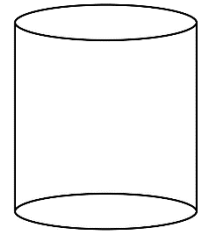


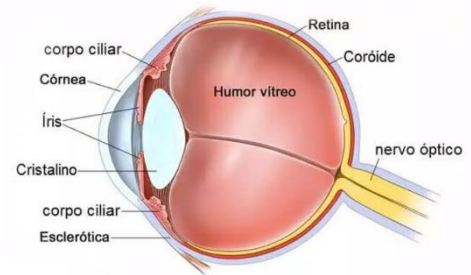
Física do Corpo Humano - Módulo: *Mecânica do Corpo Humano* – Lista 1 de problemas

Tópico: Propriedades mecânicas

1. Determinar a constante de mola, k , de um cilindro homogêneo, de osso cortical, com o comprimento de 5 cm, diâmetro de 2 mm e $Y = 17.4$ GPa. (R: 10^6 N/m)



2. O olho saudável consegue ver ao longe e ao perto porque quando uma força é aplicada aos ligamentos que sustentam o cristalino (que basicamente é uma lente), a sua forma varia. O problema é razoavelmente complexo por causa da geometria 3D do cristalino, mas simplificando para uma situação 1D:



(a) Estimar a tensão que é necessário aplicar para que o cristalino tenha uma deformação de 3%. Nota: $Y_{\text{cristalino}} = 10^3$ Pa (para um indivíduo de 20 anos). (R: 30 Pa)

(b) Se a força aplicada na lente tiver uma intensidade de 0.002 N, determine a área de contacto. (R: 66.7 mm^2)

(c) Determine a deformação para um indivíduo de 60 anos, quando é aplicada a mesma tensão do que na alínea a). Nota: para um indivíduo de 60 anos $Y_{\text{cristalino}} = 3 \times 10^3$ Pa. (R: 1%)

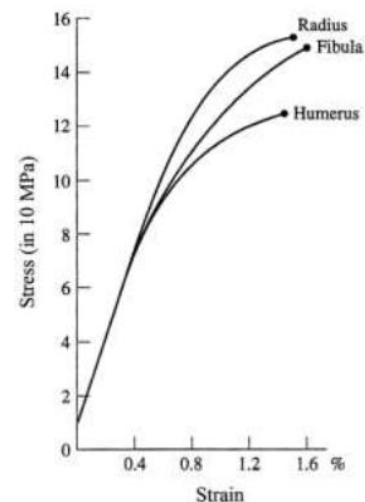
3. Tendo em conta a figura, calcule, para o caso da fíbula, com uma área de secção reta de 4 cm^2 e comprimento 35 cm:

(a) A máxima tensão que o osso, pode suportar antes de partir. (R: $\sim 150 \text{ MPa}$)

(b) A elongação para a tensão máxima determinada na alínea (a). (R: $\sim 1.6\% = 0.016$)

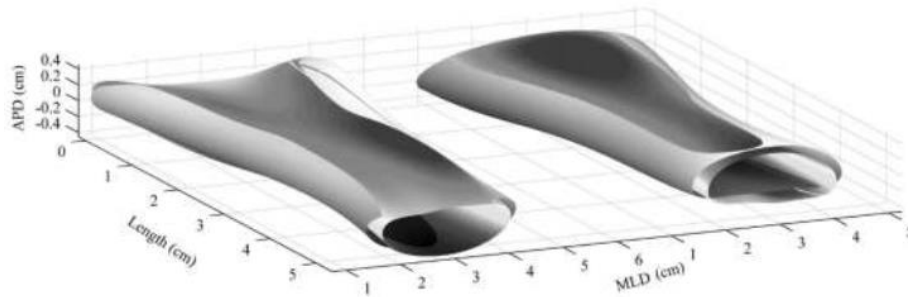
(c) Calcular a tensão neste osso quando é aplicada uma força de compressão de 10^4 N. Qual o comprimento final do osso? (R: 25 MPa; 34.97 cm)

(d) Qual a energia acumulada na fíbula, nas condições da alínea (c)? (R: $\sim 1.75 \text{ J}$)

