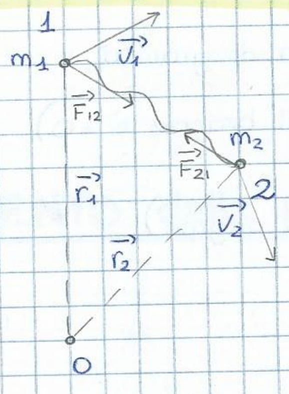
SISTEMI CON PIÙ PUNTI

SISTEMA CON 2 PUNTI



Tra i 2 punti ci sono delle interazioni, come per esempio forze d'attrazione, ecc

$\vec{F_{12}}$; $\vec{F_{21}}$

⇓

per il PRINCIPIO DI AZIONE E REAZIONE

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

$\vec{P} = m_1 \cdot \vec{v_1} + m_2 \cdot \vec{v_2}$ (quantità di moto)

$$\frac{d\vec{P}}{dt} = m_1 \cdot \frac{d\vec{v_1}}{dt} + m_2 \frac{d\vec{v_2}}{dt} = m_1 \cdot \vec{a_1} + m_2 \cdot \vec{a_2} = \vec{F_{12}} + \vec{F_{21}} = 0$$

⇓

Ciò vuol dire che la quantità di moto è COSTANTE NEL TEMPO

CENTRO DI MASSA:

$\frac{\vec{P}}{m_1 + m_2} = \vec{v_{CM}} =$ velocità del centro di massa

$$= \frac{m_1 \cdot \vec{v_1} + m_2 \cdot \vec{v_2}}{m_1 + m_2}$$

$$\vec{r_{CM}} = \frac{m_1 \cdot \vec{r_1} + m_2 \cdot \vec{r_2}}{m_1 + m_2}$$

$\vec{r} =$ coordinate!
si troverà da qualche parte sulla congiungente dei 2 punti

↓
PER SAPERE DOVE SI TROVA!

$$\vec{a_{CM}} = \frac{d^2 \vec{r_{CM}}}{dt^2} = \frac{m_1 \vec{a_1} + m \vec{a_2}}{m_1 + m_2} \qquad (M = m_1 + m_2)$$

$$M\vec{a}_{CM} = m_1 \vec{a_1} + m_2 \vec{a_2} = \vec{F_1} + \vec{F_2} = \vec{F}_{TOT} \Rightarrow \vec{F}_{TOT} = M \cdot \vec{a}_{CM}$$

$$\vec{F}_{TOT} = \underbrace{\vec{F}_{interne}}_{=0} + \vec{F}_{esterne}$$

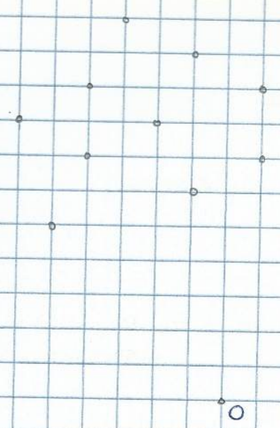
$=0$ per il principio di azione e reazione

$$\vec{F}_{TOT} = M \cdot \vec{a}_{CM} = \Sigma \vec{F}_{esterne}$$

$$\boxed{M \cdot \vec{a}_{CM} = \vec{F}_e}$$

il centro di massa di un sistema con 2 punti si comporta come un oggetto puntiforme che si muove grazie alle forze esterne.

SISTEMA CON n PUNTI



Ogni punto avrà:

$\vec{r_i}$, $\vec{v_i}$, m_i, $\vec{a_i}$, $\vec{F_i} \rightarrow \vec{F}_{interne} + \vec{F}_{esterne}$

CENTRO DI MASSA:

$$\vec{r}_{CM} = \frac{\sum \vec{r_i} \cdot m_i}{\sum m_i}$$

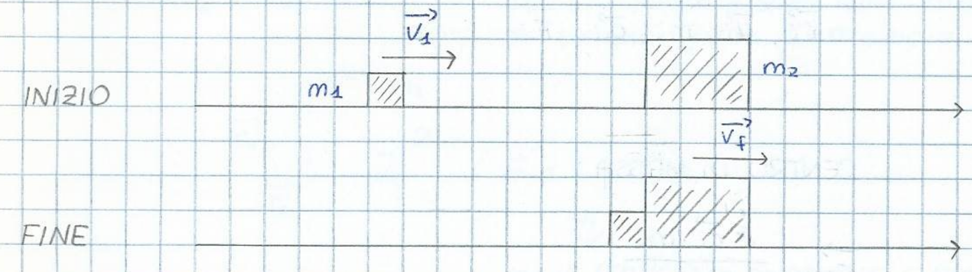
$$\vec{v}_{CM} = \frac{\sum \vec{v_i} \cdot m_i}{\sum m_i}$$

$$\vec{a}_{CM} = \frac{\sum \vec{a_i} \cdot m_i}{\sum m_i} = \frac{\sum \vec{F_i}}{\sum m_i} = \frac{\sum \vec{F}_{esterne}}{\sum m_i}$$

$$M = \sum m_i \Rightarrow \boxed{M \cdot \vec{a}_{CM} = \sum \vec{F}_{esterne}}$$

