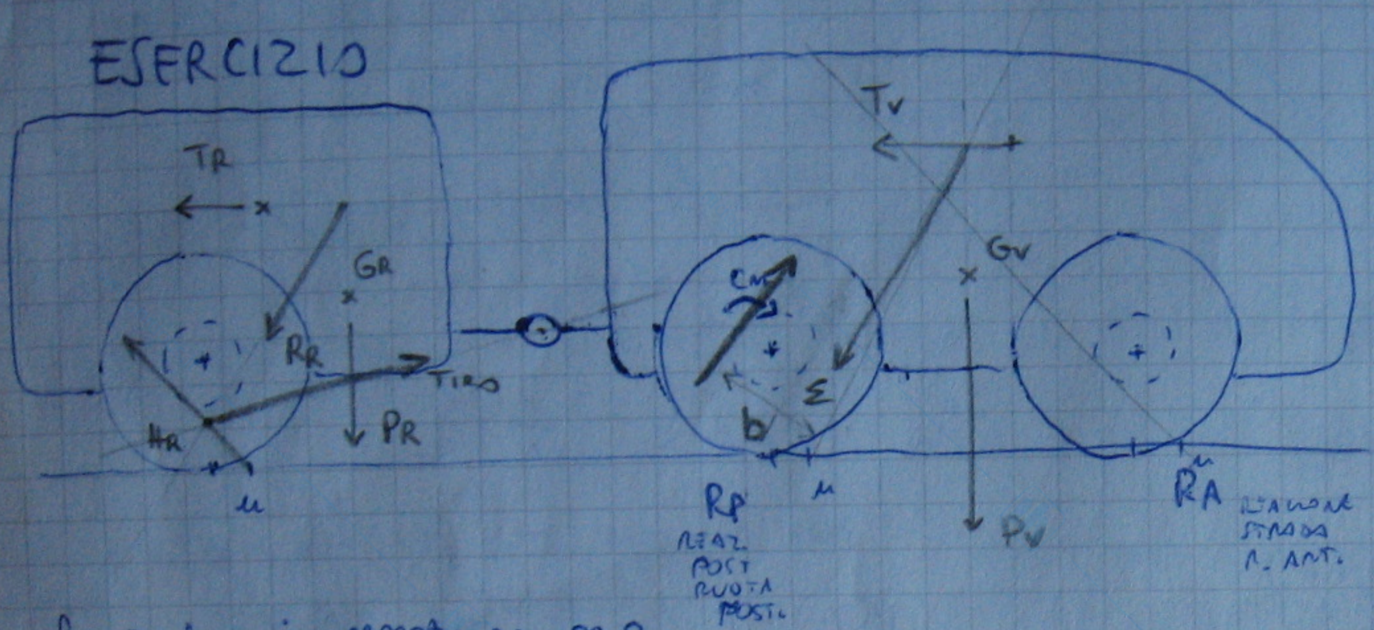
ESERCIZIO



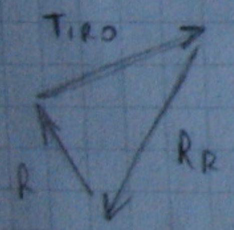
Trazione posteriore perché è la ruota più carica.

Qual'è la coppia motrice da applicare?

Rimorchio: resistenza aria
peso
forza trainante
forza strada

muovo RR, mi trovo forza strada. l'incontro mi dà HR, che collego alla cerniera

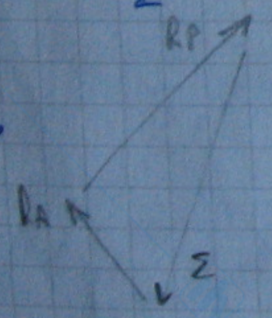
TROVO "TIRO" CON IL POLIGONO E LA APPLICO NELL'INTERSEZIONE TRA RR E HR



trovo la forza tiro

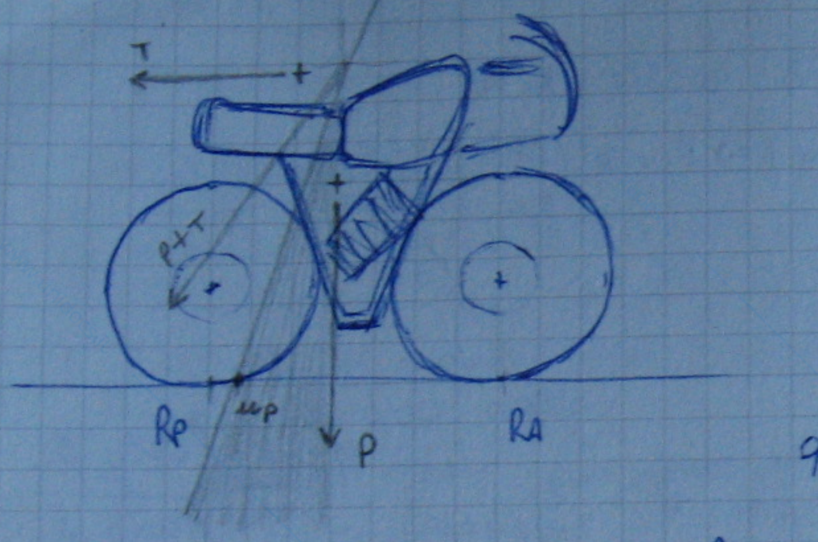
sarà il negativo, la resistenza del rimorchio a essere tirato dal veicolo

Veicolo



la RA va sopra perché così ho un braccio maggiore!

ESERCIZIO



PARTENZA

Atto di moto incipiente.
L'inerzia dovuta all'accelerazione
da il ribaltamento.

dobbiamo evitare che RA diventi 0.

P+T deve equilibrare solo Rp (RA=0)

quando T+P passa per up
RA è nullo.

P è costante. all'aumentare di T (dovuto all'acc
T+P tende a diventare orizzontale
e si rischia il ribaltamento.

In realtà siamo fermi.
Non ci sono resistenze aerodinamiche.
C'è l'inerzia e il peso.

Serve baricentro basso e pesante.

MECCANISMI IN SERIE, IN PARALLELO

C'è una combinazioni di meccanismi (come nel motore automobilistico)

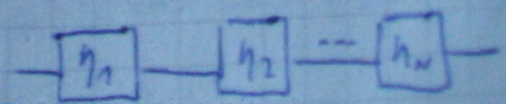
SERIE R_{TOT} = PRODOTTO SINGOLI RENDIMENTI

PARALLELO R_{TOT} = MEDIA PESATA DEI RENDIMENTI (PESI L.n)

SERIE = PRODOTTO η_N

PARALLELO = $\frac{\sum \eta_N \cdot L_{MN}}{L_{MN}}$

SERIE ⇒ $\eta = \frac{L_{R1}}{L_{M1}} \times \frac{L_{R2}}{L_{M2}} \times \dots \times \frac{L_{RN}}{L_{MN+1}} = \eta_1 \times \eta_2 \times \dots \times \eta_m$



www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

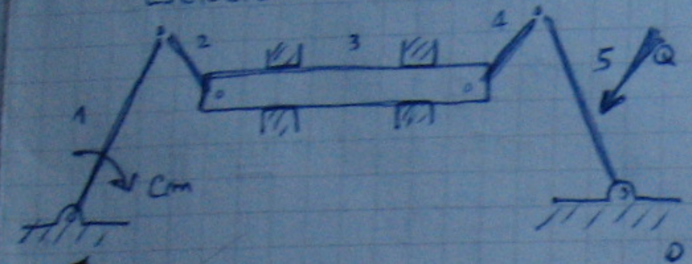
MEC (15)

ESERCIZIO STATICA

5 elementi + il telaio

GDL = 3 x 5 = 15

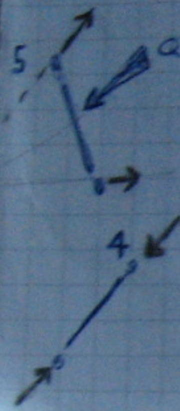
6 coppie rotoidali
1 coppia prismatica } ognuna −2 ⇒ −14 gdl



1 GDL

ipotizzi cond. di carico: Q forza nota, Cm incognita

forza Q nota
reazioni su estremi (si ha solo punti di appoggio)
↓
2 forze, posano per estremi, per essere in equilibrio devono avere stessa direzione.

