Lezione 5 13/11/2025

giovedì 13 novembre 2025 14:05

Lezione #5
13/11/2025

- La Lezione del 20/11/25 SPOSTATA DATA DA DEFINIRE -
- I PARZIALE ⇒ 18/12/2025 -

III LEGGE DI NEWTON

FORZA PESO

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 Δx = 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 Δx = 5 mm. Supponiamo che l'auto stia procedendo lungo asse x alla velocità inziale di v = 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?

Finiamo esercizio iniziato lezione precedente.

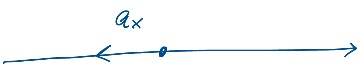
SENZA CINTURA $\Delta x = 5\,mm$ $v_{0x} = 13{,}889\ m/s$

$$\begin{cases} a_x = -\frac{1}{2}\frac{(13{,}889)^2}{(5\cdot 10^{-3})} \\ \boxed{a_x = -19290{,}43\ m/s^2} \Leftarrow \end{cases}$$

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

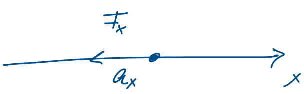
$$\boxed{a_x = -\frac{1}{2}\frac{(13{,}889)^2}{1} = -95{,}22\ m/s^2}$$

$\Uparrow$



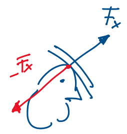
Per la II legge di Newton:

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



$F_x = ma_x$

F_x = f. che il guidatore imprime al vetro



$$F_x = ma_x \begin{cases} = -60 \cdot 19290{,}43 = -1{,}1574 \cdot 10^6\ N \quad \text{(SENZA CINTURA)} \\ = -60 \cdot 95{,}22 = -5713{,}2\ N \quad \text{(CON CINTURA)} \end{cases}$$

III^a LEGGE DI NEWTON: Il vetro reagisce con una forza (reazione) uguale in modulo/direzione ma verso opposto

$F_x = -F_x$

Sapendo che massima forza che le ossa possono sopportare prima di rompersi $F_{MAX} = 6\,kN$:

Senza cintura $F = 1{,}15\ 10^6\ N \gg F_{MAX}$

$\Downarrow$

FRATTURA OSSA CRANICHE

Con la cintura $F = 5713{,}2 < 6\,kN$

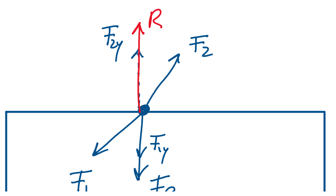
$\Downarrow$

OSSA SONO SALVE

- REAZIONE NORMALE -

Forza di reazione $\perp$ alla superficie

$F_\perp = N = R$ = risultante delle forze $\perp$ alla sup.

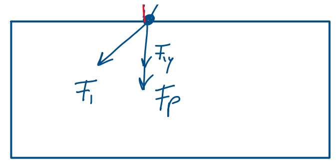


$F_y = F_{2y} - F_{1y} - F_p + R = 0$

in equilibrio

$F_y = F_{2y} - F_{1y} - F_p + R = 0$

in equilibrio

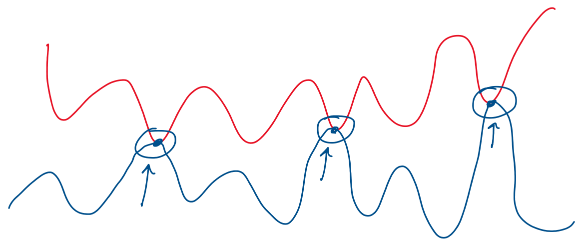


$$N = R = \underbrace{F_p + F_{1y} - F_{2y}}$$

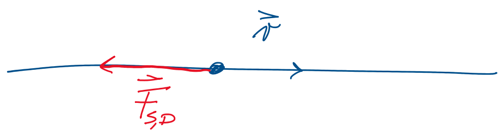
tutte $F_\perp$ alla sup. (NON SOLO F_p!!!)

