

<i>Nome</i>	<i>Cognome</i>	<i>Matricola</i>	<i>Data</i>
			28 Giugno 2023

ESAME di IMPIANTI PROTESICI

Esercizio 1 (12 punti)

Considerare una persona che sta ingerendo una bevanda alla temperatura $T=6^{\circ}\text{C}$, con un impianto dentale in corrispondenza del primo molare dell'arcata inferiore destra. Supponendo che la bevanda rimanga in contatto con il dente per 10 secondi, implementare un modello agli elementi finiti per valutare il profilo di temperatura al centro della corona (di geometria cilindrica) in un intervallo di tempo di 60 secondi.

Considerare le simmetrie presenti, fornire una stima numerica dei parametri dello studio (condizioni sui domini e ai contorni) e giustificare eventuali ipotesi semplificative.

Descrivere se e come cambierebbe il modello nel caso in cui si voglia valutare l'andamento del profilo di temperatura in un intervallo di tempo pari a 5 secondi.

Dare, infine, le definizioni dei seguenti termini associati all'analisi agli elementi finiti, riportando eventuali formule matematiche:

1. Nodo;
2. Problema di Neumann;
3. Metodo di Galerkin;
4. Approccio Lagrangiano per fluido in movimento.

Esercizio 2 (6 punti)

Il candidato classifichi e descriva le protesi visive.

Esercizio 3 (12 punti)

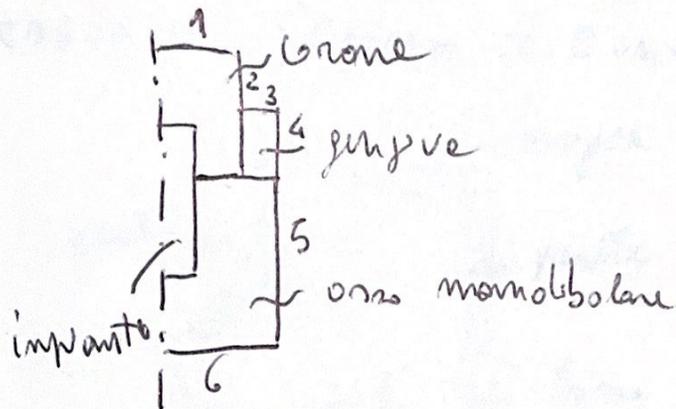
Supposto di avere un individuo (uomo standard) al quale deve essere impiantata una protesi di spalla inversa in lega di titanio ($E=110\text{ GPa}$):

- 1) Dimensionare numericamente la componente omerale;
- 2) Dimensionare numericamente la componente gleinoidea;
- 3) Determinare in quali condizioni di porosità ossea la componente omerale, quella gleinoidea o entrambe debbano essere cementate.

ESERCIZIO 28/06/23

ANALISI TERMICA TEMPO VARIANTE $0 < t < 60s$

MODELLO 2D ASSIALE INFINITO



Condizioni al contorno

1, 2, 3 Temperatura $T = (273.15 + 6) (t < 10) ^\circ K$

4, 5, 6 Temperatura $T = (273.15 + 37) ^\circ K$

Condizioni iniziali sui volumi $T = (37 + 273.15) ^\circ K$

Se il modello si limita al primo 5 secondi
non è necessario imporre le condizioni $(t < 10)$
però per le osservazioni < osservate che
contatto con le levande

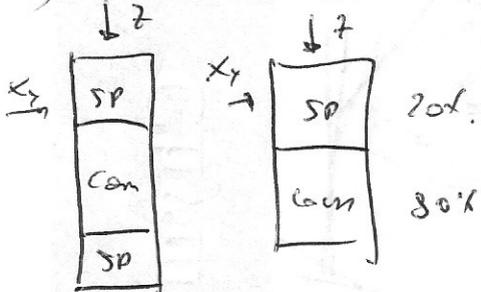
Esercizio n° 1

Vedere appunti sulle protesi visive.

Si ricordi che tra le protesi visive entrano anche gli occhiali e le lenti a contatto esterne.

