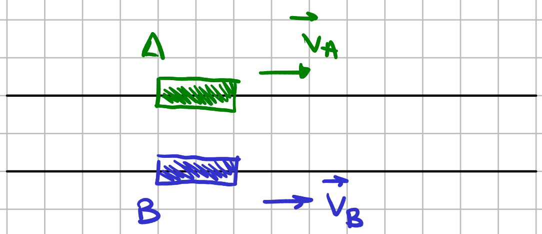
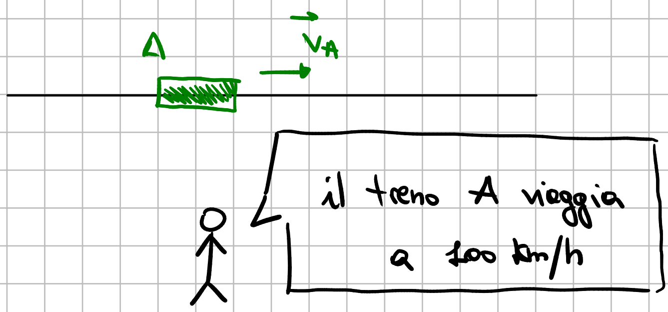


$V_A = V_B = 100$ km/h

rispetto alla banchina

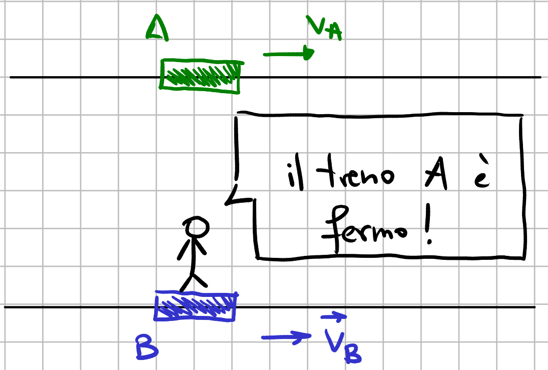
La velocità è una GRANDEZZA **RELATIVA** *

* dipende dal SISTEMA di RIFERIMENTO considerato



SISTEMA di RIFERIMENTO:

BANCHINA

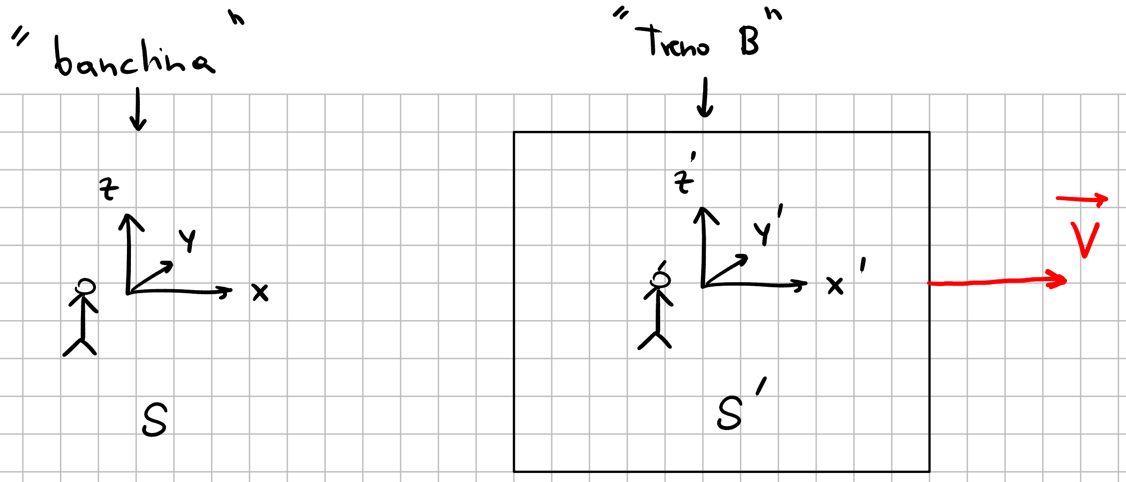


SISTEMA di RIFERIMENTO:

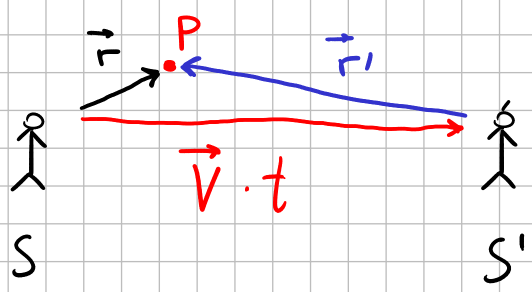
TRENO B

MORALE: il **MOTO È RELATIVO**

→ la posizione e la velocità di un corpo in moto dipendono dal sistema di riferimento.



S' si muove di moto rettilineo uniforme rispetto a S (a velocità $\vec{V}$)



$\vec{r}$ posizione di P rispetto a S

$\vec{r}\,'$ posizione di P rispetto a S'

$\vec{V} \cdot t$ posizione di S' rispetto a S

Osserviamo che $\vec{V} \cdot t + \vec{r}\,' = \vec{r}$ (metodo punta - coda)

$$\vec{r}\,' = \vec{r} - \vec{V} \cdot t$$

Trasformazione di Galileo (per la posizione)

Descrive come cambia la posizione di P ($\vec{r} \rightsquigarrow \vec{r}\,'$) cambiando il sistema di riferimento ($S \rightsquigarrow S'$).

Come cambia la velocità di P ?

Istante	Posizione
t_1	$\vec{r}_1$
t_2	$\vec{r}_2$

$$\vec{v} = \frac{\vec{r}_2 - \vec{r}_1}{t_2 - t_1}$$

velocità di P rispetto a S

S'

Istante	Posizione
t_1	$\vec{r}_1'$
t_2	$\vec{r}_2'$

$$\vec{v}' = \frac{\vec{r}_2' - \vec{r}_1'}{t_2 - t_1}$$

velocità di P rispetto a S'

Che relazione c'è tra $\vec{v}$ e $\vec{v}'$?

$$\vec{v}' = \frac{\vec{r}_2' - \vec{r}_1'}{t_2 - t_1} = \frac{\vec{r}_2 - \vec{V}\cdot t_2 - (\vec{r}_1 - \vec{V}\cdot t_1)}{t_2 - t_1}$$

$$= \frac{\vec{r}_2 - \vec{r}_1 - \vec{V}(t_2 - t_1)}{t_2 - t_1}$$

$$= \frac{\vec{r}_2 - \vec{r}_1}{t_2 - t_1} - \frac{\vec{V}\cancel{(t_2 - t_1)}}{\cancel{t_2 - t_1}}$$

$$= v' - \vec{V}$$

Trasformazione di Galileo

(per le velocità)

$$\boxed{\vec{v}' = \vec{v} - \vec{V}}$$

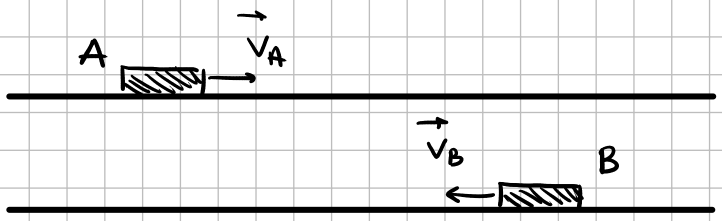
velocità di P in S'

velocità di P in S

velocità di S' rispetto a S

Esempi

Esercizio 45 (40)



$$\begin{cases} S = \text{SdR}^{*} \text{ del suolo (BANCHINA)} \\ S' = \text{SdR del treno A} \end{cases}$$