– FORZA D'ATTRITO –

Da un p.to di vista microscopico:



Si stabiliscono dei legami molecolari intensi all'interfaccia tra le due sup. ⟹ OPPOSIZIONE AL MOVIMENTO



$$F_{S,D} = -\mu_{S,D} N$$

N → Reazione normale

$\mu_{S,D}$ → coefficiente di attrito

$F_{S,D}$: forze di attrito

S: STATICO

D: DINAMICO

$\mu_{S,D}$ = coefficiente di attrito statico o dinamico

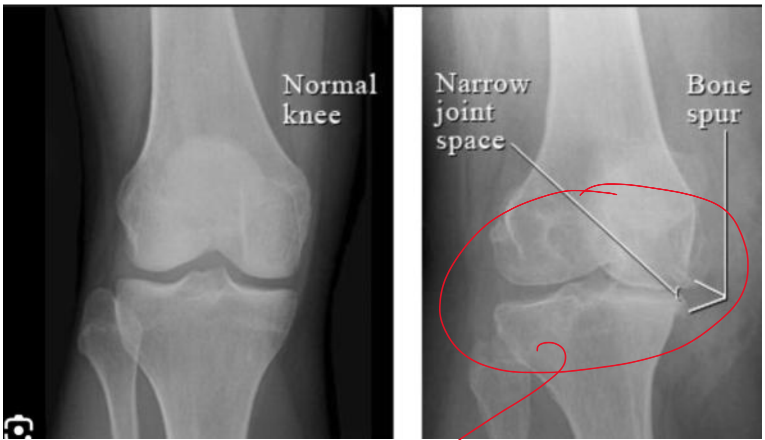
$[\mu_{S,D}]$ = adimensionale

$$\boxed{0 \leq \mu_{S,D} \leq 1}$$

	μ_S	μ_D
GOMMA – ASFALTO ASCIUTTO	1	0,8

GOMMA - ASFALTO BAGNATO	0,1	0,4
ACCIAIO - GHIACCIO	0,027	0,014
ACCIAIO - ACCIAIO	0,78	0,42

\- ESEMPIO BIOMEDICO: ARTICOLAZIONE DEL GINOCCHIO

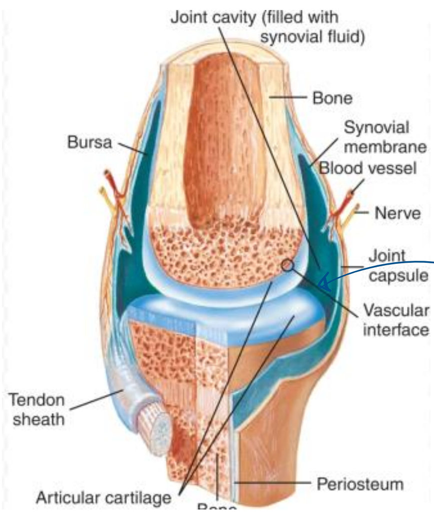


⇒ DISTANZA RIDOTTA!

μ_D è troppo alto ⇒ osse troppo vicine

Con infiltrazioni possiamo ripristinare un liquido simile al liquido sinoviale

- Il liquido sinoviale consente di diminuire il coefficiente di attrito dinamico tra le due superfici ossee. Quando esso diminuisce l'attrito nell'articolazione è troppo alto e sentiamo dolore. Per ripristinare il corretto valore del coefficiente di attrito si utilizzano infiltrazioni di acido ialuronico che consente di ripristinare il corretto valore del coefficiente di attrito



