Mecânica dos Fluidos (SEM5749)
Prof. Oscar M. H. Rodriguez

Lista de Exercícios nº. 3

1- O campo de velocidade é dado por $u = 30(y - 24y^2)$ ft/s, $v = w = 0$. Mostre as componentes de tensão no ponto y = 0,1 in, usando $\mu = 10^{-5}$ lb-s/ft^2 e p = 30 psi. Encontre a razão τ_{xy} / σ_{xx}.

2- O campo de velocidade perto da superfície é aproximado por $u = 10(2y/\delta - y^2/\delta^2)$, em que $\delta = Cx^{4/5}$. Se $\delta = 8$ m em x = 1000 m, encontre v(x, y), supondo que w = 0 e v(x, 0) = 0. Mostre também as componentes de tensão em (1000, 0) usando $\mu = 2.10^{-5}$ N.s/m^2 e p = 100 kPa. Suponha um escoamento incompressível.

3. **Por substiuição direta mostre que a equação de conservação da massa, da quantidade de movimento para um fluido Newtoniano e da energia em termos da temperatura podem ser escrita como:**

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho\varphi) + \nabla \cdot J = S; \quad J = \rho\vec{V}\varphi - \Gamma\nabla\varphi$$

4. O perfil de velocidades na esteira de um cilindro circular é mostrado na figura do problema.

a) Mostre qualitativamente a variação da velocidade u ao longo da linha de centro.

b) Para uma localização x, plote qualitativamente v em função de y.

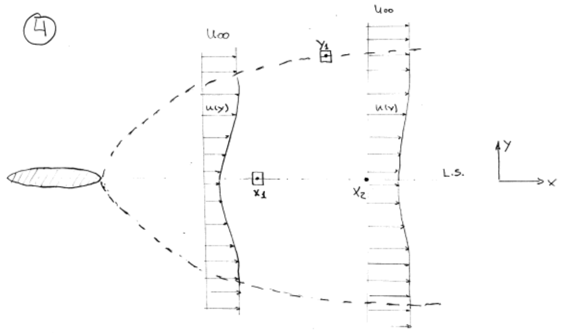
c) Através de medidas experimentais é conhecido que o gradiente longitudinal ao longo da linha de centro é: du/dx = 36 seg-1. Estime a magnitude da velocidade v em y = -0.12 pol abaixo da linha de centro.

d) Para a partícula localizada em x_1 mostre qual deve ser sua forma quando atingir x_2.

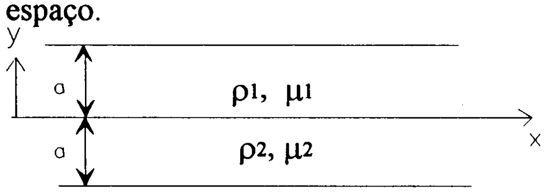
e) Para uma partícula em y_1, a tensão normal τ_{xx} é maior, menor ou igual a zero? Qual é o valor de τ_{yy} em y1?

f) Determine o sinal de d^2u/dy^2 para y=0.

g) Mostre que a vorticidade ao longo da linha de simetria é nula.



5. Dois líquidos imiscíveis de densidades $\rho 1$ e $\rho 2$ e viscosidades $\mu 1$ e $\mu 2$ estão escoando lado a lado num canal bi-dimensional sob a influência de um gradiente de pressão negativo e constante dp/dx. Os dois lados opostos do canal estão a uma distância 2a e cada líquido ocupa metade deste espaço.



Assuma que o escoamento é laminar em regime pernamente completamente desenvolvido. Despreze a força da gravidade.

a) Sem fazer referência a solução que será obtida na parte b), <u>cuidadosamente esboce</u> o perfil de velocidade no canal para os dois líquidos se:

$$\rho 1 < \rho 2 \text{ e } \mu 1 = \mu 2$$

e

$$\rho 1 < \rho 2 \text{ e } \mu 1 > \mu 2$$

Explique <u>qualitativamente</u> o sinal da tangente do perfil de velocidades na interface, du/dy.

b) Derive expressões para o cálculo do perfil de velocidades indicando as equações utilizadas e as condições de contorno.