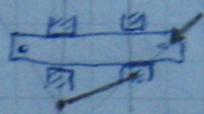


serve equilibrio forze incidenti in un punto

si fa a chiudere

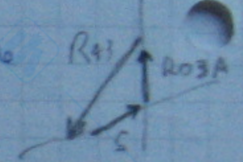
poi 5 su 4 è l'opposto

elemento 3

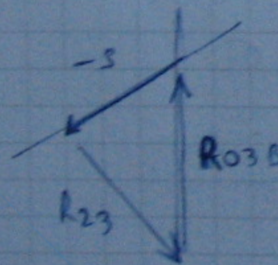


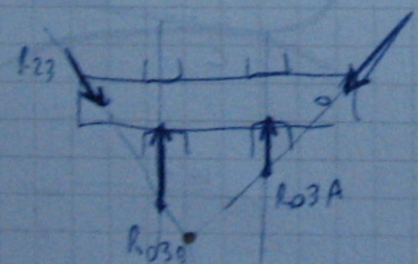
prendiamo da 2, che deve avere forza con stessa direzione, la direzione per 3

prendiamo intersezioni a 2 a 2 e si congiungono e si scompone la forza nota fra dir. vert. e nuova direzione trovata



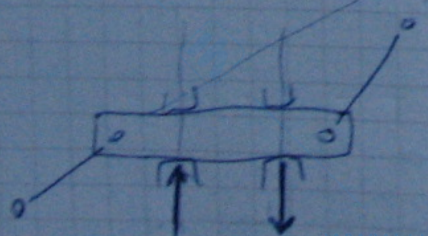
prendiamo 5 e invertiamo il verso_

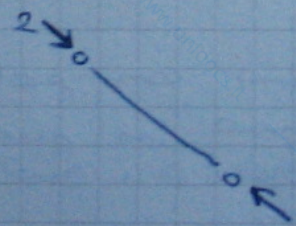


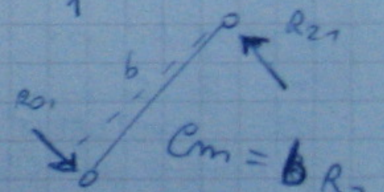


PESO!

se si intersecano le 2 direzioni esterne.
se punto intersezione è interno alle altre 2 direzioni ... le due direzioni nei vincoli devono avere lo stesso verso







$C_m = b\,R_{21}$

coppia che equilibra la forza motrice

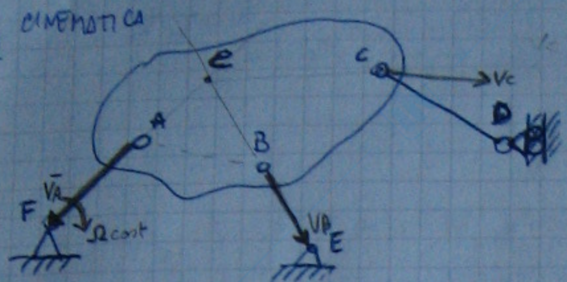
ESERCITAZIONE CINEMATICA E STATICA

ING. MELI

laboratorio meccanica applicata

meli@mapp1.de.unifi.it

ES1 CINEMATICA



contare gdl → sistema labile, isostatico...

4 corpi → $3 \times 4 = 12$ gdl

gdl "annulliti" dai vincoli.

5 cerniere (−2 ognuna) $= 5 \times 2 = 10$ gdl

1 carrello (−1) $= 1 \times 1 = 1$ gdl

1 solo gdl

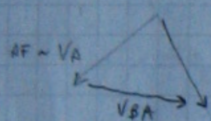
cercare velocità e accelerazione

velocità si ricalcano dalle vel ang.
inoltre si ruotano di $\frac{\pi}{2}$ nel senso del moto

le acc si ricalcano per il quadrato della velocità angolare.
ma non si cambia la direzione.

$\bar{V_A}$

$\bar{V_B} = \bar{V_A} + \bar{V_{BA}}$



e trovare centro istantaneo rotazione del corpo

CI SERVE PER TROVARE V_C

$V_P = V_O + \omega \wedge (P-O)$

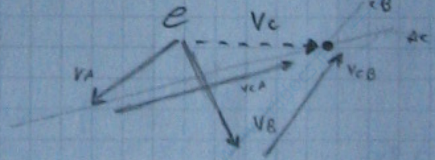
$$\begin{cases} V_A = \omega \cdot Ae \\ V_C = \omega \cdot Ce \end{cases} \rightarrow V_C = \frac{V_A}{Ae} \cdot Ce$$

? QUINDI?

V_C sarebbe ↑ diventa →

$V_C = V_A + V_{CA}$
$V_C = V_B + V_{CB}$

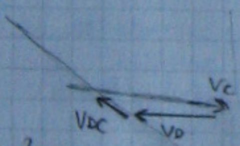
V_{CA} sono // a CA
V_{CB} sono // a CB

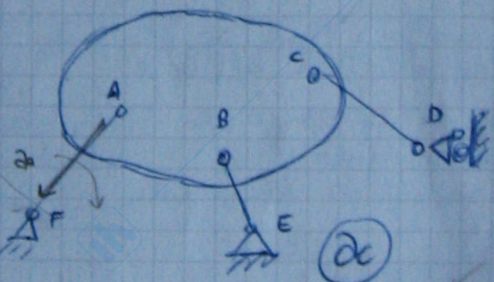


trova V_D

$V_D = V_C + V_{DC}$
↓
sono verticale ma?

NO nella condizione è orizzontale





accelerazioni

a_B

a_A

$a_B = a_A + a_{BA} = a_A + a_{BA}^n + a_{BA}^t$

$a_B = a_B^n + a_B^t$

NON TORNANO!

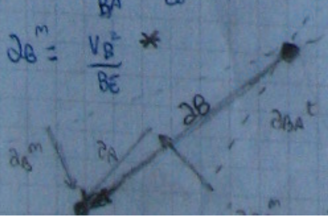
metto una seconda veloc. a sistema

CALCOLO ANALITICAMENTE

$a_{BA}^n = \frac{V_{BA}^2}{BA}$ accelerazione centripeta

$a_B^n = \frac{V_B^2}{BE}$ *

i vettori normali e a_A sono noti
i vettori tangenti sono noti solo in direzione



trovo a_B

a_C

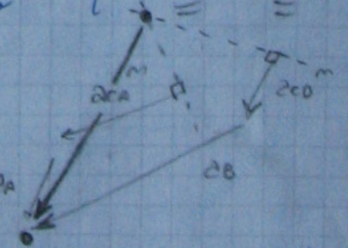
NOTI

SOLO DIR

$$\begin{cases} a_C = a_A + a_{CA}^n + a_{CA}^t \\ a_C = a_B + a_{CB}^n + a_{CB}^t \end{cases}$$

$a_{CA}^n = \frac{V_{CA}^2}{CA}$

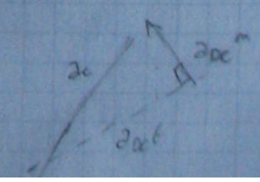
$a_{CB}^n = \frac{V_{CB}^2}{CB}$



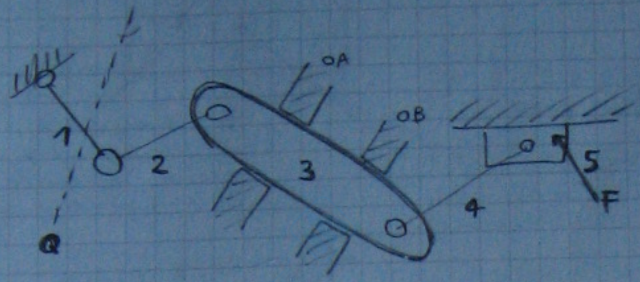
a_D

$a_D = a_C + a_{DC}^n + a_{DC}^t$

$a_{DC}^n = \frac{V_{DC}^2}{DC}$



ES 2 STATICA



5 corpi = 15 gdl

GDV (gradi di vincolo) $-2 \times 5 = -10$ gdv

−2 per ...

−2 per pattino

14 gdv

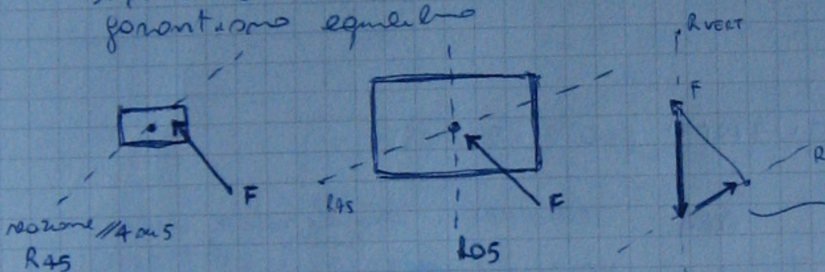
LABILE

applichiamo forza resistenza.
vogliamo vincere la fr. con una forza sul movente

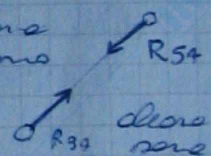
FASE ideale e fase reale.

