Lezione 5 18/11/2021

giovedì 18 novembre 2021 14:11

Lezione #5

18/11/2021

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.

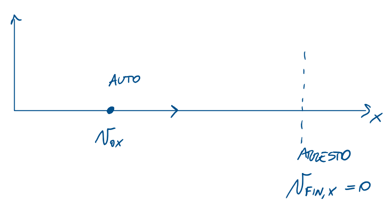
1. Cosa succede invece a un occupante senza cintura di sicurezza? A quale legge di Newton possiamo fare riferimento per spiegarne il moto?

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 $v_i = 50$ 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 m 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?



2)

Moto unif. accelerato lungo x

Dati $\begin{cases} v_{IN,x} = 50 \text{ km/h} = 13{,}888 \text{ m/s} \\ x_0 = 0 \text{ m} \end{cases}$ $x_F = 1 \text{ m}$

$a_x = ?$

$$\begin{cases} x = x_0 + v_{0x} t + \frac{1}{2} a_x t^2 \\ v_{F,x} = v_{0x} + a_x t \end{cases}$$

All'arresto $v_{F,x} = 0 \Rightarrow 0 = v_{0x} + a_x t_{ARRESTO}$

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

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

$x_{ARRESTO} \rightarrow 1 \text{ m}$, $x_0 \rightarrow 0$

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

1m

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

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

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

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

INCOGNITA

$$\boxed{a_x = -\frac{1}{2}\frac{v_{0x}^2}{x_{ARRESTO}}} = -\frac{1}{2}\frac{(13{,}88^2)}{(1)}$$

CON LA CINTURA

$$\boxed{a_x = -95{,}22\ m/s^2}$$

$$F = m a_x = 60 \cdot (-95{,}22) = -5{,}7\,10^3\,N$$

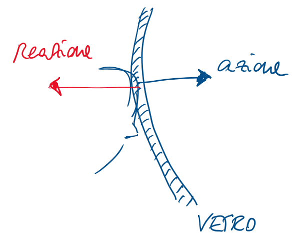
3) Senza cintura: $x_{ARRESTO} = 5\ mm = 5\,10^{-3}\,m$

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

$$a_x = -\frac{1}{2}\frac{13{,}88^2}{(5 \cdot 10^{-3})} = -1{,}9\,10^4\,m/s^2$$

$$F = m a_x = 60(-1{,}9\,10^4) = -1{,}14\,10^6\,N$$

Senza cintura 5mm



Sulla fronte si sente una reazione pari a

$$F = 1{,}14 \cdot 10^6 \, N$$

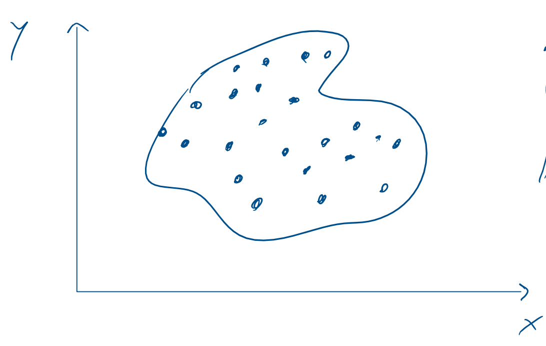
Dal momento che la max F sopportabile prima della frattura era $6\,KN = 6 \cdot 10^3 N$

$\Rightarrow$ la forza è letale!

SISTEMI RIGIDI

↳ La risultante delle forze interne è nulla

↳ le distanze interne non possono cambiare



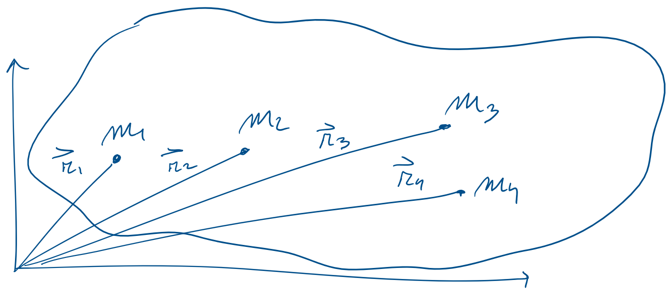
$$\begin{cases} S \neq 0 \\ V \neq 0 \end{cases}$$

Insieme punti materiali

Per quanto riguarda il suo moto traslazionale non mi interessa la sua estensione ma solo la posizione del

CENTRO DI MASSA !!

cdm



$$\vec{r}_{CDM} = (\text{posizione cdm}) = \frac{(m_1\vec{r}_1 + m_2\vec{r}_2 + \dots + m_n\vec{r}_n)}{\underbrace{(m_1 + m_2 + \dots + m_n)}_{M}}$$

SI PUÒ DIMOSTRARE CHE :

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n = \vec{F}^{(RIS)}_{EST} + \cancel{\vec{F}^{(RIS)}_{INTERNE}}$$

