Lezione 4 6/11/2025

giovedì 6 novembre 2025 14:14

Lezione #4

6/11/2025

CINEMATICA → Descrizione del moto ~~CAUSE~~

→ moto unif. accel. 2D

$$\begin{cases} x = x_0 + v_{0x} t \\ y = y_0 + v_{0y} t - \frac{1}{2} g t^2 \end{cases} \qquad \begin{cases} v_x = v_{0x} \\ v_y = v_{0y} - g t \end{cases}$$

- CAUSE DEL MOTO?

↓

Sollecitazioni

→ una variazione di $\vec{v}$ nel tempo

$$\vec{a}_M = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \qquad \vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$$

Forza ⇒ grandezza fisica che rappresenta la causa del moto

3 LEGGI DI NEWTON

I^a LEGGE DI NEWTON (PRINCIPIO DI INERZIA)

Se la risultante delle forze che agiscono su un sistema è nulla allora la sua velocità non può cambiare, rimane invariata. In particolare, se è fermo $\vec{v} = \vec{0}$ ⇒ rimane fermo.

In Fisica un sistema è in equilibrio (risultante delle forze $= \vec{0}$)

quando $\vec{v} = cost.$ non semplicemente 0 !!!

- II^a LEGGE DI NEWTON

Definizione operativa di forza:

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

causa

massa inerziale

effetto

$\vec{F}$ = forza → grandezza vettoriale

$[F]$ = Newton = N

Tutte le forze si esprimono in N !!!!!

- m = massa inerziale

$[m]$ = Kg

→ Proprietà intrinseca del sistema che rappresenta la "resistenza" a cambiare il suo moto

$m \nearrow \Rightarrow \nearrow$ resistenza

$F = ma$ $\qquad a \propto F$

DIRETT. PROP.

$a \propto \dfrac{1}{m}$

INVERS. PROP. $\quad m \nearrow \quad a \searrow$

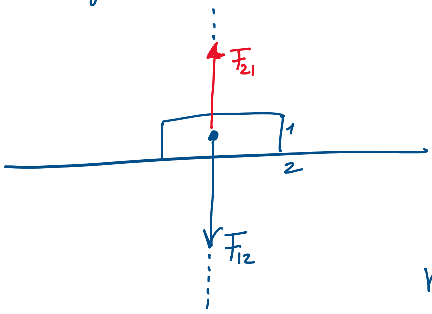
- Esempi:

{ FrecciaRossa

Freccia Rossa
Carta Igienica
Macchina che viene spinta

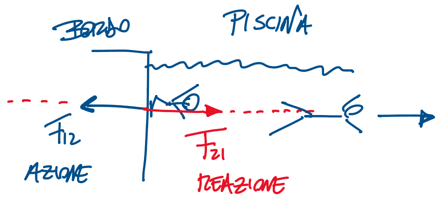
- III^a LEGGE DI NEWTON: (PR. AZIONE-REAZIONE)

Quando due sistemi si scambiano forze di contatto queste sono uguali in modulo e direzione ma verso opposto



Stesso modulo
" direzione
Verso opposto

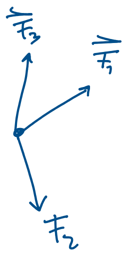
Esempio:



- DATA PRIMA PROVA IN ITINERE -

18/12/2025 14-18

- Come calcoliamo la risultante di una forze?



$$\vec{F}^{ris} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n = \sum_{i=1}^{n} \vec{F}_i$$

$$\begin{cases} F_x^{ris} = F_{1x} + F_{2x} \dots F_{nx} \\ F_y^{ris} = F_{1y} + \dots + F_{ny} \end{cases}$$

$$F_y^{ris} = F_{1y} + \dots + F_{ny}$$

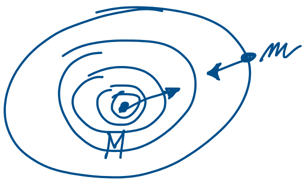
$$\vec{F} = m\vec{a} \quad \begin{cases} F_x = m a_x \\ F_y = m a_y \end{cases}$$