RISOLUZIONE IDEALE

si parte dal cedente
garantiamo equilibrio



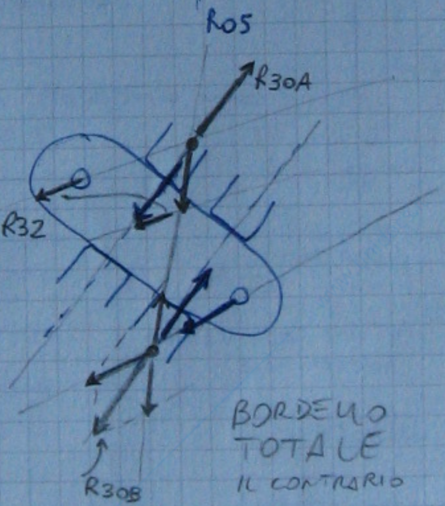
su 4 avrò il contrario



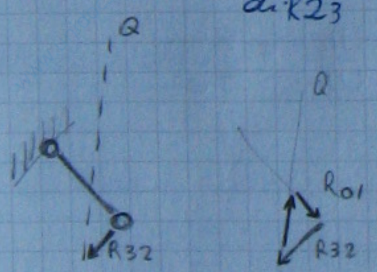
dunque R34 avrà l'opposto

su 3 avremo R43

direzione di R23

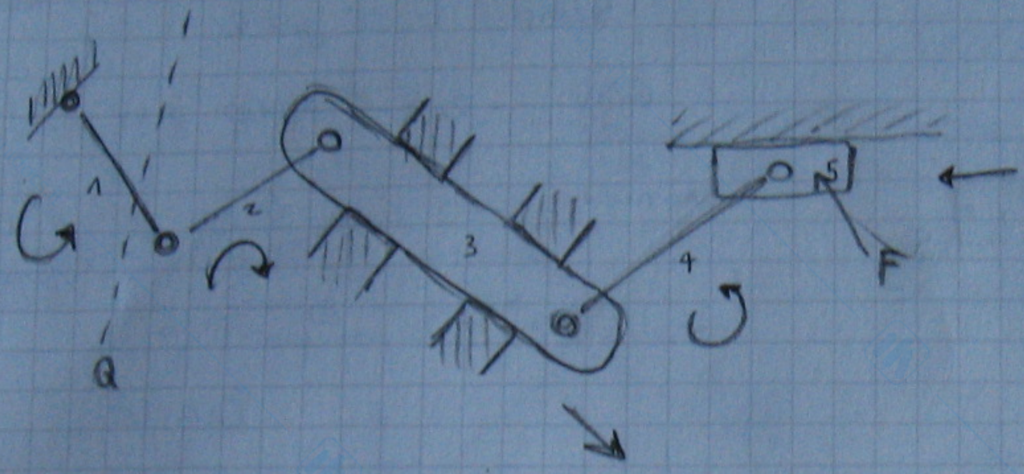


BORDELLO TOTALE
IL CONTRARIO

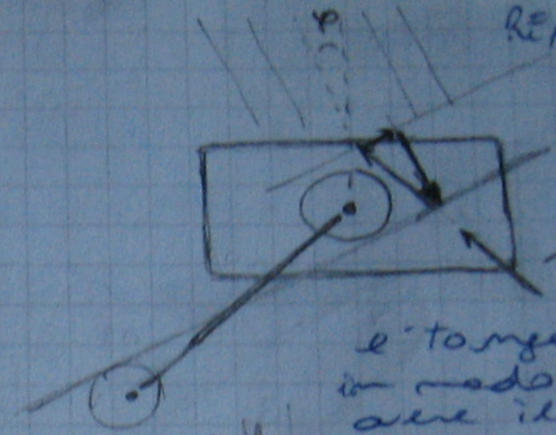


CASO REALE →

RISOLUZIONE REALE

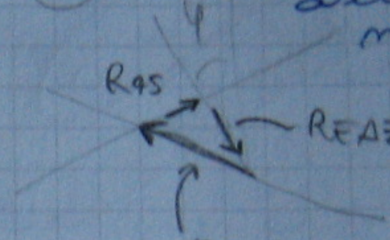


REAZ // alle Ψ1

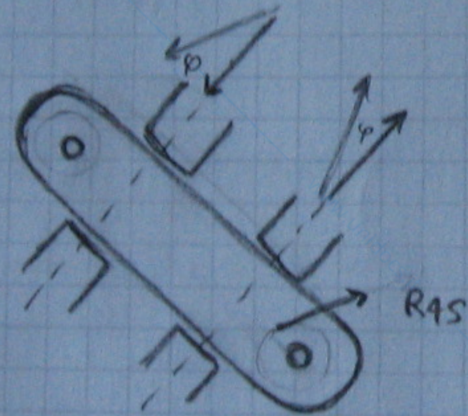


← la reaz passa per la retta // ai due cerchi

è tangente in modo che avere il braccio maggiore



corpo 3



problema analogo, ma con direzioni diverse

ROTISMI

MECCANISMI CHE UTILIZZANO RUOTE DENTATE

riduttori

differenziali

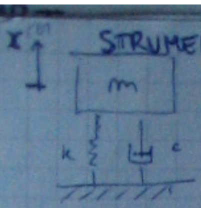
cambi ecc.

ORDINARI — assi di rotaz. delle ruote fissi

EPICICLOIDALI — uno o più assi mobili

es **STRUMENTI SISMICI**

MASSA - MOLLA - SMORZATORE VISCOSO
BASAMENTO MOBILE



la base oscilla in modo sinusoidale

$y(t) = y_0 e^{j\omega t}$

no forzanti esterne
andamento vibrazioni

$\dot{y}(t) = j\omega y_0 e^{j\omega t}$

$m\ddot{x} = -k(x(t)-y(t)) - c(\dot{x}(t) - \dot{y}(t))$

$m\ddot{x} + c\dot{x} + kx = ky + c\dot{y}$

$m\ddot{x} + c\dot{x} + kx = (k + j\omega c) y_0 e^{j\omega t}$ $\qquad x(t) = x_0 e^{j\omega t}$

$x_0 e^{j\omega t}(-m\omega^2 + cj\omega + k) = (k + j\omega c) y_0 e^{j\omega t}$

$$\boxed{\frac{x_0}{y_0} = \frac{k + j\omega c}{-m\omega^2 + cj\omega + k}}$$

al variare di freq ω il rapporto tra spost. massa sospesa e base

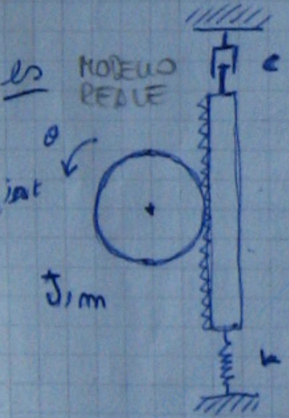
quando la sospensione è efficace
quando $\frac{x_0}{y_0} < 1$ ovvero gli faccio sentire un'oscillazione minore di quella della base.

PER DIMENSIONARE LA SOSPENSIONE DEFINIAMO k e c IN MODO CHE

$\left|\frac{x_0}{y_0}\right| < 1 \qquad \left|\frac{x_0}{y_0}\right| = \sqrt{\frac{k^2 + \omega^2 c^2}{(-m\omega^2 + k)^2 + (c\omega)^2}} < 1$

es

MODELLO REALE



MODELLO TEORICO

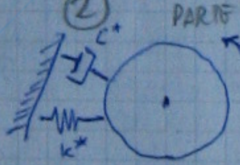
①

$f_0^* e^{j\Omega t}$

$x = r\theta$

PARTE TRASLATORIA

② PARTE ROTATORIA



SI SCHEMATIZZA IL MODELLO REALE CON UN MODELLO EQUIVALENTE

atti di moto compatibili con i vincoli
Ecin si conserva.

