esercizio



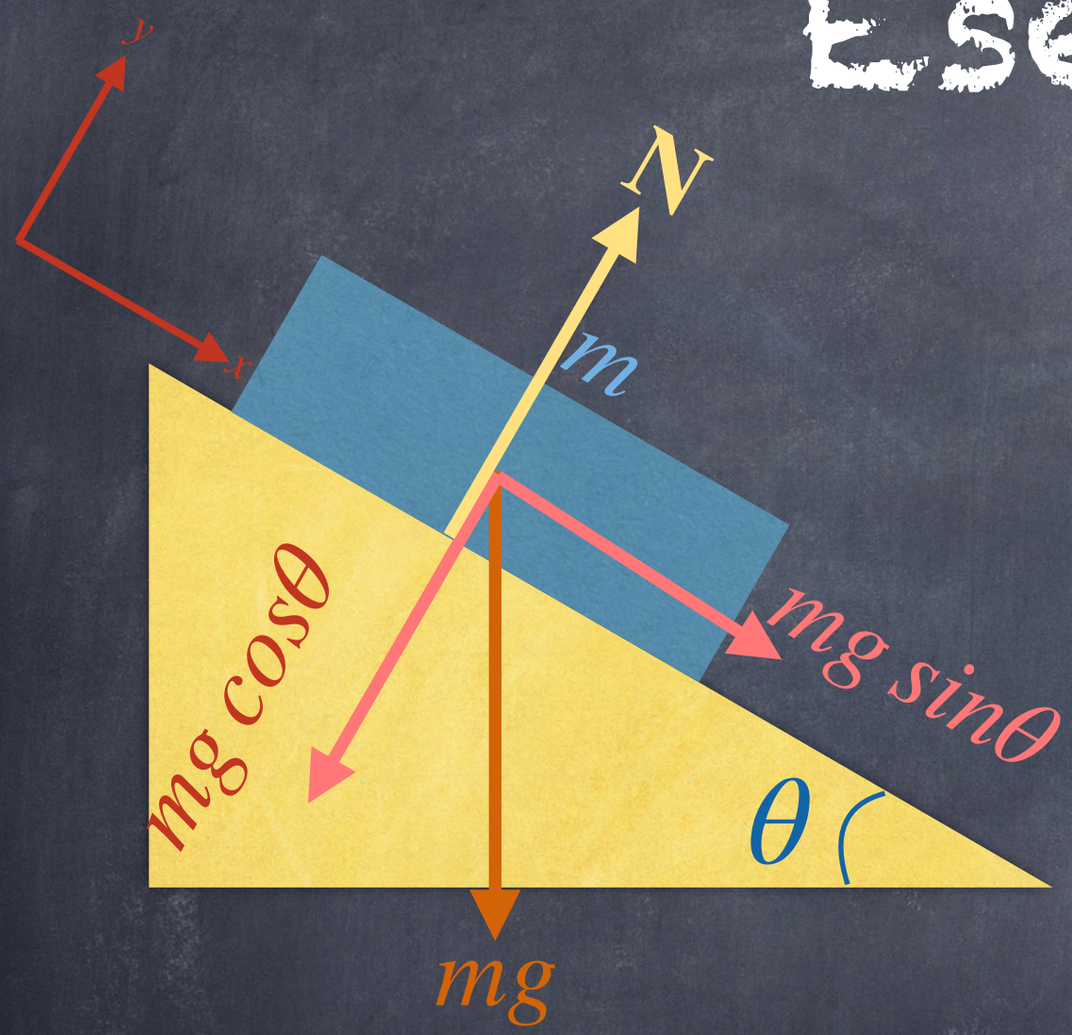
- $m = 3\ kg$
- $\theta = 30^\circ$

Determinare:

- Reazione Vincolare
- Accelerazione

$$|\mathbf{N}| = mg\ cos\theta \quad = 3 \cdot 9.8 \cdot cos(30^\circ) = 3 \cdot 9.8 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 25.5\ N$$

Esercizio



- $m = 3\ kg$
- $\theta = 30^\circ$

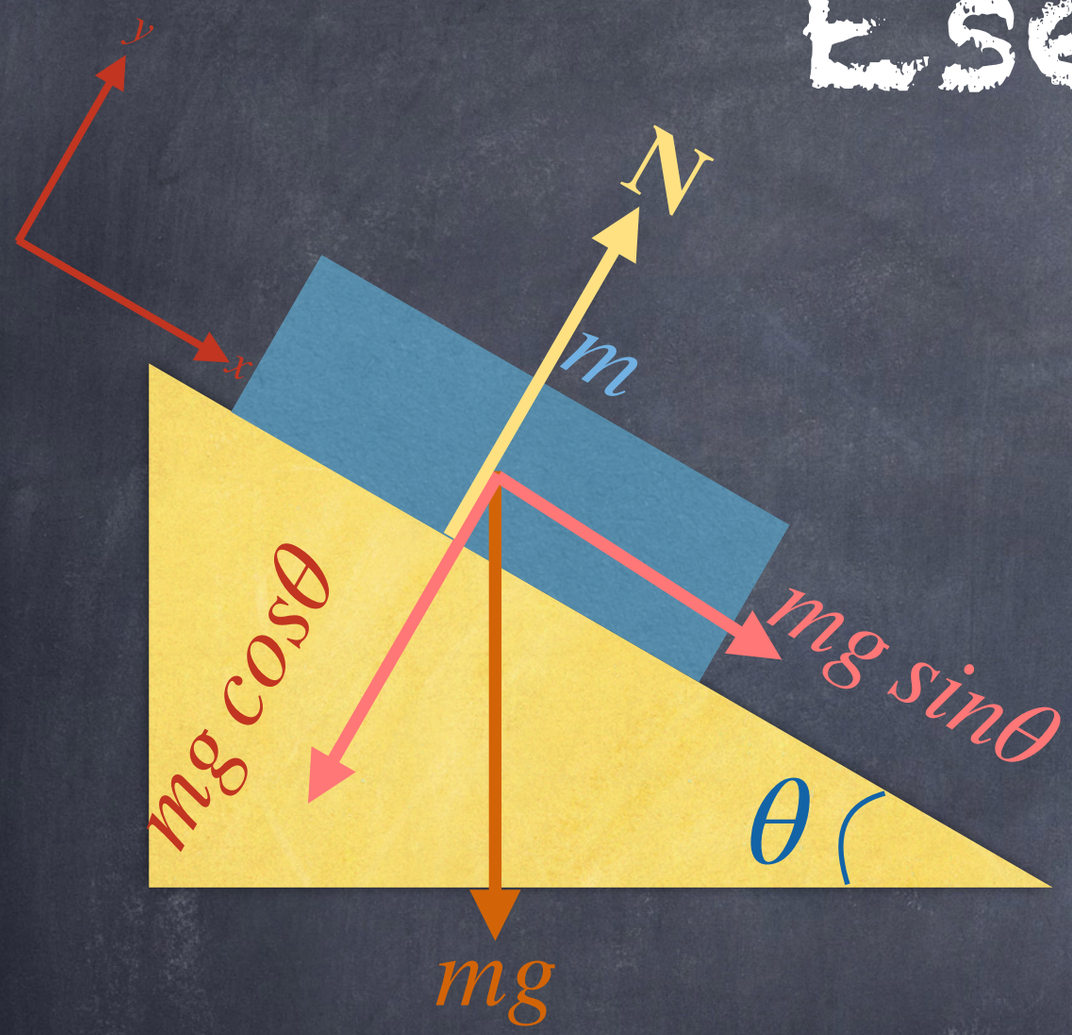
Determinare:

- Reazione Vincolare
- Accelerazione

$$|\mathbf{N}| = mg\ cos\theta \quad = 3 \cdot 9.8 \cdot cos(30^\circ) = 3 \cdot 9.8 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 25.5\ N$$

$$|\mathbf{a}| = g\ sin\theta$$

Esercizio



- $m = 3\ kg$
- $\theta = 30^\circ$

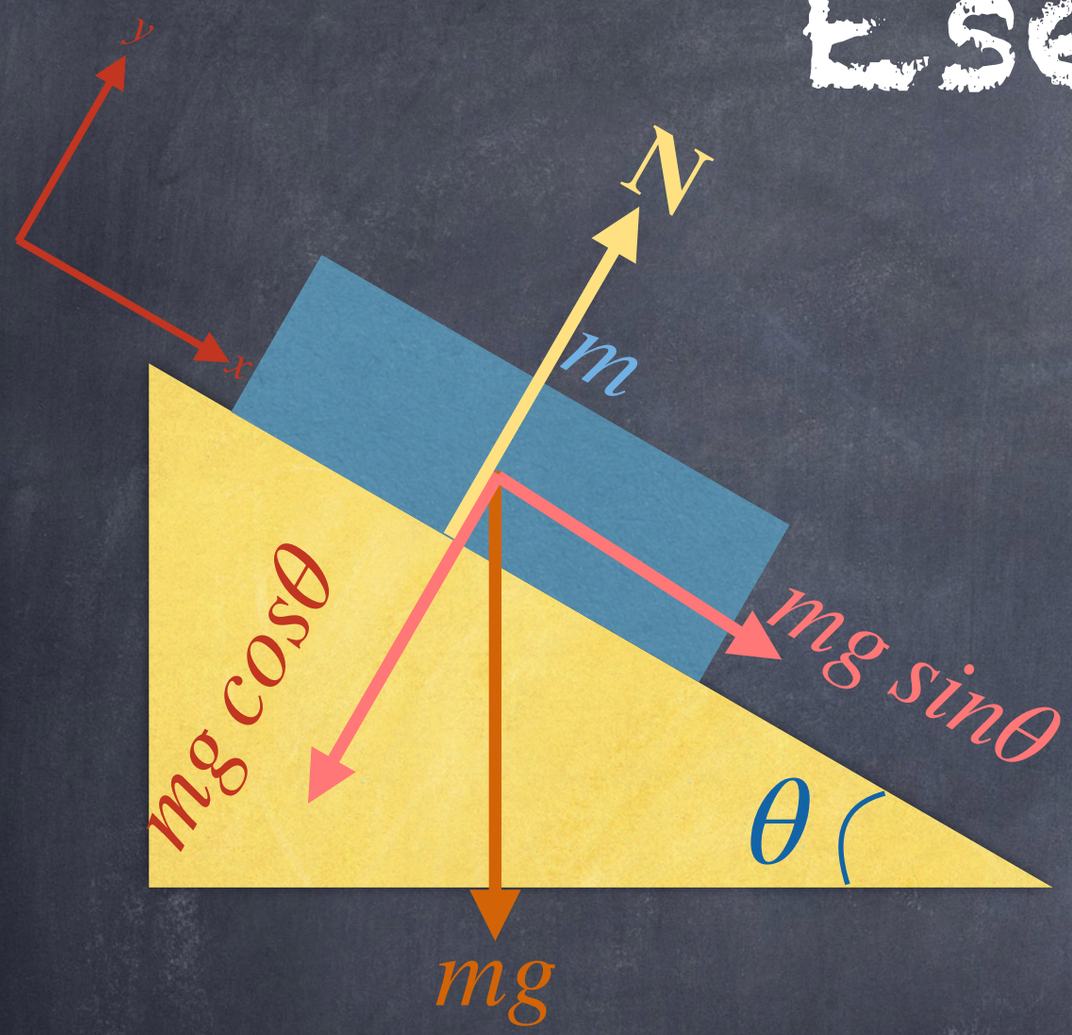
Determinare:

- Reazione Vincolare
- Accelerazione

$$|\mathbf{N}| = mg\ cos\theta \quad = 3 \cdot 9.8 \cdot cos(30^\circ) = 3 \cdot 9.8 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 25.5\ N$$

$$|\mathbf{a}| = g\ sin\theta \qquad = 9.8 \cdot sin(30^\circ)$$

Esercizio



- $m = 3\ kg$
- $\theta = 30^\circ$

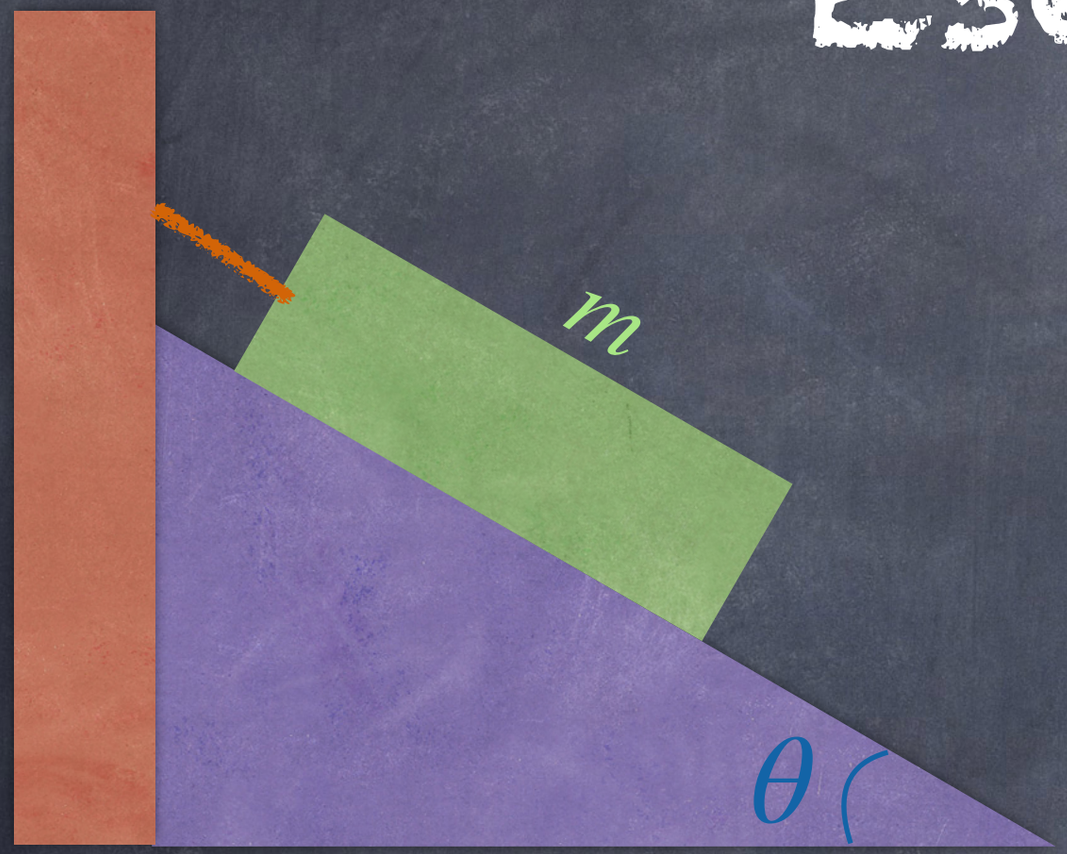
Determinare:

- Reazione Vincolare
- Accelerazione

$$|\mathbf{N}| = mg\ cos\theta \quad = 3 \cdot 9.8 \cdot cos(30^\circ) = 3 \cdot 9.8 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 25.5\ N$$

$$|\mathbf{a}| = g\ sin\theta \quad = 9.8 \cdot sin(30^\circ) \quad = 9.8 \cdot \frac{1}{2} \quad = 4.9\ m/s^2$$

Esercizio

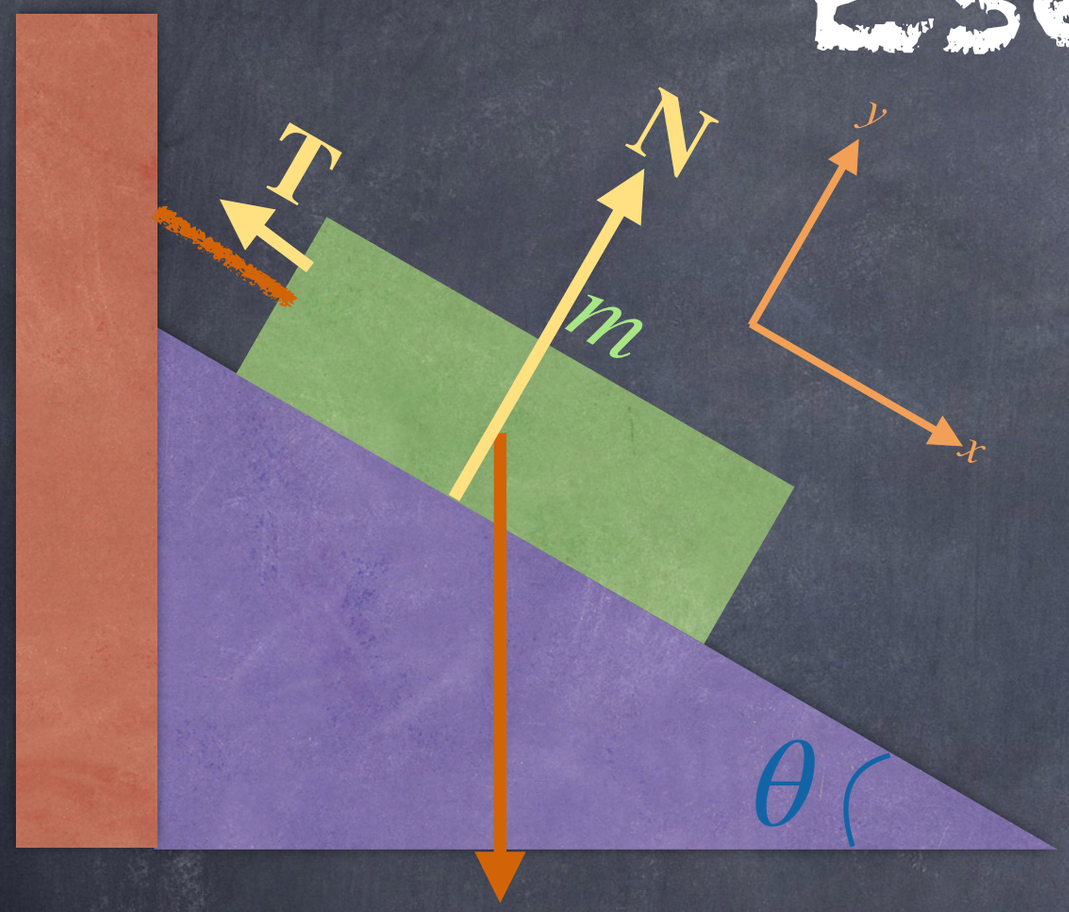


- $m = 0.5\ kg$
- $\theta = 45^\circ$

Determinare:

- Tensione Corda

Esercizio

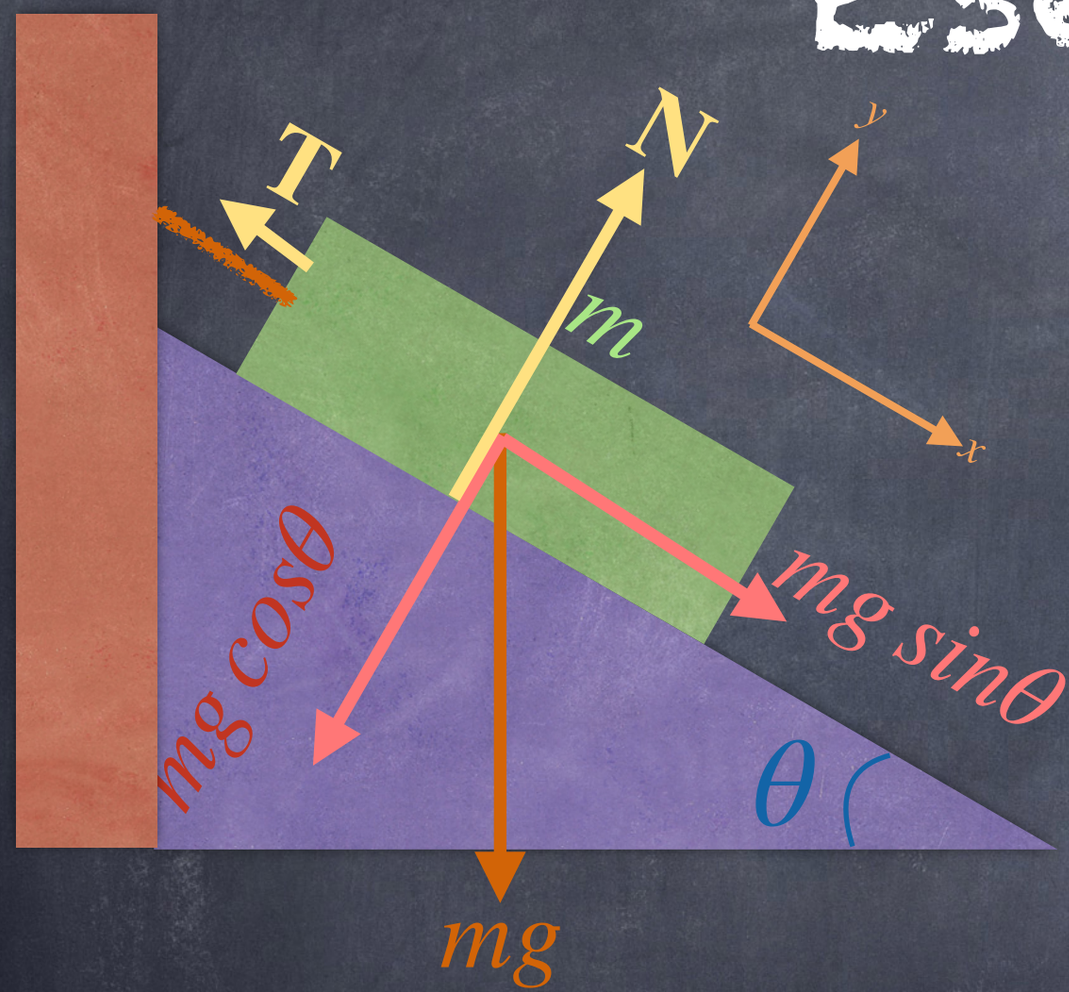


- $m = 0.5\ kg$
- $\theta = 45^\circ$

Determinare:

- Tensione Corda

Esercizio

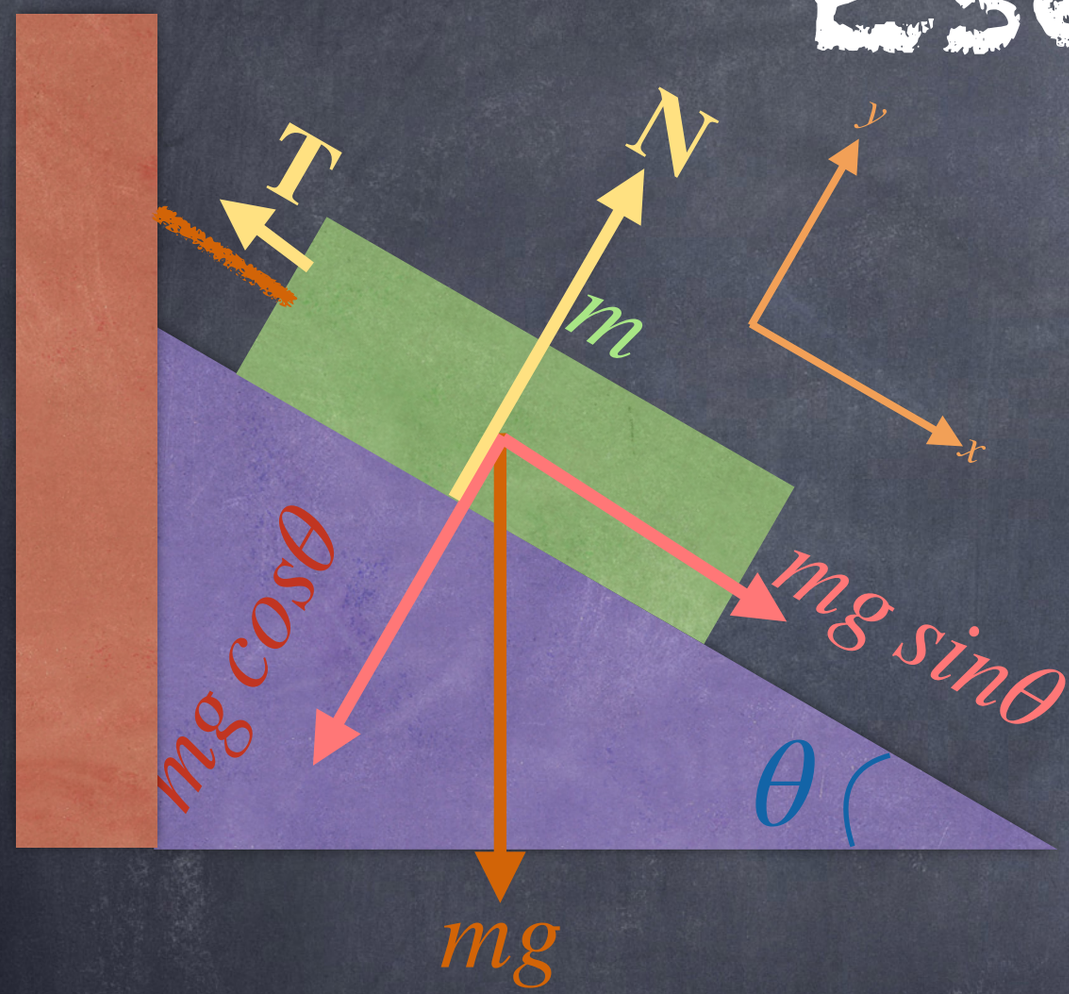


- $m = 0.5\ kg$
- $\theta = 45^\circ$

Determinare:

- Tensione Corda

Esercizio



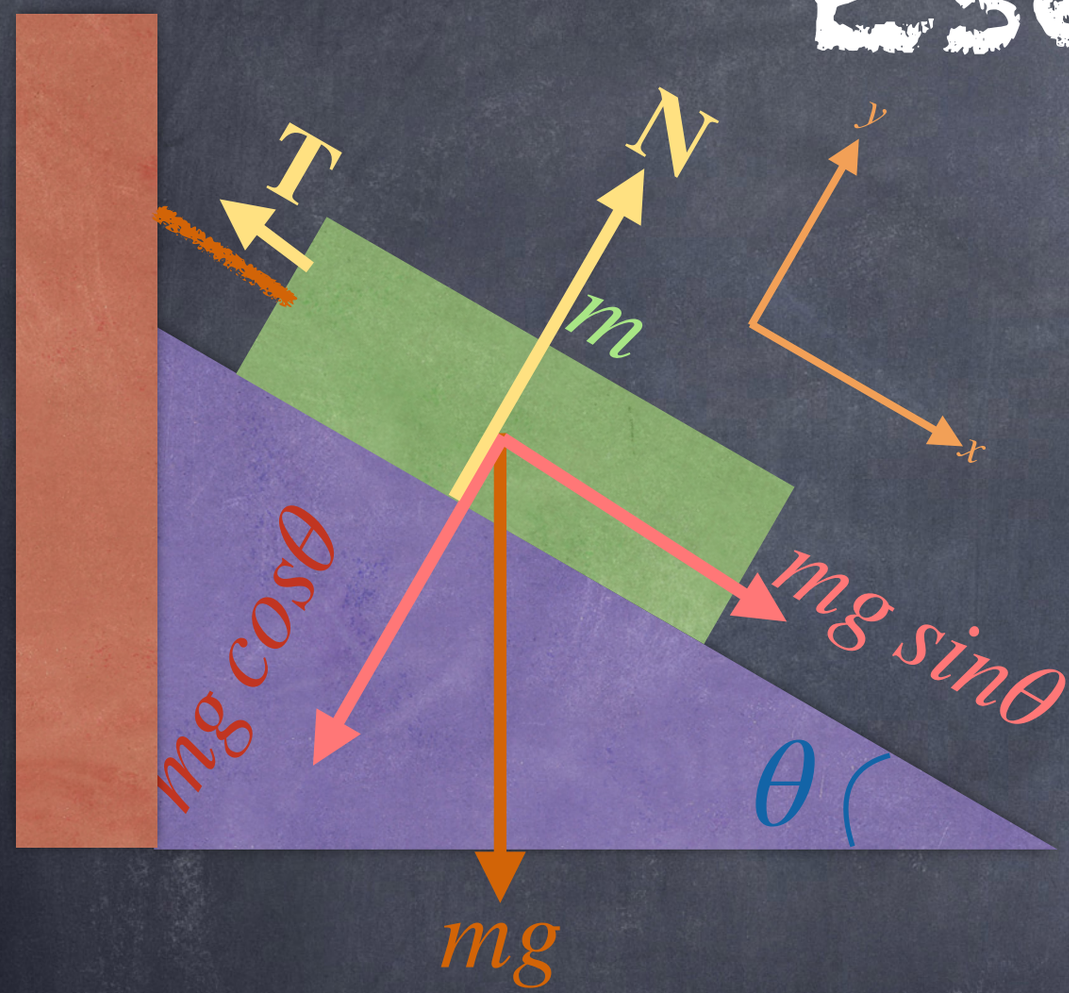
- $m = 0.5\ kg$
- $\theta = 45^\circ$

Determinare:

- Tensione Corda

$$\mathbf{F_g} + \mathbf{N} + \mathbf{T} = m\mathbf{a}$$

Esercizio



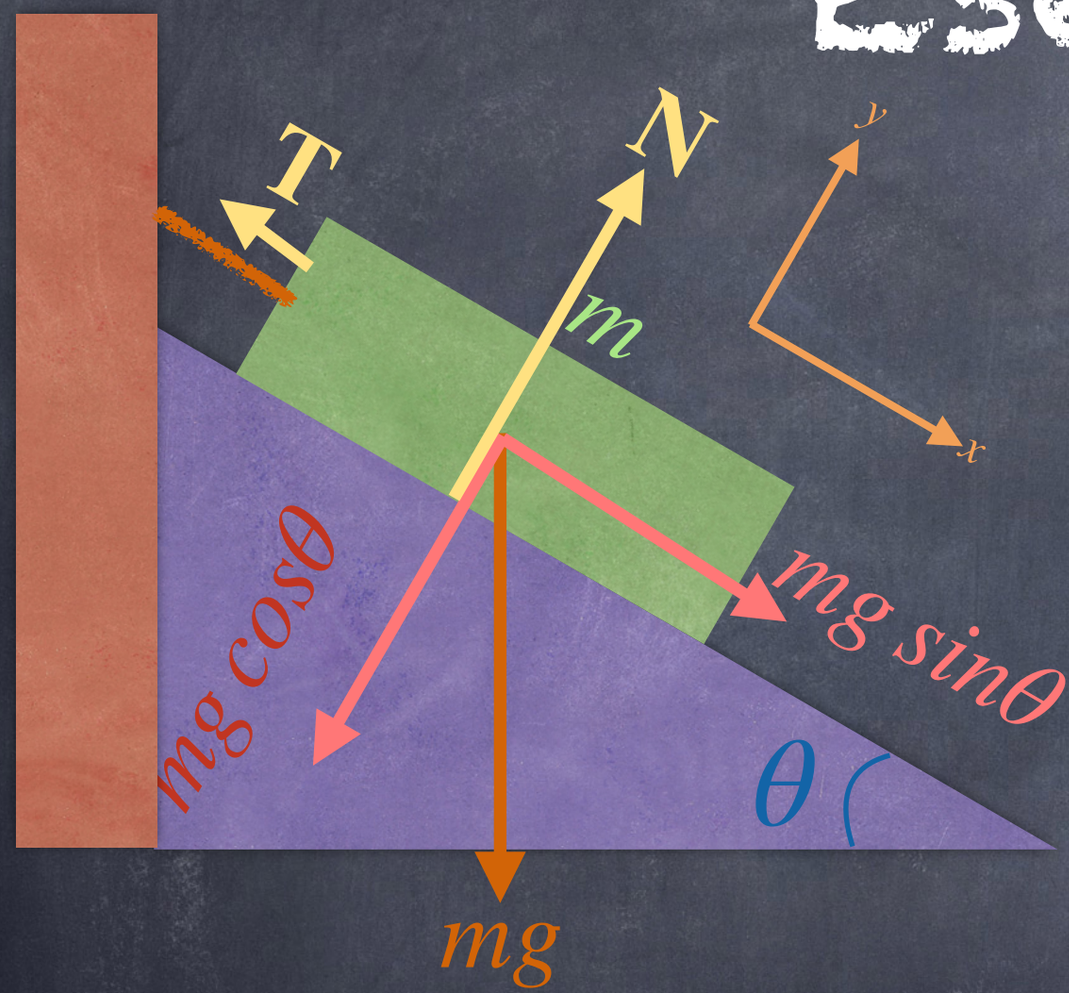
- $m = 0.5\ kg$
- $\theta = 45^\circ$

Determinare:

- Tensione Corda

$$\mathbf{F_g} + \mathbf{N} + \mathbf{T} = m\mathbf{a} \qquad = \mathbf{0}$$

Esercizio



- $m = 0.5\ kg$
- $\theta = 45^\circ$

Determinare:

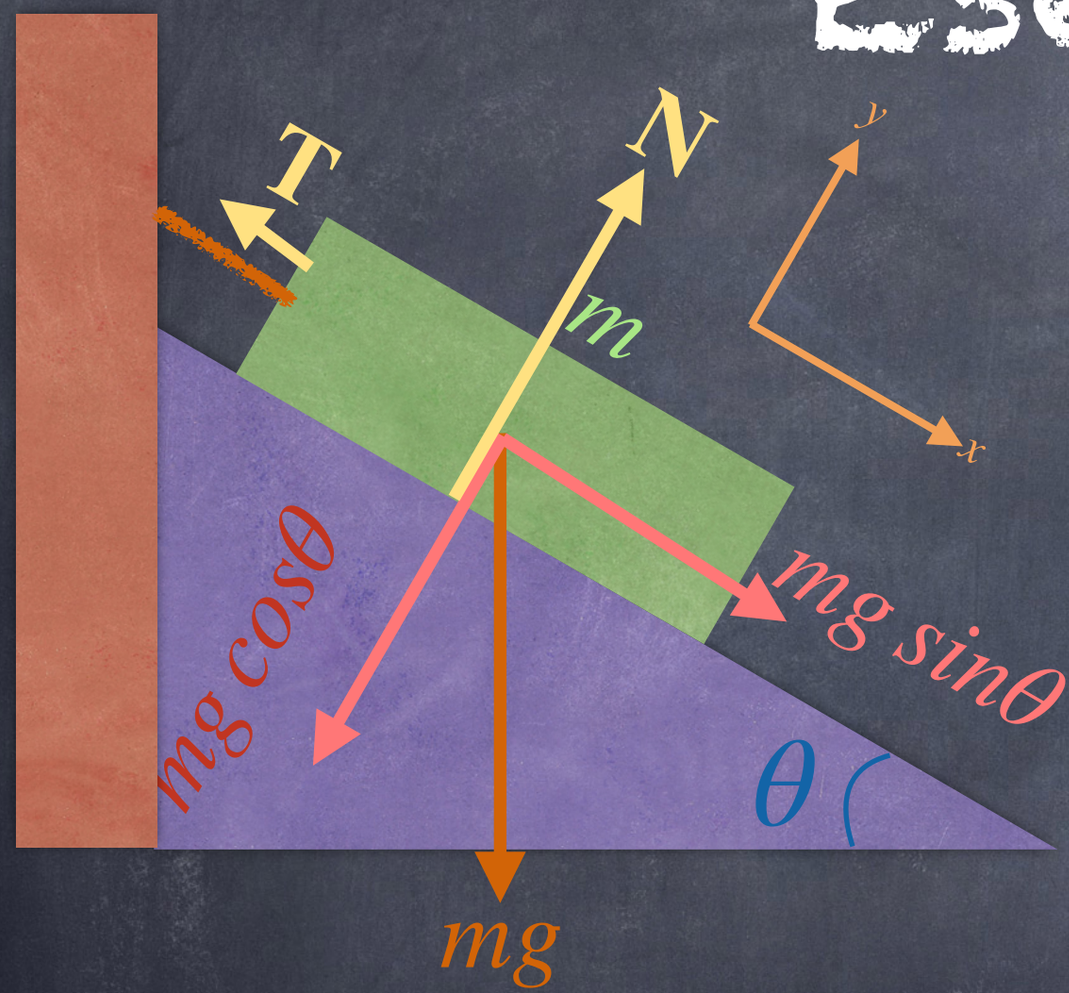
- Tensione Corda

$$\mathbf{F_g} + \mathbf{N} + \mathbf{T} = m\mathbf{a} \qquad = \mathbf{0}$$

$$F_{g_x} - T = 0$$

$$-F_{g_y} + N = 0$$

Esercizio



- $m = 0.5\ kg$
- $\theta = 45^\circ$

Determinare:

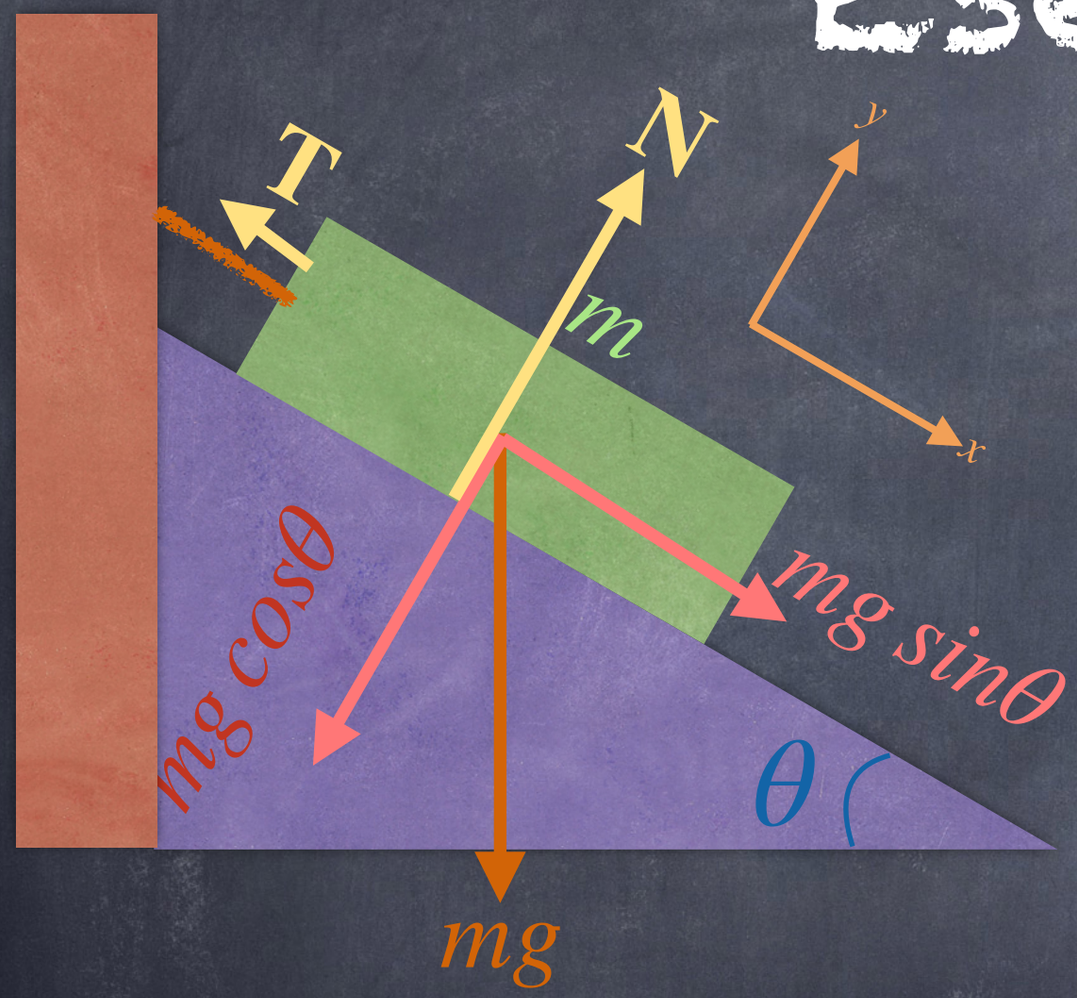
- Tensione Corda

$$\mathbf{F_g} + \mathbf{N} + \mathbf{T} = m\mathbf{a} \qquad = \mathbf{0}$$

$$F_{g_x} - T = 0 \qquad mg\ sin\theta = T$$

$$-F_{g_y} + N = 0$$

Esercizio



- $m = 0.5\ kg$
- $\theta = 45^\circ$

Determinare:

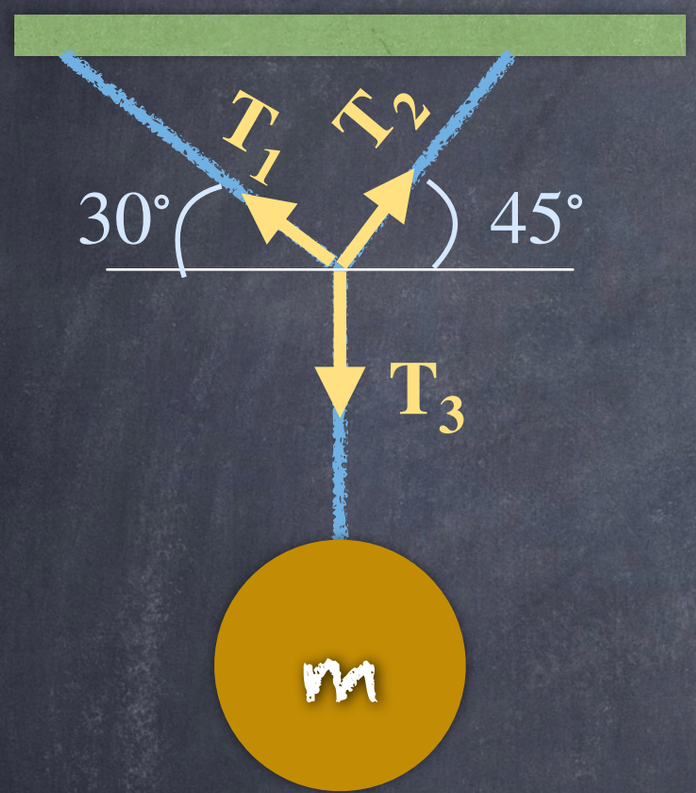
- Tensione Corda

$$\mathbf{F_g} + \mathbf{N} + \mathbf{T} = m\mathbf{a} \qquad = \mathbf{0}$$

$$F_{g_x} - T = 0 \qquad mg\ sin\theta = T \quad = 0.5 \cdot 9.8 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \quad = 3.5\ N$$