TRAIETTORIA CENTRO DI MASSA: continua a comportarsi come un corpo puntiforme

Esempio :



m_2 è FERMO

m_1 e m_2 RIMANGONO APPICCICATI!

- $\vec{v_f} = ?$
- $\Delta E_m = ?$

$\vec{P} =$ costante $\Rightarrow m_1 \cdot \vec{v_1} + m_2 \cdot \vec{v_2} =$ costante $= m_1 \cdot \vec{v_1}$ $\Rightarrow$

INIZIO : $\vec{P} = m_1 \cdot \vec{v_1}$

fine : $\vec{P} = m_1 \cdot \vec{v_f} + m_2 \cdot \vec{v_f}$

UGUALI!

$$\Rightarrow \boxed{\vec{v_f}} = \frac{\vec{P}}{m_1+m_2} = \frac{m_1}{m_1+m_2} \cdot \vec{v_1}$$

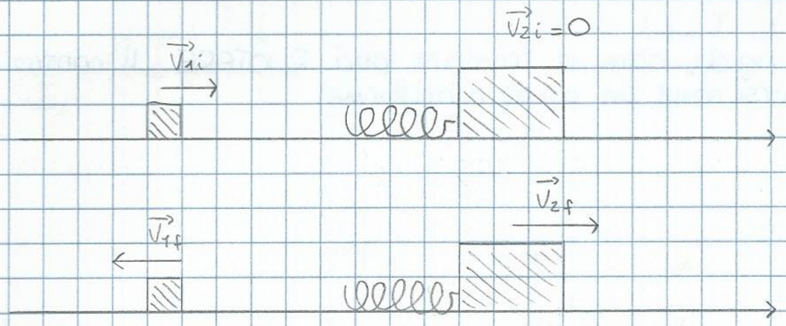
SOLO E.CIN.

$$\Delta E_m = \frac{1}{2}(m_1+m_2)v_f^2 - \frac{1}{2}m_1 \cdot v_1^2$$
$$= \frac{1}{2}(\cancel{m_1+m_2}) \frac{m_1^2}{(m_1+m_2)^{\cancel{2}}} v_1^2 - \frac{1}{2}m_1 \cdot v_1^2$$
$$= \frac{1}{2}\frac{m_1^2}{m_1+m_2} \cdot v_1^2 - \frac{1}{2}m_1 \cdot v_1^2 < 0$$ $\rightarrow$ l'energia meccanica diminuisce

Casi limite :

- m_2 MOLTO GRANDE $\rightarrow \Delta E_m = E_{c\,iniziale}$ $\rightarrow$ il corpo m_1 si ferma!
- m_2 MOLTO PICCOLO $\rightarrow \Delta E_m \cong 0$ $\rightarrow$ il corpo non perde energia meccanica

VEDI PROBLEMA n° 69 PAG 206 LIBRO 1



$$\begin{cases} m_1 \vec{V_1}_i + m_2 \vec{V_2}_i = m_1 \vec{V_1}_f + m_2 \vec{V_2}_f \\ \frac{1}{2} m_1 \cdot V_{1i}^2 + \frac{1}{2} m_2 V_{2i}^2 = \frac{1}{2} m_1 V_{1f}^2 + \frac{1}{2} m_2 V_{2f}^2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} m_1 \vec{V_{1i}} = m_1 \vec{V_{1f}} + m_2 \vec{V_{2f}} \\ \frac{1}{2} m_1 \cdot V_{1i}^2 = \frac{1}{2} m_1 V_{1f}^2 + \frac{1}{2} m_2 V_{2f}^2 \end{cases}$$

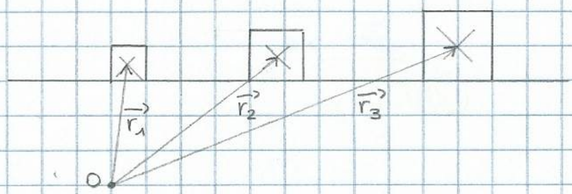
LA ROTAZIONE in un corpo rigido

16/04/12

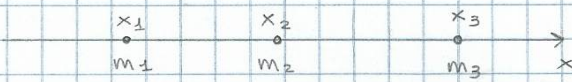
Quando ho un corpo rigido, oltre a traslare, può RUOTARE. Il centro di massa, però, continua a muoversi come un corpo puntiforme.

