

Lezione #4

9/11/2023

Data Parziale #1

21/12/2023



Puntate precedenti

- moto unif. accel.
- condotte libere in 2D
- occhio agli esercizi

Sollecitazione \rightarrow causa del movimento



Forze

è legata alla accelerazione \vec{a} $\vec{F} \propto \vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$

e non alla variazione di posizione $\rightarrow \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = \vec{v}$

3 LEGGI DI NEWTON

1^a LEGGE DI NEWTON (PR. DI INERZIA)

Se la risultante delle forze agenti su un sistema è nulla \Rightarrow la sua velocità allora

non può variare. In particolare, se è fermo rimane fermo.

II^a LEGGE DI NEWTON

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

\rightarrow massa inerziale

Proprietà intrinseca che rappresenta la resistenza all'essere messo in movimento

\vec{a} è inversamente proporzionale alle masse

$$m \nearrow \quad a \searrow$$

$$m \searrow \quad a \nearrow$$

$$[m] = \text{kg}$$

$$\left[\begin{array}{c} \text{mks} \\ \uparrow \uparrow \uparrow \end{array} \right]$$

La massa è una grandezza scalare

La massa è una grandezza scalare

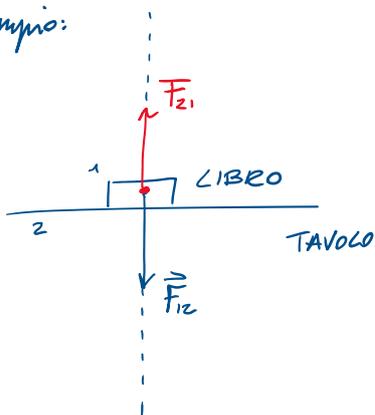
\vec{F} è una grandezza vettoriale

$$[\vec{F}] = N$$

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

Se su un sistema agiscono due forze di contatto queste sono uguali in modulo e direzione ma hanno verso opposto.

Ad esempio:

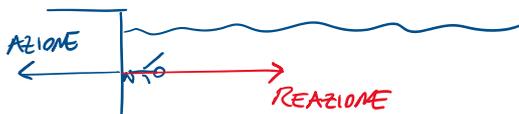


$$F_{12} = F_{21}$$

Stesse direzione

ma il verso è opposto

PISCINA:



Esercizio di riepilogo sulle tre leggi di Newton.

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 $\Delta x_{\text{auto}} = 1$ 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 $\Delta x_{\text{vetro}} = 5$ mm.

Supponiamo che l'auto stia procedendo lungo asse x alla velocità iniziale 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 iniziale a una velocità finale nulla nelle distanze riportate (1 mm vs 5 mm) calcolare:

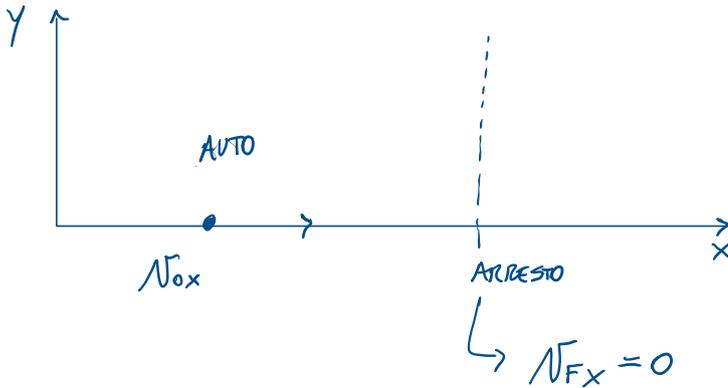
2. La forza esercitata sull'occupante nel caso in cui indossi le cinture di sicurezza
3. La forza esercitata sull'occupante nel caso in cui non indossi le cinture di sicurezza
4. Quale legge di Newton ci consente di calcolare le forze in gioco?

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

Soluzione

$$v_{0x} = 50 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 13,889 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$



Quando accade $v_{Fx} = 0$?

$$v_x = v_{0x} + a_x t \Rightarrow 0 = v_{0x} + a_x t_{\text{ARRESTO}}$$

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

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



Quanto vale la x_{ARRESTO} ?