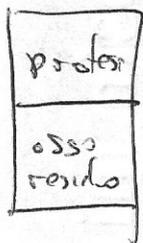
Esercizio n° 3

1) Faccio il modello oculare sano



$$E_{sano}^z = \frac{E_{sp} E_{com}^z}{f_{sp} E_{com}^z + f_c E_{sp}} = 2.27 \text{ Dpt}$$

$$E_{sano}^{xy} = f_c E_{com}^{xy} + f_{sp} E_{sp} = 3.5 \text{ Dpt}$$



$$E_{os.res}^z = E_{sano}^z (1 - k_p)^5$$

$$E_{os.res}^{xy} = E_{sano}^{xy} (1 - k_p)^5$$

Impongo il modello

$$E_{sano}^z = \frac{k_p \cdot E_{os.res}^z}{k_p E_{os.res}^z + k_{os.res} E_p}$$

$$E_{sano}^{xy} = k_p E_p + k_{os.res} E_{os.res}^{xy}$$

$$k_p + k_{os.res} = 1$$

$$k_{os.res} = 1 - k_p$$

$$8.5 = k_p 40 + 8.5 (1 - 6 k_p + 15 k_p^2 - 20 k_p^3 + 15 k_p^4 - 6 k_p^5 + k_p^6) \quad (2)$$

~~$$8.5 = k_p 110 + 8.5 - 51 k_p + 177.5 k_p^2 - 170 k_p^3 + 177.5 k_p^4 - 51 k_p^5 + 8.5 k_p^6$$~~

~~$$8.5 k_p^6 - 51 k_p^5 + 177.5 k_p^4 - 170 k_p^3 + 177.5 k_p^2 + 59 k_p = 0$$~~

~~$$k_p = 0$$~~

~~$$8.5 k_p^5 - 51 k_p^4 + 177.5 k_p^3 - 170 k_p^2 + 177.5 k_p + 59 = 0$$~~

Risolvendo ho 5 soluzioni:

$$x_1 = -0.305$$

$$x_2 = 2.496 + i 0.999$$

$$x_3 = 2.496 - i 0.999$$

$$x_4 = 0.657 + i 1.646$$

$$x_5 = 0.657 - i 1.646$$

La soluzione accettabile è la parte reale delle 4-5 che hanno di parte immaginaria, implicando che ci sono due parti opposte, questo è dovuto al fatto che non debbono dato di mineralizzazione e porosità.

$$\text{quindi } k_p = 0.657$$

$$R_p = \frac{\pi R_{st}^2 h_{st}}{\pi R_{om}^2 h_{om}} = \frac{R_{st}^2 h_{st}}{R_{om}^2 h_{om}}$$

$$\Rightarrow R_{st}^2 = \frac{R_{om}^2 h_{om}}{h_{st}}$$

(3)

$$R_{st}^2 = 0.657 \cdot \frac{R_{om}^2 h_{om}}{h_{st}}$$

$$R_{om} = 2 \text{ cm} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$h_{om} = 50 \text{ cm} = 50 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$\frac{R_{st}^2}{h_{st}} = 0.657 \cdot \frac{4 \cdot 10^{-4} \cdot 50 \cdot 10^{-2}}{h_{st}} = \frac{(0.657)(200) \cdot 10^{-6}}{h_{st}} = \frac{1.314 \cdot 10^{-4}}{h_{st}} \quad (2)$$

Considero l'isostress.

$$\frac{F_z}{A_z} = \frac{F_{xy}}{A_{xy}} \Rightarrow \frac{F_z}{\pi R_{st}^2} = \frac{F_{xy}}{\pi R_{st}^2 h_{st}} \Rightarrow \frac{F_z}{R_{st}} = \frac{F_{xy}}{2 h_{st}}$$

$$h_{st} = \frac{F_{xy}}{2 F_z} \cdot R_{st}$$

$$|F_z| = |-P - P_{oss} - KP \cos \alpha| = 308 \text{ N} \quad P_{oss} = 100 \text{ N}$$

$P = 100 \text{ N}$ considero tutto il peso della testa sull'ossale

$$K = 7$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$$|F_{xy}| = |-KP \sin \alpha| = 692 \text{ N}$$

$$h_{st} = \frac{692}{616} R_{st} = 1.12 R_{st}$$

Sostituisco in (2)

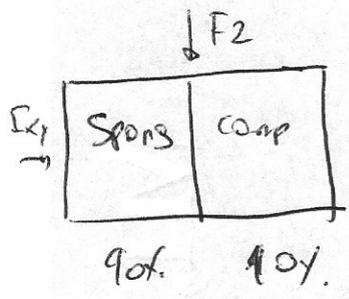
$$R_{st}^2 = \frac{1}{1.12} \cdot \frac{1.314 \cdot 10^{-4}}{R_{st}}$$

$$R_{st}^3 = 1.17 \cdot 10^{-4} \Rightarrow R_{st} = 0.054 \text{ m}$$

$$h_{st} = 0.061 \text{ m}$$

punto 2)