$$-F_{g_y} + N = 0$$

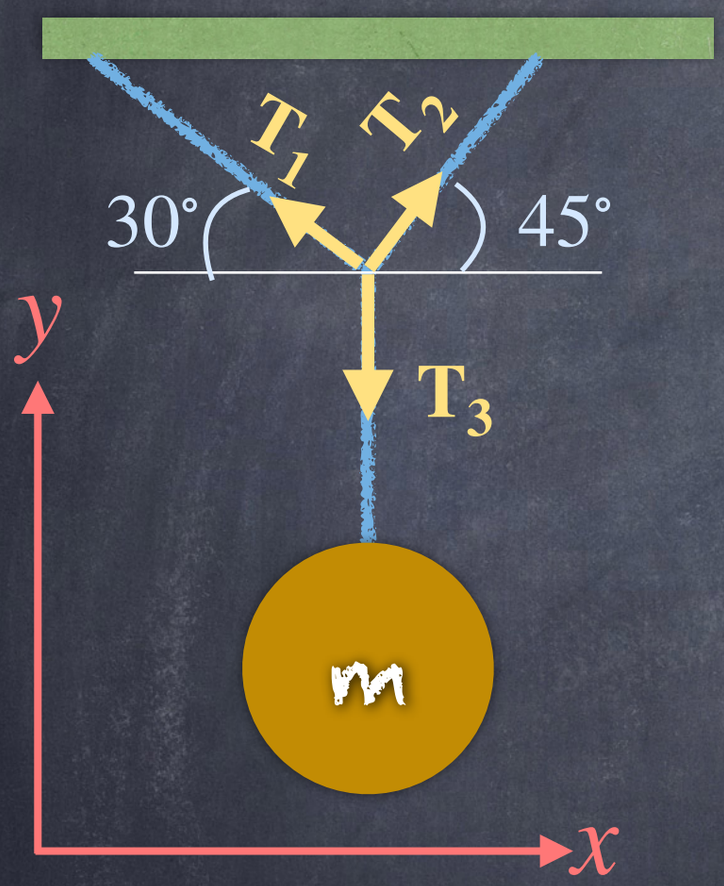
Esercizio



Massa $m = 10\ kg$

Determinare: T_1, T_2, T_3

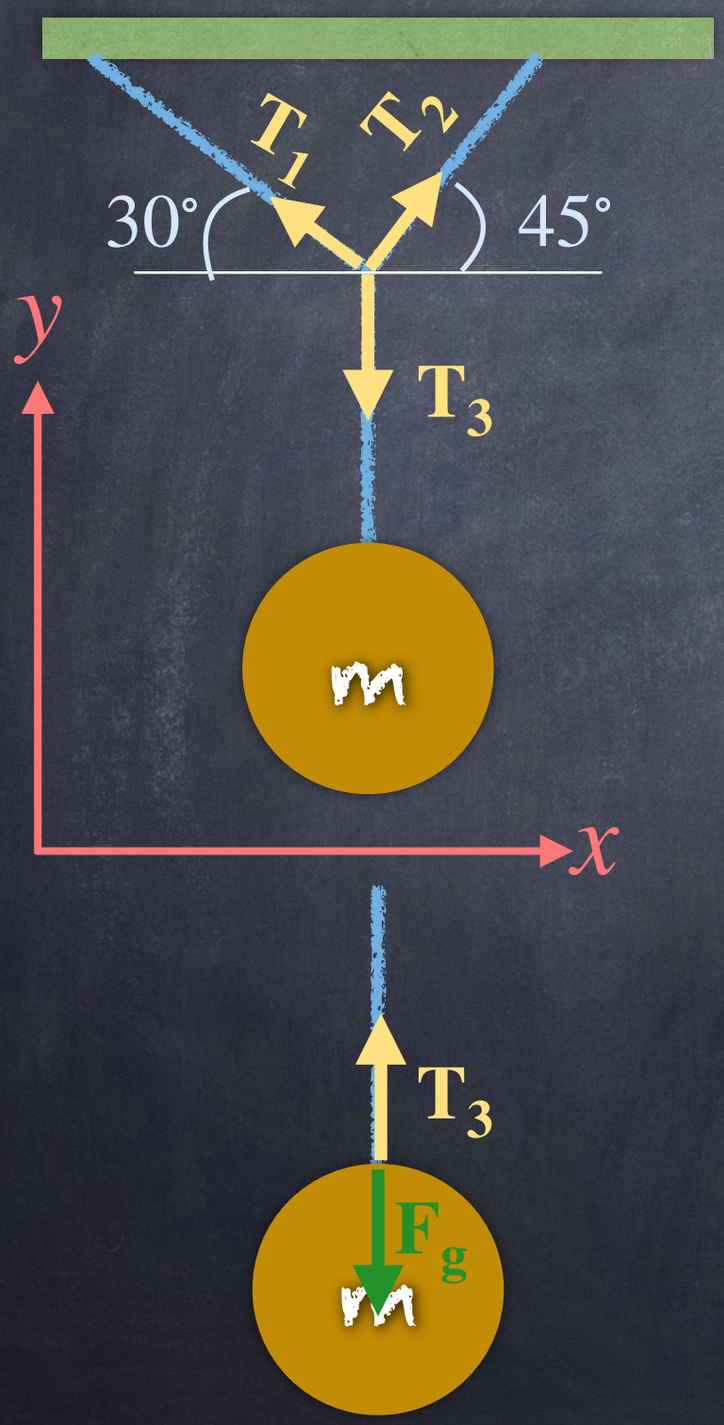
Esercizio



Massa $m = 10\ kg$

Determinare: T_1, T_2, T_3

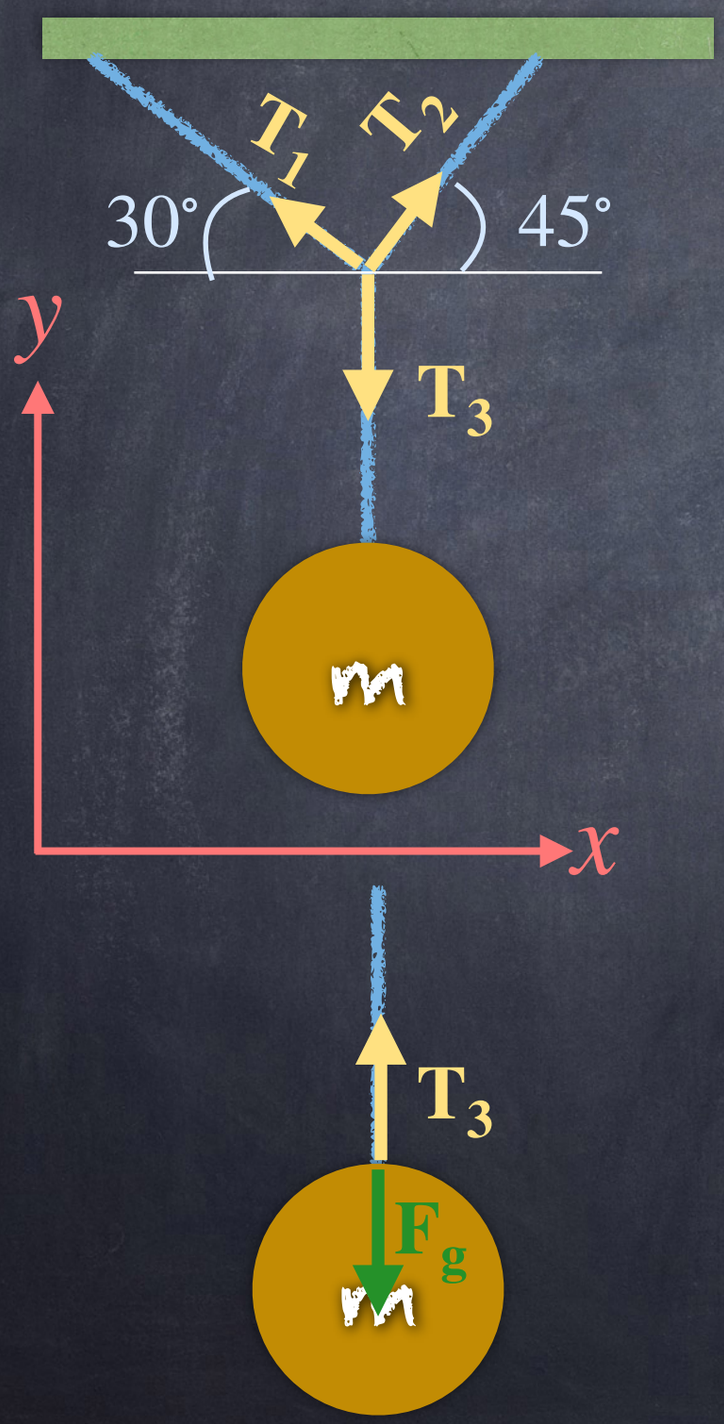
Esercizio



Massa $m = 10\ kg$

Determinare: T_1, T_2, T_3

Esercizio

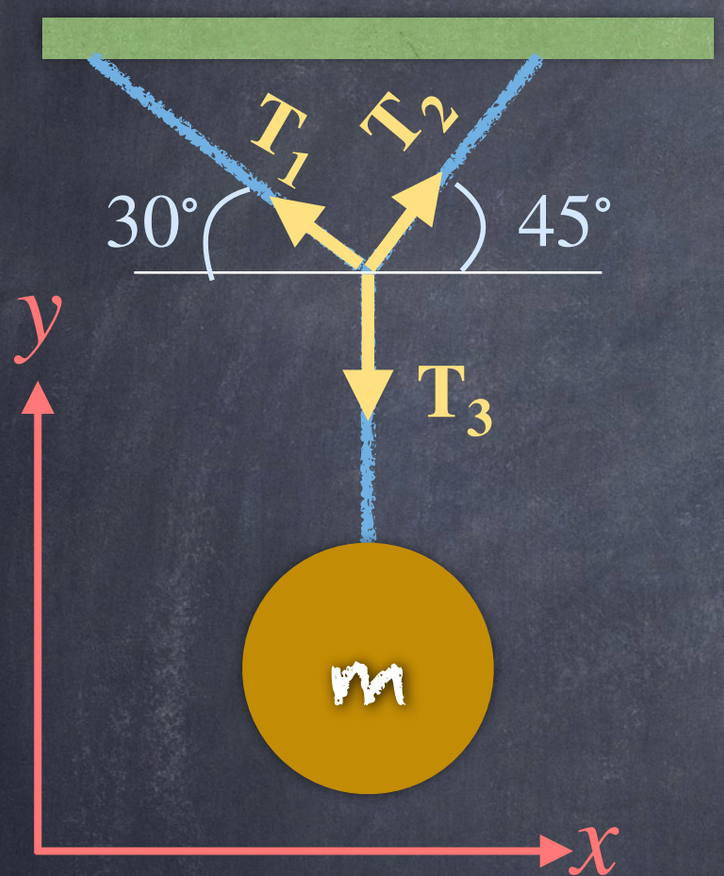


Massa $m = 10\ kg$

Determinare: $\mathbf{T_1}$, $\mathbf{T_2}$, $\mathbf{T_3}$

$$\mathbf{F_g} + \mathbf{T_3} = m\mathbf{a}$$

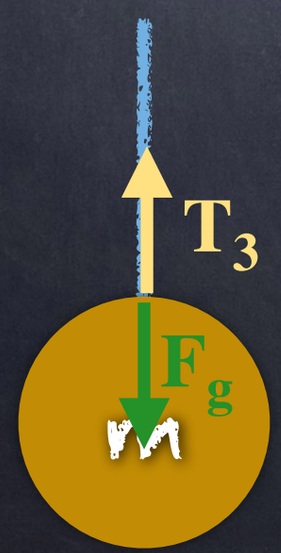
Esercizio



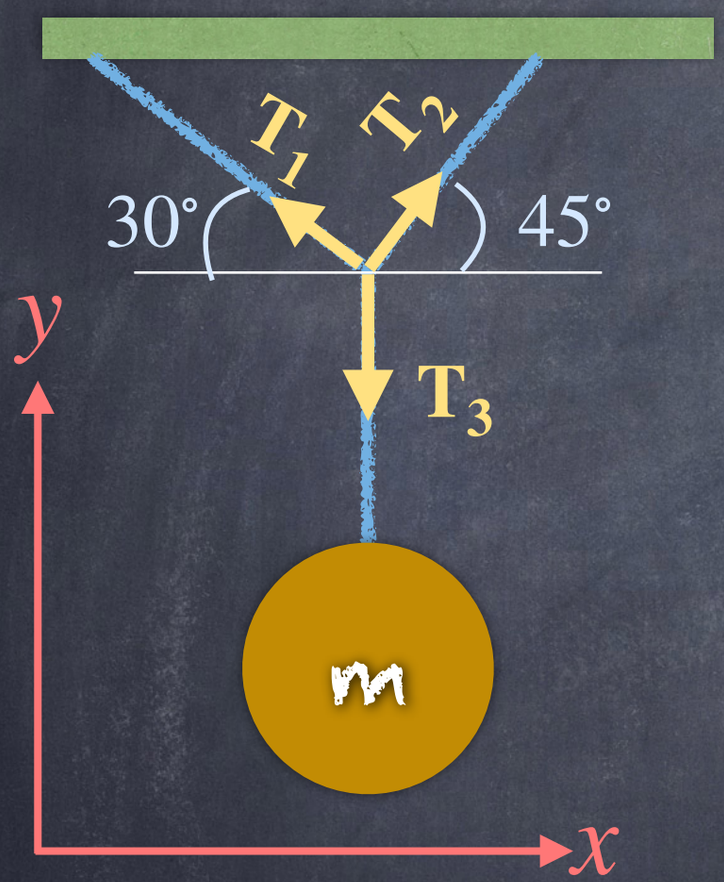
Massa $m = 10\ kg$

Determinare: $\mathbf{T_1}$, $\mathbf{T_2}$, $\mathbf{T_3}$