* SdR = Sistema di riferimento

$$\begin{cases} v_A = 100 \text{ km/h} \\ v'_B = 190 \text{ km/h} \end{cases}$$

$v_B = ?$

$$\boxed{\vec{v}'_B = \vec{v}_B - \vec{V}}$$

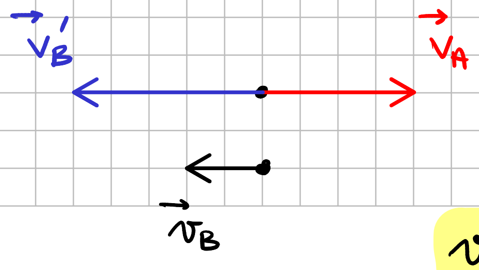
$\vec{V}$ è la velocità di S' rispetto a S, cioè la velocità del treno A rispetto al suolo

$$\underline{\vec{V} = \vec{v}_A}$$

Ricaviamo $\vec{v}_B$ ...

$$\vec{v}_B = \vec{v}'_B + \vec{v}_A$$

$v'_B = 190$ km/h

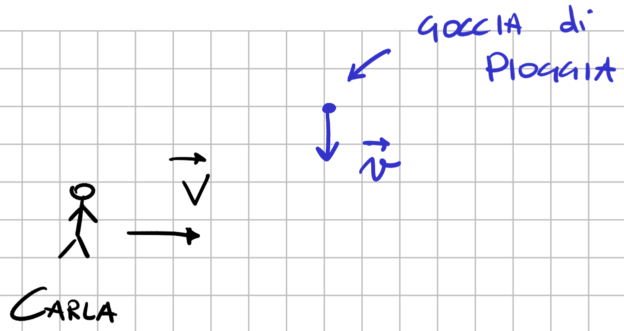


$v_A = 100$ km/h

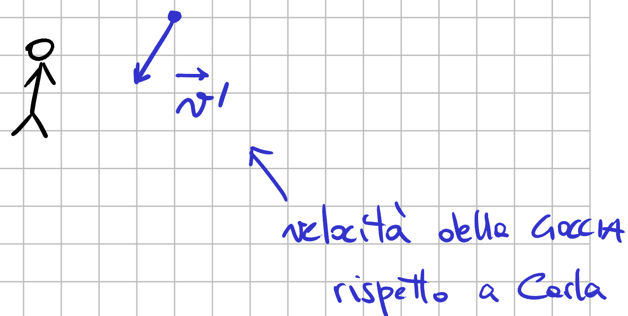
$$\boxed{v_B = 90 \text{ km/h}}$$

Esercizio 49

Rispetto al suolo
(sistema S)

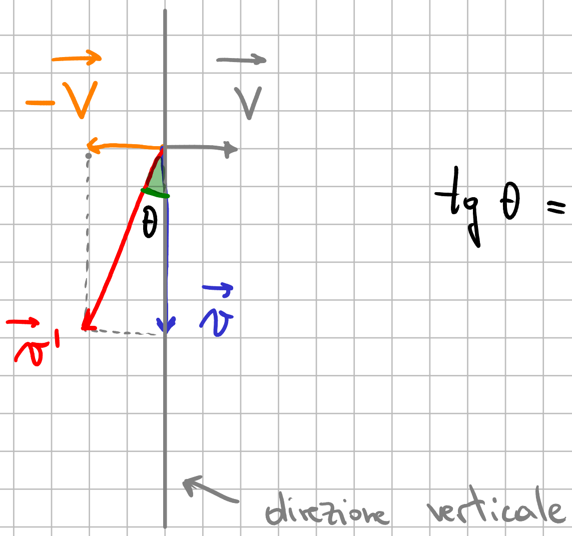


Rispetto a Carla
(sistema S')



