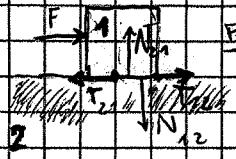
ENRICO CIULLI — ELEMENTI di MECCANICA edizione PLUS PISA — LEZIONE 0

PROGRAMMA

0) RICHIAMO SUI VETTORI
1) MACCHINE e MECCANISMI – collegamenti tra elementi "superfici di ipotesi"
   - gradi di libertà
   - Rendimento
2) CINEMATICA – velocità
   - accelerazione
   - traiettorie
   - attrito
3) MECCANICA dei CONTATTI – usura
4) CONTATTI LUBRIFICANTI
5) CATENE, RUOTE DENTATE (TRASMISSIONI MECCANICHE)
6) DINAMICA DELLE MACCHINE
7) DINAMICA dei SISTEMI VIBRANTI (molle, smorzatori viscosi)

COMPONENTE TANGENZIALE (ogni forza ha una sua simmetrica per cui la somma è uguale a 0 e ogni forza provoca una componente TANGENZIALE)

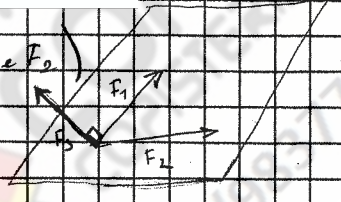


EQUILIBRIO STATICO

MASTER COPY
Tel. 388/9837745

LEZIONE 1

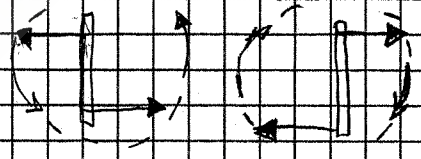
PRODOTTO VETTORIALE (F_3 ⊥ al piano di F_1 e F_2)



PRODOTTO VETTORIALE: det della matrice

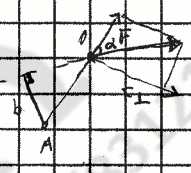
$$A = \begin{vmatrix} i & j & k \\ a_x & a_y & a_z \\ b_x & b_y & b_z \end{vmatrix}$$

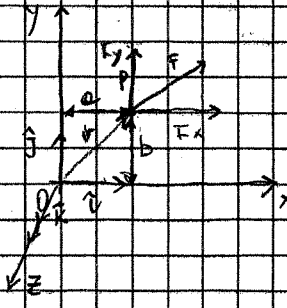
MOMENTO ANTIORARIO +



MOMENTO ORARIO –

MOMENTO: Fb senα = $FA0$ senα

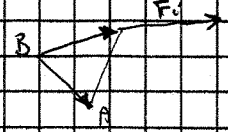




$$M_0 = \vec{OP} \wedge \vec{F} = OP \wedge (F_x + F_y) = -b F_x \vec{k} + a F_y \vec{k} = (a F_y - b F_x)\vec{k}$$

$$M_0 = \begin{vmatrix} i & j & k \\ a & b & 0 \\ F_x & F_y & 0 \end{vmatrix} = \vec{k}(a F_y - b F_x)$$

DIMOSTRAZ $R = \sum F_i$



SE PRENDO UN ALTRO POLO: $M_B = \vec{BA} \wedge \vec{R} + M_0$

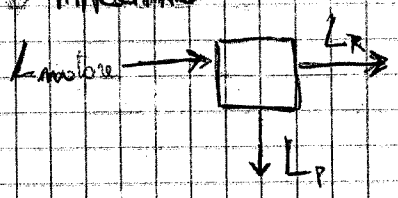
$M_A = \sum \vec{AP_i} \wedge \vec{F_i}$

$\vec{BP} = \vec{BA} + \vec{AP_i}$

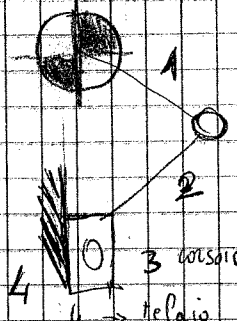
$$M_B = \sum \vec{BP_i} \wedge \vec{F_i} = \sum (\vec{BA} + \vec{AP_i}) \wedge F_i = \sum \vec{BA} \wedge F_i + \sum \vec{AP_i} \wedge \vec{F_i} = \vec{BA} \wedge \vec{R} + M_A$$

