Esercizio 3.

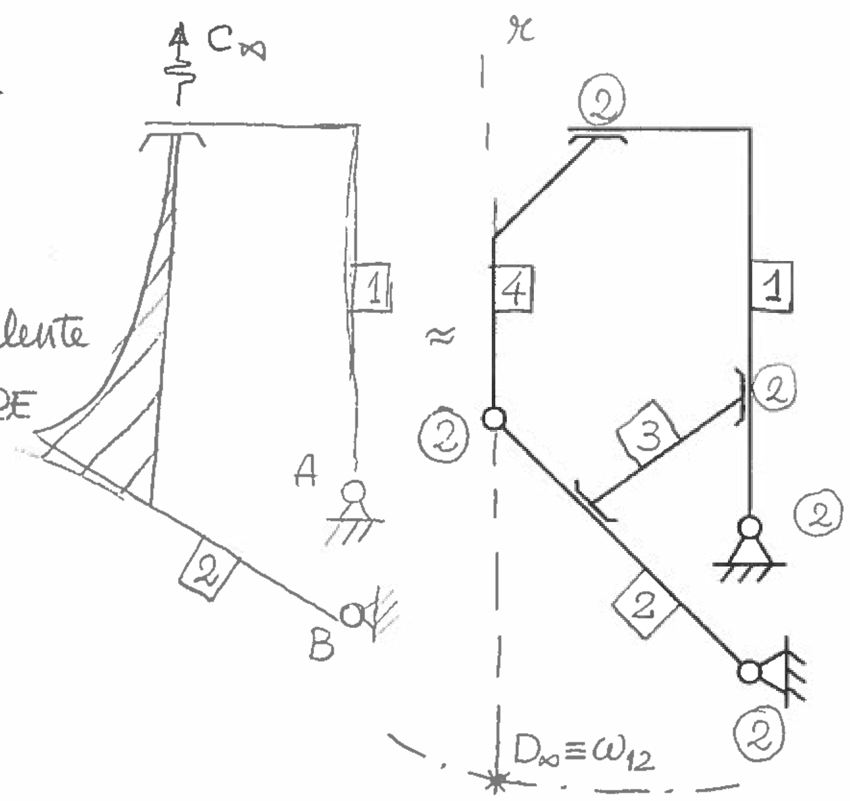
Effettuare l'analisi cinematica delle seguenti strutture, **giustificando la risposta**.

GdL: 12 GdV: 12

La struttura è labile?

☒ Sì ☐ No

la struttura è equivalente ad un ARCO a TRE CERNIERE A, B, C_∞, che sono ALLINEATE



GdL: 9 GdV: 9

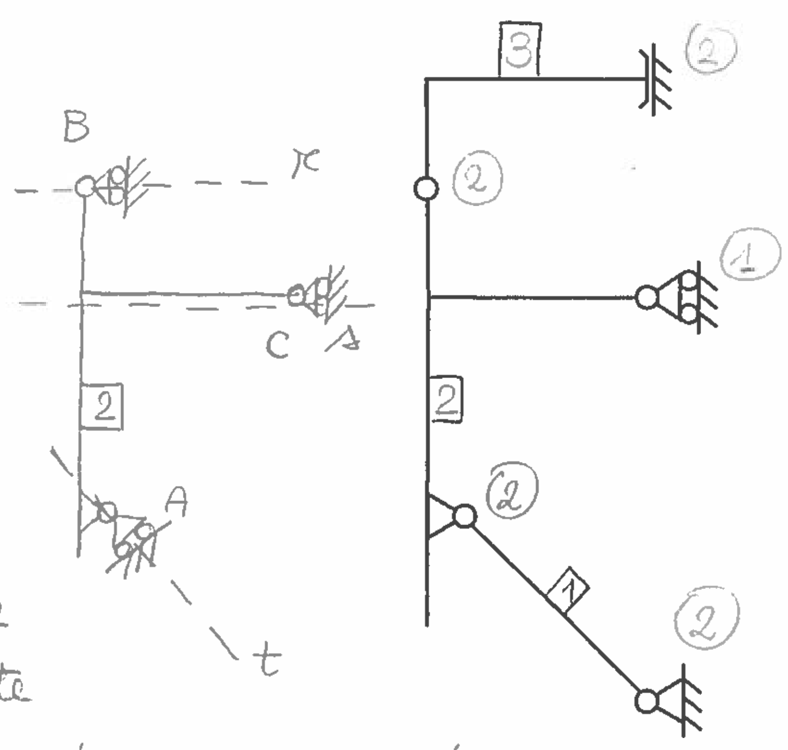
La struttura è labile?

☐ Sì ☒ No

Il corpo 1 impone al corpo 2 un vincolo equivalente al carrello in A.

Il corpo 3 impone al corpo 2 un vincolo equivalente al carrello in B.

Il C.I.R. assoluto del corpo 2 non esiste perchè non esiste un punto che appartiene contemporaneamente alle rette x, s e t.