$$\vec{v}' = \vec{v} - \vec{V}$$
$$= \vec{v} + (-\vec{V})$$

$\theta = ?$

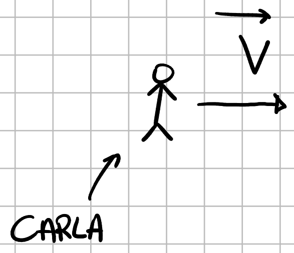


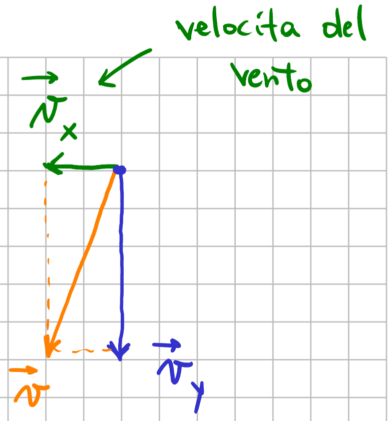
$$\operatorname{tg} \theta = \frac{V}{v}$$

$$\theta = \operatorname{tg}^{-1} \frac{V}{v}$$
$$= \operatorname{tg}^{-1} \frac{3}{10}$$
$$= 17^\circ$$

ESERCIZIO 59

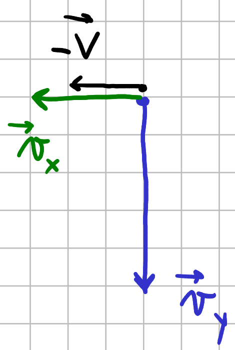
Rispetto al suolo

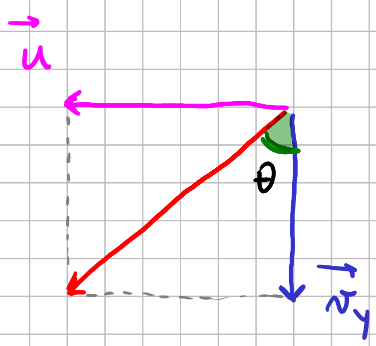




Rispetto a CARLA

$$\vec{v}\,' = \vec{v} - \vec{V} = \vec{v}_y + \left(\vec{v}_x - \vec{V}\right)$$





$\theta = ?$

$\vec{u} = \vec{v}_x - \vec{V}$

$u = v_x + V$

$= 3 + 8$

$= 11 \ m/s$

$v_y = 10 \ m/s$

ESERCIZIO 46 (pag. 41)

S

$\uparrow$

SdR della banchina

$\boxed{S'} \to \vec{V}$

$\uparrow$

SdR del treno A

$V = 100\ km/h$

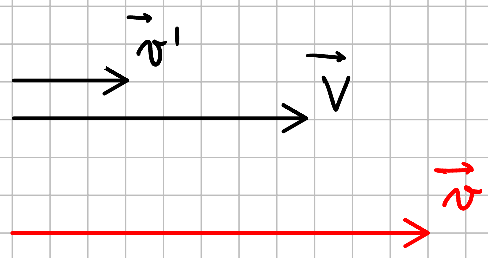
La velocità del treno B è

$\vec{v}$ in S $\qquad v = ?$

$\vec{v}\,'$ in S' $\qquad v' = 30\ km/h$

La relazione tra $\vec{v}$ e $\vec{v}\,'$ è $\quad \vec{v}\,' = \vec{v} - \vec{V}$