$$\mathbf{F_g} + \mathbf{T_3} = m\mathbf{a} = \mathbf{0}$$



Esercizio

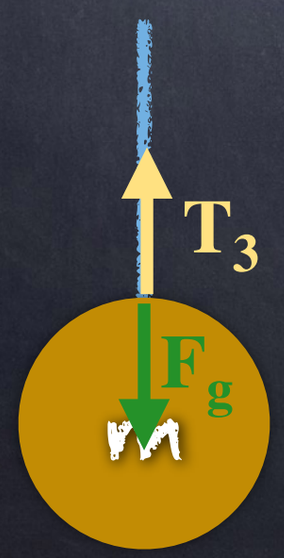


Massa $m = 10\ kg$

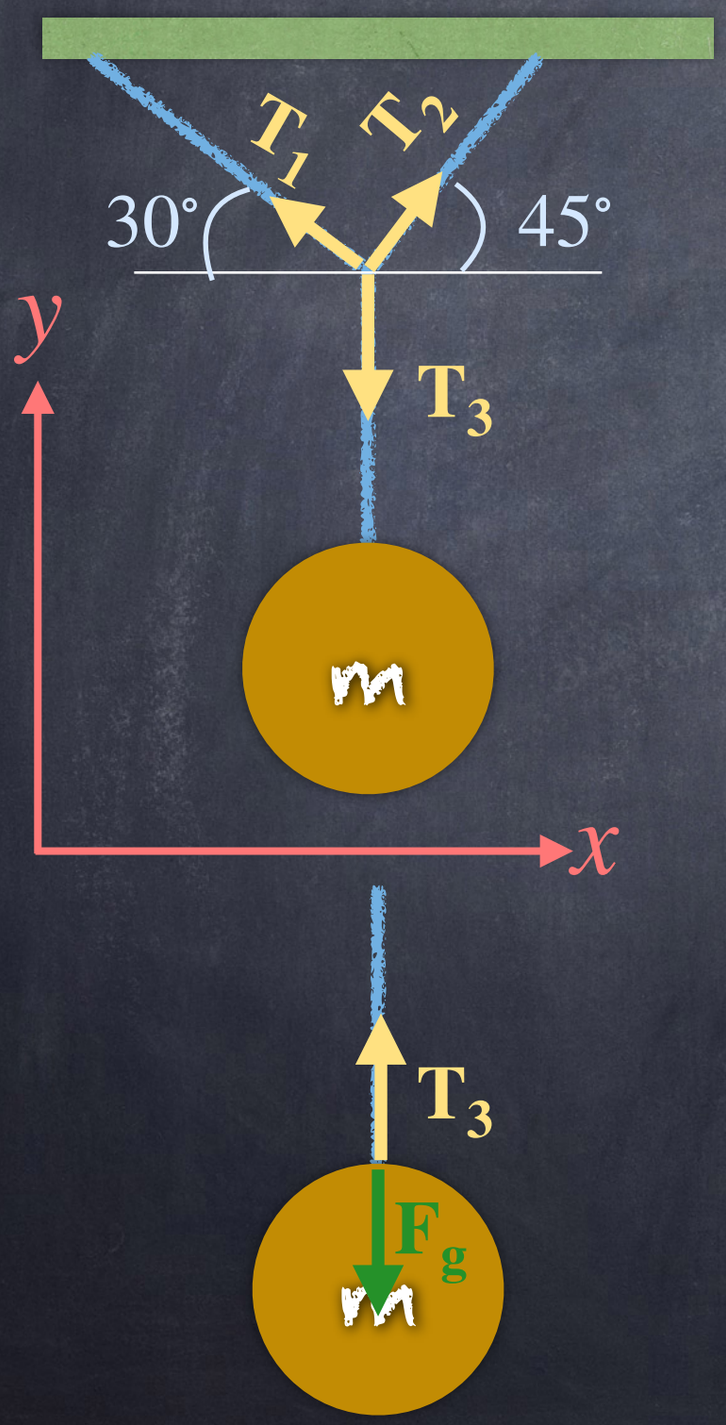
Determinare: $\mathbf{T_1}$, $\mathbf{T_2}$, $\mathbf{T_3}$

$$\mathbf{F_g} + \mathbf{T_3} = m\mathbf{a} = \mathbf{0}$$

$$-mg + T_3 = 0$$



Esercizio



Massa $m = 10\ kg$

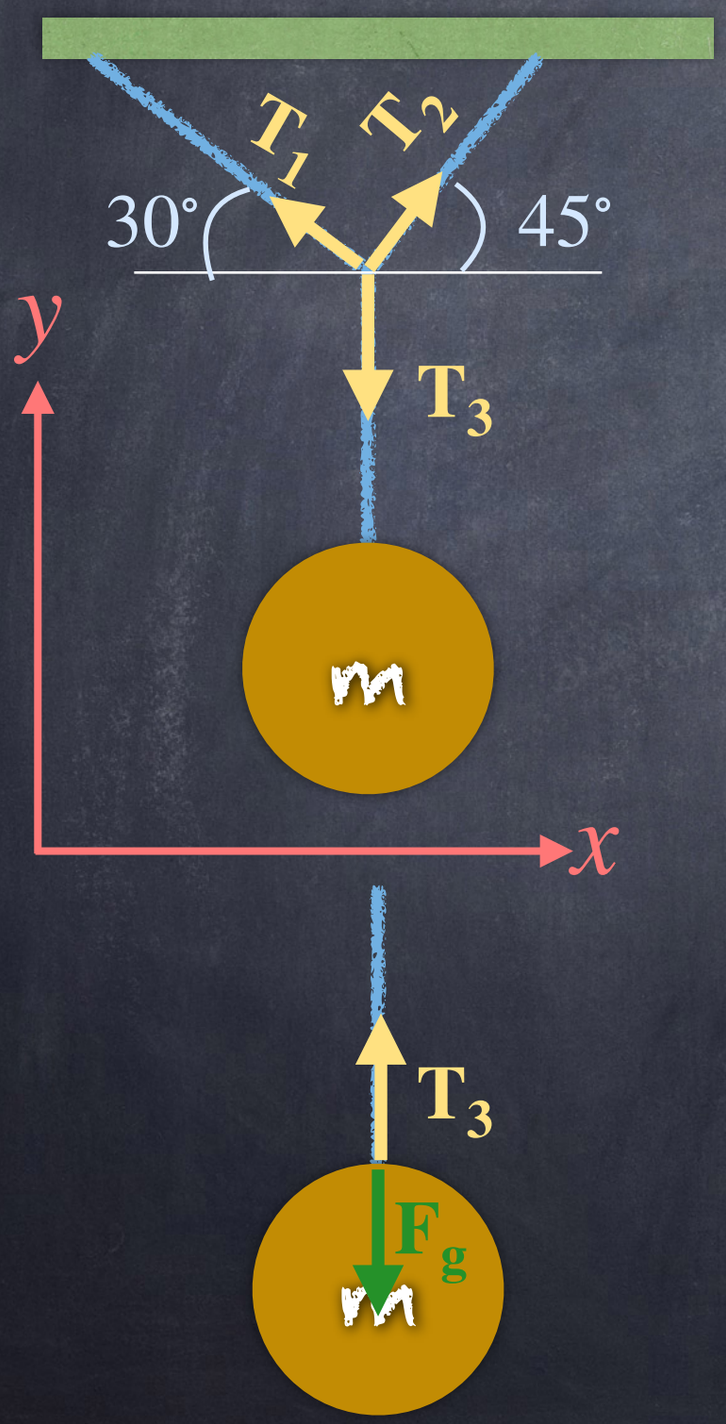
Determinare: $\mathbf{T_1}$, $\mathbf{T_2}$, $\mathbf{T_3}$

$$\mathbf{F_g} + \mathbf{T_3} = m\mathbf{a} = \mathbf{0}$$

$$-mg + T_3 = 0$$

$$T_3 = mg$$

Esercizio



Massa $m = 10\ kg$

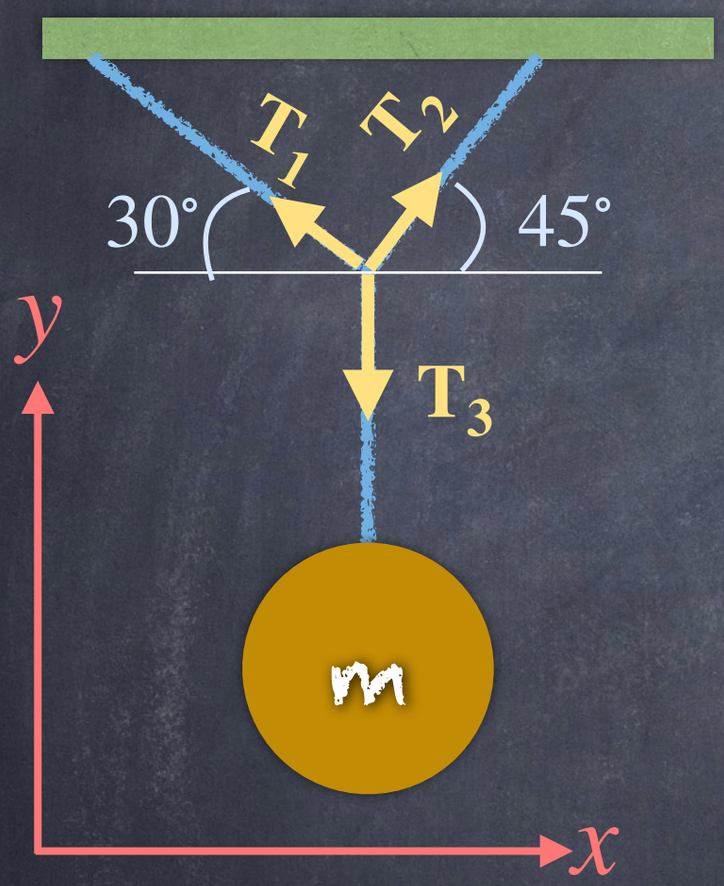
Determinare: $\mathbf{T_1}$, $\mathbf{T_2}$, $\mathbf{T_3}$