Politecnico di Milano
Scuola di Ingegneria Industriale e dell'Informazione
Corso di Laurea in Ingegneria Meccanica
Anno Accademico 2014/15
Costruzione di Macchine 1
(*Prof. M. Giglio, Prof. M. Gobbi, Prof. S. Miccoli*)

Tema d'esame del 2 Luglio 2015

NOME: SOLUZIONE

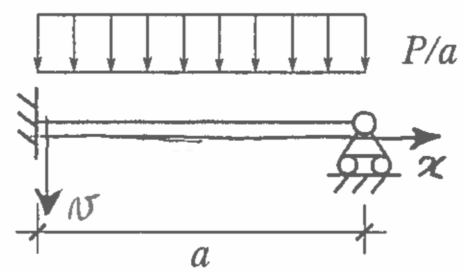
COGNOME:

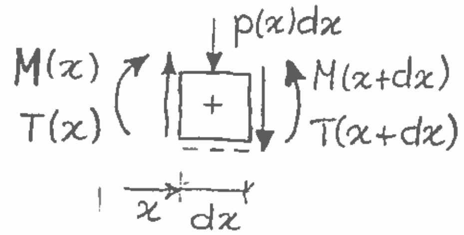
MATRICOLA:

Nota: Verranno valutate esclusivamente le risposte agli esercizi fornite sugli appositi fogli prestampati.

Esercizio 1.

Per la trave di seguito rappresentata, avente rigidezza flessionale EJ, tracciare in modo qualitativo la deformata, determinare le reazioni vincolari e calcolare l'andamento dello spostamento trasversale v in funzione della coordinata x che corre lungo il suo asse geometrico, rappresentando anche il riferimento (v, x) scelto. Si rappresentino le reazioni vincolari nello schema sottostante indicandone direzione e verso mediante un segmento orientato ed esprimendone il modulo in funzione della forza P e della lunghezza caratteristica a.





$$EJ\,v^{IV}(x) = \frac{P}{a}$$

$$EJ\,v'''(x) = \frac{P}{a}x + A$$

$$EJ\,v''(x) = \frac{P}{a}\frac{x^2}{2} + Ax + B$$

$$EJ\,v'(x) = \frac{P}{a}\frac{x^3}{6} + A\frac{x^2}{2} + Bx + C$$

$$EJ\,v(x) = \frac{P}{a}\frac{x^4}{24} + A\frac{x^3}{6} + B\frac{x^2}{2} + Cx + D$$

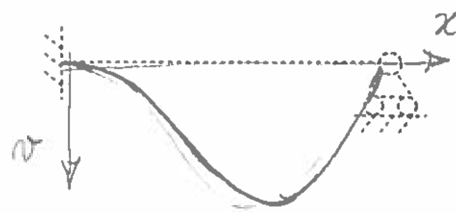
$$M(x) = -EJ\,v''(x)$$

$$\frac{d}{dx}M(x) = T(x)$$

$$\frac{d}{dx}T(x) = -p(x)$$

$$EJ\,v^{IV}(x) = \frac{P}{a}$$

Deformata



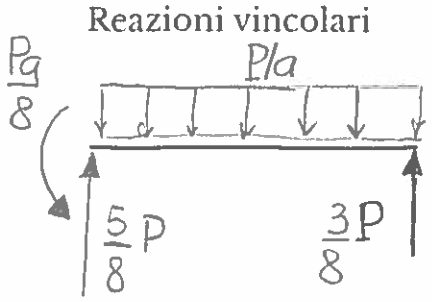
C.C.

$v(x=0)=0 \Rightarrow D=0;$

$v'(x=0)=0 \Rightarrow C=0;$

$$\left.\begin{aligned} v''(x=a)=0 &\Rightarrow \frac{Pa}{2} + Aa + B = 0; \\ v(x=a)=0 &\Rightarrow \frac{Pa^3}{24} + A\frac{a^3}{6} + B\frac{a^2}{2} = 0; \end{aligned}\right\} \Rightarrow \begin{cases} A = -\frac{5}{8}P \\ B = \frac{Pa}{8} \end{cases}$$