$$\vec{r}_{cm} = \frac{\Sigma m_i \vec{r}_i}{\Sigma m_i}$$

(1)



(2)

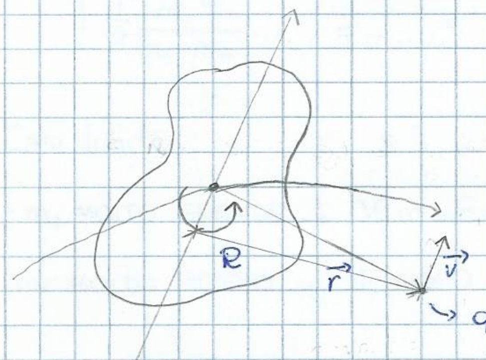


(2) $$x_{cm} = \frac{x_1 \cdot m_1 + x_2 \cdot m_2 + x_3 \cdot m_3}{m_1 + m_2 + m_3}$$

$$= \frac{m_1}{M_{TOT}} x_1 + \frac{m_2}{M_{TOT}} \cdot x_2 + \frac{m_3}{M_{TOT}} \cdot x_3$$

$\Downarrow$

Se il sistema è vettoriale (1), devo fare questo procedimento per le coordinate x, y e z



rotazione $\Rightarrow$ $\frac{d\vartheta}{dt} = \omega$ (velocità angolare)

$$|\vec{\omega}| = \omega = \frac{d\vartheta}{dt}$$

↳ questo punto, quando il corpo ruota, descrive un'ORBITA

$$\vec{v} = \vec{\omega} \times \vec{r} \Rightarrow v = \omega \cdot r \cdot \operatorname{sen}\vartheta = \omega \cdot R$$

$$E_c = \Sigma \frac{1}{2} m_i \cdot v_i^2 \qquad v = \omega \cdot R$$

$$= \Sigma \frac{1}{2} m_i \cdot v_i^2 = \frac{1}{2} \Sigma m_i \cdot \omega^2 \cdot R_i^2$$

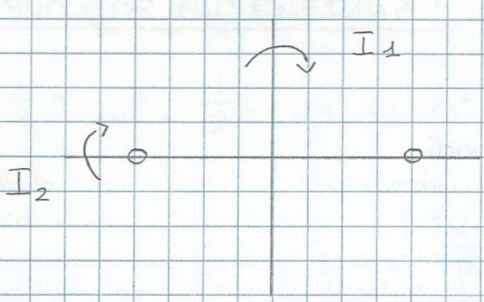
$$= \omega^2 \frac{1}{2} \boxed{\Sigma m_i \cdot R_i^2}$$

$$= \frac{\omega^2 I}{2}$$

MOMENTO D'INERZIA rispetto all'asse di rotazione

$$I = \Sigma m_i \cdot R_i^2$$

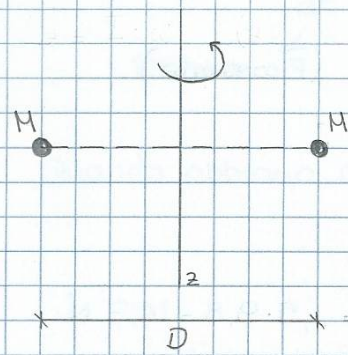
$$E_c = \frac{1}{2} I \cdot \omega^2$$



$\vec{L} = \vec{r} \times \vec{v}$ (MOMENTO ANGOLARE)

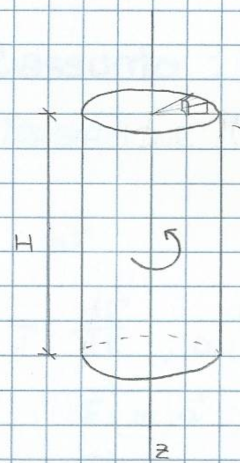
$L_z = I \cdot \omega$ (z = asse di rotazione)

Esempio:

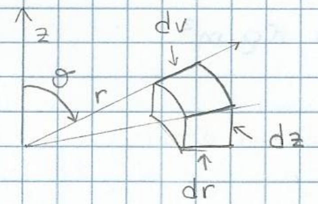
① 

R = distanza tra punto e asse di rotazione

$$I = \sum m_i \cdot R_i^2 = M \cdot \left(\frac{D}{2}\right)^2 + M \cdot \left(\frac{D}{2}\right)^2 = \frac{M \cdot D^2}{2}$$

