Lezione 7 28/03/2023

martedì 28 marzo 2023 14:23

Lezione #7

28/3/2023

Nuova data parziale 12/4/2023 ore 14–17
Esercitazione/simulazione 5-11/4/23

Esercizio "Teorico" di riepilogo su $\vec{F}$, leggi di Newton,
Energia, Lavoro

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.

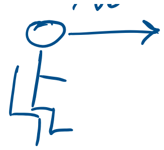
1. Cosa succede invece a un occupante senza cintura di sicurezza? A quale legge di Newton possiamo fare riferimento per spiegarne il moto?

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_{vetro} = 5 mm e in un tempo di circa Δt = 0.5 ms. 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 m vs 5 mm) e che la forza massima sopportabile da un essere umano sulla fronte del cranio, prima di fratturarsi è pari a F_{max} = 6 kN, discutere:

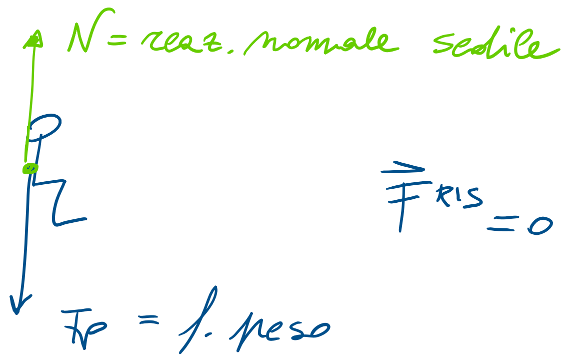
2. Il moto applicando i teoremi della conservazione dell'energia meccanica e della variazione di energia cinetica

1) NO CINTURA:

$v_0 = 50 \text{ km/h} = 13{,}8 \text{ m/s}$



Forze:



$$\vec{F}^{RIS} = 0 \quad \begin{cases} F_x = 0 \\ F_y = -F_p + N = 0 \end{cases}$$

(trascuriamo attrito aria)

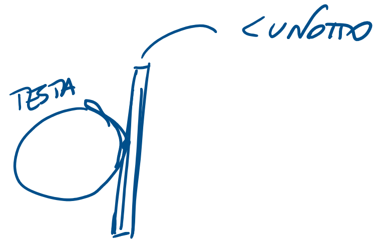
se $\vec{F}^{RIS} = \vec{0}$ $\Rightarrow$ PRINCIPIO INERZIA (1ª legge di Newton)

$\Rightarrow$ $\vec{v} = \overrightarrow{cost}$ non può cambiare

Se $v_0 = 13,8$ m/s prima della collisione col cruscotto

$v_F = v_0$

Impatto con il cruscotto $\Rightarrow$



da $v_F \rightarrow v_F' = 0$ da 13,8 m/s a 0 m/s

$$\frac{\Delta v}{\Delta t} \neq 0 \qquad \frac{(0-13{,}8)}{\underbrace{(0{,}5)\,10^{-3}}_{0{,}5\ ms}} = -27.600\ m/s^2$$

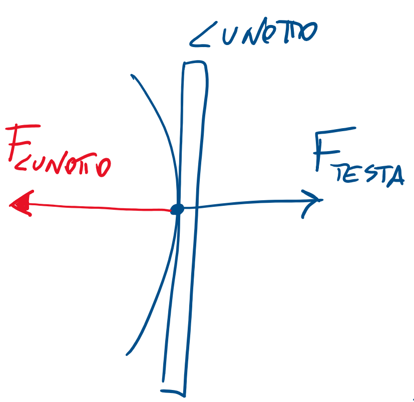
$$a = 27.600\ m/s^2 \qquad \text{decelerazione}$$

se $a \neq 0 \Rightarrow$ II^a LEGGE DI NEWTON

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

$$F_{TESTA} = 60 \cdot 27.600 = 1{,}656\ 10^6\ N$$

La forza che la testa imprime al lunotto anteriore



a questo punto il lunotto "reagisce"