CONSERVAZIONE ECINETICA

LAVORO IN COORD LAGRANGIANE

$\frac{1}{2} m^* \dot{x}^2 = \frac{1}{2} m \dot{x}^2 + \frac{1}{2} J \dot{\theta}^2$

$\frac{1}{2} m^* \dot{x}^2 = \frac{1}{2} m \dot{x}^2 + \frac{1}{2} J \frac{\dot{x}^2}{r^2}$ $\qquad \theta = \frac{x}{r} \qquad \dot{\theta} = \frac{\dot{x}}{r}$

$\underline{\underline{m^*}} = m + \frac{J}{r^2}$

HO TROVATO m^*
ora devo trovare k^* e c^*

CONSERVAZIONE EPOTENZIALE

Epot $\frac{1}{2} k^* x^2 = \frac{1}{2} k x^2 \qquad \underline{\underline{k^*}} = k$ ①

$\int_0^x kx\,dx$ $\qquad$ analogamente $\underline{\underline{c^*}} = c$

non ho trovato f_0^* perché ho M_0

$f_0^* e^{j\Omega t} x = M_0 e^{j\Omega t} \theta = M_0 e^{j\Omega t} \frac{x}{r}$

$\underline{\underline{f_0^*}} = \frac{M_0}{r}$

① $m^*\ddot{x} + c^*\dot{x} + k^* x = \frac{M_0}{r} e^{j\Omega t}$

$\frac{1}{2} J^* \dot{\theta}^2 = \frac{1}{2} J \dot{\theta}^2 + \frac{1}{2} m \dot{x}^2$

$\underline{\underline{J^*}} = J + mr^2$

$\frac{1}{2} k^* \theta^2 = \frac{1}{2} k x^2 = \frac{1}{2} k r^2 \theta^2 \qquad \underline{\underline{k^*}} = kr^2$

$c^* \dot{\theta}\, d\theta = c\dot{x}\, dx = cr^2 \dot{\theta}\, d\theta \qquad \underline{\underline{c^*}} = cr^2$

$\underline{\underline{M_0^*}} = M_0$

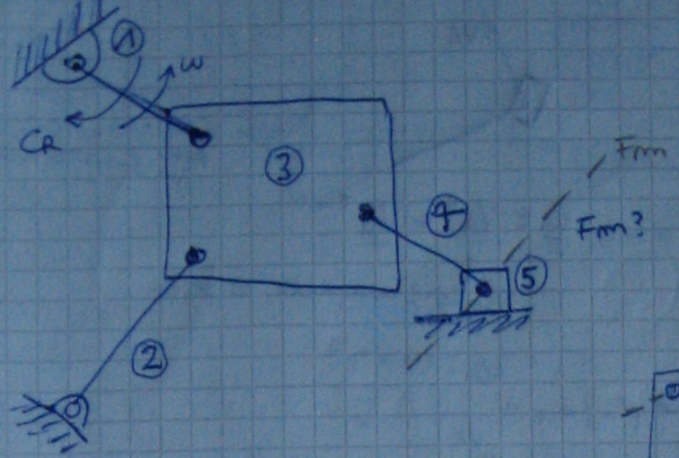
con entrambi i tipi di coordinate torna uguale

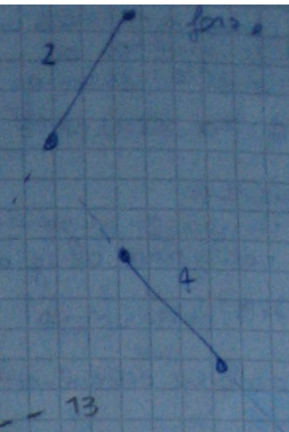
② $J^*\ddot{\theta} + c^*\dot{\theta} + k^*\theta = M_0 e^{j\Omega t}$

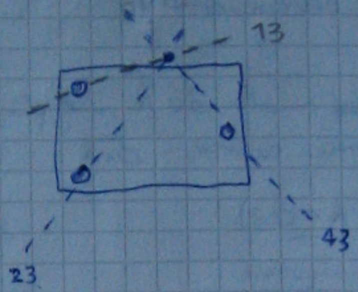
MA SONO DIVERSE J^*, c^*, k^*

LA MASSA SI TROVA CON L'ENERGIA CINETICA
LA MOLLA SI TROVA EN. POTENZIALE
LA F_0 SI TROVA CON IL LAVORO

forze di lavoro nulle

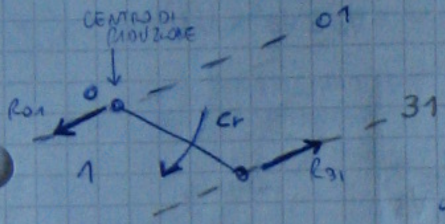






corpo a 3 forze.
somma dei momenti nulla
trovo la direzione di 13

allora per leggi statica e equilibrio
ho la direzione di 13

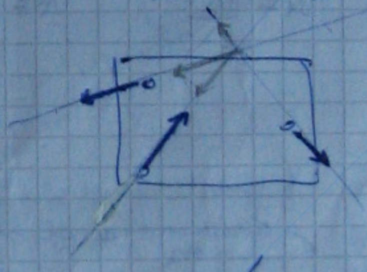


le forze nell'altro estremo sono coppia
rispetto a O Cr ↙
allora forze →

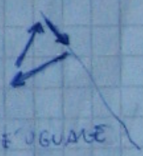
in modulo ... $Cr = b R_{31} = b R_{01}$

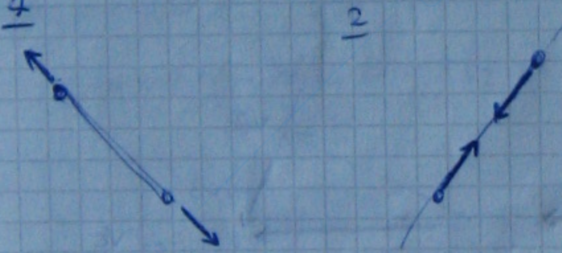
noto Cr e b trovo il modulo

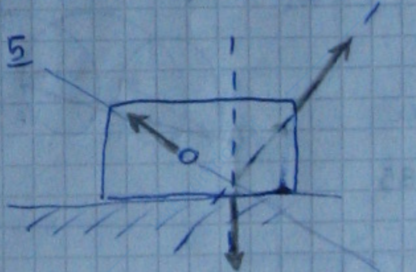
torno su 3



coppie

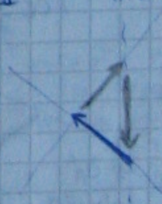






Fm non è applicata nel baricentro.
non è sul vincolo
le reaz vincolari passano dove devono stare per fare l'equil.

R e Fm si incontrano nel punto in cui passa la reaz vinc. e sono verticali



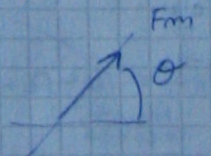
FINE DELLA PARTE STATICA

data ω, qual è la velocità V del cursore 5?

CINEMATICA

uso prima conservazione della potenza -

$P_{RES} = Cr \cdot \omega$ = POTENZA RESISTENTE



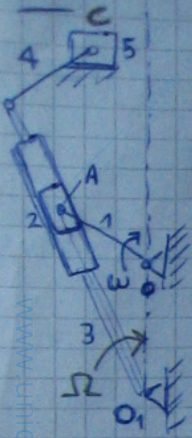
MA $Pot_{RES} = Pot_{MOT}$

$Cr \cdot \omega = F_m \cos\theta \, V$

$|V| = \dfrac{Cr\,\omega}{F_m \cos\theta}$ non ci sono errori.

calcolando graficamente ci sarebbero stati.

ES CINEMATICA



VELOCITA' NON IN CONVENZIONE

come manovellismo di spinta a biella ferma

GLIFO OSCILLANTE

~~cursore~~ cursore 2 in punto collegato al g.o. 3

O_1B pezzo unico

dato ω^{cost} calcoliamo V_5

$\underline{V_A} = \underline{\omega}(A-O)$

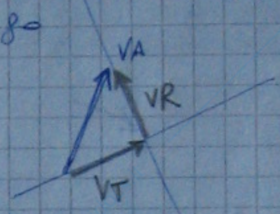
V che A avrebbe se fosse fissato sul glifo

$\underline{V_A} = \underline{V_A}^{REL} + \underline{V_A}^{TRASC.}$

V. di strisciamento del glifo

V_A^R analisi moto di A nel glifo direzione come $\overline{O_1A}$

$AO_1 \sim V_R$



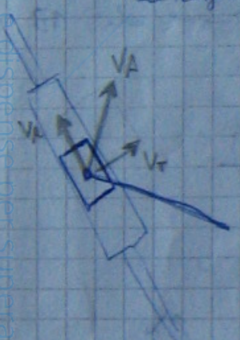
$V_T \sim$ ortogonale a AO_1

$V_A = V_A^R + V_A^T$

$\underline{V_A}^T = \underset{t}{\underline{\Omega}} \cdot (\underline{A} - \underline{O_1})$

direzione ortogonale al segm. AO_1

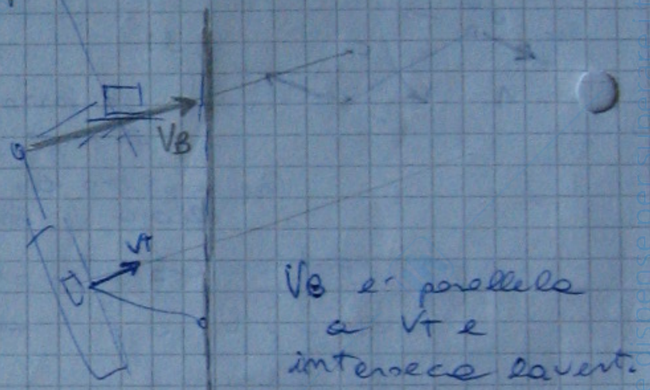
vel angolare del glifo (mod incognito)



$\|V_A\| = \|\Omega\| \, \|A - O_1\|$

$\|\Omega\| = \dfrac{\|V_A\|}{\|A - O_1\|}$

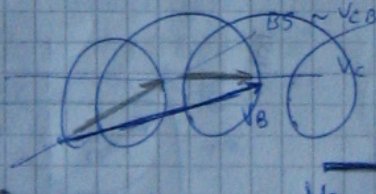
$\underline{V_B} = \underline{\Omega} \times (\underline{B} - \underline{O_1})$



V_B e' parallela a V_T e interseca la vert.