② 

$$I = \sum m_i \cdot R_i^2$$



prendo un elemento di volume, per poi considerarlo come un punto!

$$dV = dr \cdot dz \cdot r \cdot d\theta$$

$dm = \rho \cdot dV$ → massa del "volumetto"
↳ densità (costante)

distanza di ogni punto con l'asse

$$I = \int dm \cdot r^2 = \int_0^z \int_0^{2\pi} \int_0^H \rho \, dr \cdot dz \cdot r \cdot d\theta \cdot r^2 = \iiint \rho \cdot r^3 \cdot dr \cdot dz \cdot d\theta$$

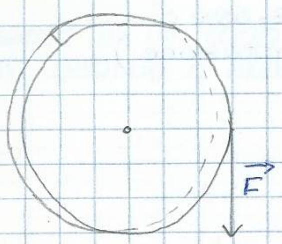
INTEGRALE TRIPLO

$$I = \underset{\int (d\theta)}{\rho \cdot 2\pi} \cdot \underset{(dz)}{H} \cdot \int_0^R r^3 \cdot dr = \rho \cdot \cancel{2}\pi \cdot H \cdot \frac{r^4}{\cancel{4}_2} = \frac{\rho \cdot V \cdot r^2}{2} = \boxed{\frac{M \cdot r^2}{2}}$$

($V_{cilindro} = \pi \cdot r^2 \cdot H$)

($\rho \cdot V$ = massa totale)

Esercizio :



applico $\vec{F}$ per 30 secondi

$$L = I \cdot \omega \qquad I = \frac{\overset{\text{massa}}{M} \cdot R^2}{2}$$

$$\frac{dL}{dt} = M = I \cdot \frac{d\omega}{dt}$$

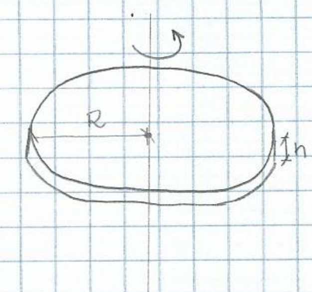
M ↳ momento della forza

momento
$$M = I \cdot \frac{d\omega}{dt} \rightarrow dt \cdot M = I \cdot d\omega$$

$$\int M \cdot dt = I \cdot \int d\omega \Rightarrow \boxed{M \cdot \Delta t = I \cdot \Delta\omega} \quad (\vec{F} \text{ costante})$$

$$\boxed{\Delta\omega = \frac{M \cdot \Delta t}{I}}$$

disco di ferro:



$h = 3\text{ cm}$
$R = 25\text{ cm}$
$\rho = 7{,}8\text{ Kg/litro}$

$I = ?$

$\vec{F} = 1{,}5 \cdot 9{,}8 = 14{,}7\text{ N}$
(forza di 1,5 Kg)

$$m = V \cdot \rho = \frac{3 \cdot 25^2 \cdot \pi}{10^3} \cdot 7{,}8 = 45{,}94\text{ Kg} = \text{massa}$$

$$I = \frac{m \cdot R^2}{2} = \frac{45{,}94 \cdot 0{,}25^2}{2} = 1{,}43\text{ Kg} \cdot m^2$$

$M = F \cdot R$ (non c'è il seno perché la forza è ortogonale al raggio)

$$= 14{,}7 \cdot 0{,}25 = 3{,}675\text{ N} \cdot m$$

Qual'è la velocità angolare finale?

$$\omega_f = \frac{M \cdot \Delta t}{I} = \frac{3{,}675 \cdot 30}{1{,}43} = 77{,}09\text{ rad/s}$$

Qual'è la frequenza di rotazione?

$$\nu = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{77{,}09}{2 \cdot 3{,}14} = 12{,}26\text{ Hz}$$ (giri al secondo)

Qual'è il periodo di rotazione?

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2 \cdot 3{,}14}{77{,}09} = 0{,}081\text{ s}$$ (tempo per fare un giro)

COSA SUCCEDE ALL'ENERGIA?

$$E_c = \frac{1}{2} I \cdot \omega^2 = \frac{1}{2} \cdot 1{,}43 \cdot 77{,}09^2 = 4249 \text{ Joule}$$

TEOREMA ENERGIA CINETICA $\Rightarrow$ variazione di E_c = lavoro

ROTAZIONE $\Rightarrow$ $\boxed{\Delta E_c = \frac{1}{2} I \cdot \omega^2 = \int_{\vartheta_i}^{\vartheta_f} M \cdot d\vartheta}$