$$\mathbf{F_g} + \mathbf{T_3} = m\mathbf{a} = \mathbf{0}$$

$$-mg + T_3 = 0$$

$$T_3 = mg = 10 \cdot 9.8\ kg \cdot m/s^2 = 98\ N$$

Esercizio



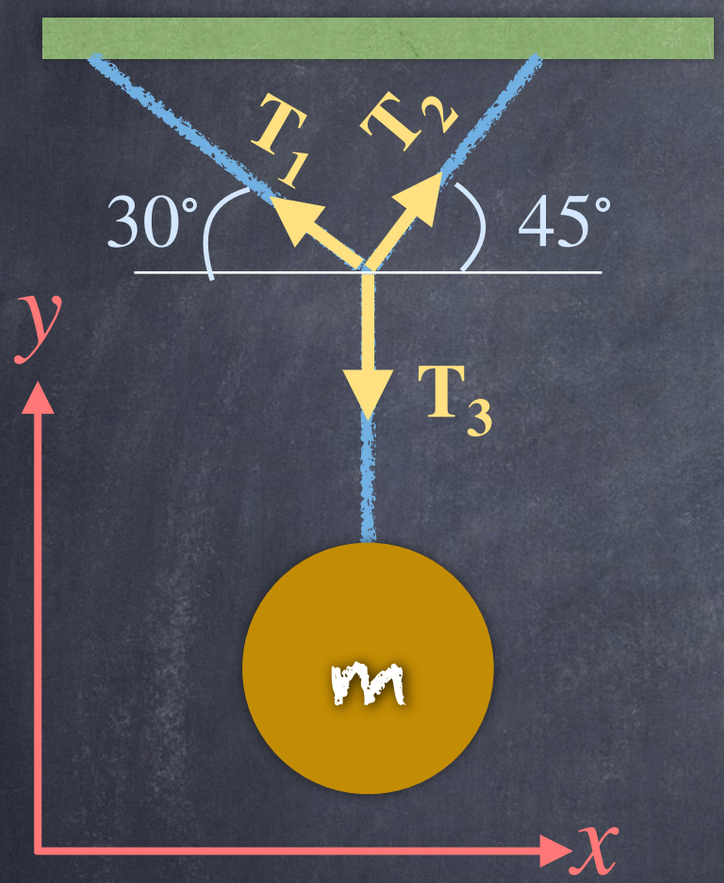
$T_3 = 98\ N$

Massa $m = 10\ kg$

Determinare: $\mathbf{T_1}$, $\mathbf{T_2}$, $\mathbf{T_3}$

$$\mathbf{T_1} + \mathbf{T_2} + \mathbf{T_3} = m\mathbf{a} \quad = \mathbf{0}$$

Esercizio



$T_3 = 98\ N$

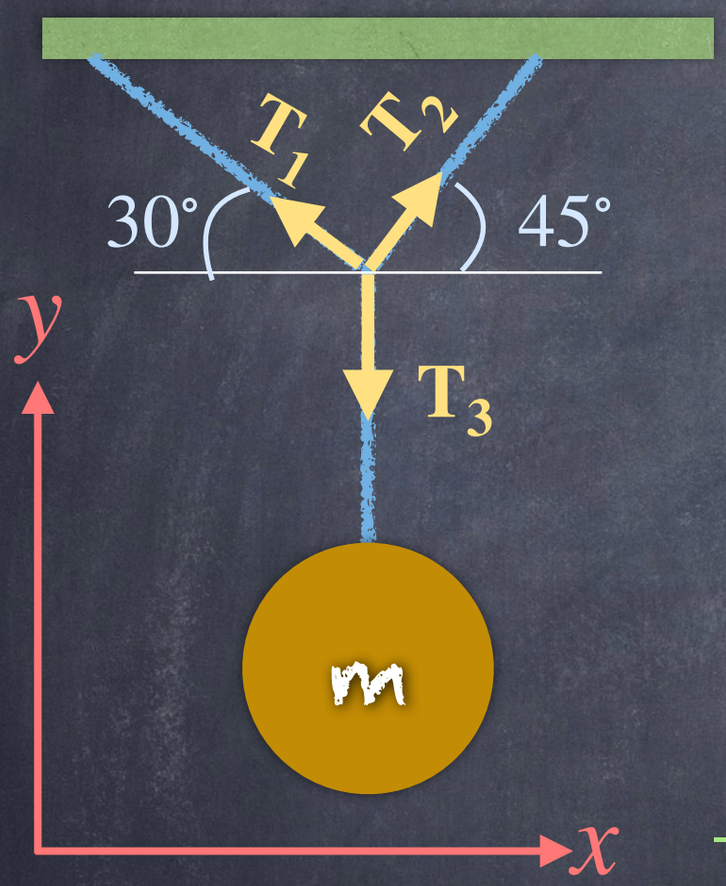
Massa $m = 10\ kg$

Determinare: $\mathbf{T_1}$, $\mathbf{T_2}$, $\mathbf{T_3}$

$$\mathbf{T_1} + \mathbf{T_2} + \mathbf{T_3} = m\mathbf{a} \quad = \mathbf{0}$$

$$T_{1_x} + T_{2_x} = 0 \qquad\qquad T_{1_y} + T_{2_y} + T_{3_y} = 0$$

Esercizio



$T_3 = 98\ N$

Massa $m = 10\ kg$

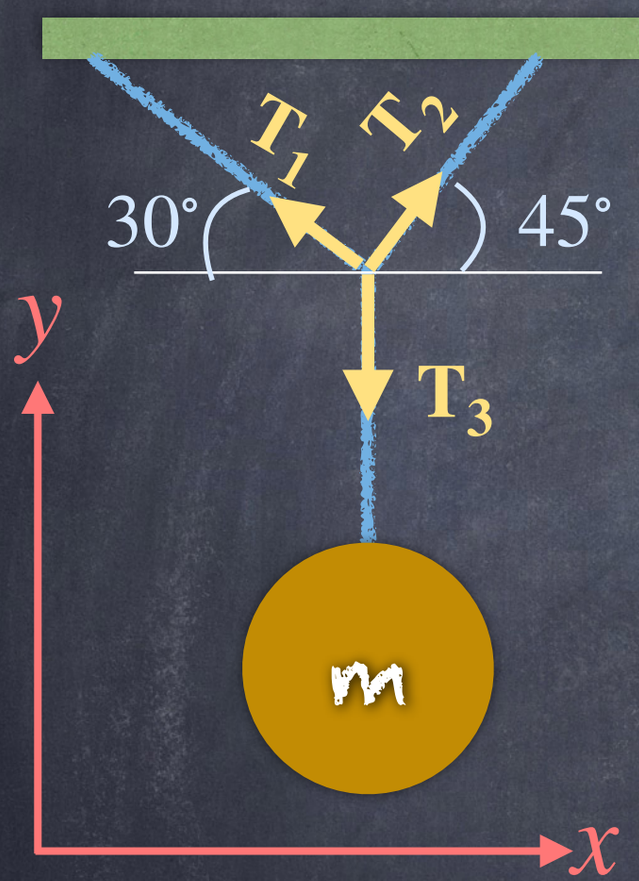
Determinare: $\mathbf{T_1}$, $\mathbf{T_2}$, $\mathbf{T_3}$

$$\mathbf{T_1 + T_2 + T_3 = ma \quad = 0}$$

$$T_{1_x} + T_{2_x} = 0 \qquad T_{1_y} + T_{2_y} + T_{3_y} = 0$$

$$-T_1 cos(30^\circ) + T_2 cos(45^\circ) = 0$$

Esercizio



$T_3 = 98\ N$

Massa $m = 10\ kg$

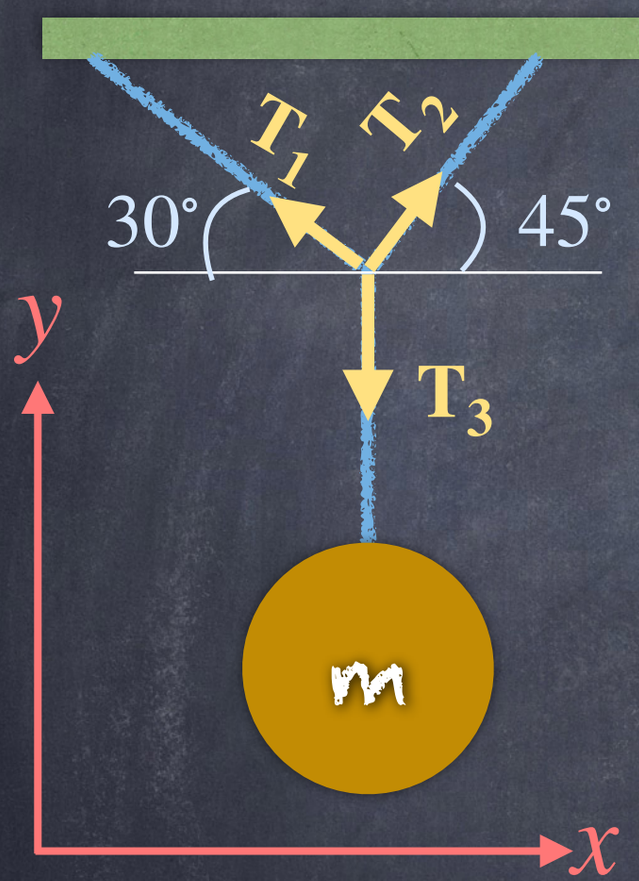
Determinare: $\mathbf{T_1, T_2, T_3}$

$$\mathbf{T_1 + T_2 + T_3 = ma \quad = 0}$$

$$T_{1_x} + T_{2_x} = 0 \qquad T_{1_y} + T_{2_y} + T_{3_y} = 0$$

$$-T_1 cos(30^\circ) + T_2 cos(45^\circ) = 0 \qquad T_2 \frac{\sqrt{3}}{2} = T_1 \frac{\sqrt{2}}{2} \qquad T_2 = T_1 \sqrt{\frac{2}{3}}$$