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

Supponiamo

il caso con la cintura $\left\{ \begin{array}{l} X_{\text{ARRESTO}} = 1\text{m} \text{ (cintura)} \\ X_{\text{ARRESTO}} = 5\text{mm} \text{ (senza cintura)} \end{array} \right.$

$$X_{\text{ARRESTO}} = v_{0x} \left(-\frac{v_{0x}}{a_x} \right) + \frac{1}{2} a_x \left(-\frac{v_{0x}}{a_x} \right)^2$$

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

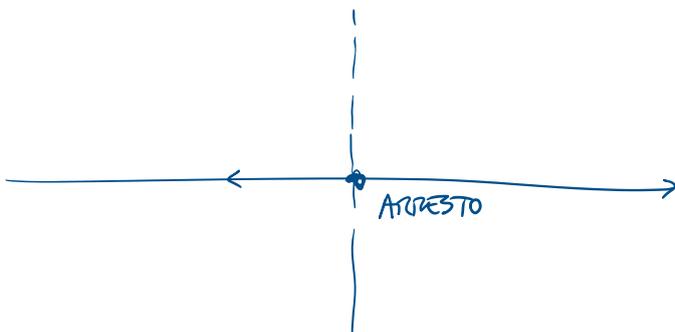
$$X_{\text{ARRESTO}} = -\frac{1}{2} \frac{v_{0x}^2}{a_x}$$

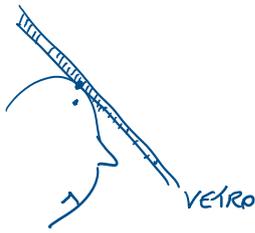
$$a_x = -\frac{1}{2} \frac{v_{0x}^2}{X_{\text{ARRESTO}}}$$

Nel caso con la cintura $X_{\text{ARRESTO}} = 1\text{m}$

$$\Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} a_x = -\frac{1}{2} \frac{(13,889)^2}{1} = -95,22 \text{ m/s}^2 \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} a_x = -\frac{1}{2} \frac{(13,899)^2}{(0,005)} = -19290,43 \text{ m/s}^2 \end{array} \right.$$





Forze che imprimono

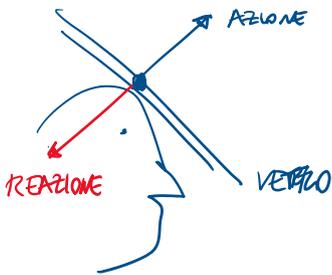
$$\vec{F} = m\vec{a}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \vec{F}_{\text{PASSEG.}} = 60 \cdot (-95,22) \text{ CINTURA} \\ \vec{F}_{\text{PAYS.}} = 60(-19270,43) \end{array} \right.$$

Pr. AZIONE / REAZ.

$$\left\{ \begin{array}{l} F_{\text{PASSEG.}} = -5713,2 \text{ N} \quad \begin{array}{l} \text{SENZA} \\ \text{CINTURA} \end{array} \\ F_{\text{PASSEG.}} = -1,1574 \cdot 10^6 \text{ N} \end{array} \right.$$

Alla mia "azione" sul vetro corrisponde una "reazione" del vetro



$$\left\{ \begin{array}{l} F_{\text{REAZ}} = + (+5713,2) \text{ N} \\ F_{\text{REAZ}} = + (+1,1574 \cdot 10^6) \text{ N} \end{array} \right.$$

Nel caso con la cintura $F_{\text{REAZ}} = 5713,12 \text{ N} < 6 \text{ kN}$

quindi le osse non si rompono.

Nel caso senza cintura $F_{\text{REAZ}} = 1,1574 \cdot 10^6 \gg 6 \text{ kN}$

\Rightarrow Rottura delle osse !!

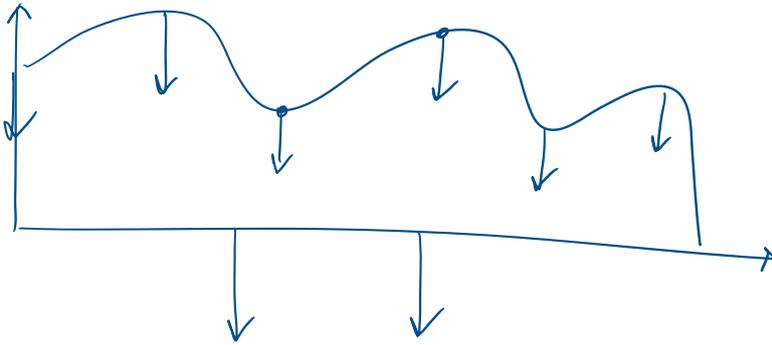
FORZA PESO

FORZA PESO

$$\vec{F}_P = mg$$

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

$$\vec{F}_P = (0; -mg)$$



$$F = ma = -mg \Rightarrow \boxed{a = -g}$$

Origine del moto in caduta libera $\Rightarrow \vec{F}_P \Rightarrow$
 $a = -g \Rightarrow \begin{cases} x = \\ y = \end{cases}$