$$\boxed{\vec{v} = \vec{v}\,' + \vec{V}}$$

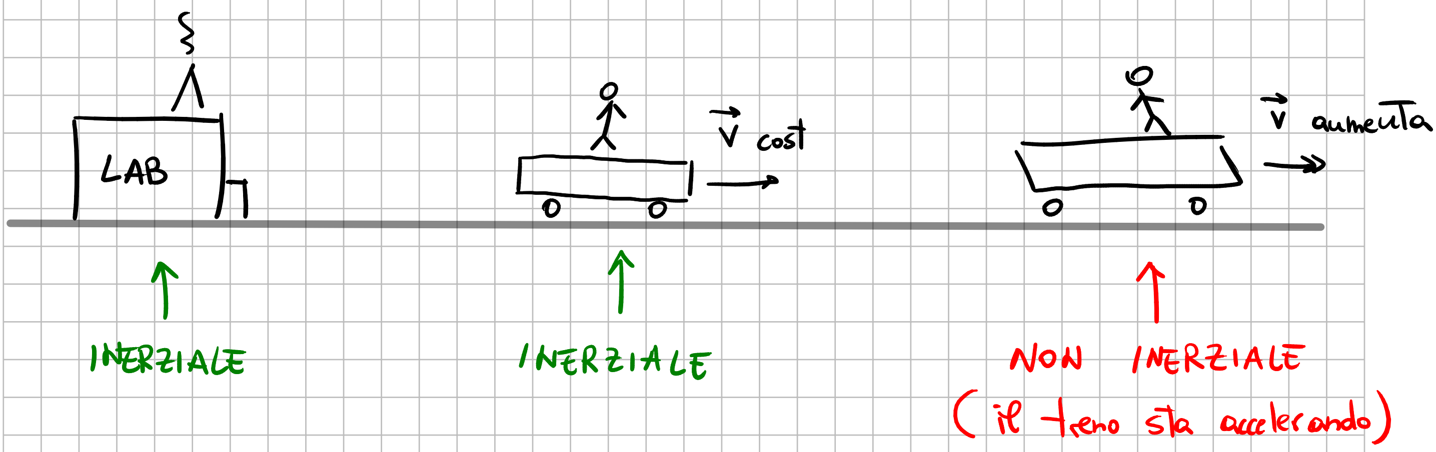


$$\begin{aligned} v &= v' + V \\ &= 30 + 100 \\ &= 130\ km/h \end{aligned}$$

Sistemi di riferimento inerziali

Un SdR inerziale è un SdR in cui i corpi soggetti a una forza totale nulla si muovono di moto rett. uniforme (oppure sono fermi)

<u>N.B.</u> Se S e S' sono SdR entrambi inerziali, allora S' è in moto rett uniforme rispetto a S (e viceversa)



Seconda legge di Newton (legge fondamentale della dinamica)

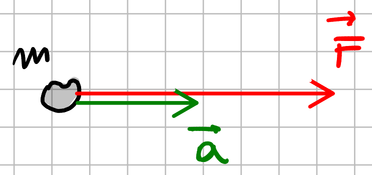
In un SdR inerziale vale la seguente relazione:

$$\boxed{\vec F = m\vec a}$$

forza totale (risultante) che agisce sul corpo (N)

massa del corpo (kg)

accelerazione del corpo (m/s^2)



$$\boxed{1\ N = 1\ kg \cdot \frac{m}{s^2}}$$

N.B.(1) $\vec{F}$ e $\vec{a}$ sono vettori direttamente proporzionali e hanno stessa direzione e stesso verso

N.B.(2) Se $\vec{F} = 0$, allora necessariamente anche $\vec{a} = 0$: cioè il moto è rettilineo uniforme ($\vec{v}$ cost.)

Principio di INERZIA

Come cambia la relazione $\vec{F} = m\vec{a}$ se cambiamo sistema di riferimento $S \to S'$?

entrambi inerziali

$$\left.\begin{aligned} \vec{F}' &= \vec{F} \\ m' &= m \end{aligned}\right\}$$ Nella dinamica newtoniana $\vec{F}$ e m non dipendono dal sistema di riferimento.

$$a' = \frac{\vec{v}_2' - \vec{v}_1'}{\Delta t} = \frac{\vec{v}_2 - \cancel{\vec{V}} - (\vec{v}_1 - \cancel{\vec{V}})}{\Delta t} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{\Delta t}$$

Trasformazioni di Galileo

$$\begin{cases} \vec{v}_2' = \vec{v}_2 - \vec{V} \\ \vec{v}_1' = \vec{v}_1 - \vec{V} \end{cases}$$