$\underline{V_C} = \underline{V_B} + \underline{V_{CB}}$

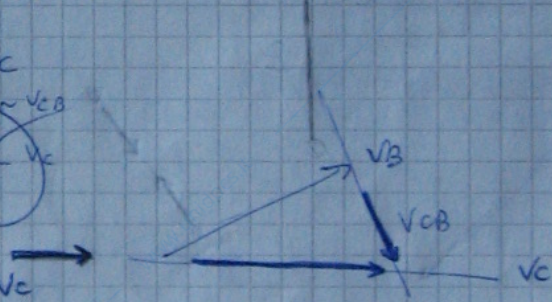
direzione ⊥ al segmento BC



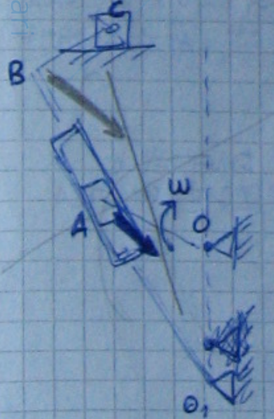
V_C e' orizzontale

V_B e' nota

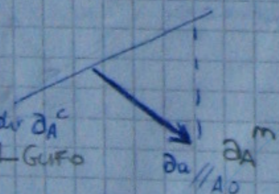
V_{CB} sara' ⊥ a B5



ACCELERAZIONI



Acc. $\underline{a_A} = \underline{\omega} \times \underline{\omega} \times (A - O)$



$\underline{a_A} = \underline{a_A}^R + \underline{a_A}^T + \underline{a_A}^C$

$\underline{a_A}^c = 2\,\underline{\Omega} \times \underline{V_A}^R$ dir ⊥ a V_A^R (⊥ al segm AO_1)

$\underline{a_A}^T = \underline{a_A}^{T(m)} + \underline{a_A}^{T(t)}$

$\underline{a_A}^{T(m)} = \Omega \times \Omega \times (A - O_1)$ possiamo calcolarla

$\underline{a_A}^{T(t)}$ e' ⊥ a $a_A^{T(m)}$

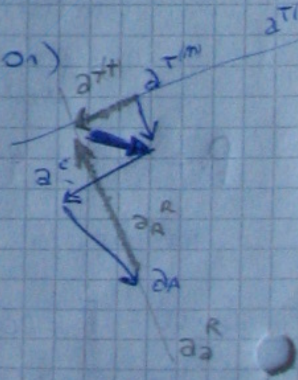
nota direzione, modulo incognito

a_A^R DIR NOTA (// SEGMENTO $\overline{O_1A}$)

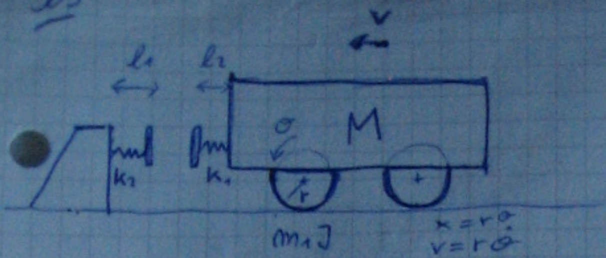
$a_A = a_A^r + a_A^c + a_A^{Tm} + a_A^{Tt}$

NOTA, SOLO DIR., NOTA, NOTA, SOLO DIR.

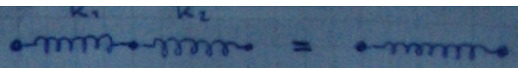
// VA, ⊥ VR, // VR, ⊥ a^{Tm}



es

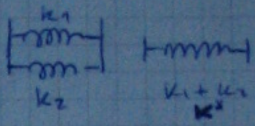


$x = r\theta$
$v = r\dot{\theta}$



$$k^* = \frac{k_1 k_2}{k_1 + k_2}$$

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}$$



E_{CIN} $\frac{1}{2}[M + 2m]v^2 + \frac{1}{2}[2J]\dot{\theta}^2 =$ RACCOLGO v^2 $\left(\frac{\dot{\theta}^2}{v^2} = \frac{\dot{\theta}^2}{r^2\dot{\theta}^2} = \frac{1}{r^2}\right)$

$= \frac{1}{2}\left[M + 2m + \frac{2J}{r^2}\right]v^2 =$ E_{cin} INIZIALE $= \frac{1}{2}k x_e^2$

$$\begin{cases} l_1 + l_2 = l \\ k_1 l_1 = k_2 l_2 \end{cases}$$

$F = k_1 x_1 = k_2 x_2$

$x_1 + x_2 = x$

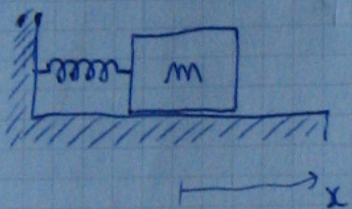
$\frac{F}{k_1} + \frac{F}{k_2} = x$ $\quad F\left|\frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}\right| = x$

↓ dopo calcolo

$F = \frac{k_1 k_2}{k_1 + k_2} x$ (k^*)

es COMPORTAMENTO x OSCILLAZIONI LIBERE

non forza dissipativa, ma attrito.
di forza viscosa

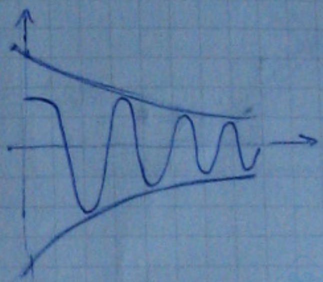


f coeff d'attrito

do perturbazione

$t = 0 \;,\; x = x_0 \;,\; \dot{x} = 0$

studio legge di moto.



$m\ddot{x} = -kx \ldots$ mgf ATTRITO

$m\ddot{x} = -kx - \cancel{sg}(\dot{x})\, mgf$

$\quad x_{GEN}$

$m\ddot{x} + kx = -mgf \quad \forall \dot{x} > 0$

$m\ddot{x} + kx = mgf \quad \forall \dot{x} < 0$

$m\ddot{x} + kx = 0$

LEGGE DI MOTO

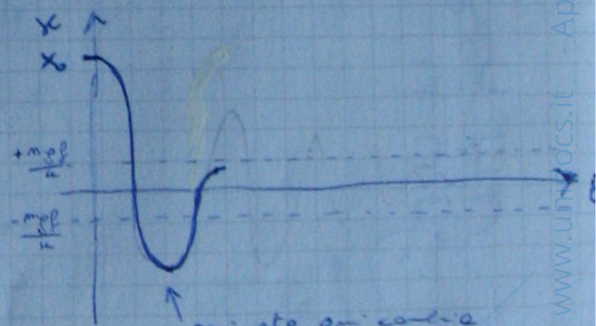
$x_g(t) = x_0 \cos\sqrt{\frac{k}{m}}\,t + \cancel{\frac{\dot{x}_0}{\sqrt{\frac{k}{m}}} \operatorname{sen}\sqrt{\frac{k}{m}}\,t}$ $\quad = 0$ nel caso di $\dot{x} = 0$

$x_{GENERALE}$ IN FUNZ DI t

INT PART.

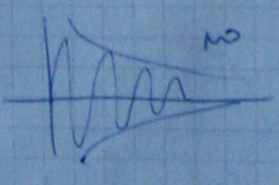
$x(t) = x_0 \cos\sqrt{\frac{k}{m}}\,t - \frac{mgf}{k}$ ← è il suo punto di zero

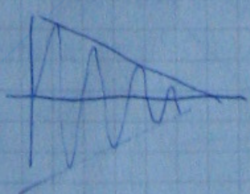
$x(t) = x_0 \cos\sqrt{\frac{k}{m}}\,t + \frac{mgf}{k}$



arrivato qui cambia la legge del moto e ha nuova linea di zero

i limiti superiori e inf.
non sono esponenziali
ma lineari





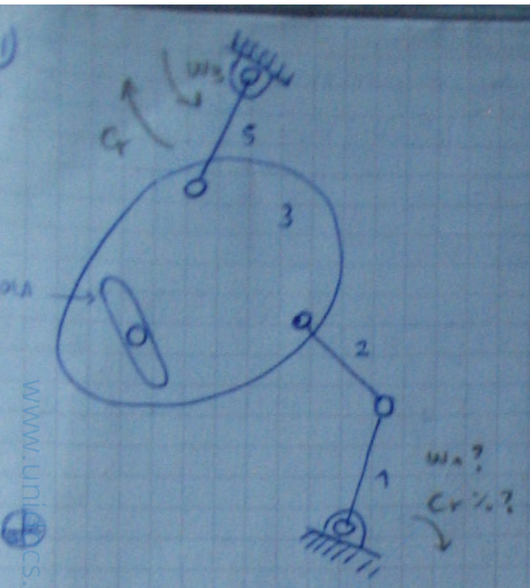
quando rimane nelle zone tra i due limiti si ferma in zona di incertezza con molla ancora carica ma forze di attrito più forti.