Forza Peso

$\vec{F}_P$ è l'effetto del campo gravitazionale

↓

deformazione dell'universo per la presenza di masse m



$$F_G = G \frac{M_T m}{r^2} \qquad \propto \frac{1}{r^2}$$

$\to g$ = accelerazione di gravità

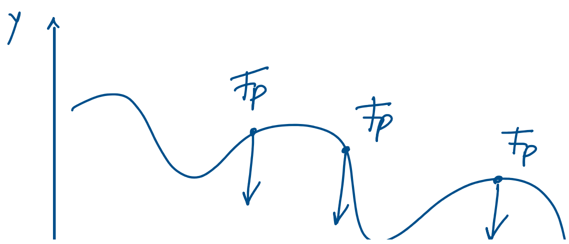
$$\boxed{F_P = mg}$$

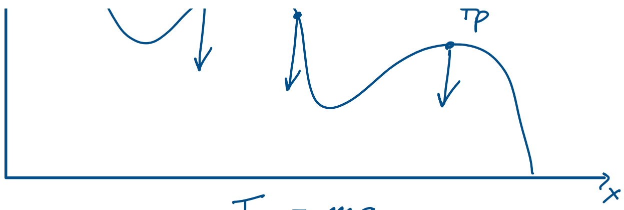
$g = 9{,}81\ m/s^2$ <

Assumiamo che g sia costante

Possiamo collegarci al moto in caduta libera

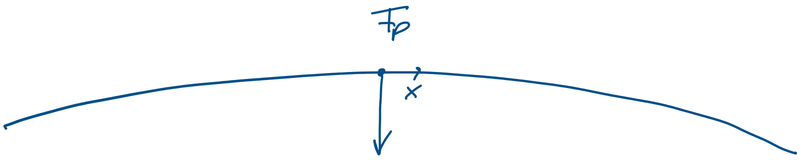
$\bar{a} = (0; -g)$



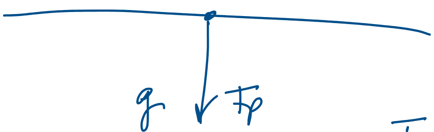


$$\vec{F} = m\vec{a} \qquad \begin{cases} F_x = ma_x = 0 \\ F_y = ma_y = -mg \end{cases}$$

se $\vec{a} = (0; -g)$ $\qquad a_y = -g$



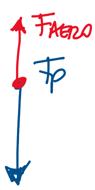
- La F_p è responsabile di un moto in caduta libera



Nel vuoto $\Rightarrow$ $F = ma$ $\begin{cases} F_x = 0 \\ F_y = -mg \end{cases} \Rightarrow \boxed{a = -g}$

La velocità $\boxed{v_y = v_{0y} - gt}$

- FORZA DI RESISTENZA AERODINAMICA



ma l'aria offre una resistenza F_{aero} che si oppone

$$F_{aero} = \frac{1}{2} \rho A c v^2$$

↳ velocità del sistema

↳ velocità del sistema

Densità dell'aria ($\rho = 1\ kg/m^3$)

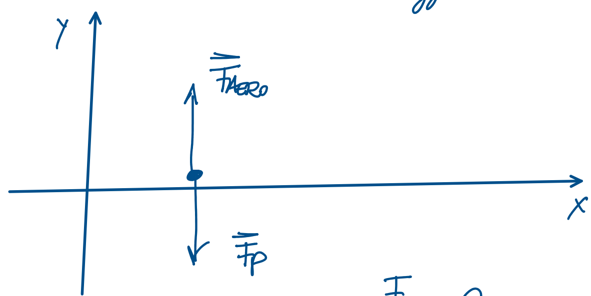
A = superficie del sistema

c = fattore di forma

Calcolo della velocità limite in caduta libera:

Esercizio

Il prof de Pasquale dopo aver corretto il primo parziale decide di lanciarsi nel vuoto da un aereo senza paracadute, calcolare la sua velocità di atterraggio al suolo



$$\vec{F} = m\vec{a} = \vec{F}_P + \vec{F}_{AERO} \qquad \begin{cases} F_x = 0 \\ F_y = -F_P + F_{AERO} = m a_y \end{cases}$$

Per calcolare v_{LIMITE} impongo che $F_y = 0$

$$0 = -F_P + F_{AERO} = -mg + \frac{1}{2}\rho A c v_{LIM}^2$$

$$\frac{1}{2}\rho A c v_{LIM}^2 = mg$$

$$\boxed{v_{lim} = \sqrt{\frac{2mg}{\rho A c}}}$$

Se $m = 85\ Kg$

$g = 9{,}81\ m/s^2$

$\rho = 1\ Kg/m^3$

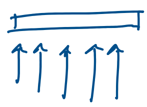
$A = (1{,}80 \cdot 0{,}4) = 0{,}72\ m^2$

$c = 0{,}04$

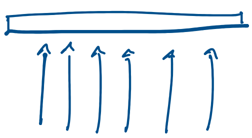
$$v_{lim} = 240{,}63\ m/s = 240{,}63 \cdot \frac{10^{-3}\ km}{\left(\frac{1}{3600}\right) h} = 240{,}63 \cdot 3{,}6$$

$v_{lim} = 866\ Km/h$ con $c = 0{,}04$!!!!