MASTER COPY
Tel. 388/9837745

MACCHINE

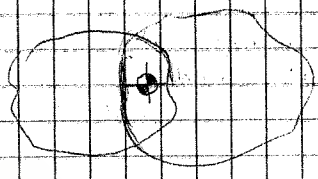


SCHEMA di BIELLA e MANOVELLA e TELAIO



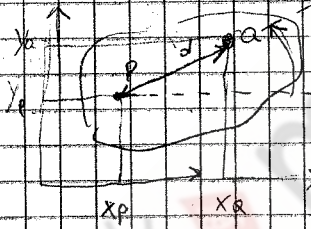
Def. COPPIA CINEMATICA: ACCOPPIAMENTO fra elementi se rimane a muoversi l'uno rispetto all'altro

CONFORME: SUPERFICIE AMPIA



COPPIE ROTOIDALI  i due corpi possono soltanto ruotare fra loro

NUMERO di GRADI di LIBERTÀ = coordinate che devo dare



a è fissata

1) DEVO BLOCCARE il CORPO RIGIDO con due punti

Nel PIANO ci sono 3 gradi di Libertà

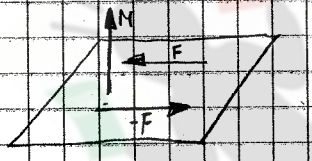
Nello SPAZIO 6

Lezione 2

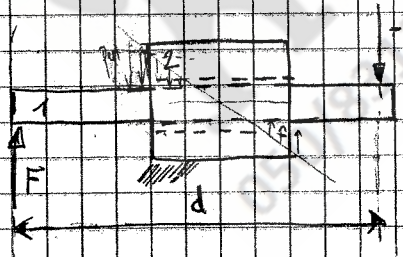
MASTER COPY

Tel. 388/9837745

MOMENTO PURO



COPPIA PRISMATICA



$\bar{R} = 0$

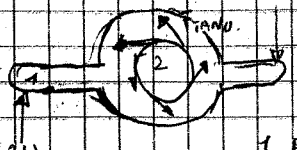


per il 3° principio $M_{12} = -M_{21}$

≈ teoria inutile ≈

SE C'È GIOCO, il PERNO si muoverà e ci sono DATI su 2, maggiori di $P_{1,2}$ $P_2 > P_1$

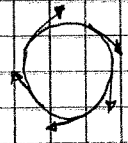
PERNO



FRENI DANNO $M_2 \neq 0$ $\bar{R} = 0$

$M_{21} = M_{12}$

SVITANDO il perno ci saranno forze di attrito tangenziali



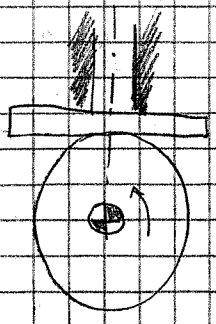
1 ESERCITA su 2

FRENI o FRIZIONI (forze di inerzia)

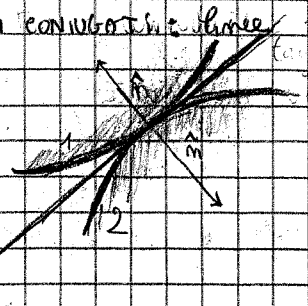
MOMENTO PURO: insieme dovuto a tante coppie di forze

PIATTELLO (verso l'alto e basso)

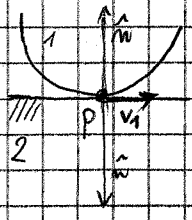
I corpi non si devono staccare affinché ci sia una (COPPIA CINEMATICA)



PROFILI CONIUGATI: linea



$\vec{v}$ non può avere componenti normali, altrimenti i corpi si staccherebbero.