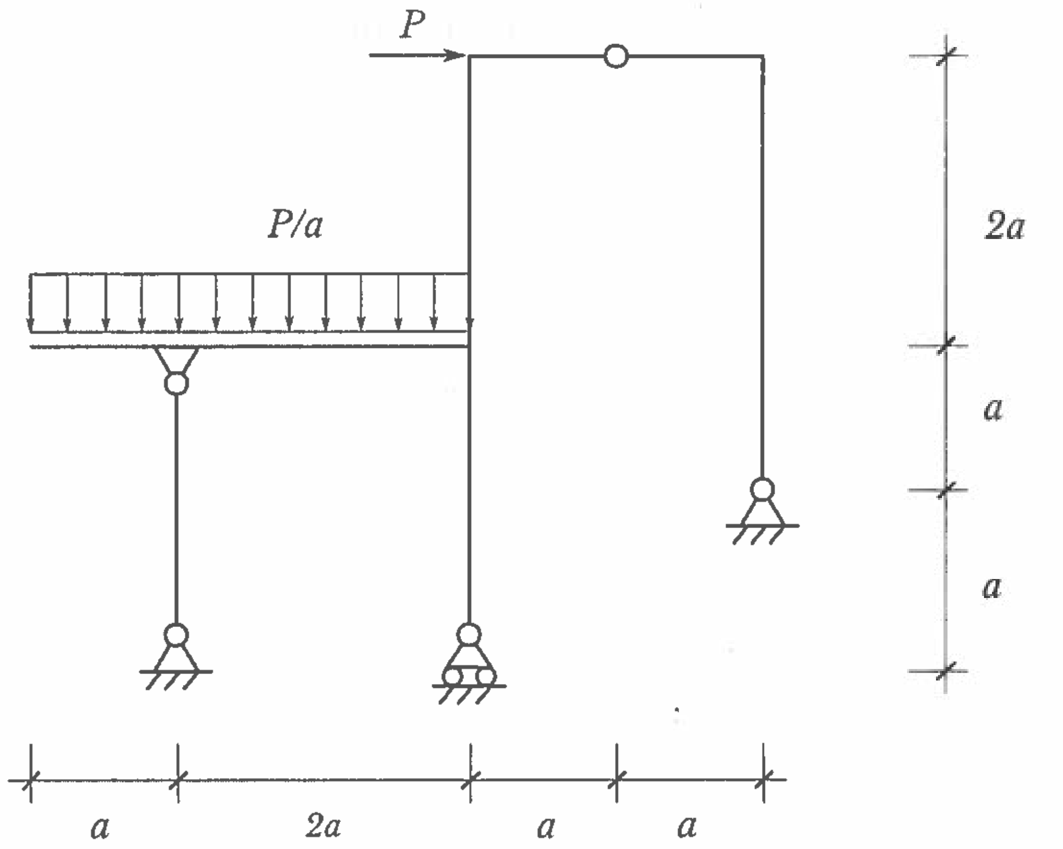
Reazioni vincolari



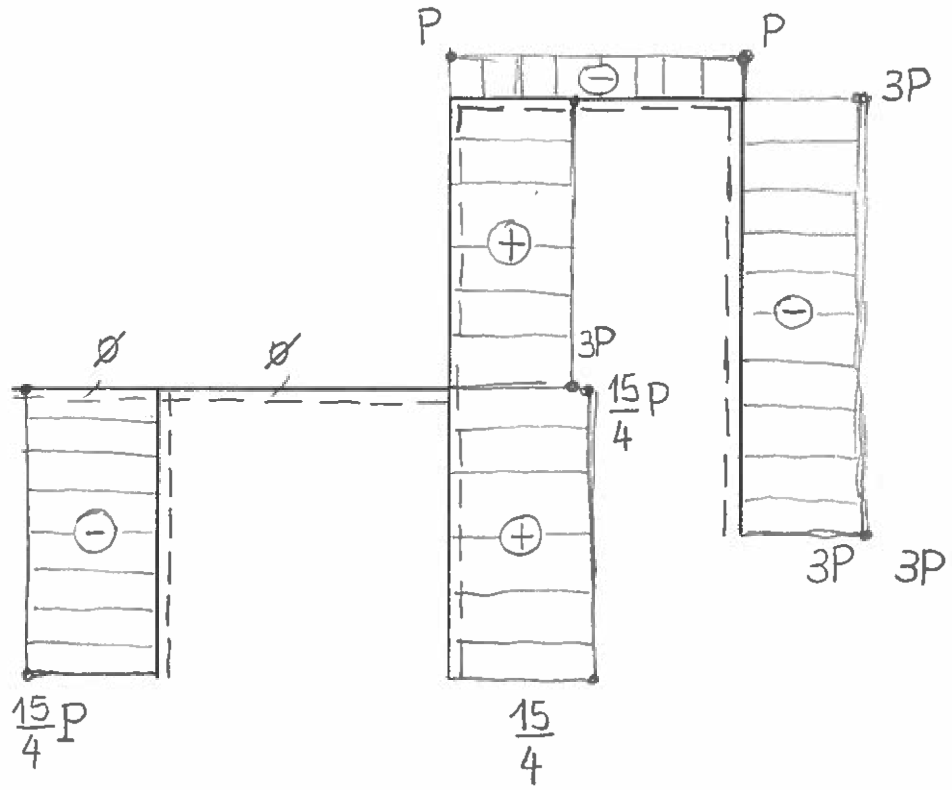
$$\boxed{v(x) = \frac{Pa^3}{8EJ}\left[\frac{1}{3}\left(\frac{x}{a}\right)^4 - \frac{5}{6}\left(\frac{x}{a}\right)^3 + \frac{1}{2}\left(\frac{x}{a}\right)^2\right];}$$

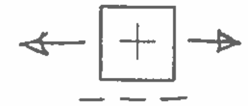
Esercizio 2.

Per la struttura di seguito raffigurata, rappresentare, negli appositi schemi, le reazioni vincolari, esterne ed interne, ed i diagrammi delle azioni interne indicando la convenzione di rappresentazione utilizzata. Si rappresentino le reazioni vincolari nello schema sottostante indicandone direzione e verso mediante un segmento orientato ed esprimendone il modulo in funzione della forza P e della lunghezza caratteristica a.