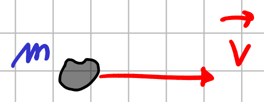
$$a' = a$$ ← Anche $\vec{a}$ non dipende dal SdR

Di conseguenza la legge $\vec{F} = m\vec{a}$ vale in qualsiasi SdR inerziale

QUANTITÀ di MOTO

$$\vec{p} = m\vec{v}$$

quantità di moto ("momentum")



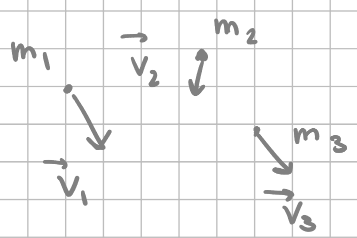
Osservazioni:

1. $\vec{p}$ è una grandezza vettoriale
2. poiché $m > 0$, la direzione e il verso di p sono gli stessi di $\vec{v}$
3. L'unità di misura di $\vec{p}$ nel S.I. è il $kg \cdot m/s$

$$p = mv$$

kg m/s

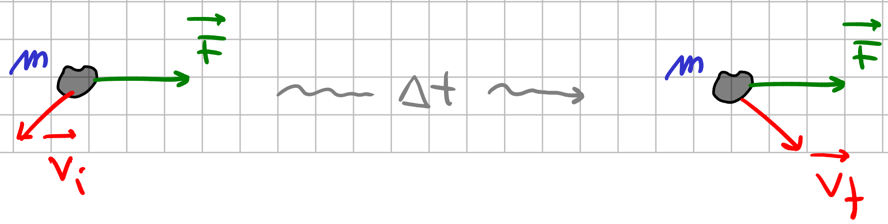
4. In un sistema costituito da più corpi, la QdM $\vec{p}$ totale è la SOMMA VETTORIALE



$$\vec{p} = m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 + \dots$$

TEOREMA dell'IMPULSO

Supponiamo che una forza costante $\vec{F}$ agisca su un corpo di massa m per un intervallo di tempo Δt



$$\vec{F} = m\vec{a}$$

$$\vec{a} = \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t} = \frac{\vec{v}_f - \vec{v}_i}{\Delta t}$$

$$\vec{F} = m\,\frac{\vec{v}_f - \vec{v}_i}{\Delta t}$$

$$\vec{F}\cdot\Delta t = \underbrace{m\vec{v}_f}_{\vec{p}_f} - \underbrace{m\vec{v}_i}_{\vec{p}_i}$$

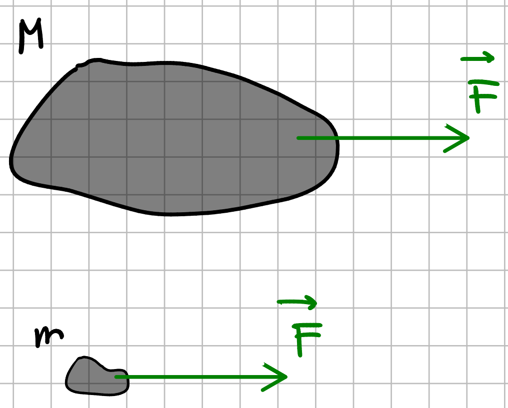
$\vec{p}_f$ (QdM finale) $\quad$ $\vec{p}_i$ (QdM iniziale)

$$\boxed{\vec{F}\cdot\Delta t = \Delta\vec{p}}$$

IMPULSO $\vec{I}$

N.B. Se $\vec{F}$ non è costante vale che $\vec{F}_m \cdot \Delta t = \Delta\vec{p}$, dove $\vec{F}_m$ è la FORZA MEDIA che agisce nell'intervallo di tempo Δt

Esercizio 2 (pag. 117)