$v_{P_2} = 0$

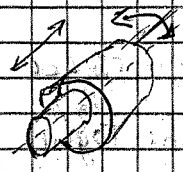
v_{P_1} = // alla superficie

v_{rel} = // alla tangente comune

Le velocità devono avere la stessa proiezione sulla normale $\hat{n}$.

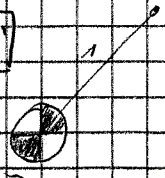
$\boxed{v_1 - v_2 = v_{relativa}}$ $v_{relativa}$ è tangente

$\boxed{v_{2_1} = v_{2_2} - v_{1_1}}$



GRADI DI LIBERTÀ

Caso più semplice

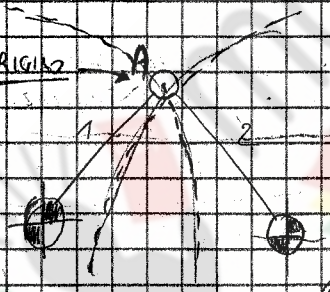


$n = 3 - 2 = 1$

COPPIA ROTOIDALE = cerniera

Lascia 2 gradi di libertà se consente la traslazione, ma in genere lascio 1 grado di libertà

CORPO RIGIDO



$n = (2 \cdot 3) - 6 = 0$

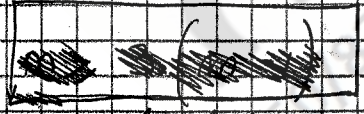
Non si può muovere

MASTER COPY

Tel. 388/9837745

Il punto A può muoversi solo lungo le 2 circonferenze con centro 1 e centro 2. Ciò non è possibile.

FORMULA di Grübler



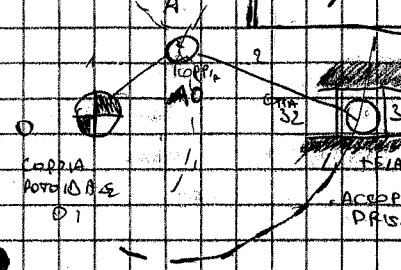
I corpi sono $m-1$ perché il telaio non si muove

m = (n. corpi incluso il telaio)

n_i = n° accoppiamenti

$$\boxed{n \geq 3(m-1) - 2n_{2l} - n_1}$$

n_1 = n° coppie cinematiche che tolgono 1 grado di libertà



escludendo il telaio $m = 4$

$n_1 = 0$

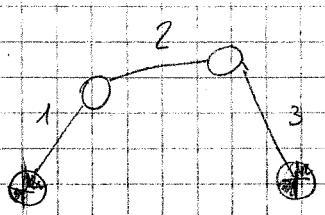
$n_2 = 3 + 1 = 4$

$n \geq 3(3) - 8 - 0 \Rightarrow \boxed{n = 1}$

A BLOCCATO → 2 può solo ruotare (B può muoversi solo su 1 circonferenza)

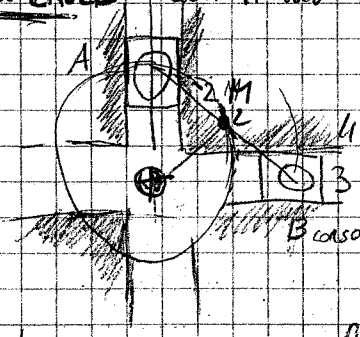
BLOCCATO A → BLOCCO B → CORPO 2 → ANCHE IL BLOCCO 3

$n = 1$



GRIFO a CROCE con vincolo ridondante Fig 1.10

6 coppie che tolgono 2 gradi



- 2 prismatiche
- 2 rotoidali

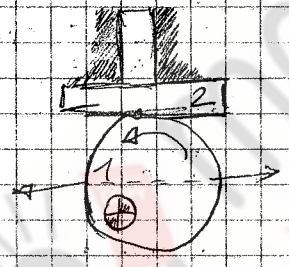
Il punto medio si muove descrivendo una circonferenza