Esercizio



$T_3 = 98\ N$

Massa $m = 10\ kg$

Determinare: $\mathbf{T_1, T_2, T_3}$

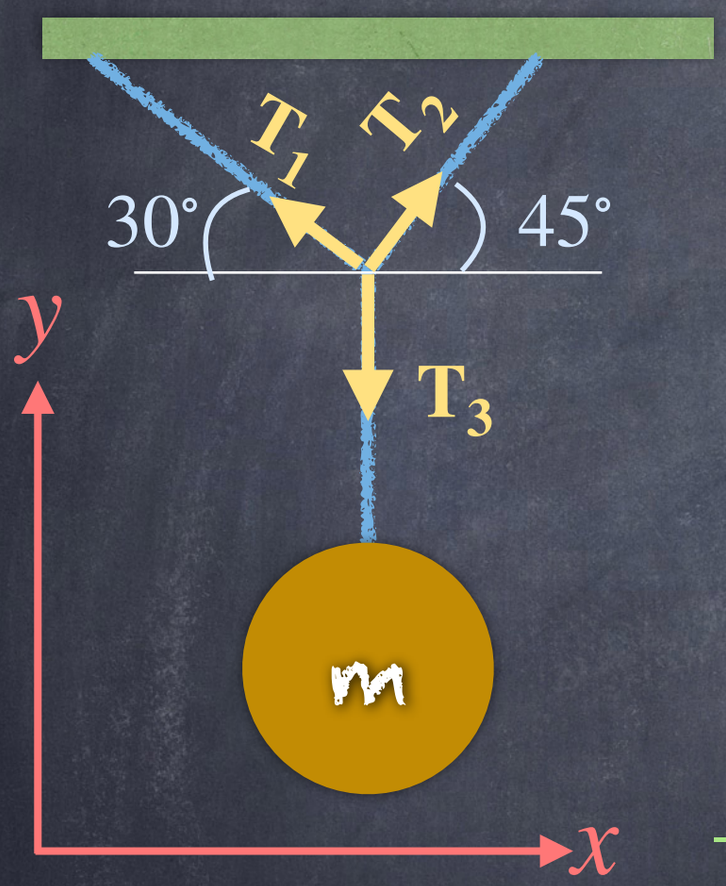
$$\mathbf{T_1 + T_2 + T_3 = ma \quad = 0}$$

$$T_{1_x} + T_{2_x} = 0 \qquad T_{1_y} + T_{2_y} + T_{3_y} = 0$$

$$-T_1 cos(30^\circ) + T_2 cos(45^\circ) = 0 \qquad T_2 \frac{\sqrt{3}}{2} = T_1 \frac{\sqrt{2}}{2} \qquad T_2 = T_1 \sqrt{\frac{2}{3}}$$

$$T_1 sin(30^\circ) + T_2 sin(45^\circ) - T_3 = 0$$

Esercizio



$T_3 = 98\ N$

Massa $m = 10\ kg$

Determinare: $\mathbf{T_1}$, $\mathbf{T_2}$, $\mathbf{T_3}$

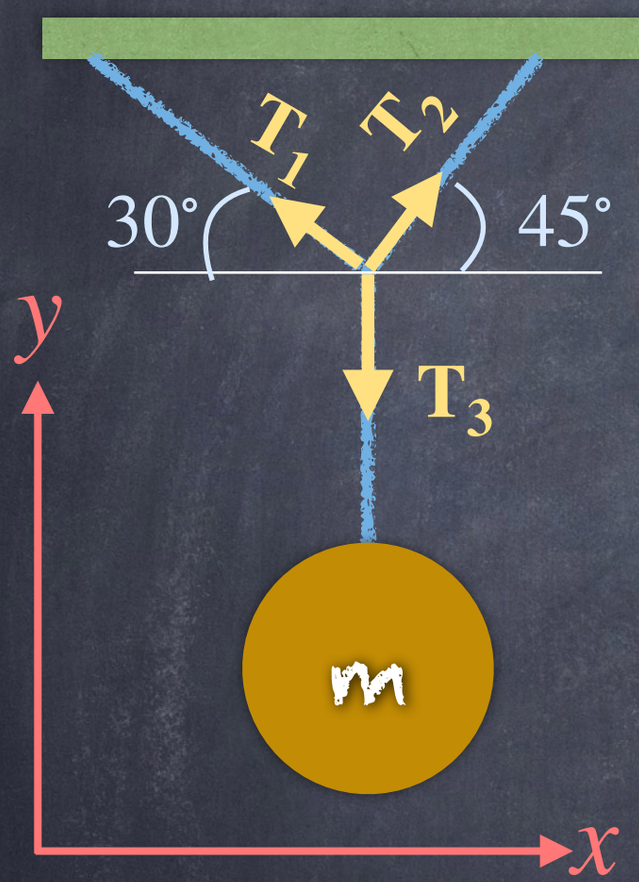
$$\mathbf{T_1 + T_2 + T_3 = ma \quad = 0}$$

$$T_{1_x} + T_{2_x} = 0 \qquad T_{1_y} + T_{2_y} + T_{3_y} = 0$$

$$-T_1 cos(30^\circ) + T_2 cos(45^\circ) = 0 \qquad T_2 \frac{\sqrt{3}}{2} = T_1 \frac{\sqrt{2}}{2} \qquad T_2 = T_1 \sqrt{\frac{2}{3}}$$

$$T_1 sin(30^\circ) + T_2 sin(45^\circ) - T_3 = 0 \qquad T_1 \frac{1}{2} + T_1 \sqrt{\frac{2}{3}} \frac{\sqrt{2}}{2} - T_3 = 0$$

Esercizio



$T_3 = 98\ N$

Massa $m = 10\ kg$

Determinare: $\mathbf{T_1, T_2, T_3}$

$$\mathbf{T_1 + T_2 + T_3 = ma \quad = 0}$$

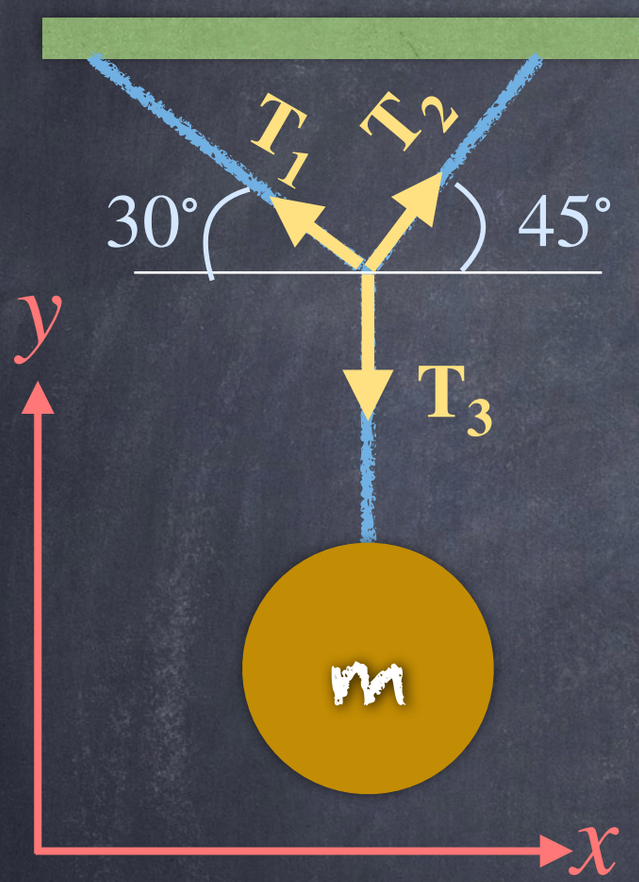
$$T_{1_x} + T_{2_x} = 0 \qquad T_{1_y} + T_{2_y} + T_{3_y} = 0$$

$$-T_1 cos(30°) + T_2 cos(45°) = 0 \qquad T_2 \frac{\sqrt{3}}{2} = T_1 \frac{\sqrt{2}}{2} \qquad T_2 = T_1 \sqrt{\frac{2}{3}}$$

$$T_1 sin(30°) + T_2 sin(45°) - T_3 = 0 \qquad T_1 \frac{1}{2} + T_1 \sqrt{\frac{2}{3}} \frac{\sqrt{2}}{2} - T_3 = 0$$

$$T_1 \left(\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{3} \right) = T_3$$

Esercizio



$T_3 = 98\ N$

Massa $m = 10\ kg$

Determinare: $\mathbf{T_1, T_2, T_3}$

$$\mathbf{T_1 + T_2 + T_3 = ma \quad = 0}$$

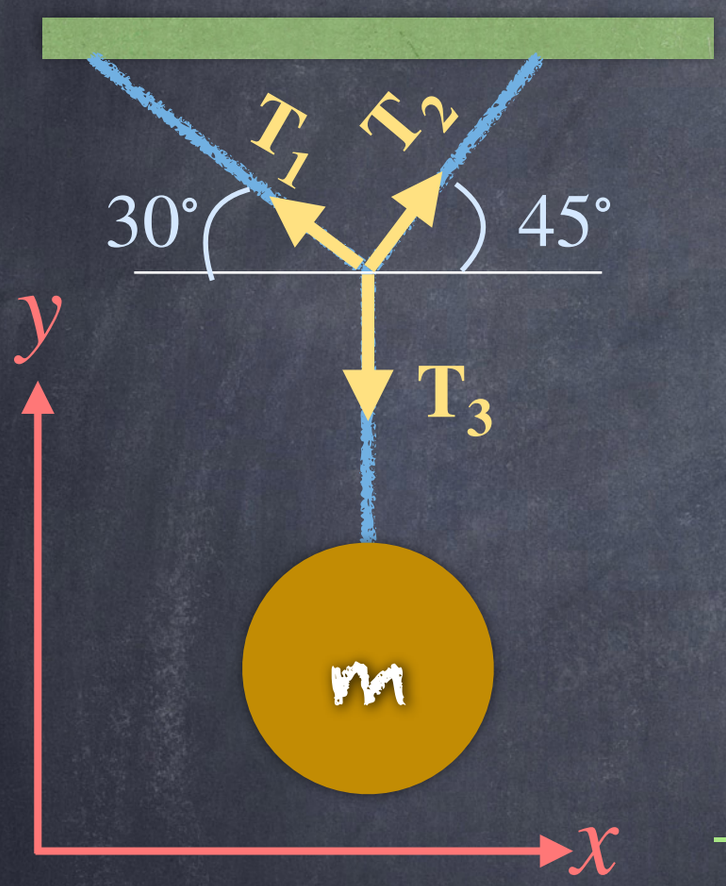
$$T_{1_x} + T_{2_x} = 0 \qquad T_{1_y} + T_{2_y} + T_{3_y} = 0$$

$$-T_1 cos(30°) + T_2 cos(45°) = 0 \qquad T_2 \frac{\sqrt{2}}{2} = T_1 \frac{\sqrt{3}}{2} \qquad T_2 = T_1 \sqrt{\frac{3}{2}}$$

$$T_1 sin(30°) + T_2 sin(45°) - T_3 = 0 \qquad T_1 \frac{1}{2} + T_1 \sqrt{\frac{3}{2}} \frac{\sqrt{2}}{2} - T_3 = 0$$

$$T_1 \left(\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2} \right) = T_3 \qquad T_1 = 0.93 \cdot T_3 \quad = 0.93 \cdot 98\ N = 91\ N$$

Esercizio



$T_3 = 98\ N$

Massa $m = 10\ kg$

Determinare: $\mathbf{T_1, T_2, T_3}$

$$\mathbf{T_1 + T_2 + T_3 = ma \quad = 0}$$

$$T_{1_x} + T_{2_x} = 0 \qquad T_{1_y} + T_{2_y} + T_{3_y} = 0$$

$$-T_1 cos(30°) + T_2 cos(45°) = 0 \qquad T_2 \frac{\sqrt{3}}{2} = T_1 \frac{\sqrt{2}}{2} \qquad T_2 = T_1 \sqrt{\frac{2}{3}}$$

$$T_1 sin(30°) + T_2 sin(45°) - T_3 = 0 \qquad T_1 \frac{1}{2} + T_1 \sqrt{\frac{2}{3}} \frac{\sqrt{2}}{2} - T_3 = 0$$

$$T_1 \left(\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{3} \right) = T_3 \qquad T_1 = 0.93 \cdot T_3 \quad = 0.93 \cdot 98\ N = 91\ N \longrightarrow T_2 = 74\ N$$