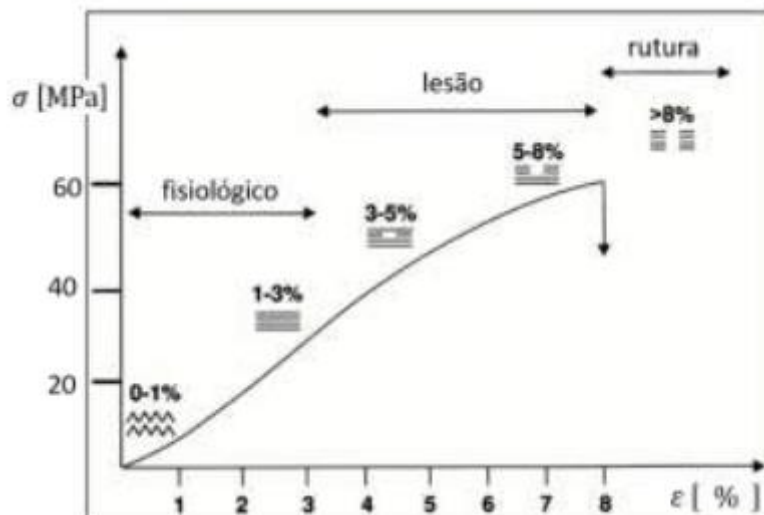


4. A figura representa um modelo do tendão de Aquiles de um adulto, sem qualquer carga aplicada. As escalas do sistema de eixos permitem ter uma ideia da dimensão do tendão.

a) Apesar da secção não ser constante, faça, a partir dos dados da figura, uma estimativa da área de secção reta média do tendão de Aquiles de um adulto. (R: $\sim 1.8 \text{ cm}^2$)



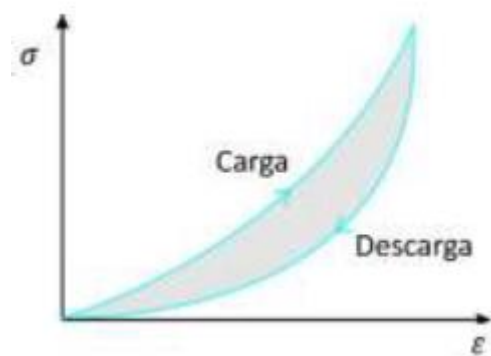
b) A figura mostra uma curva tensão/deformação típica para o tendão de Aquiles de um adulto.



Faça uma estimativa de deformação relativa (*strain*) do tendão se lhe for aplicada uma força de tração igual a 2 vezes o seu peso (**nota:** o seu peso como aluno ou aluna). (R: $\sim 0.8\%$ para alguém com massa de 75 kg)

c) Calcule a energia potencial elástica acumulada no tendão de Aquiles devido à deformação calculada na questão b). Sugestão: admita que o tendão é cilíndrico, com uma área de secção igual à que calculou na questão a) e comprimento retratado na figura dessa questão. (R: $\sim 0.29 \text{ J}$)

d) Analisando com maior resolução a curva tensão/deformação do tendão de Aquiles verifica-se que a curva em fase de carga não coincide com a de descarga (ver figura). Qual o significado desta histerese? (R: Energia dissipada por unidade de volume)



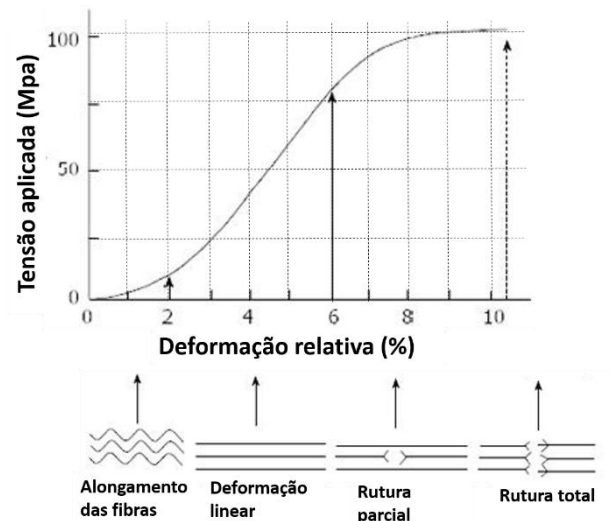
5. A figura mostra a curva tensão/deformação de um tendão. A parte inicial da deformação é resultado do alongamento das fibras, depois há uma região de deformação linear, seguindo-se as regiões de rutura parcial e total.

Considere que o tendão é um cilindro com altura de 2.80 % da sua altura (como aluno ou aluna) e diâmetro da base de 1 cm.