Inserendo una **manovella** $m = 5$, $m_2 = 6$

M viene vincolato a muoversi lungo una circonferenza $\boxed{n = 0}$

CAMMA - PIATTELLO (coppia NON-CONFORME)

1 vincolo che toglie 1 solo grado di libertà



IL VINCOLO blocca 1 grado di libertà MOTO di ROTAZ e TRASLAZ

$$n \geq 3 \cdot 2 - 2 \cdot 2 - 1 \cdot 1 = 1$$

MASTER COPY
Tel. 388/9837745

Lezione 3

CILINDRO che ROTOLA (senza strisciare)

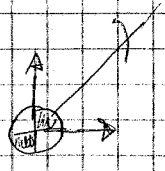
CILINDRO (senza strisciamento)



UNICO MOVIMENTO: rotolamento puro

1 GRADO di libertà

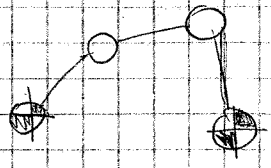
Il punto in C deve 2 gradi.



$$N_{SPAZIO} \geq 6(m-1) - 5m_5 - 4m_4 - 3m_3 - 2m_2 - 1m_1$$

Le coppie rotoidali tolgono 1 grado

$\boxed{N < 0}$ → il corpo è IPERVINCOLATO



Le coppie rotoidali hanno assi paralleli anche

→ Bisogna aggiungere i gradi di libertà. (3 gradi)

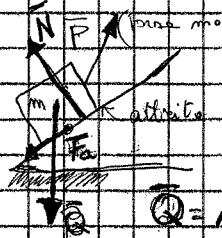
COPPIA SFERICA (toglie 3 gradi).

RENDIMENTO

Numero puro che ci dice quanta energia viene perduta

- Energia (Lavoro Motore) L_m → E → (Energia utile) L_R
  L_p ↓ Lavoro resistenza passiva (perso per attrito)

Figura 1.12
Nella schema ho Forze motrici e RESISTENTI e dipendevano dal verso del moto



$\vec{Q} = m\vec{g}$

F_a (tangenziale) $= \mu_d N$

FORZE MOTRICI: Verso del fluire del moto
FORZE RESISTENTI: (Lavoro Motore)

Forze motrici producono Lavoro motore

L_M = LAVORO MOTORE
L_R = LAVORO RESISTENTE
L_P = LAVORO PASSIVO

$L_m = \vec{P} \cdot \vec{s} = P \cdot s \cos\alpha$ $\quad L_m > 0$

$L_{RESISTENTE} < 0$ $\quad L_{MOTORE} > 0$

- $\vec{Q}$ produce un $L_{resist.}$ utile.

$L_R = \vec{Q} \cdot \vec{s} = Q s \cos\alpha = < 0$ $\quad L_R < 0$
$\alpha > 90°$

$L_P = \vec{F}_a \cdot \vec{s} = F_a s \cos 180 = -F_a s$ $\quad L_P < 0$

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

$v = cost$
$m = cost$
$K = \frac{1}{2} m v^2 = cost$

se $\vec{v}$ aumenta
$L_m \rightarrow$ Aumenta energia cinetica
se $\vec{v}$ diminuisce (c'è energia in più)
L_m + Energia in più

- $L_m + L_R + L_P = \Delta K$ TEOREMA delle forze vive

$L_m - |L_R| - |L_P| = \Delta K$

per un intervallo infinitesimo $dL_m + dL_R + dL_P = dK$

e dividendo per dt $\quad \frac{dL_m}{dt} - \frac{dL_R}{dt} + \frac{dL_P}{dt} = \frac{dK}{dt}$

Stessa potenza (potenze) $\quad W_M + W_R + W_P = \frac{dK}{dt}$

$W_M = M_m \cdot \omega$ (nel caso ci siamo motorizzati)

$\frac{d\alpha}{dt}$

- Per calcolare il Rendimento si fa riferimento alle condizioni di prova in cui $\Delta K = 0$ poiché esso fluttua una volta (quella posta di partenza)
  $\Delta K = cost$

MASTER COPY
Tel. 388/9837745