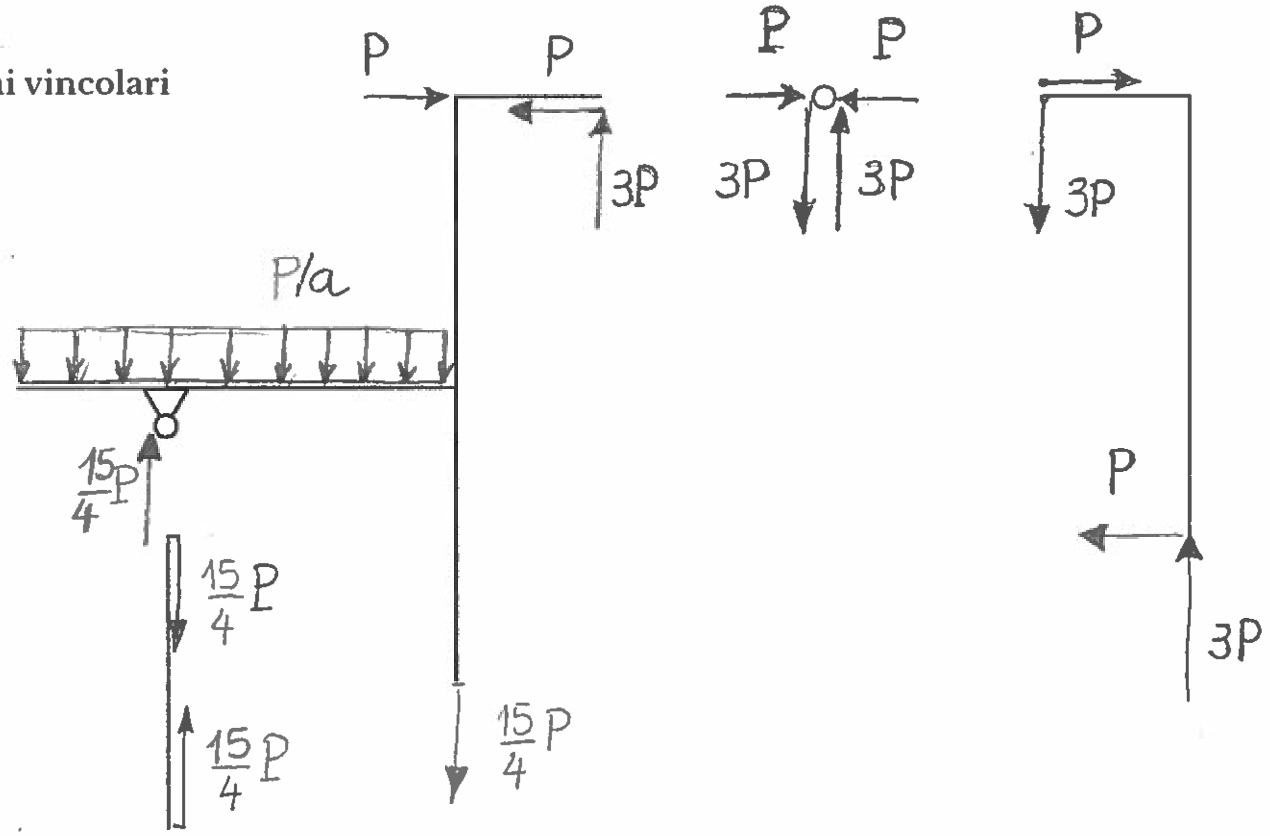


Azione assiale

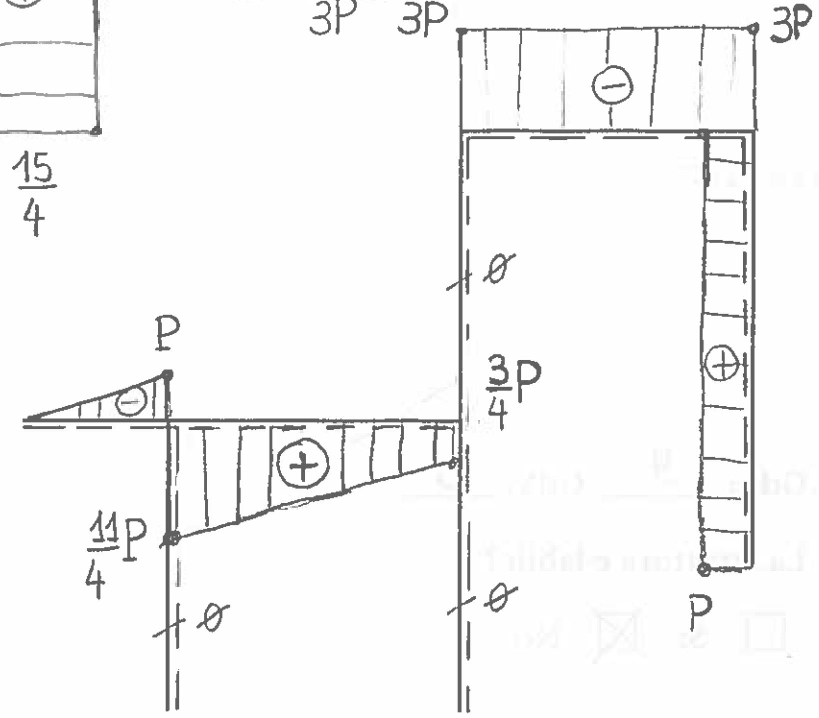


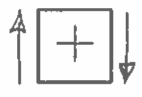


Reazioni vincolari