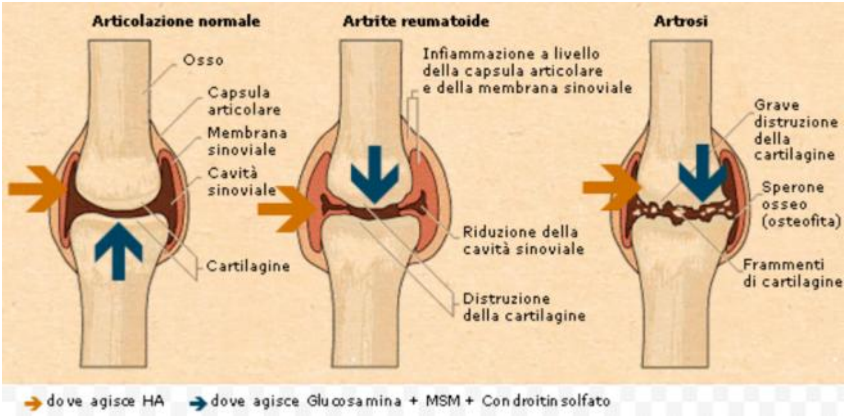
Anatomia del ginocchio

↓

Liquido sinoviale

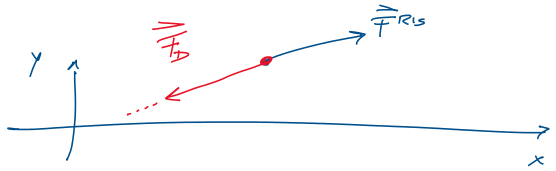
⇓

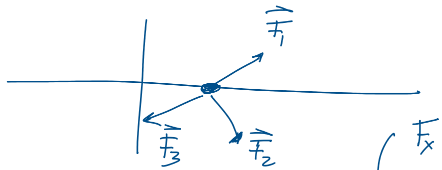
Infiltrazioni ⇒ μ_D ↘



$$F_{S,D} = -\mu_{S,D} N$$

solo per sottolineare che si oppone al movimento



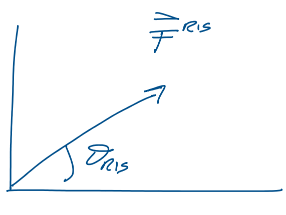


$$\vec{F}^{RIS} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n = m\vec{a}$$

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

$$|\vec{F}^{RIS}| = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$$

$$\theta_{RIS} = \operatorname{arctg}\left(\frac{F_y}{F_x}\right)$$

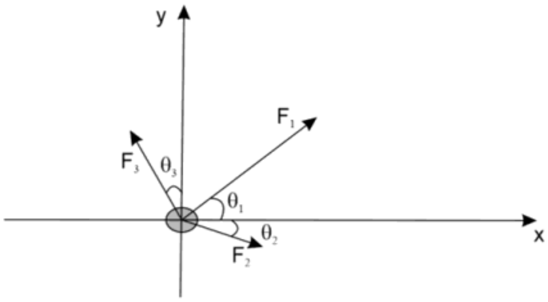


– ESERCIZIO (PROTOTIPO PARZIALE):

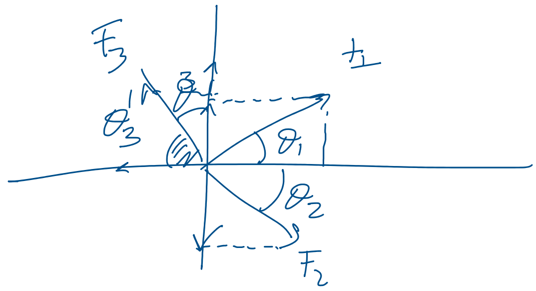
Un disco da hockey di massa m=0.32 kg scorre su una superficie orizzontale (priva di attrito) di una pista di ghiaccio. Esso è colpito simultaneamente da tre diverse mazze da hockey come mostrato in figura. La forza F_1 ha modulo 8.5 N, F_2 ha modulo 3.1 N e F_3 ha modulo 5.3 N. Gli angoli che le forze formano con l'asse x sono rispettivamente θ_1=45°, θ_2= 31° e θ_3=32°. Calcolare:

$$\begin{cases} F_x = 5{,}8519\,N \\ F_y = 8{,}9084\,N \end{cases} \quad |\vec{F}_{RIS}| = 10{,}66\,N$$

1. Il modulo della risultante delle forze agenti sul disco nel piano xy;
2. Modulo direzione e verso della sua accelerazione;
3. Il momento risultante di F_1 ed F_2 rispetto a un asse perp. al piano xy e posto a distanza di +2 m sull'asse x;
4. Se ora sul piano fosse presente attrito dinamico con μ_D = 0.04, calcolare di quanto varia l'accelerazione del disco.