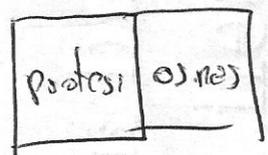
Approssimo la componente glenoidica come osso dello scapolo omero + osso glenoidico



$$E_{\text{scap}}^z = f_{\text{osp}} \cdot E_{\text{osp}} + f_{\text{oc}} E_{\text{oc}}^z = 1.65 \text{ GPa}$$

$$E_{\text{scap}}^{xy} = \frac{f_{\text{oc}}^{xy} \cdot E_{\text{osp}}}{f_{\text{osp}} E_{\text{oc}}^{xy} + f_{\text{oc}} E_{\text{osp}}} = 0.55 \text{ GPa}$$

modellizzo la protesi



$$E_{\text{os.res}}^z = E_{\text{scap}}^z (1 + f_p)^5$$

$$E_{\text{os.res}}^{xy} = E_{\text{scap}}^{xy} (1 + f_p)^5$$

Descrivo il modello

$$\begin{cases} E_{\text{scap}}^z = f_p E_p + f_{\text{os.res}} E_{\text{os.res}}^z \\ E_{\text{scap}}^{xy} = \frac{E_p E_{\text{os.res}}^{xy}}{f_p E_{\text{os.res}}^{xy} + f_{\text{os.res}} E_p} \\ f_p + f_{\text{os.res}} = 1 \end{cases}$$

$$f_{\text{os.res}} = 1 - f_p$$

$$1.65 = 110 k_p + (1 - k_p) \cdot 1.65 (1 - k_p)^5$$

$$1.65 = 110 k_p + 1.65 (1 - k_p)^6$$

$$1.65 = 110 k_p + 1.65 (1 - 6 k_p + 15 k_p^2 - 20 k_p^3 + 15 k_p^4 - 6 k_p^5 + k_p^6)$$

$$1.65 = 110 k_p + 1.65 - 9.9 k_p + 24.75 k_p^2 - 33 k_p^3 + 24.75 k_p^4 - 9.9 k_p^5 + 1.65 k_p^6$$

$$1.65 k_p^6 - 9.9 k_p^5 + 24.75 k_p^4 - 33 k_p^3 + 24.75 k_p^2 + 100.1 k_p = 9$$

$k_p = \emptyset$ non accettabile

$$1.65 k_p^5 - 9.9 k_p^4 + 24.75 k_p^3 - 33 k_p^2 + 24.75 k_p + 100.1 = 9$$

Resolvo

$$x_1 = -1.028 -$$

$$x_2 = 3.037 - i 1.379$$

$$x_3 = 3.037 + i 1.379$$

$$x_4 = 0.477 - 2.75 i$$

$$x_5 = 0.477 + 2.75 i$$

lo soluzione è la parte reale di x_4 e x_5 per la natura di k_p

$k_p = 0.477$ \downarrow volume testine \downarrow volume dei duri

$$k_p = \frac{\frac{2}{3} \pi R^3 \rho_{test} + 2 \cdot (\frac{4}{3} \pi R^3 \rho_{perno})}{\text{Spessore} \cdot \text{lunghezza} + \frac{2}{3} \pi R^3 \rho_{omero}} = 0.477$$

Punto 3

⑥

Dal modulo di essa sono già si vede che la componente generica in ogni caso va cancellata.

Per la parte operata, quando $E < 1$ Gr. quindi.

$$\left\{ \begin{array}{l} 1 \text{ Gr} \Rightarrow E_{\text{seno}}^2 (1-p)^5 \\ 1 \text{ Gr} \Rightarrow E_{\text{seno}}^{xy} (1-p)^5 \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} 1 \text{ Gr} \Rightarrow E_{\text{seno}}^{xy} (1-p)^5 \\ 1 \text{ Gr} \Rightarrow E_{\text{seno}}^2 (1-p)^5 \end{array} \right.$$

~~$$\left\{ \begin{array}{l} (1-p)^5 \\ (1-p)^5 \\ (1-p)^5 \\ (1-p)^5 \end{array} \right.$$~~

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{2.77} > (1-p)^5 \\ \frac{1}{8.5} > (1-p)^5 \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} 1-p < \left(\frac{1}{2.77} \right)^{\frac{1}{5}} \\ 1-p < \left(\frac{1}{8.5} \right)^{\frac{1}{5}} \end{array} \right. \Rightarrow \begin{array}{l} 1-p < 0.85 \\ 1-p < 0.65 \end{array} \Rightarrow \begin{array}{l} 1-0.85 < p \\ 1-0.65 < p \end{array}$$

$$\begin{array}{l} p > 0.15 \\ p > 0.35 \end{array}$$

quindi per $p > 0.15$ deve essere anche la parte operata.