$M = 100$ kg

$m = 100$ g

$= 0,1$ kg

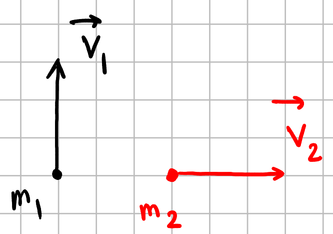
$F = 200$ N

per $\Delta t = 1$ s

In entrambi i casi $\Delta \vec{p}$ è la stessa

(infatti, per il teorema dell' impulso : $\Delta \vec{p} = \vec{F} \cdot \Delta t$)

ESERCIZIO 1 (117)



$m_1 = ?$ $\quad v_1 = 0,5$ m/s

$m_2 = 68$ kg $\quad v_2 = 0,62$ m/s

Le due QdM sono $\vec{p}_1 = m_1 \vec{v}_1$ e $\vec{p}_2 = m_2 \cdot \vec{v}_2$

La QdM Totale è $\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2$

Sappiamo che $p = 55$ kg m/s

Poiché $\vec{p}_1$ e $\vec{p}_2$ sono vettori perpendicolari, abbiamo che

$$p = \sqrt{p_1^2 + p_2^2}$$

$$\boxed{p = \sqrt{m_1^2 v_1^2 + m_2^2 v_2^2}}$$

Ricaviamo m_1 ...

$$p^2 = m_1^2 v_1^2 + m_2^2 v_2^2$$

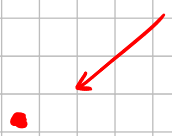
$$m_1^2 = \frac{p^2 - m_2^2 v_2^2}{v_1^2}$$

$$\boxed{m_1 = \sqrt{\frac{p^2 - m_2^2 v_2^2}{v_1^2}}} \qquad (\dots)$$

Schema di corpo libero delle forze agenti su un corpo

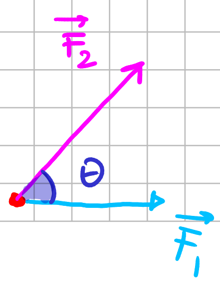
PROBLEM SOLVING 2 (come esempio)

① Identifichiamo il corpo (o i corpi) su cui agiscono le forze in gioco: IL SATELLITE



N.B. Se non siamo interessati alla ROTAZIONE del corpo, possiamo rappresentarlo come un punto materiale

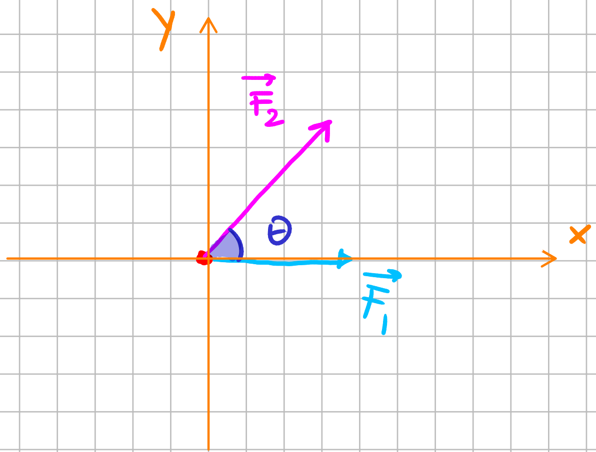
② Disegniamo le forze agenti come vettori applicati sul corpo.



$F_1 = 26\ N$ $\qquad F_2 = 41\ N$

$\theta = 52°$

③ Scegliamo un opportuno sistema di riferimento cartesiano e calcoliamo le componenti di ciascuna forza