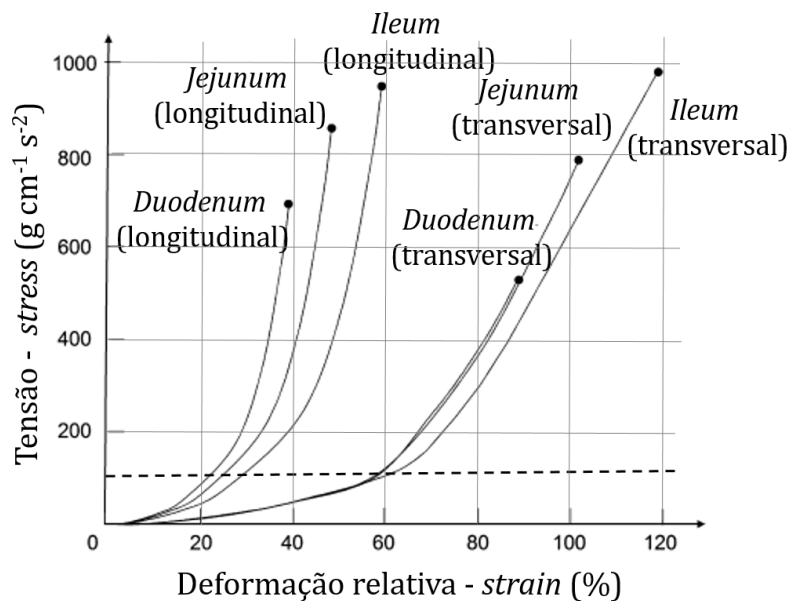
a) Faça uma estimativa do valor do módulo de Young do tendão. (R: ~ 1.6 GPa)

b) Faça uma estimativa da deformação relativa do tendão se lhe for aplicada uma força de tração com magnitude 3500 N. (R: $\sim 3\%$)

c) Estime a energia potencial acumulada no tendão na situação b). (R: $0.8 \times$ altura (em joule))



6. A figura mostra as curvas tensão/deformação médias, longitudinal (L) e transversal (T), para 3 diferentes regiões do intestino delgado (Íleo, Jejunum e Duodeno) para pessoas com idades compreendidas entre os 20 e os 29 anos. Os pequenos círculos correspondem a situações de rutura.



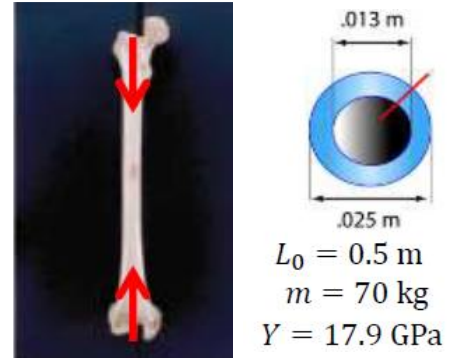
a) Faça uma **estimativa** do módulo de Young de uma das três regiões do intestino delgado, para deformações longitudinais (L) e transversais (T), até ao limite de tensões de $100 \text{ g cm}^{-1} \text{s}^{-2}$ (limite assinalado a tracejado).

b) Qual a tensão máxima que essa região do intestino suporta antes da rutura (L e T)?

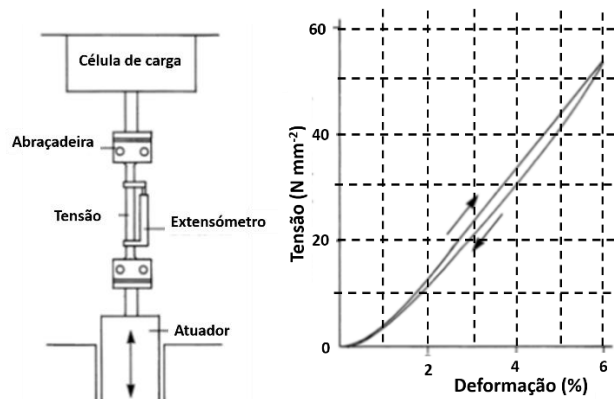
c) Estime a energia potencial elástica acumulada por unidade de volume duma região do intestino, quando essa região sofre uma deformação transversal (T) de 60%.

7. Num determinado acidente de automóvel, devido ao impacto, o fémur de um dos tripulantes sobre um impulso de 6200 N.s, durante 0.1 s, na direção longitudinal, comprimindo o fémur. Verifique se o fémur do tripulante pode partir nesta situação. Admita as dimensões do fémur indicadas.

Nota: UCS = 170 MPa



8. A figura mostra a curva tensão-deformação para o tendão flexor do dedo grande do pé humano adulto, usando o instrumento à esquerda, com um alongamento-recuo com a duração de 2 s.



a) Faça uma **estimativa do módulo de Young** deste tendão.

b) Na sua opinião, durante este teste, é atingida a tensão de rutura do tendão? Justifique.

c) Faça uma estimativa da energia acumulada, por unidade de volume, no tendão, quando a deformação atinge os 6%.

d) Na sua opinião, qual a razão desta curva apresentar histerese (a curva durante o alongamento não coincide com a curva de recuo)