1)



$$\theta_3' = 90 - 32 = 58°$$

$$\begin{cases} F_x = F_1 \cos\theta_1 + F_2 \cos\theta_2 - F_3 \cos\theta_3' = 5{,}8591\ N \\ F_y = F_1 \sin\theta_1 - F_2 \sin\theta_2 + F_3 \sin\theta_3' = 8{,}90\ N \end{cases}$$

$$|\vec{F}| = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = 10{,}66\,N \simeq 11\,N$$

$$\boxed{|\vec{F}| = 11\ N \quad (2\ c.s.)}$$

2) $\vec{F} = m\vec{a} \qquad F = ma \qquad a = \dfrac{F}{m} = \dfrac{10{,}66}{0{,}32} = 33{,}31\ m/s^2$

$$\boxed{a \simeq 33\ m/s^2}$$

Dal momento che $\vec{F}$ e $\vec{a}$ sono parallele $\Rightarrow \vec{a} \parallel \vec{F}$

$\Downarrow$

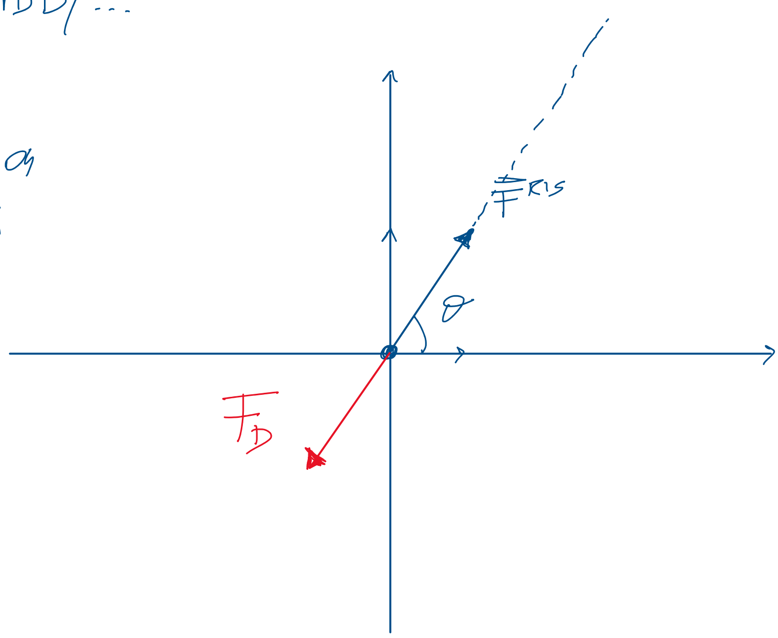
Stesso angolo

$$\theta = \arctan\left(\frac{F_y}{F_x}\right) = 56{,}9° \simeq 57°$$

$$\boxed{\theta = 57° \ (2\ c.s.)}$$

3) STANDBY...

4) $\mu_D = 0{,}09$



$\vec{a}' = ?$

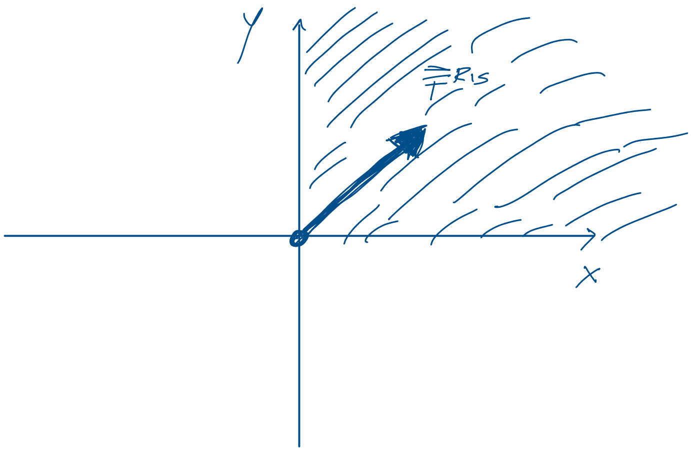
$F' \quad F^{RIS} \quad -$

$\vec{a}' = ?$

$$F' = \underbrace{F^{RIS} - F_D} = m\,\underset{\sim}{a'}$$

$$a' = \left(\frac{F^{RIS} - \overset{?}{F_D}}{m} \right)$$

$$F_D = -\mu_D N$$



Perpendicolarmente alla sup. abbiamo:

$$-F_P + N = 0 \qquad \boxed{N = F_P}$$

$$N = F_P = mg$$

$$F_D = \mu_D N = 0{,}04 \cdot 0{,}32 \cdot 9{,}81 = 0{,}1256\ N$$

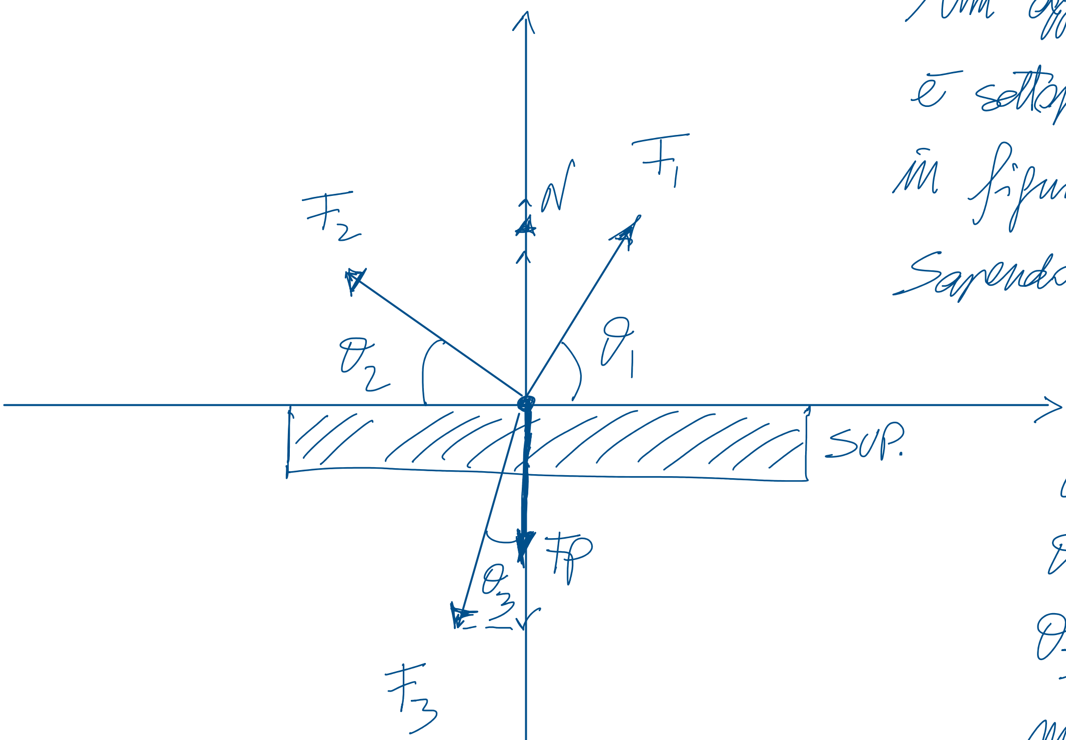
$$a'_D = \frac{(10{,}66 - 0{,}1256)}{0{,}32} = 32{,}92\ m/s^2$$

Quanto varia l'accelerazione?

$\Delta a = a - a' = 33{,}31 - 32{,}92 = 0{,}39\ m/s^2$

$$\boxed{\Delta a = 0{,}39\ m/s^2 \quad (2\ c.s.)}$$

Esercizio ulteriore su F_D:



Un oggetto visto trasversalmente è sottoposto alle forze riportate in figura ed è in equilibrio. Sapendo che $\mu_D = 0{,}01$ calcolare F_D

$\theta_1 = 45°$ $\quad F_1 = 10\ N$

$\theta_2 = 60°$ $\quad F_2 = 20\ N$

$\theta_3 = 30°$ $\quad F_3 = 30\ N$

$m = 1\ kg$ $\quad \theta_3' = 90 - \theta_3$

$\boxed{\theta_3' = 60°}$

$$F_y = 0 \Rightarrow \quad -F_P + N + F_1 \sin\theta_1 + F_2 \sin\theta_2 - F_3 \sin\theta_3' = 0$$

$$\boxed{N = -F_1 \sin\theta_1 - F_2 \sin\theta_2 + F_3 \sin\theta_3' + F_P}$$

$$N = 11{,}3992\ N$$

$$F_D = \mu_D N = 0{,}01 \cdot 11{,}3992$$

$$F_D = 0{,}1140\ N$$

$$\boxed{F_D \simeq 0{,}10\ N \quad (1\ c.s.)}$$