

<i>Nome</i>	<i>Cognome</i>	<i>Matricola</i>	<i>Data</i> 6 Giugno 2022
-------------	----------------	------------------	------------------------------

ESAME di IMPIANTI PROTESICI

Esercizio 1 (12 punti)

Data una protesi d'anca realizzata in lega di CoCrMo ($E = 200$ GPa) e cotile in polietilene ad ultra alto peso molecolare ($E = 0,7$ GPa) e supposto che un paziente standard abbia una porosità ossea del 20% ed un grado di mineralizzazione del 200% determinare:

- 1) se la protesi possa essere impiantata press-fit, cementata o non possa essere impiantata, se questa presenta le seguenti dimensioni $h_{stelo} = 10$ cm; $r_{stelo} = 1$ cm; $r_{testina} = 1,5$ cm; $sp_{cotile} = 3$ mm; $sp_{metal_back} = 2$ mm. La condizione di impiantabilità si ha quando le condizioni dell'osso sono riportate a quelle fisiologiche. Si consideri il modulo elastico del cemento osseo pari a 2 GPa;
- 2) quale è la condizione ottimale di porosità ossea che permette l'uso di tale protesi in condizione di press fit a parità di grado di mineralizzazione (Si consideri solo il valore assoluto della soluzione nel caso in base ai conti o alle approssimazioni fatte si giungesse una soluzione complessa) e si commenti il risultato;
- 3) quali sono le dimensioni ottimali dello stelo della protesi per impiantazione press-fit, tenendo fissi i parametri di grado di mineralizzazione e di porosità.

Esercizio 2 (6 punti)

Descrivere e classificare le principali tipologie di protesi valvolari. Per la protesi valvolare cardiaca biologica tricuspide si valuti l'EOA, l'indice di prestazione e si mostrino i profili di velocità

Esercizio 3 (12 punti)

Sviluppare un modello agli elementi finiti per calcolare il profilo di temperatura di un impianto dentale monofasico impiantato in sostituzione di un incisivo superiore laterale. La persona mantiene la posizione di figura per 15 minuti.



Si forniscano delle stime numeriche delle grandezze fisiche in gioco.

Inoltre, indicare in tre righe e preferibilmente con formule matematiche, il significato dei seguenti termini nell'ambito degli elementi finiti:

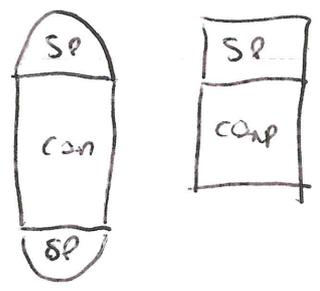
- 1) Funzioni forma
- 2) Numero di Knudsen
- 3) Gradiente di un campo scalare
- 4) Stato piano di tensione

Esercizio 1.

(1)

1) Devo calcolare modulo elastico osso sano, poi modulo elastico ~~passo~~ del paziente ed infine le frazioni volumetriche e verificare che modulo elastico dell'osso sano è uguale a quello ottenuto tramite conto delle frazioni volumetriche

Ossso sano



$\% SP = 30\%$ $E_{comp}^z = 17 \text{ GPa}$
 $\% comp = 70\%$ $E_{comp}^{xy} = 12 \text{ GPa}$
 $E_{SP} = 0.5 \text{ GPa}$

$$\bar{E}^z = \frac{E_{SP} E_{comp}^z}{f_{SP} E_{comp}^z + f_{comp} E_{SP}} = 1.56 \text{ GPa}$$

~~E^z~~
 $E = f_{SP} E_{SP} + f_{comp} E_{comp}^{xy} = 8.55 \text{ GPa}$
 ~~E~~

Modello osso poroso

$E_z^p = E_z (1-p)^5 \cdot A = 1.56 (1-0.1)^5 \cdot 2 = 1.02 \text{ GPa}$

$E_{xy}^p = E_{xy} (1-p)^5 \cdot A = 8.55 (1-0.1)^5 \cdot 2 = 5.6 \text{ GPa}$

Frazioni volumetriche. - Suppongo le superfici delle epifisi e dello stelo tutte sferiche.

$$V_{osso} = \frac{4}{3} \pi r_{fem}^3 + \pi r_{fem}^2 \cdot h_{fem} = \frac{4}{3} \pi \cdot 8 + \pi \cdot 4 \cdot 50 = 661.5 \text{ cm}^3$$