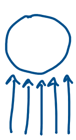
$v_{lim} = 173\ Km/h$ con $\boxed{c = 1}$



Alcuni esempi di fattori di forma:



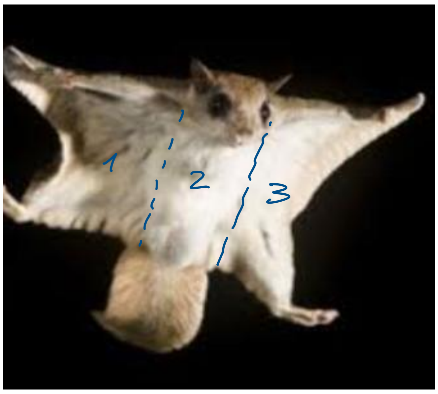
$c = 1{,}05$



$c = 0{,}47$

$c = 0{,}04$

Nel mondo animale → c può variare a seconda delle esigenze



Scoiattolo volante

$c \rightarrow$ Triplica la sup.

$A' = 3A$

Calcolare la v_{LIM} in picchiata e in planata per un'aquila di una massa $m = 5\ kg$; in aria $\rho = 1{,}05\ kg/m^3$ avendo che $c_{PICCHIATA} = 0{,}1$; $A_1 = 0{,}12\ m^2$

planata $c_{PLANATA} = 1{,}05$; $A_2 = 1{,}08\ m^2$.

LIM = ?

In picchiata:

$$v_{LIM} = \sqrt{\frac{2m\overset{kg}{\uparrow}\overset{m/s^2}{g}}{\rho c A}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 5 \cdot 9{,}81}{1{,}05 \cdot 0{,}1 \cdot 0{,}12}} = 88{,}24\ m/s$$

$$v_{LIM} = \sqrt{\rho\, c A} \qquad \sqrt{1{,}05 \cdot 0{,}1 \cdot 0{,}12}$$

ρ: kg/m³ $\qquad$ A: m²

$$[v_{LIM}] = \sqrt{\frac{2\,\cancel{kg}\,m/s^2\,m}{1\,\frac{\cancel{kg}}{\cancel{m^3}}\,\cancel{m^2}}} = \sqrt{\frac{m^2}{s^2}} = m/s \quad \checkmark$$

$$\boxed{v_{LIM} \simeq 90\ m/s} \simeq 320\ km/h$$

in picchiata

planata:

$$v_{LIM} = \sqrt{\frac{2 \cdot 5 \cdot 9{,}81}{1{,}05 \cdot 1{,}05 \cdot 1{,}08}} = 9{,}07\ m/s \simeq 32{,}6\ km/h$$

$$\boxed{v_{LIM} \simeq 9\ m/s}$$

in planata

$\simeq 30\ km/h$

Esercizio:

Esercizio di riepilogo sulle tre leggi di Newton.

Cinture di sicurezza e airbag salvano vite umane nel caso di un urto. Ma come funziona esattamente da un punto di vista fisico? Le auto sono progettate per comprimersi in modo tale da assorbire l'urto nella parte anteriore dell'auto e la funzione della cintura di sicurezza è quella di mantenere il passeggero solidale con la macchina. Nel caso di un impatto l'abitacolo decelera e si ferma in uno spazio di circa $\Delta x_{cint} = 1$ m. Un occupante, trattenuto dalla cintura decelera insieme all'auto.

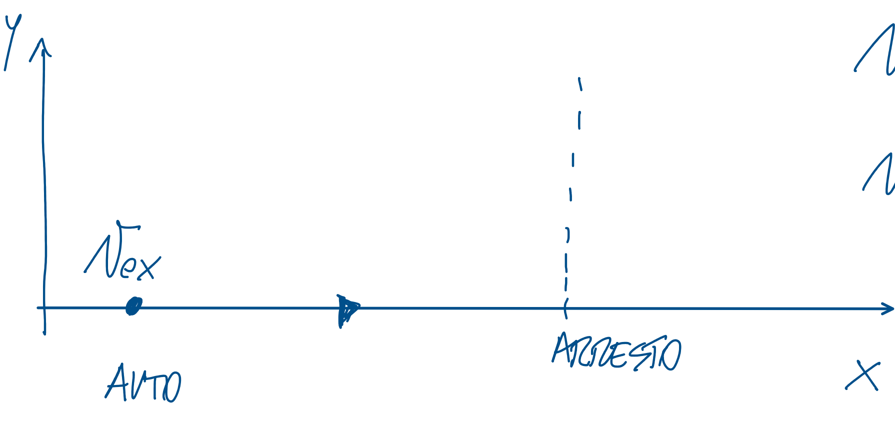
1. Cosa succede invece a un occupante senza cintura di sicurezza? A quale legge di Newton possiamo fare riferimento per spiegarne il moto?

