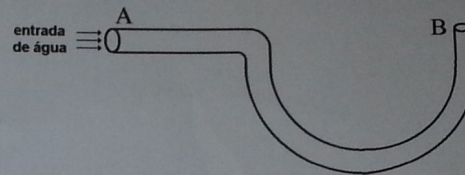


1. Um paralelepípedo de material elástico ($\mu = 7.8 \times 10^{10}$ Pa, $\lambda = 2.1 \times 10^{11}$ Pa), orientado segundo os eixos coordenados, encontra-se sujeito a uma compressão uniforme de 0.84 GPa ao longo do eixo dos zz. O paralelepípedo está bloqueado de tal modo que as dimensões transversais ao eixo zz não podem variar, nem há rotações internas. Determine o tensor das tensões e o tensor das deformações.

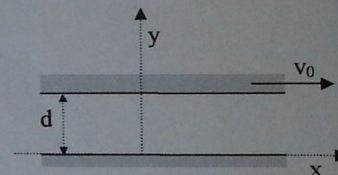
2. No lado esquerdo de um tubo de rega de secção circular, mostrado na figura abaixo, faz-se entrar água em A (de massa volúmica $\rho = 1 \text{ g/cm}^3$) a uma taxa $Q = 4 \text{ kg/s}$. O tubo encurva e estreita até chegar a B, onde sai a água, como se mostra na figura. Os raios das secções esquerda e direita do tubo são $r_A = 5 \text{ cm}$ e $r_B = 2 \text{ cm}$, respectivamente. A extremidade direita do tubo tem a mesma cota que o ponto A.



a) Qual é a velocidade da água expelida pela extremidade direita do tubo?

b) Qual é a pressão exercida pela água nas paredes do tubo no ponto A?

3. Um fluido viscoso incompressível de densidade $\rho = 0.911 \text{ g/cm}^3$ e coeficiente de viscosidade $\eta = 0.089 \text{ Pa s}$ é obrigado a fluir entre duas placas planas paralelas à distância $d = 4 \text{ cm}$ uma da outra. Em $x = 0$ e $x = 50 \text{ cm}$ as pressões são P_{atm} e $P_{\text{atm}}/2$, respectivamente. Considere que a placa superior se move relativamente à outra com velocidade $v_0 = 5 \text{ cm/s}$, que o escoamento é estacionário e que a gravidade se pode desprezar.



a) Mostre que a velocidade do fluido é $\vec{v} = \left(\frac{G}{2\eta} (yd - y^2) + \frac{v_0}{d} y \right) \hat{e}_x$ onde

G é uma constante positiva.

b) Determine a pressão em $x = 20 \text{ cm}$

c) Em que ponto de y se encontra a velocidade máxima?

4. a) Uma onda sonora que se encontra a propagar no ar provoca uma variação local da pressão atmosférica dada por: $\Delta P = 0.21 \cos(3400t - 10x)$, onde ΔP é expresso em pascais, x em metros e t em segundos. Determine a velocidade de propagação do som e o módulo de compressibilidade do ar. Escreva a equação de uma onda que, ao propagar-se sobreposta a esta, dê uma onda estacionária.

b) Para obter as constantes elásticas do ferro ($\rho = 7.8 \text{ g/cm}^3$), um dos extremos de uma vara cilíndrica de ferro sofreu uma batida num dos extremos tendo-se medido as velocidades de propagação das ondas transversais e longitudinais correspondentes. Sabendo que $v_L = 6.83 \text{ km/s}$ e $v_T = 3.14 \text{ km/s}$, determine as constantes μ e λ do material.

5. Uma esfera oca ($K = 0.25 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$), tem raios interior e exterior de $R_1 = 1 \text{ cm}$ e $R_2 = 2 \text{ cm}$, respectivamente. Em estado estacionário as superfícies interior e exterior da esfera são mantidas a temperatura constante, T_1 e T_2 , respectivamente. Considerando que, nessa situação, a temperatura da superfície interior é $T_1 = 25^\circ\text{C}$ e o fluxo de calor é 2 W , qual a temperatura da superfície exterior?

Formulário

$$\frac{\partial \vec{v}}{\partial t} + (\vec{v} \cdot \nabla) \vec{v} = g - \frac{\nabla P}{\rho} + \frac{\eta}{\rho} \nabla^2 \vec{v}$$

$$\frac{\partial v_i}{\partial t} + (v_j \cdot \nabla_j) v_i = g_i - \frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial x_i} + \frac{\eta}{\rho} \left(\sum_j \left(\frac{\partial^2 v_i}{\partial x_j^2} \right) \right)$$

$$\sigma_{ij} = 2\mu \varepsilon_{ij} + \lambda \delta_{ij} \varepsilon_{kk}$$

$$\varepsilon_{ij} = \frac{1+\alpha}{E} \sigma_{ij} - \frac{\alpha}{E} \delta_{ij} \sigma_{kk} \quad i, j = x, y, z$$

$$\frac{dQ}{dt} = -K A \nabla T$$

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{K}{\rho c} \nabla^2 T$$

$$\rho_{\text{água}} = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{\text{ar}} = 1.29 \text{ kg/m}^3$$

$$P_{\text{atm}} = 1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$P + \rho g y + \frac{1}{2} \rho v^2 = \text{const}$$