ϑ_i = ANGOLO INIZIALE
ϑ_f = ANGOLO FINALE

$$\underbrace{\frac{dE_c}{dt}}_{\text{POTENZA}} = \frac{M\, d\vartheta}{dt} \rightarrow M \cdot \frac{d\vartheta}{dt} = M \cdot \omega$$

Quando abbiamo qualcosa che ruota $\rightarrow$ POTENZA = $\underset{\text{coppia}}{M} \cdot \underset{\text{\# giri}}{\omega}$ (motori)

18/04/2012

Riassunto: I MOTI

- TRASLAZIONE (CORPO PUNTIFORME) $\Rightarrow$ il parametro importante è la MASSA

$\overrightarrow{\Delta x}$

$$\vec{v} = \frac{d\vec{x}}{dt} \; ; \; a = \frac{d\vec{v}}{dt}$$

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

$$\vec{P} = m \cdot \vec{v} \qquad \frac{d\vec{P}}{dt} = \vec{F} \Rightarrow \vec{F} = 0 \;\; \vec{P} \text{ si conserva}$$

$$E_c = \frac{1}{2} \boxed{m}\, v^2 = \mathcal{L}$$

$$\Delta E_c = \mathcal{L}_{\vec{F}}$$

- ROTAZIONE (CORPO RIGIDO) $\Rightarrow$ il parametro importante è il MOMENTO D'INERZIA

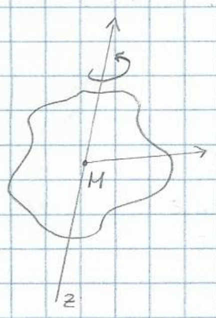
ϑ

$$\omega = \frac{d\vartheta}{dt} \qquad L_z = \boxed{I} \cdot \omega \qquad \boxed{I} = \Sigma\, m_i R_i^2$$

$$\frac{d\vec{L}}{dt} = \vec{M}$$

$$E_c = \frac{1}{2} \boxed{I}\, \omega^2$$

Esempio: PROPRIETÀ DELLA ROTAZIONE



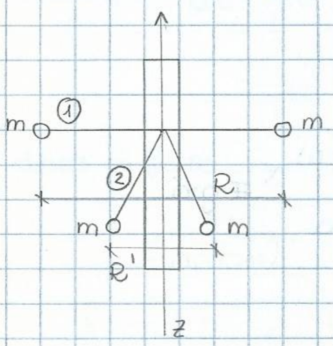
$L_z = I \cdot \omega$

$\frac{dL_z}{dt} = I \cdot \frac{d\omega}{dt} = M_z \Rightarrow M_z = 0 \rightarrow L_z = \text{costante}$

se non ho forze, il corpo continuerà a ruotare!

$$\boxed{I = \sum m_i R_i^2}$$

Prendiamo l'esempio di una pattinatrice:



① Braccia aperte: I

② Braccia chiuse: I'

$\Rightarrow I' \ll I$

$L_z = I \cdot \omega = L_z' = I' \cdot \omega'$

$\omega' = \omega \cdot \frac{I}{I'} > \omega$

$m = 1\ Kg$

$R = 80\ cm = 0{,}8\ m$

$R' = 15\ cm = 0{,}15\ m$

$I = m \cdot R^2 = 1 \cdot 0{,}8^2$

$I' = m \cdot R'^2 = 1 \cdot 0{,}15^2$

$\Rightarrow \frac{I}{I'} = \left(\frac{0{,}8}{0{,}15}\right)^2 = 28{,}44$

Quando porto le braccia (un peso) vicino al corpo, la mia velocità aumenta perché il momento angolare L deve rimanere costante prima e dopo!

$\Rightarrow$ Se cambia il momento d'inerzia, cambia la velocità angolare ω

17/04/2012

ESERCITAZIONE

(1) Angolo tra 2 vettori

$\vec{F} = 6\,\vec{u}_x - 3,8\,\vec{u}_y$

$\vec{F_1} = 9\,\vec{u}_x + 5\,\vec{u}_y$

$$\begin{cases} \vec{F}\cdot\vec{F_1} = F\cdot F_1\cdot\cos\alpha \\ \vec{F}\cdot\vec{F_1} = (F_x\cdot F_{1x}) + (F_y\cdot F_{1y}) \end{cases}$$