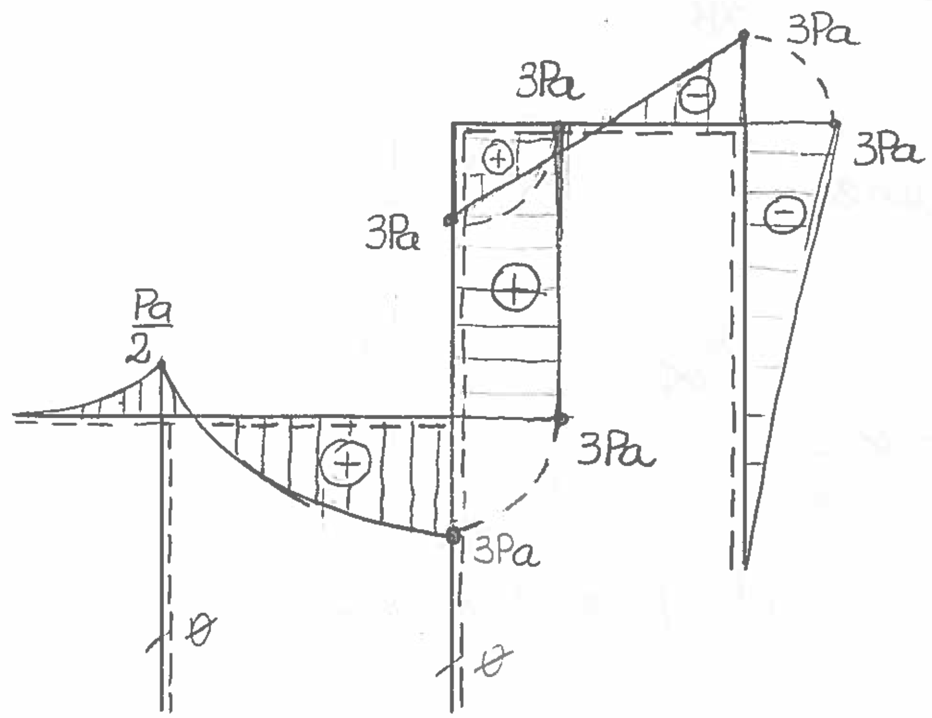


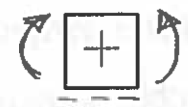
Taglio





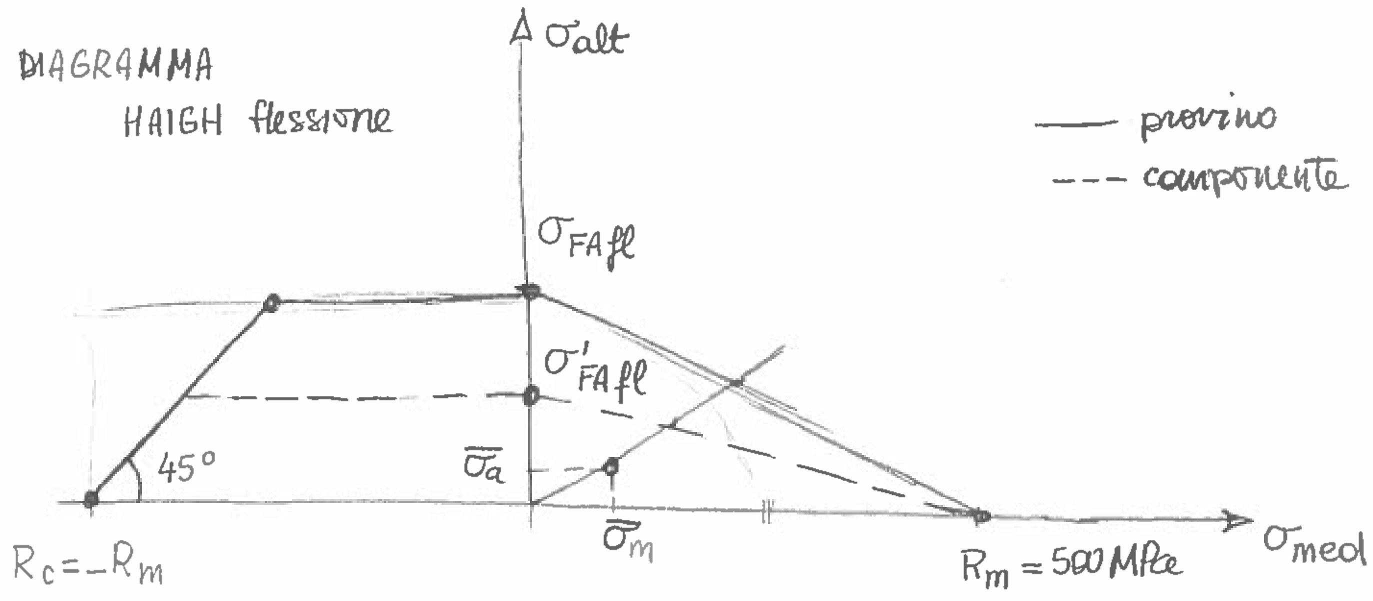
Momento flettente





Esercizio 5.