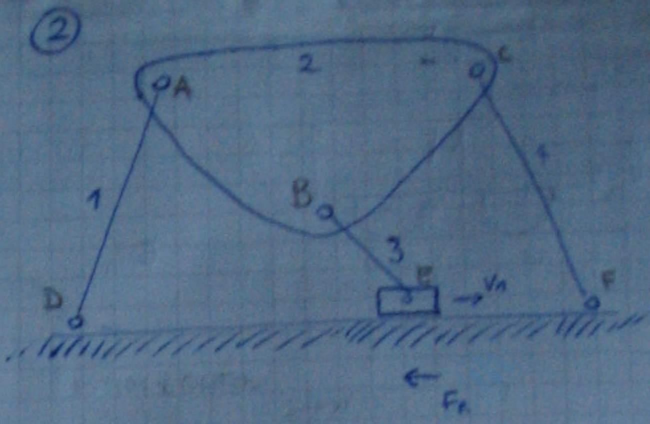
mgf è un termine costante quindi studio solo $m\ddot{x} + kx = 0$

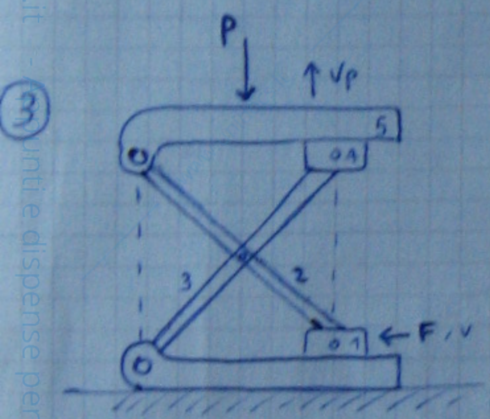
e ho $x = x_0 e^{i\omega t} = x_0 \cos\omega t$

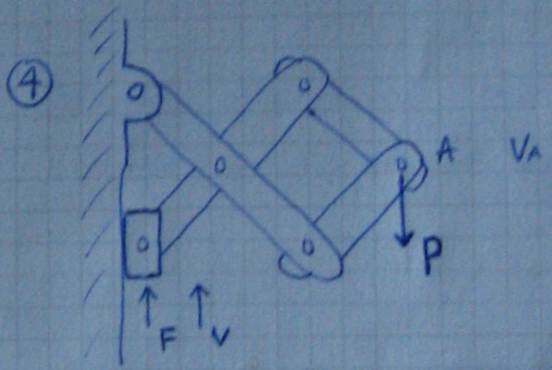
a cui aggiungo il termine costante

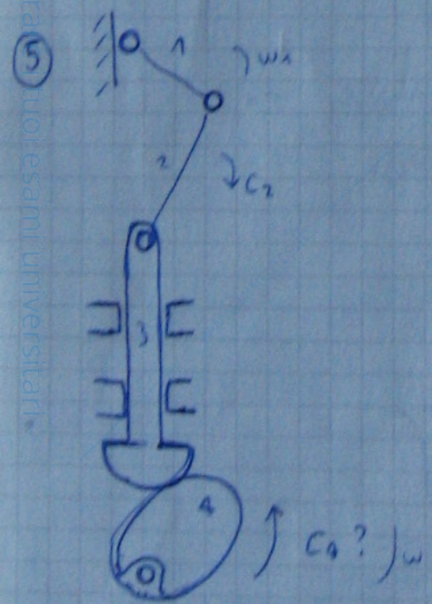
$x = x_0 \cos\omega t + mgf$

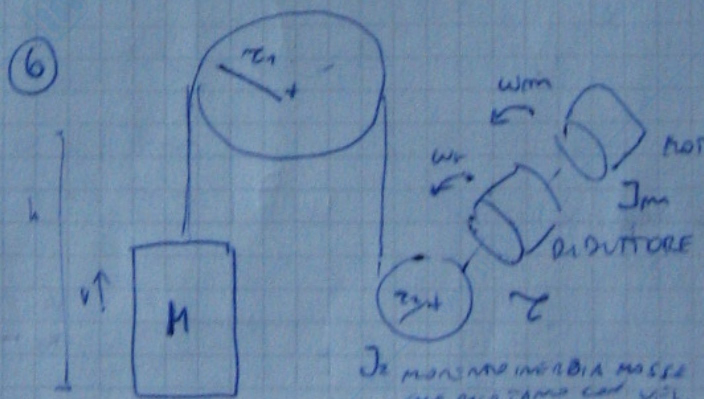








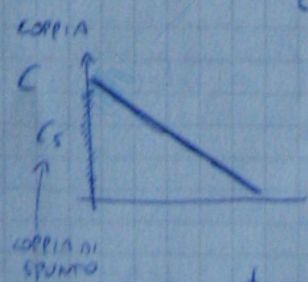




$\tau = \frac{W_R}{W_m}$

J_t momento inerzia masse che ruotano con vel. ang del tamburo

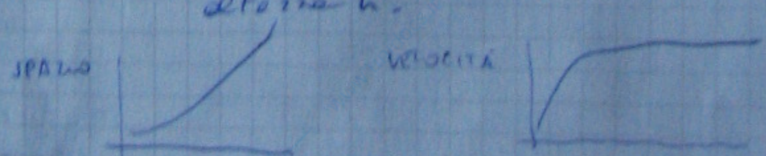
J_m mom inerzia masse che ruotano con vel. ang del motore



$C_M = C_S - b W_m$

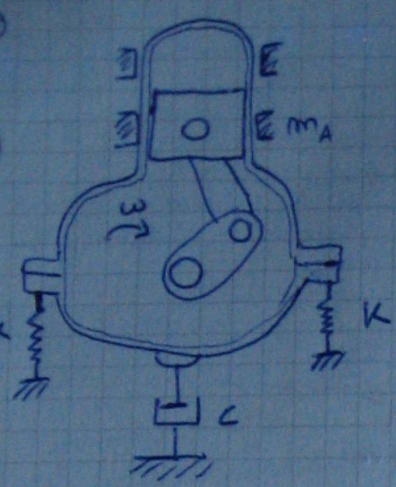
W_m giri motore

trovare velocità v e tempo per arrivare ad altezza h.



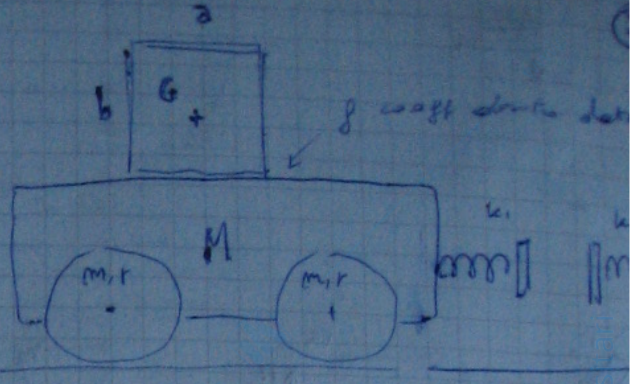
MOTORE

7



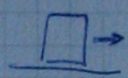
calcolare ampiezza di oscillazione

8

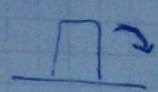


velocita' max per far rimanere fermo il blocco?

potrebbe muoversi

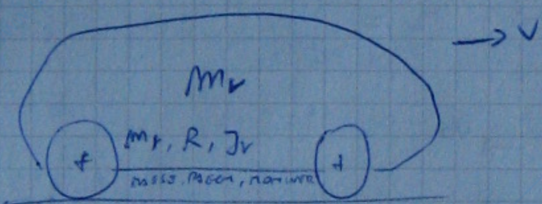


oppure ribaltarsi



per la forza d'inerzia

9

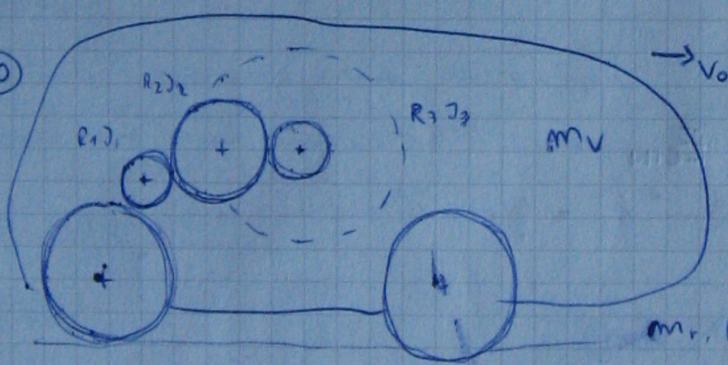


scrivere eq di moto e risolverla

$\alpha \dot{x}^2 + \beta x + \gamma$ FORZA RESISTENZA

minimizzare velocita' aerodinamica.
La lanciamo in folle.
ci sono attriti interni e resist. aerod.
→ COST
→ PARABOLICA