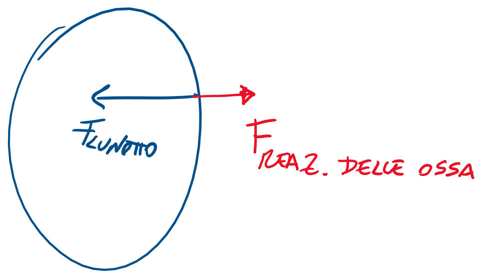
$\Downarrow$

PRINCIPIO DI AZIONE-REAZIONE

$\Downarrow$

Il lunotto risponde con una forza $F_{LUNOTTO} = -F_{TESTA}$

$$F_{REAZ.\ DELLE\ OSSA} = 6\,10^3\,N$$



Quindi dal momento che $F_{LUNOTTO} = 1{,}6\,10^6\,N \gg 6\,10^3\,N$

$\Rightarrow$ ROTTURA DELLE OSSA $\Rightarrow$ TRAUMA CRANICO $\Rightarrow$

Nel caso in cui ci fosse l'airbag $\Rightarrow \Delta v = -13{,}8\ m/s$

diminuisce in un tempo molto + lungo $\Delta t = 0{,}5\ s$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = -\frac{13{,}8}{0{,}5} = -27{,}6\ m/s^2$$

$$F_{AIRBAG} = ma = 1'656\ N$$

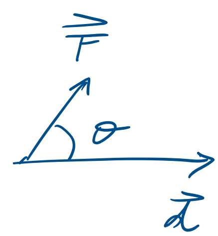
Questa volta $\quad F_{AIRBAG} \ll F_{ROTTURA\ OSSA}$

$$1{,}6\ 10^3\ N \ll 6\ 10^3\ N \quad \checkmark$$

Le osse non si rompono $\Rightarrow$:)

DAL PUNTO DI VISTA ENERGETICO:

.) $\quad L = \vec{F} \cdot \vec{d} = \underset{\text{forza}}{F}\ \underset{\text{spostamento}}{d} \cos\theta$



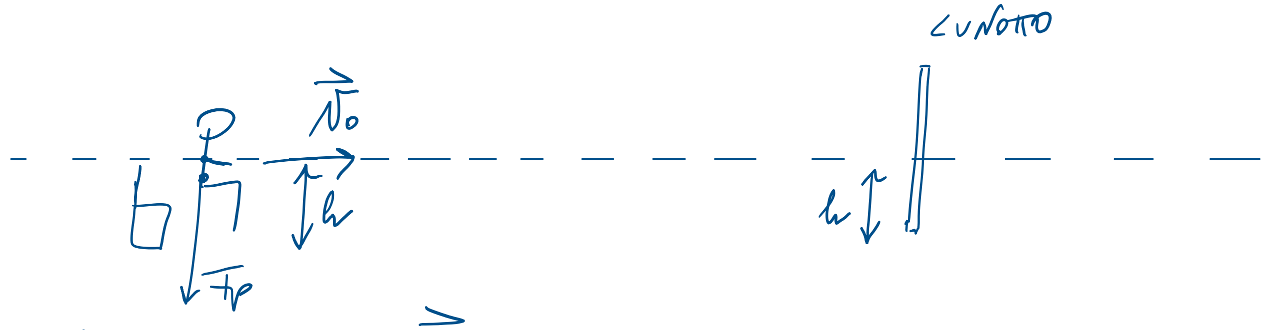
..) $\quad \Delta K = L \quad$ [Vale sempre per qualunque tipo di forza]

...) $\quad \Delta K + \Delta U = 0 \quad$ [Vale solo per le forze conservative]

$$K_{IN} + U_{IN} = K_{FIN} + U_{FIN}$$

Quindi da un p.to di vista energetico:

1) NO AIRBAG; NO CINTURA



FORZE IN GIOCO: $\vec{F}_p$ → è una forza conservativa

$\Downarrow$

Conservaz. en. meccanica

$$K_{IN} + U_{IN} = K_{FIN} + U_{FIN}$$

INIZIO: mi stacco dal sedile

FINE: sto x toccare il cunotto

$$\frac{1}{2} m v_0^2 + \cancel{mgh} = K_{FIN} + \cancel{mgh}$$

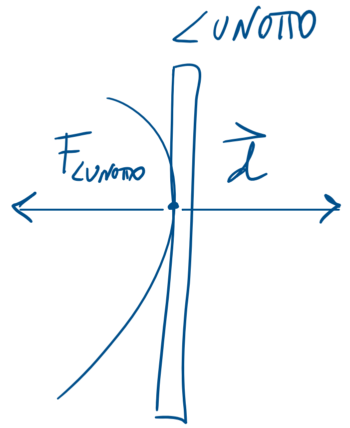
$$\boxed{K_{FIN} = \frac{1}{2} m v_0^2}$$