$= 54 - 19 = 35$

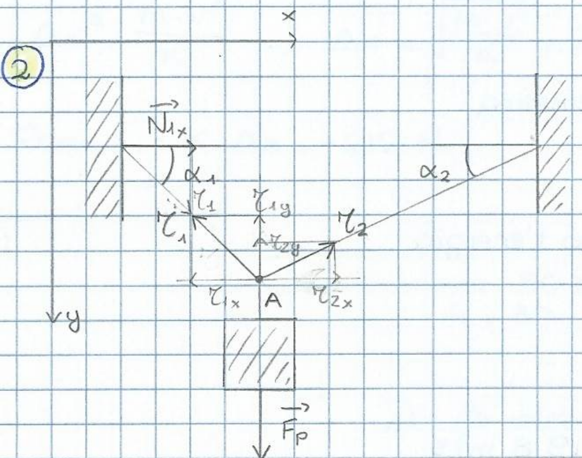
$F = \sqrt{50,4} = 7,1$

$F_1 = \sqrt{106} = 10,3$

$\Rightarrow \cos\alpha = \dfrac{35}{10,3\cdot 7,1} = 0,47$

$\alpha = 61,96°$

(2)



$M = 50$ Kg

$\alpha_1 = 45°$ a) $\tau_1 = ?$

$\alpha_2 = 30°$ b) $\tau_2 = ?$

c) reazione vincolare parete 1 (componente orizz.) = ?

Punto A $\Rightarrow \Sigma F = 0 \rightarrow F_P + \tau_1 + \tau_2 = 0$

Scompongo le forze secondo x: $0 - \tau_{1x} + \tau_{2x} = 0$

2) $\tau_2\cdot\cos 30° - \tau_1\cdot\cos 45° = 0$

Scompongo le forze secondo y: $m\cdot g - \tau_{1y} - \tau_{2y} = 0$

1) $m\cdot g - \tau_2\cdot \text{sen}\,30° - \tau_1\cdot\text{sen}\,45° = 0$

$$\begin{cases} 1)\ m\cdot g - \tau_2\cdot\text{sen}\,30° - \tau_1\cdot\text{sen}\,45° = 0 \\ 2)\ \tau_2 = \dfrac{\tau_1\cdot\cos 45°}{\cos 30°} \end{cases}$$

1) $m\cdot g - \tau_1\cdot\tan 30°\cdot\cos 45° - \tau_1\cdot\text{sen}\,45° = 0$

$mg = \tau_1(\tan 30°\cdot\cos 45° + \text{sen}\,45°) \rightarrow \boxed{\tau_1} = \dfrac{m\cdot g}{\tan 30°\cdot\cos 45° + \text{sen}\,45°} = 445$ N

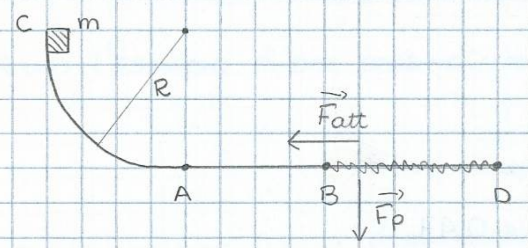
a)

b) $\boxed{\tau_2} = \dfrac{\tau_1 \cdot \cos 45°}{\cos 30°} = 363 \text{ N}$

c) τ_1 agisce in tutta la fune 1; la componente, quindi, è la proiezione di τ_1 lungo l'asse x (orizzontale)

$\vec{N}_{1x} = \tau_1 \cdot \cos 45° = 314 \text{ N}$

3



$\overline{AB}$ = no attrito
$\overline{BD}$ = attrito

$m = 18$ Kg
$R = 20$ m
$\mu_D = 0{,}12$

a) $V_{AB} = ?$
b) distanza su BD prima di fermarsi = ?

Punto C → NO Ecinetica (il corpo è fermo)

1) $E_C = U = m \cdot g \cdot R$

Punto A → L'energia potenziale diventa cinetica

2) $E_A = E_c(A) = \frac{1}{2} m \cdot v_A^2 = E_B$

Punto D → L'attrito fà svanire pian piano l'energia

$E_C = E_A = E_B \neq E_C$

a) $\overset{1)}{\cancel{m} \cdot g \cdot R} = \overset{2)}{\frac{1}{2} \cancel{m} \cdot v_A^2} \rightarrow v_A = \sqrt{2 \cdot g \cdot R} = 19{,}8 \text{ m/s}$

b) $\vec{F}_{att} = \vec{F}_P \cdot \mu_D$

$F = m \cdot a = F_{att}$

$\Rightarrow \cancel{m} \cdot g \cdot \mu_D = \cancel{m} \cdot a \rightarrow a = g \cdot \mu_D = 1{,}18 \text{ m/s}^2$

$\Delta x = V_0 \cdot t - \frac{1}{2} a \cdot t^2$ MOTO UNIF. DECELERATO

$V = V_0 - a \cdot t = 0$ perché voglio che si fermi $\rightarrow V_0 = a \cdot t \rightarrow t = \frac{V_0}{a}$

$\Rightarrow \Delta x = \frac{V_0^2}{a} - \frac{1}{2} \cancel{a} \cdot \frac{V_0^2}{a^{\cancel{2}}}$

$= \frac{1}{2} \cdot \frac{V_0^2}{a}$ $V_0 = V_A$ $a = m \cdot g$ $= 164 \text{ m}$

(4)

$m = 2\ Kg$
$v = 15\ m/s$
$K = 100\ N/m$

massima forza nell'impatto con la molla = ?