10



← $R_a = a + b\dot{x}$
RESISTENZA AERODINAMICA

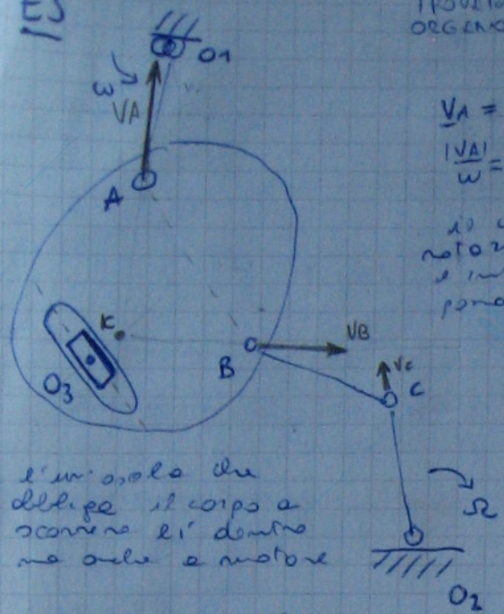
m_r, R, J_r

ES

TROVARE Ω ORGANO D'USCITA

gdl $5\times3=15$
gdv -14

1 gdl



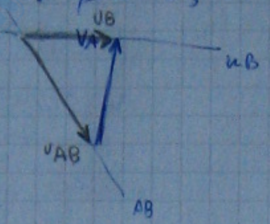
$\underline{V_A} = \omega \wedge O_1A$ $\qquad$ $\underline{V_B} = \underline{V_A} + \underline{V_{BA}}$

$\frac{|V_A|}{\omega} = \overline{O_1A}$

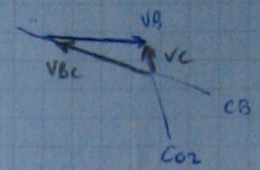
il centro di istantanea rotazione passa da AO1 e interseca la normale passante per O_3

tutti i punti ruotano intorno a K, quindi anche B.

l'angolo che obbliga il corpo a scorrere lì dentro ma anche a ruotare



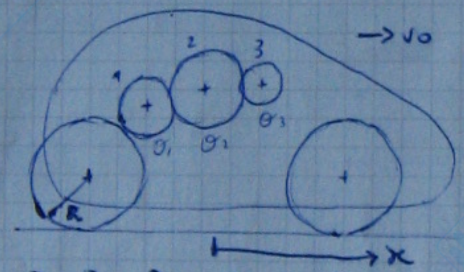
$\underline{V_C} = \underline{V_B} + \underline{V_{CB}}$

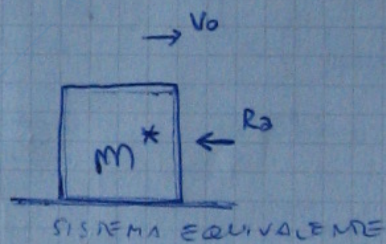


$V_C = \Omega \wedge (CO_2)$

$\rightarrow \quad \Omega = \frac{V_C}{|CO_2|}$

ES





$J_1, J_2, J_3 \quad r_1, r_2, r_3 \quad m_R, R, J_R$

$R_a = a + b\dot{x}$ RESISTENZA AERODINAMICA $\quad m_v$ massa veicolo

a è una parte costante e continua. si moltiplica per la strada fatta e diventa a posto.
il problema è $b\dot{x}$

sommo le due energie cinetiche
E_{CIN} dovrebbero avere la stessa legge

$$\frac{1}{2}m^*\dot{x}^2 = \frac{1}{2}\Big[m_v\dot{x}^2 + \underbrace{4m_r\dot{x}^2}_{\text{4 ruote trasl.}} + \underbrace{4J_r\dot{\theta}_r^2}_{\text{4 ruote rotanti}}$$

$$\underbrace{+ J_1\dot{\theta}_1^2 + J_2\dot{\theta}_2^2 + J_3\dot{\theta}_3^2}_{\text{3 ruote dentate}}\Big]$$

LA TRASLAZIONE DELLE RUOTE DENTATE SI TRASCURA O SI METTE IN m_v

$R\theta = x$

$R\dot{\theta} = \dot{x}$

USO RAPPORTO

RICAVO $\dot{\theta}_R$

$\dot{\theta}_R = \frac{\dot{x}}{R}$ $\qquad$ $\dot{\theta}_1 = \frac{R}{r_1}\dot{\theta}_R \leftarrow r_1\theta_1 = R\theta_R$

$\dot{\theta}_1 = \frac{R}{r_1}\cdot\frac{\dot{x}}{R} = \frac{1}{r_1}\dot{x}$ $\qquad$ $\dot{\theta}_2 = \frac{r_1}{r_2}\dot{\theta}_1 = \frac{1}{r_2}\dot{x}$

$\dot{\theta}_3 = \frac{r_2\dot{\theta}_2}{r_3} = \frac{1}{r_3}\dot{x}$

$\dot{\theta}_R = \frac{\dot{x}}{R}$
$\dot{\theta}_1 = \frac{\dot{x}}{r_1}$
$\dot{\theta}_2 = \frac{\dot{x}}{r_2}$
$\dot{\theta}_3 = \frac{\dot{x}}{r_3}$

SOSTITUISCO LE VELOCITA' ANGOLARI

$$\frac{1}{2}m^*\dot{x}^2 = \frac{1}{2}\left[m_v\dot{x}^2 + 4m_r\dot{x}^2 + 4J_R\frac{\dot{x}^2}{R^2} + J_1\frac{\dot{x}^2}{r_1^2} + J_2\frac{\dot{x}^2}{r_2^2} + J_3\frac{\dot{x}^2}{r_3^2}\right]$$

$$m^* = m_v + 4m_r + 4\frac{J_R}{R^2} + \frac{J_1}{r_1^2} + \frac{J_2}{r_2^2} + \frac{J_3}{r_3^2}$$

IMPOSTO IL BILANCIO

$m^*\ddot{x} = -a - b\dot{x}$

$\underline{m^*\ddot{x} + b\dot{x} = -a}$ $\qquad$ CONDIZIONI INIZIALI $\begin{cases} x(0) = 0 \\ \dot{x}(0) = \dot{x}_0 \end{cases}$

FACCIO SOST. $y = \dot{x} \rightarrow \dot{y} = \ddot{x}$

$\underline{m^*\dot{y} = -by}$

$m^*\frac{dy}{dt} = -by$

$\frac{m^*}{y}dy = -b\,dt \rightarrow$ INTEGRO $-bt = m^*\ln y + c_1$

RICAVO t E LO PONGO = 0 $\quad t = -\frac{m^*}{b}\ln y + \frac{c_1}{b}$

$+\frac{m^*}{b}\ln y_0 = -\frac{c_1}{b}$ $\qquad$ $c_1 = -m^*\ln y_0$ MI RICAVO c_1

int. gen. + int. particolare

GEN $\dot{x}g = \dot{x}_0 e^{-\frac{b}{m^*}t}$ $\qquad$ PART $\dot{x}_P = -\frac{a}{b}t$

$\dot{x} = \dot{x}_0 e^{-\frac{b}{m^*}t}$

SOST c_1 $\quad t = \frac{m^*}{b}\left[-\ln y + \ln y_0\right] = \frac{m^*}{b}\left[-\ln y + \ln\dot{x}_0\right]$

