

## Answers

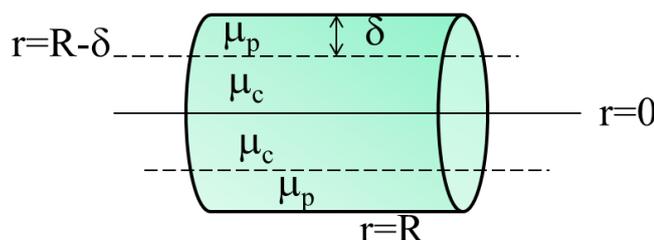
23 Maggio 2013

1. La risposta può essere scritta a punti. Riportare modulo elastico e altri dati, termodinamica e struttura molecolare. Il collagene non è coinvolto nell'esercizio di compressione, ma resiste alla deformazione laterale della cartilagine (shear stress)
2. Faraheus: fenomeno nel quale l'emacrotico del sangue è minore nei condotti più piccolo (minori di 29 micron di diametro)  
 Farheus-Lindquist: dove la viscosità del sangue è minore.  
 Entrambi i fenomeni sono dovuti al fenomeno di *plasma skimming* o di *ingresso* e il gradiente di velocità porta le particelle a spostarsi verso il centro del condotto.

Il Cell- Free Marginal layer suppone che esista uno strato senza cellule con spessore  $\delta$  vicino alla parete e con viscosità  $\mu_p$  e uno strato assiale con spessore  $R - \delta$  con viscosità  $\mu_c$ .

Entrambi hanno un flusso laminare e Poiseulliano.

L'equazione di Navier Stokes per questi strati è



$$-\frac{\Delta P}{L} = \frac{1}{r} \frac{d}{dr} \left( \mu r \frac{dv}{dr} \right)$$

Le condizioni al contorno sono:

$$\frac{dv}{dr} = 0, \text{ per } r = 0$$

$$v_c = v_p, \text{ per } r = R - \delta$$

$$v = 0, \text{ per } r = R$$

$$\mu_c \frac{dv_c}{dr} = \mu_p \frac{dv_p}{dr}, \text{ a } r = R - \delta$$

Da cui

$$v_p = -\frac{\Delta P}{4L\mu_p} (r^2 - R^2)$$

3. Collagene: struttura molecolare altamente organizzata, ogni terzo amino acido si trova una glicina. La deformazione causa un cambiamento nell'energia interna della struttura, isteresi, rigidità e contribuisce alla resistenza allo sforzo nei tessuti. La rigidità è attorno ai 2000 MPa e il punto di rottura attorno al 15%.

Elastina: struttura non organizzata; la deformazione della struttura causa un aumento dell'entropia interna (diminuisce). Contribuisce all'elasticità dei tessuti, mostra elevata elasticità (fino al 150% di deformazione) e ha una rigidità minore di 1 MPa. Meglio portare grafici.

4. Per l'esercizio 4 fare riferimento al file pdf allegato (nome file es4230514.pdf)

Es 5)

a) I valori ricavati dai moduli elastici sono :

$$\sigma_1 = 0.5 \cdot 40 = 20 \text{MPa}$$

$$\sigma_2 = 1 \cdot 55 = 55 \text{MPa}$$

$$\sigma_3 = 1.5 \cdot 80 = 120 \text{MPa}$$

$$\sigma_4 = 2 \cdot 120 = 240 \text{MPa}$$

$$\sigma_5 = 2.5 \cdot 180 = 450 \text{MPa}$$

$$\sigma_6 = 3 \cdot 210 = 630 \text{MPa}$$

$$\sigma_7 = 3.5 \cdot 240 = 840 \text{MPa}$$

$$\sigma_8 = 4 \cdot 260 = 1040 \text{MPa}$$

$$\sigma_9 = 5 \cdot 300 = 1500 \text{MPa}$$

da questi è possibile ricavare la curva stress strain

b) conoscendo lo sforzo massimo

$$\sigma_{\max} = 5 \cdot 300 = 1500 \text{MPa}$$

si può ricavare la massa dell'insetto

$$g \cdot \frac{\text{insect}_{\text{weight}}}{\pi \frac{d^2}{4}} = \sigma_{\max}$$

$$\text{insect}_{\text{weight}} = \frac{1500 \text{e}6 [\text{Pa}] \cdot \pi \cdot (5e-6)^2 [\text{m}^2]}{10} = 1.18e-2 [\text{kg}] = 11.8 [\text{g}]$$

c)

da un bilancio di energia

$$\frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} \sigma_{\max} \varepsilon_{\max} \text{Volume}$$

$$m = \frac{\sigma_{\max} \varepsilon_{\max} \text{Volume}}{v^2} = \frac{E \varepsilon^2}{v^2} \text{Volume} \quad \text{if } E \text{ is constant}$$

$$= \frac{500 \text{e}6 \cdot 5^2 \cdot \pi \cdot (5e-6)^2 \cdot 20e-2}{(10e3/3600)^2} = 0.0424 [\text{kg}] = 42 [\text{g}]$$

Es 6)

$$v_{\max} = 300 \text{mm} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$F_{\max} = 15 \text{N}$$

from Hill's equation

$$(v + b)(F + a) = b(F_0 + a)$$

$$a = 0.28 \cdot F_{\max}$$

$$b = \frac{v_{\max}}{F_0} \cdot a = \frac{300 [\text{mm} \cdot \text{s}^{-1}]}{15 [\text{N}]} 0.28 \cdot 15 [\text{N}] = 84 [\text{mm} \cdot \text{s}^{-1}]$$

Es 7)

a)

$$b = -\frac{1}{4} \text{ for frequency}$$

$$Y = a \cdot M^b$$

for Man 60bps and 70kg

$$60[\text{bps}] = a \cdot 70[\text{kg}]^{-\frac{1}{4}}$$

$$a = 173.55[\text{bps} / \text{kg}]$$

for Elephant

$$m_{\text{Elephant}} = \sqrt[b]{\frac{Y}{a}} = \sqrt[-\frac{1}{4}]{\frac{35}{173.55}} = 612[\text{kg}]$$

b)

$$\text{Work} = \Delta P \cdot V$$

$$b = 1 \text{ for volume} \quad b = 0 \text{ for blood velocity}$$

$$b = 0 \text{ for } \Delta P \quad b = \frac{3}{4} \text{ for flow in aorta} \left( V/t \rightarrow \frac{M^1}{M^{\frac{1}{4}}} = M^{\frac{3}{4}} \right)$$

$$\text{volume of blood in human heart (per beat)} = 100[\text{mL}]$$

$$\text{vol of blood / beat elephant} = \frac{612[\text{kg}]}{70[\text{kg}]} \cdot 100[\text{mL}] = 874[\text{mL}]$$

$$\text{Work} = 120[\text{mmHg}] \cdot 874[\text{mL}]$$

$$= 120 \cdot 131[\text{Pa}] \cdot 874 \cdot 10^{-6}[\text{m}^3] = 13[\text{J}]$$

Es 8)

$$\text{Tensione specifica} = 30 - 40 \text{ N/cm}^2$$

Miosina: cerchi – è una proteina ampia che interagisce con numerosi filamenti di actina

Actina: piccole linee (piccolo proteine)

Un'unità è approssimativamente un esagono di lato 50nm, quindi

$$\text{Area of unit} = 50^2 \cdot \sqrt{3} \cdot 1.5 = 6500 \text{ nm}^2$$

e

$$\text{Force per unit} = 30 \text{ N/cm}^2 \cdot 6500 \cdot 10^{-14} = 1.95 \text{ nN.}$$