$r_{fem} = 2 \text{ cm}$

$h_{fem} = 50 \text{ cm}$

$V_{stelo} = \pi r_{st}^2 \cdot h_{st} = \pi \cdot 10 = 31.4 \text{ cm}^3$

$V_{testina} = \frac{2}{3} \pi r^3 = \frac{2}{3} \pi (1.5)^3 = 7.1 \text{ cm}^3$

$$V_{cotile} = \frac{2\pi}{3} \left[(r_{test} + s_{prot})^3 - r_{test}^3 \right] = 5.1 \text{ cm}^3$$

$$V_{retro\ BACK} = \frac{2}{3} \pi \left[(r_{c.o.})^3 - (r_{test} + s_{prot})^3 \right] = 4.5 \text{ cm}^3$$

$$V_{protesi} = V_{stelo} + V_{TESTINA} + V_{cotile} + V_{RETRO\ BACK} = 48.1 \text{ cm}^3$$

$$f_{protesi} = \frac{V_{protesi}}{V_{osso}} = 0.08$$

$$f_{stelo} = \frac{V_{stelo}}{V_{osso}} = 0.05 \quad f_{TEST} = \frac{V_{TEST}}{V_{osso}} = 0.01 \quad f_{cot} = \frac{V_{cotile}}{V_{osso}} = 0.01$$

$$f_{RETRO\ BACK} = \frac{V_{RETRO\ BACK}}{V_{osso}} = 0.01$$

$$f_{osso\ residuo} = 1 - f_{protesi} = 0.92$$

$$E_{xy}^{Sano} = f_{stelo} \cdot E_{stelo} + f_{TEST} \cdot E_{TEST} + f_{cot} \cdot E_{cot} + f_{RETRO\ BACK} \cdot E_{RETRO\ BACK} + f_{osso\ residuo} \cdot E_{osso\ residuo}$$

$$\left\{ \frac{1}{E_z^{Sano}} = \frac{f_{stelo}}{E_{stelo}} + \frac{f_{TEST}}{E_{TEST}} + \frac{f_{cot}}{E_{cot}} + \frac{f_{RETRO\ BACK}}{E_{RETRO\ BACK}} + \frac{f_{osso\ residuo}}{E_{osso\ residuo}} \right.$$

$$E_{xy} = f_{stelo} E_{stelo} + f_{TEST} E_{TEST} + f_{cot} E_{cot} + f_{RETRO\ BACK} E_{RETRO\ BACK} + f_{osso\ residuo} E_{osso\ residuo}$$

$$1 = f_{stelo} + f_{cot} + f_{RETRO\ BACK} + f_{TEST} + f_{osso\ residuo}$$

Sostituisco

$$\left\{ \frac{1}{1.56} = \frac{0.05}{200} + \frac{0.01}{200} + \frac{0.01}{0.7} + \frac{0.01}{200} + \frac{0.92}{1.02} \right.$$

$$8.55 = 0.05 \cdot 200 + 0.01 \cdot 200 + 0.01 \cdot 0.7 + 0.01 \cdot 200 + 0.92 \cdot 5.6$$

3

$$\begin{cases} 0.69 = 0.92 \\ 8.55 = 14.16 \end{cases}$$

I valori vengono diversi quindi non posso mettere
 press. kt. Se cambio il cenero e meo uno aggiugo
 solo una piccola frenza volumetrica che non altera
 di molto il risultato perciò le ipotesi è sbagliate.

2) Io so che

$$E = E_0 (1-p)^2 A^B$$

poichè voglio una ipotesi press kt
 per sicurezza ~~possibile~~ $E = E_0 =$
 cioè modulo elettrico di una sa

accordi:

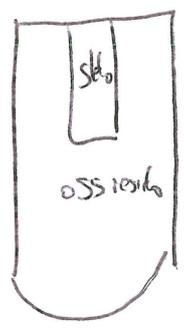
$$E_0 = E_0 (1-p)^5 \cdot 2.$$

$$(1-p)^5 = 0.5 \quad 1-p = (0.5)^{\frac{1}{5}}$$

$$p = 1 - (0.5)^{\frac{1}{5}} = 0.69$$

cioè ovrai una porzione talmente alta che l'osso diventerebbe molto
 fragile.