$\dot{x} = \dot{x}_0 e^{-\frac{b}{m^*}t} - \frac{a}{b}t$

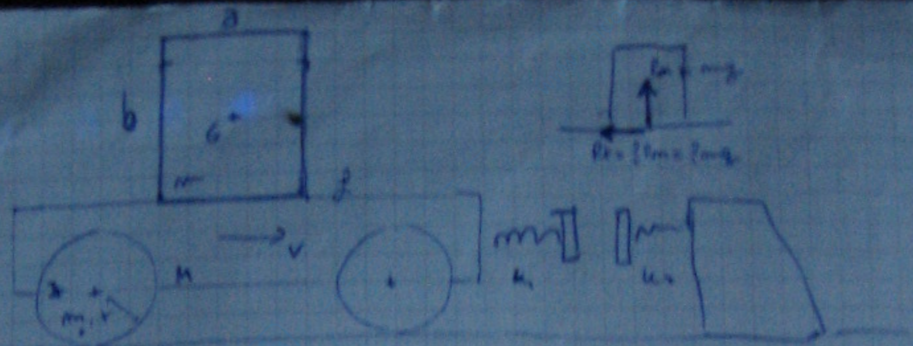
$\frac{\dot{x}}{\dot{x}_0} = e^{-\frac{b}{m^*}t}$ $\qquad \leftarrow \quad -\frac{b}{m^*}t = \ln\frac{\dot{x}}{\dot{x}_0}$

SI FERMA CON $\dot{x} = 0$ $\quad \rightarrow \quad \dot{x}_0 e^{-\frac{b}{m^*}t} = \frac{a}{b}t$

$t_k = \frac{b}{a}\dot{x}_0 e^{-\frac{b}{m}t_{k-1}}$

IN MODO ITERATIVO SI TROVA L'INTERSEZIONE

ES

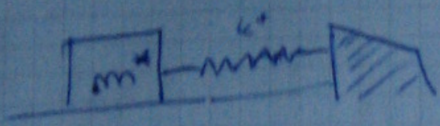


se sta in piedi e trasla e ribaltare.

dove trovare v_{max}

CASO IMMOBILITA'

sistema equivalente



$$\begin{cases} x(0)=0 \\ \dot{x}(0)=v \end{cases}$$ cond. iniz.

$$\frac{1}{k^*}=\frac{1}{k_1}+\frac{1}{k_2} \quad \text{serie}$$

$$k^*=\frac{k_1 \cdot k_2}{k_1+k_2}$$

se ci sono due molle, una molto rigida e una poco - do rigidezza me la do quella meno rigida - l'altra non si deforma

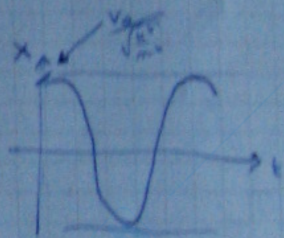
Ecin $\frac{1}{2}m^*\dot{x}^2=\frac{1}{2}\left[(M+m)+2m_r)\dot{x}^2+2J_R\dot{\theta}_R^2\right]$ le ruote del carro sono delle parte.

$\dot{x}=r\dot{\theta}_R$ $\quad m^*=M+m+2m_r+2\frac{J_R}{r^2}$

$$\underline{m^*\ddot{x}+k^*x=0}$$

$$\begin{cases} x(0)=0 \\ \dot{x}(0)=v_0 \end{cases}$$

$x(t)=\frac{v_0}{\sqrt{\frac{k^*}{m^*}}}\cos\sqrt{\frac{k^*}{m^*}}t$? non c'è effetto smorzante



derivo due volte e trovo l'acc.

$\dot{x}(t)=-\frac{v_0}{\cancel{...}}\sin\sqrt{\frac{k^*}{m^*}}t$

$\ddot{x}(0)=-v_0\sqrt{\frac{k^*}{m^*}}\cos\left(\sqrt{\frac{k^*}{m^*}}\right)t$

FORZA INERZIA $\quad$ ATTRITO R_t

$$m\,v_0\sqrt{\frac{k^*}{m^*}}\leq mgf \qquad a_{max}=V_{max}\sqrt{\frac{k^*}{m^*}}$$

$$\boxed{V_{max}=\frac{gf}{\sqrt{\frac{k^*}{m^*}}}}$$

non dipende dalla massa

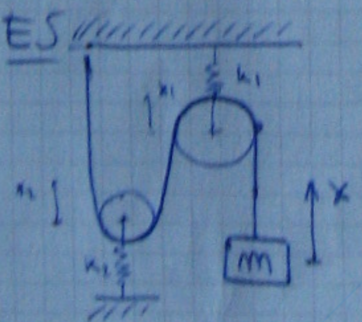
$\uparrow f$

CASO RIBALTAMENTO

$$m V_{max}\sqrt{\frac{k^*}{m^*}}\frac{b}{2}\leq mg\frac{a}{2}$$

$$\boxed{V_{max}\leq\frac{mg\,a}{b\sqrt{\frac{k^*}{m^*}}}} \quad \uparrow\frac{a}{b}$$

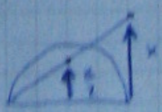
ES

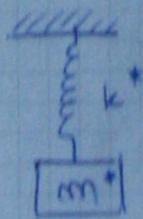


ω_p o ω_m = ?

$x_1=x/2$

$x_2=x/2$





se il punto di contatto e quindi m si solleva di x, allora il centro della carrucola si alza di $\frac{x}{2}$

$m^*=m$

$k^*=\frac{k_1+k_2}{4}$ contribuzione delle molle

$\frac{1}{2}k^*x^2=\frac{1}{2}\left[k_1x_1^2+k_2x_2^2\right]$

lo pongo x, x_1, x_2

$k^*x^2=k_1\frac{x^2}{4}+k_2\frac{x^2}{4}$

$k^*=\frac{k_1+k_2}{4}$

ENERGIA POTENZIALE

si sommano nel termine a destra e si equivalgono al modello ideale

$$m^*\ddot{x}+k^*x=0$$

$x=x_0e^{i\omega t}$

$\dot{x}=x_0 i\omega e^{i\omega t}$

$\ddot{x}=-x_0\omega^2e^{i\omega t}$

$-m^*x_0\omega^2e^{i\omega t}+k^*x_0e^{i\omega t}=0$

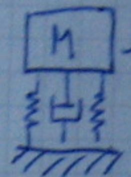
$-m^*\omega^2+k^*=0$

$$\omega=\sqrt{\frac{k^*}{m^*}}$$

ES

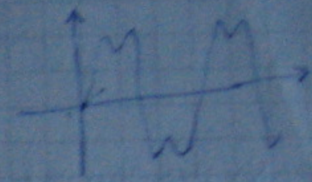
$M \gg m_e$

$$f(t) = \underbrace{m_e r \omega^2}_{f_1} \cos \omega t + \underbrace{\lambda m_A r \omega^2}_{f_2} \cos(2\omega t)$$



$f(t) = f_1 \cos \omega t + f_2 \cos 2\omega t$

applico la sovrapposizione degli effetti -



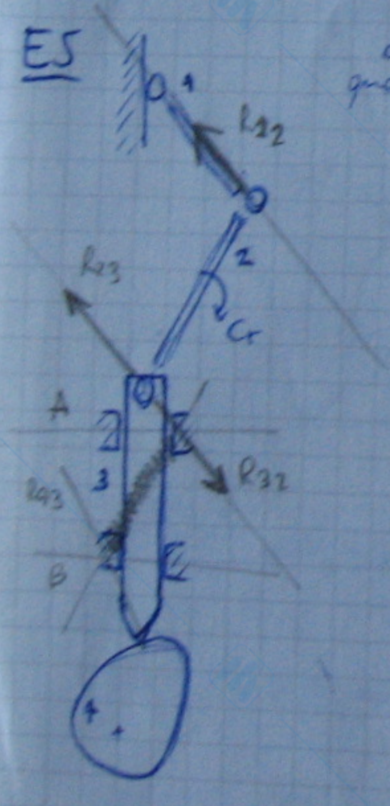
$$m\ddot{x} + c\dot{x} + 2kx = f_1 \cos \omega t$$

$$m\ddot{x} + c\dot{x} + 2kx = f_2 \cos(2\omega t)$$

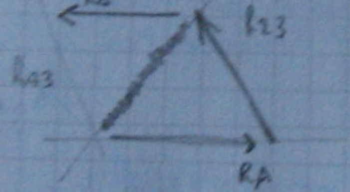
MOLLE IN SERIE $\quad \frac{1}{k^*} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} \Rightarrow k^* = \frac{k_1 k_2}{k_1 + k_2}$

MOLLE IN PARALLELO $\quad k^* = k_1 + k_2$

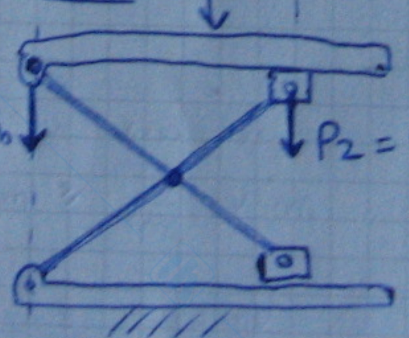
ES



dato coppia, qual'e' la coppia equilibratrice?



ES²



varia

MA FORSE b E' TUTTO IL PEZZO E NON VARIA

$P_1 = R\frac{b}{a+b}$

$P_2 = R\frac{a}{a+b}$

divido