In assenza di cintura l'occupante procede con la sua velocità iniziale fino a incontrare il lunotto anteriore dell'auto e decelera solo all'impatto, su una distanza pari a quella del vetro dell'auto $\Delta x_{vetro} = 5$ mm. Supponiamo che l'auto stia procedendo lungo asse x alla velocità inziale di $v_x = 50$ km/h (tutta diretta lungo asse x) e che la massa del passeggero sia m = 60 kg. Sapendo che nell'urto l'auto passa dalla velocità inziale a una velocità finale nulla nelle distanze riportate (1 mm vs 5 mm) calcolare:

2. La forza esercitata sull'occupante nel caso in cui indossi le cinture di sicurezza
3. La forza esercitata sull'occupante nel caso in cui non indossi le cinture di sicurezza
4. Quale legge di Newton ci consente di calcolare le forze in gioco?

Ora, dal momento che la forza massima sopportabile da un essere umano sulla fronte del cranio, prima di fratturarsi è pari a $F_{max} = 6$ kN,

5. le forze stimate al punto 2,3 saranno letali per il passeggero?
6. Quale legge di Newton ci consente di arrivare a tali conclusioni?



$v_{0x} = 50$ Km/h

$v_{0x} = 13{,}889$ m/s

a che tempo $v = 0 \rightarrow$ arresto ?

$$v = v_{0x} + a_x t$$

quanto vale $t_{ARRESTO}$?

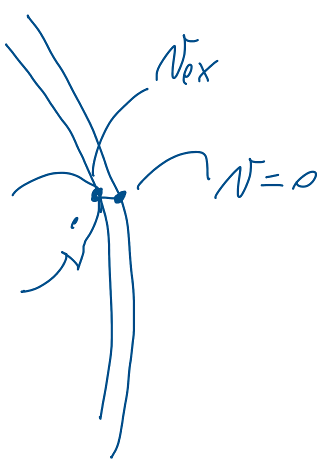
impongo $v = 0 \Rightarrow t_{ARRESTO}$

$$0 = v_{0x} + a_x t_{ARRESTO}$$

$$+\cancel{a_x}\, t_{ARRESTO} = -v_{0x}/a_x$$

$$\boxed{t_{ARRESTO} = -\frac{v_{0x}}{a_x}}$$

Supponiamo di non avere le cinture di sicurezza e quindi di fermarci in uno spazio $\Delta x = 1mm$ (spessore del vetro)



$\overleftrightarrow{\Delta x}$

$$x = x_0 + v_{0x} t + \frac{1}{2} a_x t^2 \qquad \Delta x = 1\,mm = (x - x_0)$$

$$(x - x_0) = v_{0x} t + \frac{1}{2} a_x t^2$$

$$\Delta x = v_{0x} \underbrace{\left(-\frac{v_{0x}}{a_x}\right)}_{t_{ARRESTO}} + \frac{1}{2} a_x \underbrace{\left(-\frac{v_{0x}}{a_x}\right)^2}_{t_{ARRESTO}}$$

$$= -\frac{v_{0x}^2}{a_x} + \frac{1}{2} \cancel{a_x} \frac{v_{0x}^2}{a_x^{\cancel{2}}} = -\frac{1}{2} \frac{v_{0x}^2}{a_x}$$

$$\Delta x = -\frac{1}{2} \frac{v_{0x}^2}{\underbrace{a_x}_{\text{INCOGNITA}}}$$

$$\boxed{a_x = -\frac{1}{2} \frac{v_{0x}^2}{\Delta x}}$$

SENZA CINTURA $\Delta x = 5\,mm$ $\quad v_{0x} = 13{,}889\ m/s$

$$a_x = -\frac{1}{2} \frac{(13{,}889)^2}{(5 \cdot 10^{-3})}$$

$$\boxed{a_x = -19290{,}43\ m/s^2}$$

CON LA CINTURA $\Delta x = 1m$; $v_{0x} = 13{,}889 \, m/s$

$$\boxed{a_x = -\frac{1}{2}\frac{(13{,}889)^2}{1} = -95{,}22 \, m/s^2}$$