3)



$$E_{osklo}^{\pm} = \frac{E_{st} \cdot E_{osr}}{f_{st} E_{osr} + f_{osr} E_{st}}$$

$$E_{osklo}^{xy} = f_{st} E_{st}^{xy} + f_{osr} E_{osr}^{xy}$$

$$1 = f_{st} + f_{osr}$$

Saditajso i voleri

$$\begin{cases} 1.56 = \frac{200 \cdot 1.02}{f_{st} \cdot 1.02 + f_{osr} \cdot 200} \\ 8.55 = f_{st} \cdot 200 + f_{osr} \cdot 5.6 \\ f_{osr} = f_{st} - 1 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 1.59 f_{st} + 312 f_{osr} = 204 \\ 855 = f_{st} \cdot 200 + 5.6 (f_{st} - 1) \end{cases}$$

$$8.55 = 200 f_{st} + 5.6 f_{st} - 5.6$$

$$f_{st} = 0.13$$

$$f_{st} = \frac{\pi r_{st}^2 h_{st}}{\pi r_{fem}^2 h_{fem} + \frac{2}{3} \pi r_{fem}^3}$$

$$f_{st} = \frac{r_{st}^2 h_{st}}{4.50 + \frac{2}{3} 8}$$

$$r_{st}^2 h_{st} = 205.3 f_{st} = 205.3 \cdot 0.13 = 26.7$$

$$h_{st} = \frac{26.7}{r_{st}^2}$$

Considero Isostasi \Rightarrow

$$\frac{R_z}{\pi r_{st}^2} = \frac{R_{xy}}{2\pi r_{st} h_{st}} \Rightarrow \frac{R_z}{R_{xy}} \cdot h_{st} = r_{st}$$

$$h_{st} = \frac{26.7}{\frac{R_z^2 h_{st}}{R_{xy}}}$$

$$h_{st}^3 = 26.7 \frac{R_{xy}}{R_z^2} \Rightarrow h_{st} = \sqrt[3]{\frac{26.7 R_{xy}}{R_z^2}}$$

$$R_z = -P - KP \cos \alpha$$

$$R_{xy} = -KP \sin \alpha$$

$$\alpha = 45^\circ$$

$$P = 70 \cdot 10 = 700 \text{ N.}$$

$$K = 10.$$

$$|R_z| = 700 + 10 \cdot 700 \cdot \cos 45^\circ \approx 5650 \text{ N}$$

$$|R_{xy}| = 10 \cdot 700 \cdot \sin 45^\circ = 4950 \text{ N.}$$

$$h_{st} = \sqrt[3]{26.7 \left(\frac{4950}{5650} \right)^2} = 2.77 \text{ cm.}$$

$$e_{st} = \frac{5650}{4950} \cdot h_{st} = 3.12 \text{ cm.}$$

de protezi per un individuo da questi dati fisiologici e col metodo dell'immagine non è impraticabile.

Esercizio 2

Vedere appunti e slide.