Quando il corpo arriva sulla molla, l'energia cinetica si trasforma in energia potenziale elastica.

La forza è MAX quando il Δx è MAX, cioè quando la velocità è nulla e l'energia è tutta trasformata.

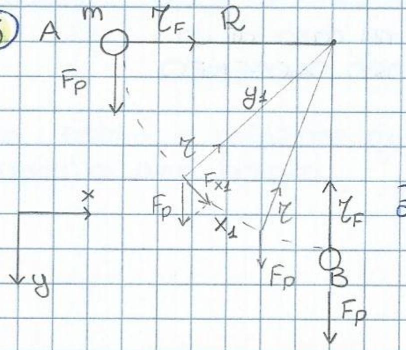
$$\left.\begin{aligned} E_A &= +\frac{1}{2}m\cdot v^2 \\ E_B &= +\frac{1}{2}K\cdot\Delta x^2 \end{aligned}\right\} \text{conservazione energia: } E_A = E_B$$

$$\frac{1}{2}m\cdot v^2 = \frac{1}{2}K\cdot\Delta x^2$$

$$\Delta x^2 = \frac{m\cdot v^2}{K} \rightarrow \Delta x = \sqrt{\frac{m\cdot v^2}{K}} = 2{,}12\ m$$

$$F_{max} = -K\cdot\Delta x = -212\ N$$

(5)



$m = 50\ Kg$
$L = 30\ m$

a) $v_{max} = ?$
b) $\tau_{max} = ?$

a) La velocità è massima quando $h = 0$ (h è minima)

$$\cancel{E_c(A)} + U(A) = E_c(B) + \cancel{U(B)}$$

FERMO $\qquad\qquad h = 0$

$$\Delta U = \Delta E_c$$

$$m\cdot g\cdot R = \frac{1}{2}m\cdot v^2 \rightarrow \boxed{v} = \sqrt{2\cdot g\cdot R} = 24\ m/s$$

b) $\sum \vec{F_i} = m\cdot a_c \rightarrow \vec{F_g} + \vec{\tau_F} = m\cdot\vec{a} \rightarrow x: 0 + \tau_F = m\cdot a_x$

$y: F_g - \tau_F = m\cdot a_y$

non mi conviene prendere i soliti assi

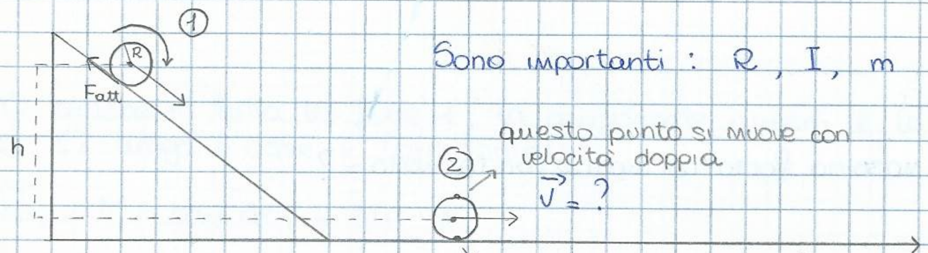
La Tensione, quindi, è MAX quando il seno è MIN, cioè nel punto verticale (B) $\Leftarrow$

$$F_{x1} = F_p\cdot\cos\theta$$

$$F_{y1} = F_p\cdot\text{sen}\,\theta - \tau$$

$$\begin{cases} mg - \tau = -m\cdot a \\ a = \dfrac{v^2}{R} \end{cases} \Rightarrow \boxed{\tau} = mg + m\cdot a = 1450\ N$$

Esempio :



Sono importanti : R , I, m

questo punto si muove con velocità doppia

$\vec{v} = ?$

questo punto è fermo (non scivola)

Che agisce sul mio corpo, c'è anche una FORZA D'ATTRITO, che però non fa lavoro: il suo compito è quello di METTERE IN ROTAZIONE IL CORPO.