FORZA DI RESISTENZA AERODINAMICA



$$C_D = 1 \frac{\rho A v^2}{2} \text{ FATTORE DI FORMA}$$

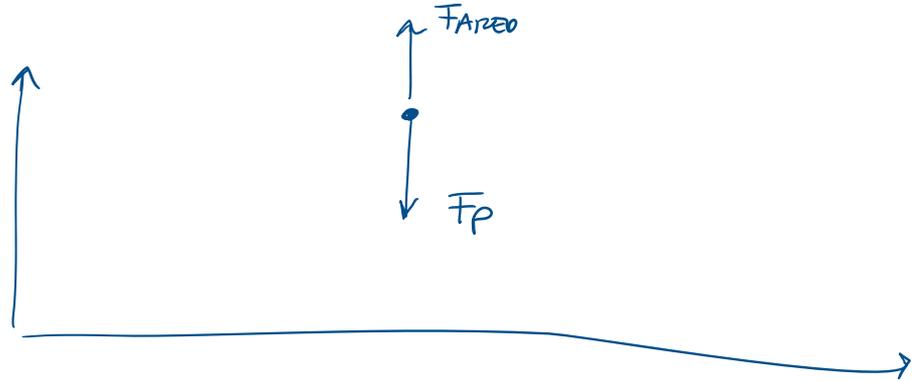
↑
SUPERFICIE

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

ρ

↳ densităa aia $\rho = 1,22 \text{ kg/m}^3$

v_{LIMITE}



$$F_y = -F_P + F_{AERO} = 0$$

↑
equilibrio

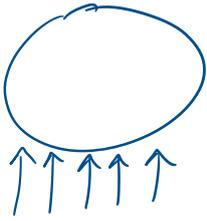
$$-mg + \frac{1}{2} \rho A c v^2 = 0$$

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

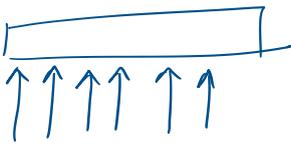
$$v_{LIMITE} = \sqrt{\frac{2mg}{\rho A c}}$$

velocitate limite

fattori di forma:



$$C = 0,47$$



$$C = 1,05$$



$$C = 0,04$$

Esempio caccia aquile:

Calcolare la velocità limite in picchiata e in planata per un'aquila con una massa

$m = 5 \text{ kg}$ in aria $\rho = 1,05 \text{ kg/m}^3$ sapendo

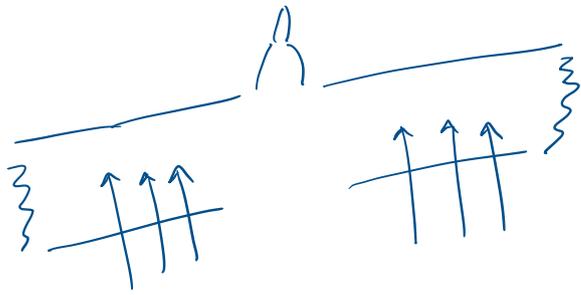
che in picchiata



$$C_1 = 0,1$$

$$A_1 = 0,12 \text{ m}^2$$

e in planate



$$C_2 = 1,05$$

$$A_2 = 1,08 \text{ m}^2$$

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

1) In picchiata

$$V_{lim} = \sqrt{\frac{2 \cdot 5 \cdot 9,81}{1,05 \cdot 0,1 \cdot 0,12}} = 88,29 \text{ m/s} = 317 \text{ km/h}$$



2) In planate

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



Tra la picchiata e la planate la \vec{v} diminuisce di un fattore di scale !!!

Video falco pellegrino: link

<https://youtu.be/5uy84N8CjR0><https://youtu.be/5uy84N8CjR0>