$\parallel$

SISTEMA RIGIDO

$$\boxed{\vec{F}^{RIS}_{EST.} = M\,\vec{a}_{CDM}}$$

accelerazione di un pto

↓

centro di massa

masse complessiva del sistema rigido

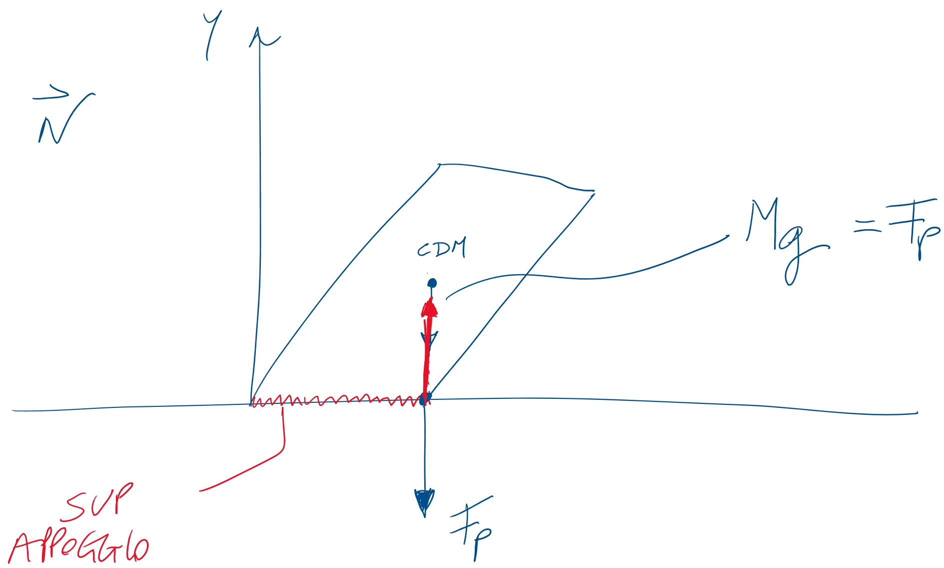
BIOMECCANICA

Un sistema è in equilibrio se

$$\boxed{\vec{F}^{(RIS)} = \vec{0}}$$

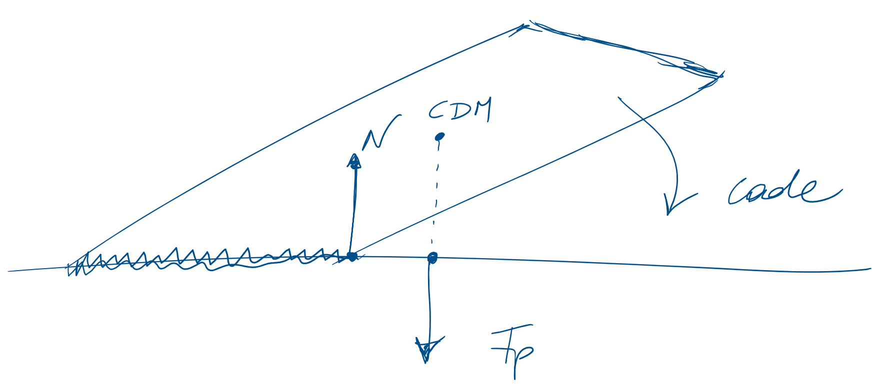
Per quanto riguarda il moto traslazionale

$\vec{F}_p$, $\vec{N}$



$$F_y^{(RIS)} = -F_p + N = 0 \quad \checkmark$$

Finché la proiezione del CDM cade all'interno della sup. di appoggio ⟹ N riesce a bilanciare Fp



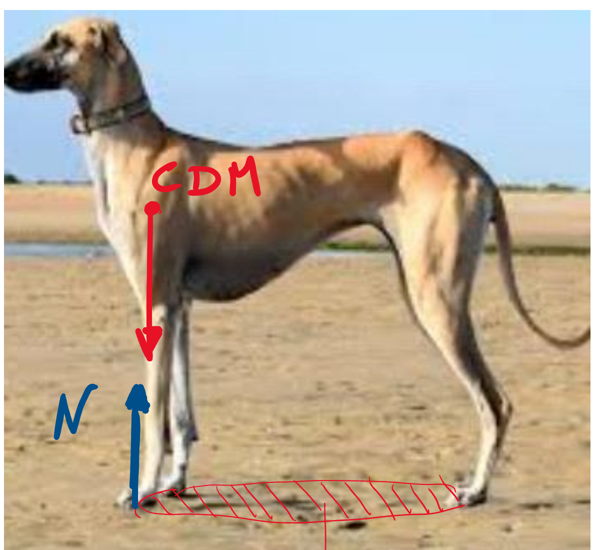
La proiezione del CDM è fuori la sup. appoggio

Deambulazione nasce dalla perdita di equilibrio

↳ facilità con cui la proiez. del CDM cade fuori dalla sup. appoggio

Esempio animale molto scattante:

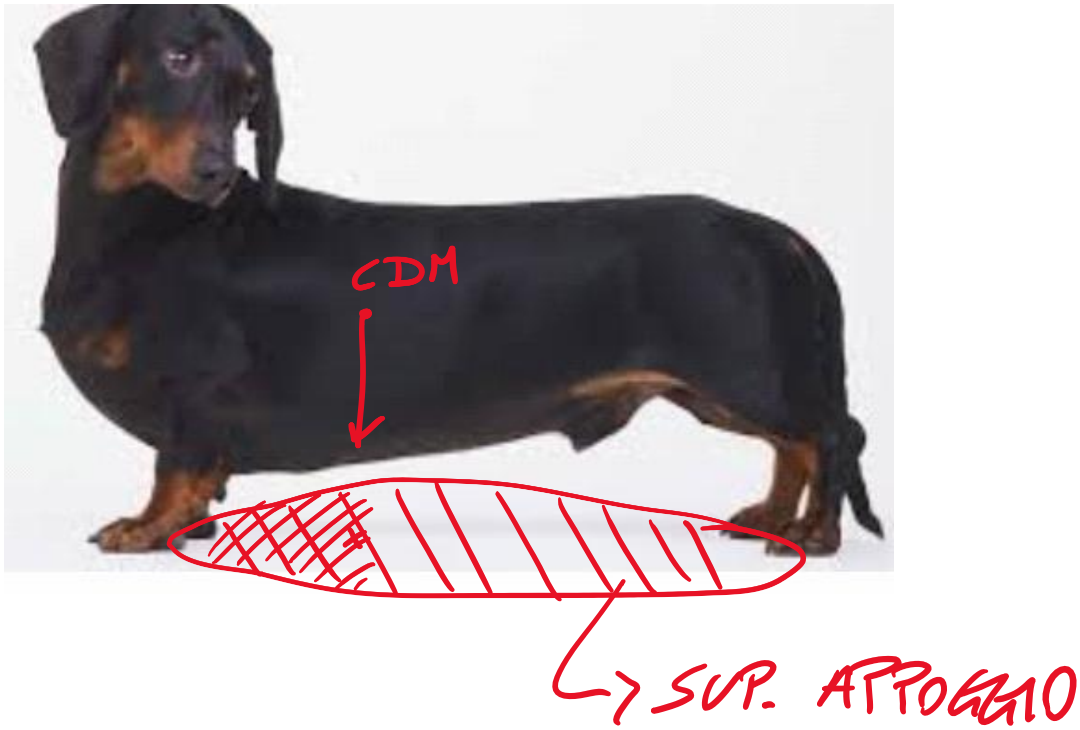
LEVRIERO



SUP. APPOGGIO

In questo caso il CDM è tutto spostato in avanti e quindi la sua proiezione cade molto facilmente fuori dalla

BASSOTTO:



In questo caso spostare il CDM fuori della sup. d'appoggio è molto complesso

⇓

minore agilità

⇓

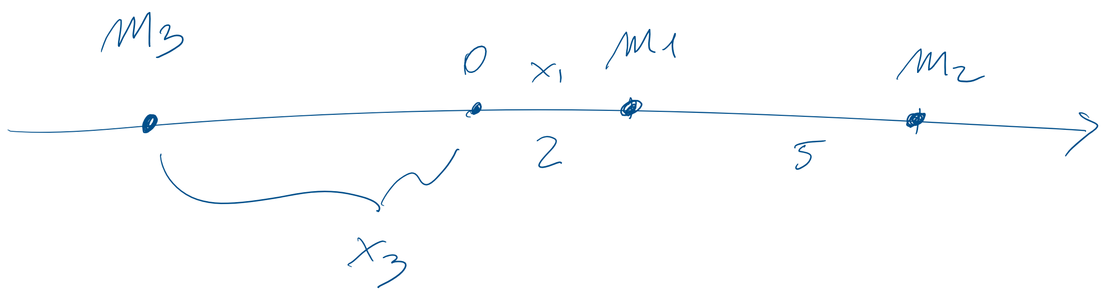
maggiore stabilità

Esercizio:

Data la configurazione di masse $m_1 = 2kg$; $m_2 = 6\,kg$ ed $m_3 = 8\,kg$, sapendo che

$x_1 = 2m$; $x_2 = 5m$ calcolare x_3

in modo tale che $x_{CDM} = 0$.



$$x_{CDM} = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2 + m_3 x_3}{(m_1 + m_2 + m_3)}$$

$$x_{CDM} = 0$$

$$0 = \left(m_1x_1 + m_2x_2 + m_3x_3\right)\cancel{/\left(m_1+m_2+m_3\right)}$$

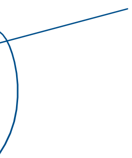
$$\cancel{m_3}\, x_3 = \left(-m_1x_1 - m_2x_2\right)\frac{1}{m_3}$$

$$\boxed{x_3 = -\frac{\left(m_1x_1 + m_2x_2\right)}{m_3}}$$

$$x_3 = -\left(\frac{2 \cdot 2 + 6 \cdot 5}{8}\right) = -4{,}25\,m$$

$$\boxed{x_3 = -4{,}25\,m}$$

m_3 m_1 m_2



m_3
m_1
m_2
0
$-4,25$