Tracciare il diagramma di Haigh semplificato (sia nel campo degli sforzi medi positivi che negativi) per un acciaio con carico di rottura Rm = 500 MPa e descrivere i punti caratteristici inseriti ed il comportamento del materiale all'interno del diagramma stesso.



$$\sigma_{FAfl} = 0{,}5\ R_m$$

$$\sigma'_{FAfl} = \sigma_{FAfl}\ \frac{b_2 b_3}{K_f}$$

Politecnico di Milano

Scuola di Ingegneria Industriale e dell'Informazione

Corso di Laurea in Ingegneria Meccanica

Anno Accademico 2014/15

Costruzione di Macchine 1

(*Prof. M. Giglio, Prof. M. Gobbi, Prof. S. Miccoli*)

Tema d'esame del 2 Luglio 2015

NOME: SOLUZIONE

COGNOME:

MATRICOLA:

Nota: Verranno valutate esclusivamente le risposte agli esercizi fornite sugli appositi fogli prestampati.

Esercizio 4.

Sull'albero di trasmissione rappresentato in Figura 1, che ruota a velocità costante, è montata una ruota dentata cilindrica a denti diritti, che riceve dalla ruota che ingrana con essa una forza radiale F ed una forza tangenziale T. La zona di calettamento della ruota dentata è conformata geometricamente come mostrato in Figura 2 . Sull'albero è inoltre applicato un momento torcente M_t.

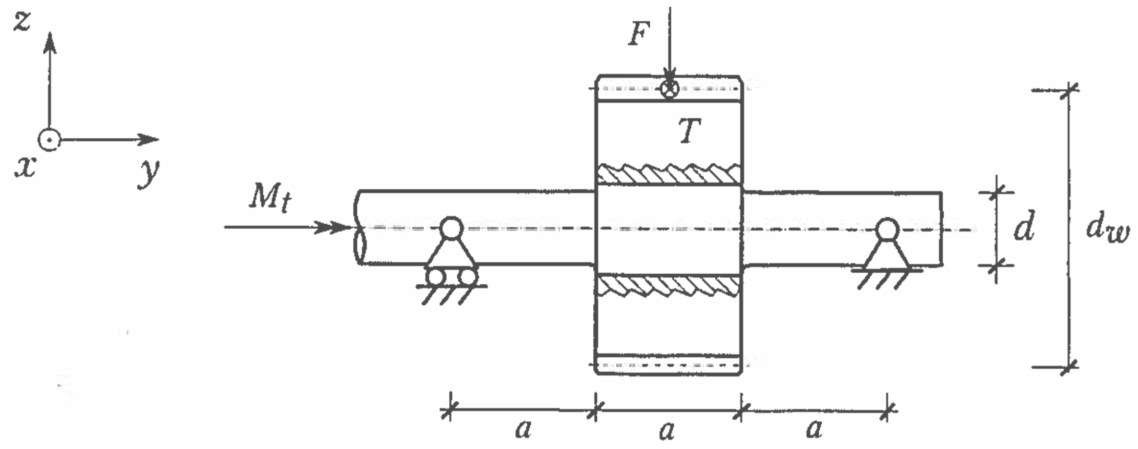


Figura 1. Albero di trasmissione

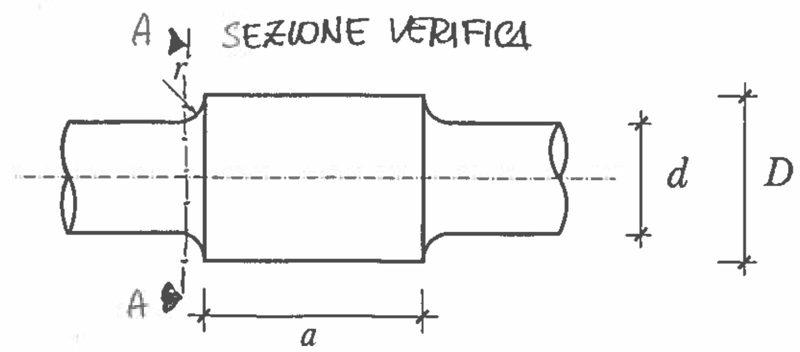


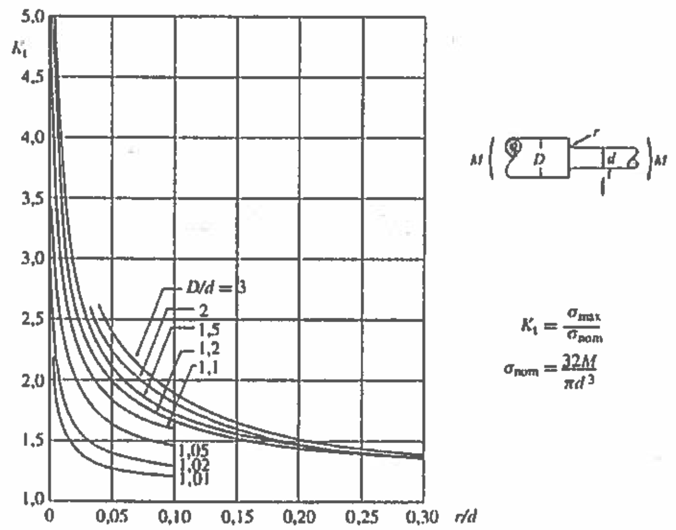
Figura 2. Particolare dell'albero nella zona di calettamento della ruota dentata