$F_{1x} = F_1$ $\quad$ $F_{1y} = 0$

$F_{2x} = F_2 \cdot \cos\theta$ $\quad$ $F_{2y} = F_2 \,\mathrm{sen}\,\theta$

- La forza risultante sul satellite è $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$

$$\begin{cases} F_x = F_{1x} + F_{2x} \\ F_y = F_{1y} + F_{2y} \end{cases}$$

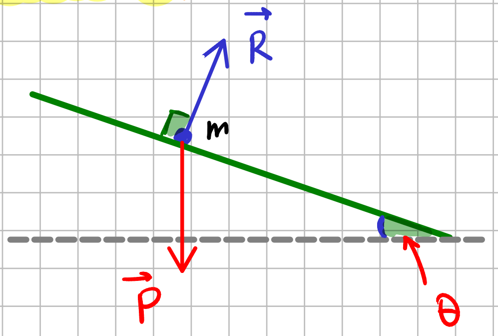
- Il modulo di $\vec{F}$ è $F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$

- Seconda legge di Newton : $\vec{F} = m\vec{a}$

l'accelerazione $\vec{a}$ ha lo stesso verso di $\vec{F}$

il suo modulo è $a = \dfrac{F}{m}$

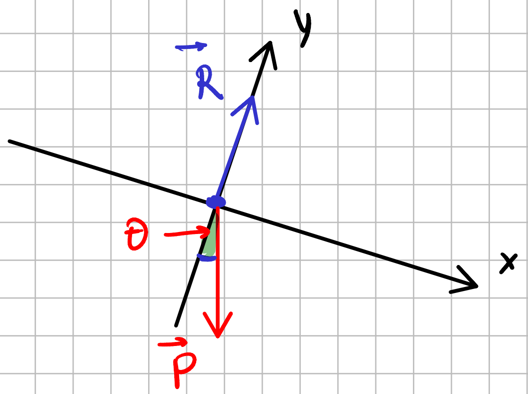
P.S. 5 (107)



Ci sono 2 forze agenti

① Il peso $\vec{P}$ della ragazza ($P = mg$)

② La REAZIONE VINCOLARE $\vec{R}$ del pendio ($\perp$ al piano)



Componenti delle forze in gioco

$$\begin{cases} R_x = 0 \\ R_y = R \end{cases} \qquad \begin{cases} P_x = P \operatorname{sen} \theta \\ P_y = -P \cos \theta \end{cases}$$

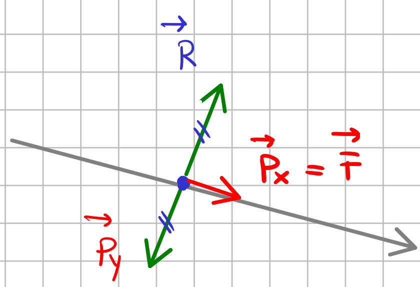
FORZA RISULTANTE $\vec{F} = \vec{P} + \vec{R}$

$$\begin{cases} F_x = P \operatorname{sen} \theta \\ F_y = \underbrace{R - P \cos \theta}_{0} \end{cases}$$

$$\boxed{F = P \operatorname{sen} \theta}$$

N.B. Sappiamo che $F_y = 0$, cioè

$R - P \cos \theta = 0 \longrightarrow \boxed{R = P \cos \theta}$

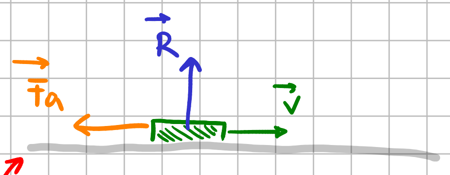


L'accelerazione $\vec{a}$ ha (come sempre) lo stesso verso di $\vec{F}$ e modulo

$$\boxed{a} = \frac{F}{m} = \frac{P \operatorname{sen} \theta}{m} = \frac{\cancel{m} g \operatorname{sen} \theta}{\cancel{m}} = \boxed{g \operatorname{sen} \theta}$$

non dipende da m!

Richiamo sulle FORZE di ATTRITO



FORZA di ATTRITO DINAMICO

- Il verso di $\vec{F_a}$ è opposto a quello di $\vec{v}$
- $F_a = R \cdot \mu_d$

Coefficiente di attrito dinamico
(dipende dalle due superfici a contatto)