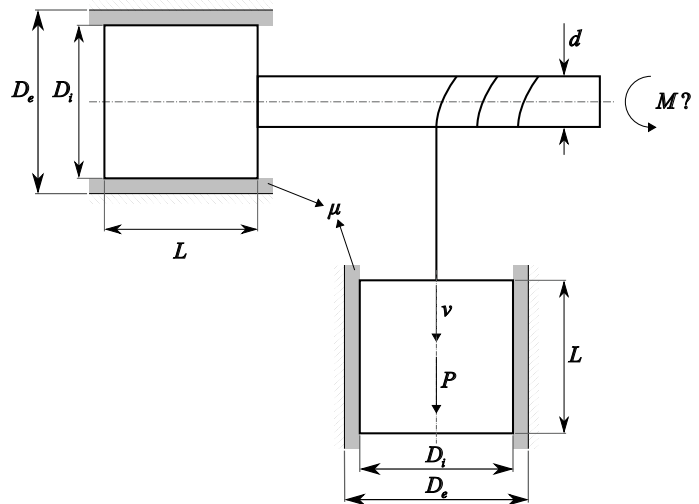


Duração: 120 minutos

1ª Questão (3,0 pontos)

No sistema da figura, o corpo cilíndrico de peso P desce com velocidade constante v , fazendo girar o eixo acoplado ao mancal cilíndrico. Considerando que os perfis de velocidade no fluido são lineares, determine:



(a) A expressão analítica do momento externo M aplicado no eixo em função de v , da viscosidade dinâmica do fluido μ , do peso P e dos comprimentos indicados na figura. (2,0 pontos)

(b) O valor numérico do momento externo M quando $v = 2$ m/s, $\mu = 10^{-3}$ N·s/m², $P = 50$ N e as dimensões $L = 500$ mm, $D_e = 502$ mm, $D_i = 500$ mm, $d = 100$ mm. Este momento é motor ou resistente? Qual a potência gasta? (1,0 ponto)

2ª Questão (3,0 pontos)

Um aspersor de jardim oscilatório gera um campo de velocidades no plano horizontal (x, y) dado por $\vec{V} = u_0 \hat{i} + v_0 \sin[\omega(t - x/u_0)] \hat{j}$, onde $u_0 = 10$ m/s, $v_0 = 2$ m/s, $\omega = 2\pi$ rad/s, t é o tempo e o aspersor está localizado na origem $(0, 0)$.

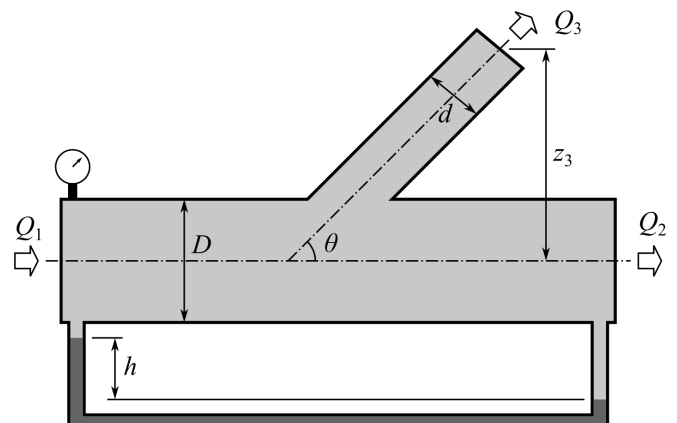
(a) Determine o campo de aceleração. (1,0 ponto)

(b) Obtenha a equação literal das linhas de corrente instantâneas (isto é, em função do tempo t) que passam pela origem e faça um esboço da linha de corrente que passa pela origem em $t = 1$ s. (1,0 ponto)

(c) Obtenha a equação literal das trajetórias das partículas que passam pela origem e esboce as trajetórias das partículas que deixam o aspersor nos instantes $t = 0$ s, $0,25$ s e $0,75$ s. (1,0 ponto)

3ª Questão (4,0 pontos)

A figura mostra um trecho de tubulação com derivação em ângulo de $\theta = 45^\circ$. O diâmetro interno da tubulação principal é $D = 40$ mm e da derivação é $d = 20$ mm. Na tubulação escoava água ($\rho = 1000$ kg/m³), que entra no trecho com uma vazão $Q_1 = 3$ L/s. Nas seções extremas da tubulação principal do trecho ilustrado está acoplado um manômetro em U, cujo fluido manométrico é mercúrio ($\rho_{Hg} = 13600$ kg/m³), que na condição considerada apresenta um desnível de $h = 15$ mm. Há também um manômetro metálico medindo a pressão na seção de entrada, cuja leitura é de 100 kPa. A distância vertical do centro da seção da derivação ilustrada até o centro da tubulação vertical é $z_3 = 0,2$ m. Sabe-se que a aceleração da gravidade no local vale $9,8$ m/s² e que o peso do conjunto tubo + manômetro + fluidos é $W = 50$ N. Desprezando efeitos viscosos e considerando propriedades e velocidades uniformes nas seções de entrada e saída, determine:



(a) As vazões Q_2 e Q_3 . (1,5 ponto)

(b) A força de vínculo necessária para manter este trecho fixo. (2,5 pontos)

Formulário geral

$$\tau = \mu \frac{du}{dn}$$

$$p + \frac{\rho V^2}{2} + \rho g z = \text{constante}$$

$$\frac{\partial}{\partial t} \int_{\forall C} \rho d\forall + \int_{SC} \rho \vec{V}_r \cdot \vec{n} dA = 0$$

$$p_1 = \gamma h + p_2$$

$$\frac{Df}{Dt} = \frac{\partial f}{\partial t} + (\vec{V} \cdot \nabla) f$$

$$\nabla = \frac{\partial}{\partial x} \vec{i} + \frac{\partial}{\partial y} \vec{j} + \frac{\partial}{\partial z} \vec{k}$$

$$\frac{dx}{u} = \frac{dy}{v}$$

$$\frac{dx}{dt} = u(x, y, t)$$

$$\frac{dy}{dt} = v(x, y, t)$$

$$\frac{\partial}{\partial t} \int_{\forall C} \vec{V} \rho d\forall + \int_{SC} \vec{V} \rho \vec{V}_r \cdot \vec{n} dA = \sum \vec{F}_{\text{ext}}$$