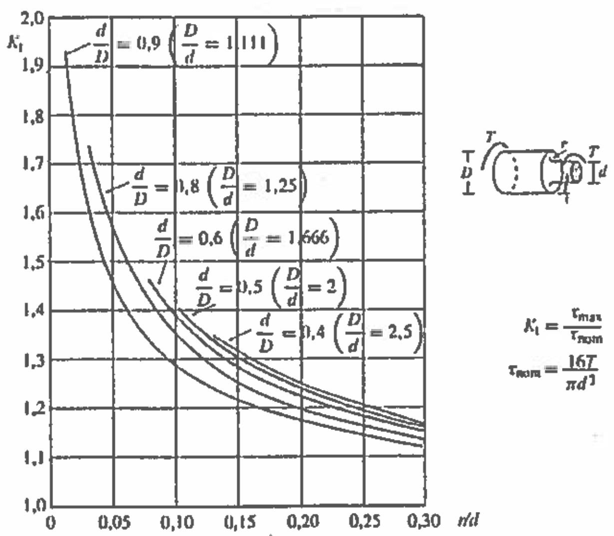
Si richiede di:

1. determinare il valore delle spinte F e T agenti sulla ruota dentata;
2. tracciare i diagrammi delle azioni interne nell'albero (T, M_f e M_t);
3. effettuare la verifica di cedimento dell'albero nella sezione più sollecitata, considerando come possibile modo di cedimento sia la plasticizzazione totale della sezione che la rottura per fatica. Ricavare dai diagrammi allegati o, se non presenti nei diagrammi, ipotizzare i coefficienti necessari per la verifica.

Dati:

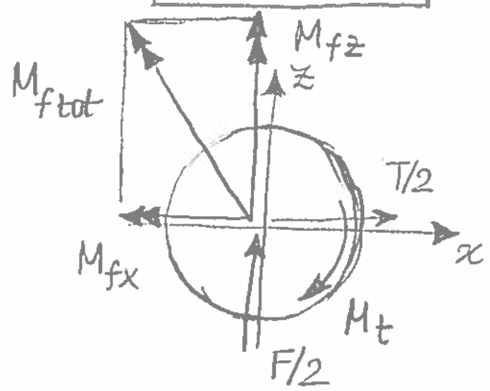
M_t	= 300 Nm	Momento torcente agente sull'albero in condizioni di regime
F	= 0,2 T	Forza radiale agente sulla ruota dentata
a	= 250 mm	Quota geometrica
d_w	= 350 mm	Diametro primitivo della ruota dentata
D	= 50 mm	Diametro dell'albero nella zona di calettamento
d	= 35 mm	Diametro dell'albero
r	= 5 mm	Raggio di raccordo
R_m	= 650 MPa	Carico unitario di rottura del materiale dell'albero
R_{sn}	= 450 MPa	Carico unitario di snervamento del materile dell'albero





$$T = 2\frac{M_t}{d_w} = \frac{600}{350}\frac{Nm}{mm} = \boxed{1,714\ kN = T} \qquad F = 0,2\,T = \boxed{0,343\ kN = F}$$