$$\cancel{\frac{1}{2}} \cancel{m} v_F^2 = \cancel{\frac{1}{2}} \cancel{m} v_0^2$$

$$\boxed{v_F = v_0}$$

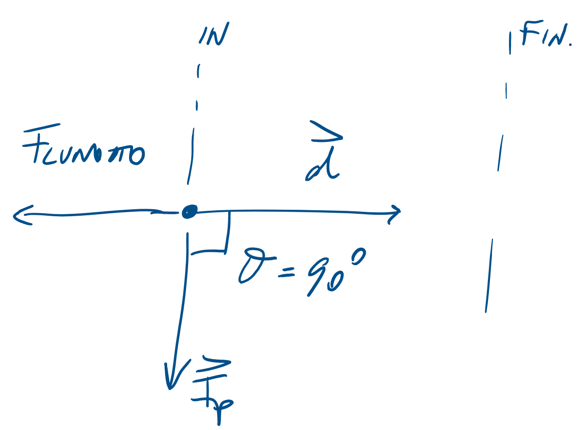
$$\boxed{v_F = v_0}$$

IMPATTO



Forze:

$\vec{F}_{LUNOTTO}$; $\vec{F}_P$



F_P non compie lavoro in quanto $L_P = F_P\, d \underbrace{\cos\theta}_{=0\ (\theta = 90°)}$

$F_{LUNOTTO}$ come un f. attrito

↳ è conservativa? NO

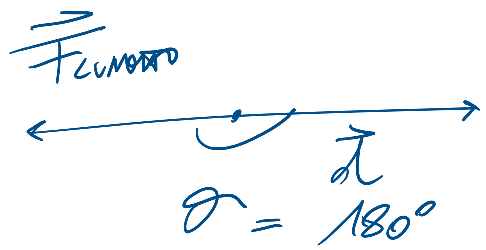
$\Downarrow$

Se le f. non sono conservative:

$$\Delta K = L$$

$$\Delta K = L_{\text{FORZA CUNOTTO}} = F_{\text{FORZA CUNOTTO}} \cdot d \underbrace{\cos\theta}_{-1}$$

$$= - F_{\text{FORZA CUNOTTO}}\, d$$



$$0 + \underbrace{\frac{1}{2} m v_0^2} = + \underbrace{F_{\text{FORZA CUNOTTO}}}\ \underbrace{d}$$

$d \downarrow$ distanza microscopica

$\sim 5\,mm$

$\Downarrow$

Forza cunotto enorme

IN PRESENZA DI AIRBAG: forze non conservative

$\Delta K = L$

$\downarrow$

uguale $= L_{AIRBAG} + L_{FORZA\ LUNOTTO}$

$\underbrace{L_{AIRBAG}}$

$\downarrow$

grossa parte energia perché airbag compie lavoro su una distanza molto maggiore

1 vs 5 mm !

$\Downarrow$

$L_{FORZA\ LUNOTTO} \ll$ rispetto a prima

$\Downarrow$

FORZA LUNOTTO MOLTO + PICCOLA

FLUIDI

Stato di aggregazione della materia caratterizzato da legami molecolari + deboli che nei corpi rigidi

⇒ forme e volume possono cambiare.

FLUIDI

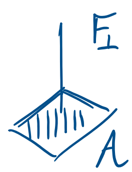
LIQUIDI

- FORMA VAR.
- VOLUME FISSO

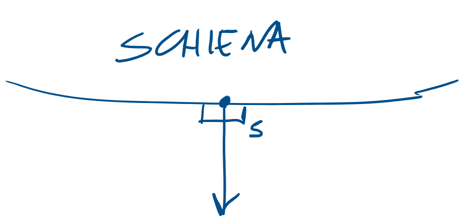
GAS

- FORMA VAR.
- VOLUME "

$\vec{F} \longrightarrow p$ = PRESSIONE



$$p = \frac{F_\perp}{A}$$



$$P = \frac{F_\perp}{S}$$

ma se ho 1 chiodo S è molto piccola

$$p = \frac{F_\perp}{\underset{\sim}{S}} \quad \text{molto grande}$$

$$[p] = \frac{N}{m^2} = Pa = \text{Pascal}$$