$$\overset{①}{m \cdot g \cdot h} = U \longrightarrow E_c = \overset{②}{\frac{1}{2}} m \cdot v^2$$

velocità centro di massa

$$= \frac{1}{2} m \cdot v_{cm}^2 + \frac{1}{2} I \cdot \omega^2$$

Cilindro omogeneo : $I = \dfrac{m \cdot R^2}{2}$

Velocità di rotolamento perfetto : $\omega = \dfrac{v}{R}$

$$\Downarrow$$

$$\boxed{E_c} = \frac{1}{2} m \cdot v_{cm}^2 + \frac{1}{2} \frac{m \cdot R^2}{2} \cdot \frac{v_{cm}^2}{R^2}$$

$$= \frac{1}{2} m \cdot v_{cm}^2 + \frac{1}{4} m \cdot v_{cm}^2 = \boxed{\frac{3}{4} m \cdot v_{cm}^2}$$

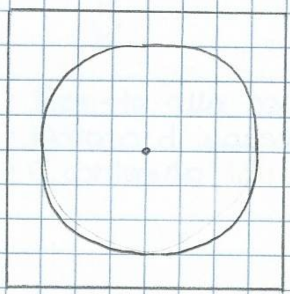
Solo nel caso di un CILINDRO OMOGENEO

$$\Downarrow$$

$$m \cdot g \cdot h = \frac{3}{4} m \cdot v_{cm}^2 \longrightarrow \boxed{v_{cm}} = \sqrt{\frac{4}{3} g \cdot h}$$

Esercizio:

Supponiamo di mettere in rotazione una ruota di ferro con $\phi = 2m$ e spessore = 50 cm
la mettiamo in rotazione a 10'000 giri/min.
- Quanta E_c ho dentro?
- Se mi costo 0,25 € al Kw/h quanti soldi devo spendere per portarla da 0 a 10'000 giri/min?



$R = 1m$
$s = 50 cm$
$E_c = ?$
$\rho = 7800$

$$\boxed{I} = \frac{m \cdot R^2}{2} = 6126 \ Kg \cdot m^2 \qquad \left(m = \overset{\rho \ \cdot \ \pi R^2 \ \cdot \ s}{7800 \cdot \pi \cdot 1^2 \cdot 0,5}\right) = 12'252 \ Kg$$

$$\omega = \frac{10^4 \cdot 2\pi}{60} = 1047 \ rad/sec$$

giri al minuto

per trasformarlo in rad/sec.

devo fare in modo, con dei cuscinetti ad aria, che l'attrito sia minimo!

$$E_c = \frac{1}{2} I \cdot \omega^2 = \frac{1}{2} \cdot 6126 \cdot (1047)^2 = 3 \cdot 10^9 \ J$$

$$1 \ Kwh = 10^3 \cdot 3600 \ J = 3,6 \cdot 10^6 \ J \quad \Rightarrow \quad \frac{3 \cdot 10^9}{3,6 \cdot 10^6} = 8,3 \cdot 10^2 = 830 \ Kwh$$

Costo: $0,25 \cdot 830 = 207,5$ €

Con i sistemi in rotazione, quindi, posso immagazinare l'energia per usarla quando ne avrò bisogno.

VOLANO = massa che ruota e che immagazina energia nelle auto.

COMPITO: NO moto smorzato e moto relativo!

LUNEDÌ 7 MAGGIO → COMPITINO
aula 1 II stecca

Esempio :

$$\vec{a}_{cm} = ?$$

$$\vec{F}_{TOT} = m\cdot\vec{a} = \vec{F} - \vec{F}_{att} = m\cdot\vec{a}$$

↳ tale da non far scivolare il corpo, ma di farlo ruotare, quindi tale da produrre un momento M

$$\frac{dL_z}{dt} = \boxed{M_z} = I\cdot\frac{d\omega}{dt} = I\cdot\frac{dv}{dt}\cdot\frac{1}{R} = \boxed{I\cdot\frac{a}{R}}$$

$$\Downarrow$$

$$M = F_{att}\cdot R = I\cdot\frac{a}{R} \Rightarrow F_{att} = \frac{I\cdot a}{R^2}$$

$$\Rightarrow F - F_{att} = m\cdot a \rightarrow F - \frac{\overset{\frac{m\cdot R^2}{2}}{\boxed{I}}\cdot a}{R^2} = m\cdot a$$

$$\rightarrow F - \frac{m\cdot R^2}{2}\cdot\frac{a}{\cancel{R^2}} = m\cdot a = \boxed{F = \frac{3}{2}\, m\cdot a}$$

$$\Rightarrow a_{cm} = \frac{2}{3}\,\frac{F}{m}$$