SEZ A-A



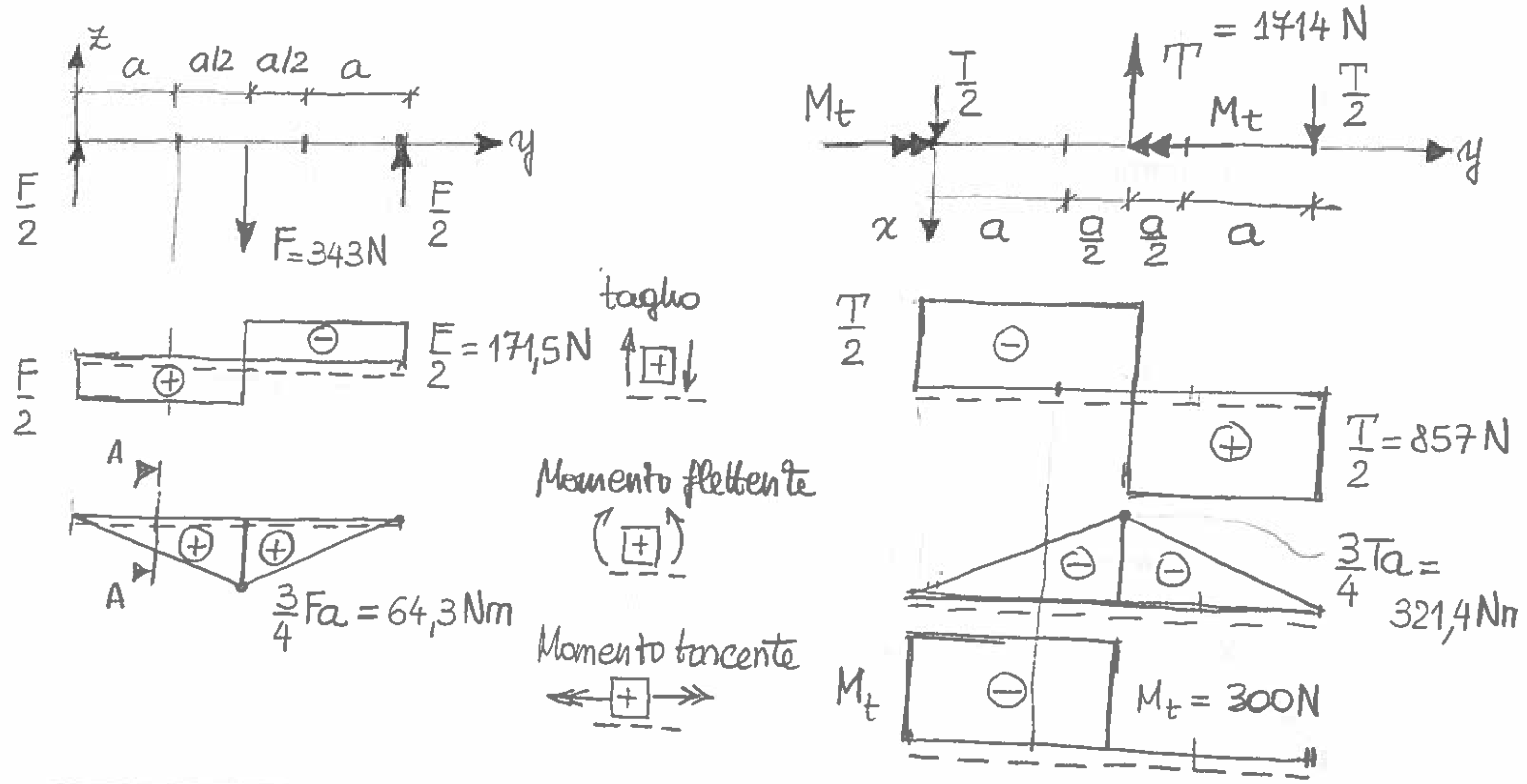
$$M_{fx} = \frac{F}{2}a = 0,343\ kN\ \frac{250}{2}mm = 42,875\ Nm$$

$$M_{fz} = \frac{T}{2}a = 1,714\ kN\ \frac{250}{2}mm = 214,250\ Nm$$

$$M_{ftot} = \sqrt{M_{fx}^2 + M_{fz}^2} = 218,5\ Nm\ ; \quad M_t = 300\ Nm\ ;$$

$$\sigma_{Mf} = \frac{32}{\pi}\frac{M_{ftot}}{d^3} = \frac{32}{\pi}\frac{218\,500}{35^3}\frac{Nmm}{mm^3} = \boxed{51,9\ MPa = \sigma_{Mf}}$$

$$\tau_{Mt} = \frac{16}{\pi}\frac{M_t}{d^3} = \frac{16}{\pi}\frac{300\,000}{35^3}\frac{Nmm}{mm^3} = \boxed{35,6\ MPa = \tau_{Mt}}$$



$$\sigma^*_{VM} = \sqrt{\sigma_{Mf}^2 + 3\tau_{Mt}^2} = \sqrt{(51,9)^2 + 3\cdot(35,6)^2} = 80,6\ MPa$$

$$\sigma^*_{VM} = 80,6\ MPa \le \sigma_{sn} = 450\ MPa \qquad \eta_{stat} = \frac{\sigma_{sn}}{\sigma^*_{VM}} = \frac{450}{80,6} = \boxed{5,6 = \eta_{stat}}$$

$$\sigma_{FAfl} = 0,5\,R_m = 325\ MPa\ ; \quad b_2 = 0,9\ ; \quad b_3 = 0,8\ ; \quad q = 0,9\ ;$$

$$D/d = 50/35 = 1,43\ ; \quad r/d = 0,143\ ; \quad K_t = 1,6\ ; \quad k_f = 1 + q(k_t - 1) = 1,5\ ;$$

$$\sigma'_{FAfl} = \sigma_{FAfl}\frac{b_2 b_3}{K_f} = 325\ MPa\ \frac{0,8\cdot 0,9}{1,5} = 156\ MPa\ ; \quad \tau_R = 0,8\,R_m = 520\ MPa;$$

$$\sigma^*_{GP} = \sqrt{\sigma_{Mf}^2 + \left(\frac{\sigma'_{FAfl}}{\tau_R}\right)^2\tau_{Mt}^2} = \sqrt{(51,9)^2 + \left(\frac{156}{520}\right)^2(35,6)^2} = 53\ MPa$$

$$\sigma^*_{GP} = 53\ MPa \le \sigma'_{FAfl} = 156\ MPa$$

$$\eta_{fat} = \frac{\sigma'_{FAfl}}{\sigma^*_{GP}} = \frac{156}{53} = \boxed{2,94 = \eta_{fat}}$$