Domande di teoria

ESERCIZIO DEL 7 ~~GIUGNO~~ GIUGNO 2022

Esercizio 3

PROFILO DI TEMPERATURA IN IMPIANTO

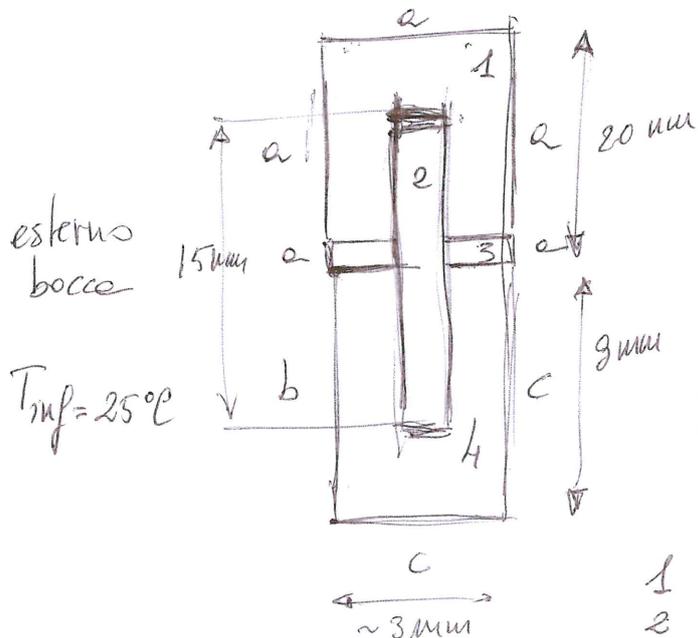
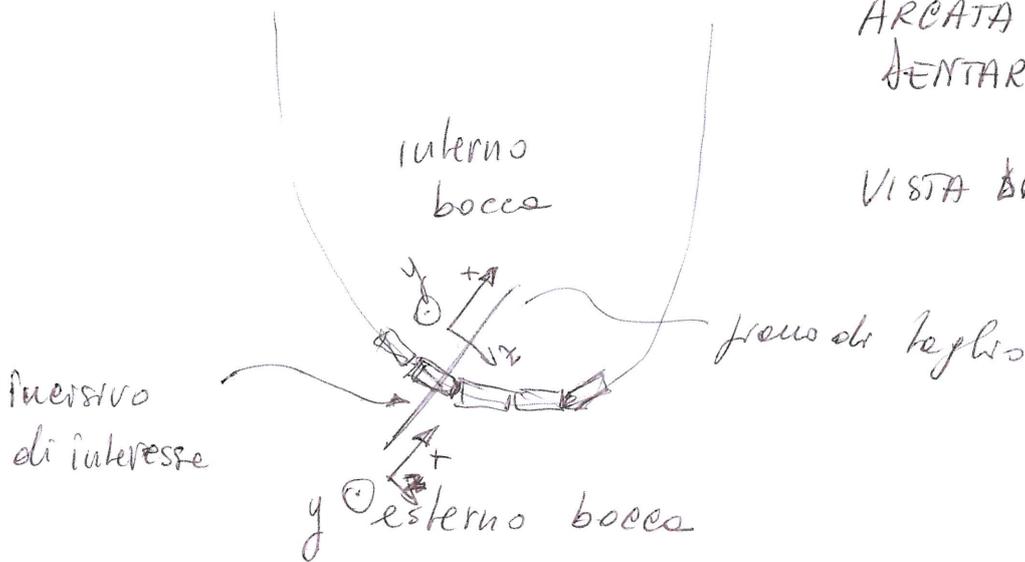
DENTALE MONOFASICO INCISIVO SUPERIORE LATERALE

PERSONA CON BOCCA APERTA E DENTI SCOPERTI PER 15 MINUTI

- modello tempo varreute
- analisi termica
- modello 2D
- ⇒ specificazione

ARCATA DENTARIA SUPERIORE

VISTA DALL'ALTO



(note in direzione \pm ~~si~~ suffone non c'è trasferimento di calore - ortogonale al flusso)

interno bocca
 $T_{inf} = 37^\circ C$

- 1 osso mascella superiore
- 2 impianti
- 3 gengiva
- 4 corone

CONDIZIONE SUI DENTINI

PER LE PROPRIETÀ TERMICHE SI APPROSSIMANO OSSO (1) E GENGIVA (3) ALL'ACQUA

$$C_p = 4186 \frac{J}{kg \cdot K} \quad k = 0.6 \frac{W}{m \cdot K}$$

LA DENSITÀ DEI DUE MATERIALI PUÒ ESSERE CONSIDERATA DIVERSA

$$\rho_{osso} \approx 2000 \frac{kg}{m^3} \quad \rho_{gingiva} \approx 1070 \frac{kg}{m^3}$$

L'impulso viene realizzato in Titano

$$\rho \approx 4500 \frac{kg}{m^3}$$

$$k \approx 17 \frac{W}{m \cdot K}$$

$$C_p \approx 520 \frac{J}{kg \cdot K}$$

La corona viene realizzata in Zirconio

$$\rho \approx 5680 \frac{kg}{m^3}$$

$$k \approx 5 \frac{W}{m \cdot K}$$

$$C_p \approx 420 \frac{J}{kg \cdot K}$$

per le domande teoriche, consultare le slide presentate e le prove

Tutti i dentini si trovano ad una $T_{intrele}$ di $37^\circ C$

Condizioni al contorno

- a = Temperatura = $37^\circ C$
- b = flusso termico $T_{inf} = 25^\circ C$ $h = 8 \frac{W}{m^2 \cdot K}$
- c = flusso termico $T_{inf} = 37^\circ C$ $h = 10 \frac{W}{m^2 \cdot K}$