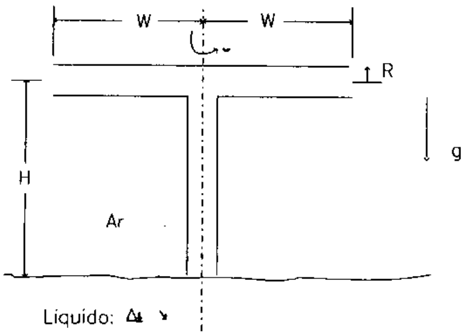
Resp.:

$$u_1(y) = \frac{a^2}{2\mu_1}\left(\frac{dp}{dx}\right)\left[\left(\frac{y}{a}\right)^2 + \left(\frac{y}{a}\right)\left(\frac{\mu_1 - \mu_2}{\mu_1 + \mu_2}\right) - \frac{2\mu_1}{(\mu_1 + \mu_2)}\right]$$

$$u_2(y) = \frac{a^2}{2\mu 2}\left(\frac{dp}{dx}\right)\left[\left(\frac{y}{a}\right)^2 + \left(\frac{y}{a}\right)\left(\frac{\mu_1 - \mu_2}{\mu_1 + \mu_2}\right) - \frac{2\mu_2}{(\mu_1 + \mu_2)}\right]$$

6. Um tubo de vidro em forma de T com raio R é colocado na interface líquido/ar de um reservatório de líquido com densidade ρ e viscosidade μ, conforme sugere a figura do problema.

O tubo, incialmente em repouso e preenchido com o mesmo líquido do reservatório, é posto a girar com rotação Ω (rad/s). A força centrífuga atuando nos braços do tubo bombeia o fluido viscoso para a coluna central e para fora

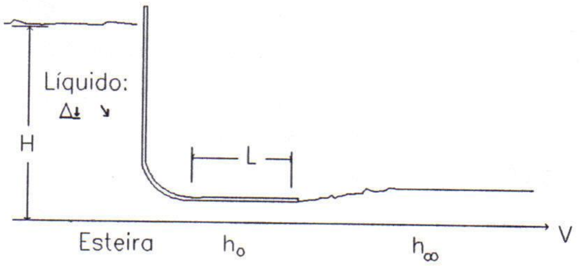


através dos braços. Assumindo um escoamento laminar de Poiseulli dentro do tubo determine a vazão Q em termos das quantidades: ρ, μ, Ω, g, H, W e R.

Resp.:

$$\mathbf{Q} = \frac{\pi \mathbf{R}^4 \rho \left[0.5 \cdot (\Omega \cdot \mathbf{W})^2 - \mathbf{g} \cdot \mathbf{H}\right]}{4\mu \cdot (\mathbf{W} + 2\mathbf{H})}$$

7. Um filme de um líquido polimérico é produzido descarregando o líquido do reservatório, através de um bocal, numa esteira que se move com velocidade V. O filme de líquido é arrastado e atinge uma espessura de equilíbrio, h_∞ na esteira. Após este estágio, ele recebe um tratamento térmico para lhe conferir resistência mecânica e ser bobinado e removido da esteira, processo não mostrado na figura do problema.

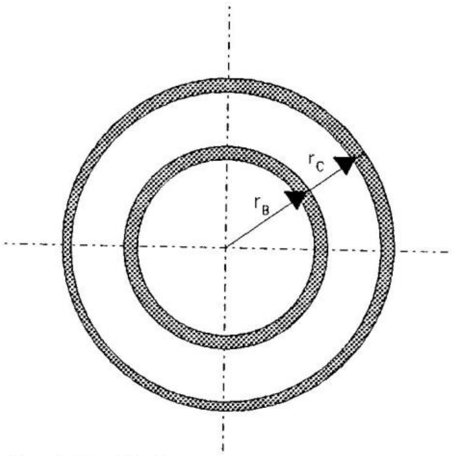


O líquido polimérico possui uma viscosidade μ e densidade ρ. O bocal tem uma altura h_o e comprimento L, ($L >> h_o$). P é a pressão atmosférica e g é a aceleração da gravidade. Dependendo do nível de líquido do reservatório a espessura final do líquido na esteira, h_∞, pode ser maior ou menor que a altura h_o. Determine H tal que $h_\infty = h_o$ em função de V, L, h_o, g, ρ e μ.

Resp.:

$$\frac{\mathbf{H}}{\mathbf{L}} = 6 \cdot \left(\frac{\mu}{\rho \mathbf{h_0 V}}\right) \cdot \left(\frac{\mathbf{V^2}}{\mathbf{h_0 g}}\right)$$

8. Um fluido newtoniano, isotérmico e incompressível escoa radialmente através de dois longos cilindros concêntricos e porosos, como mostra a figura do problema. Sendo q a vazão que passa pelo cilindro de raio R_B determine:



a) Distribuição de pressão e a distribuição de velocidades no espaço anular entre os cilindros, superfícies B e C. (Porque a solução não depende da viscosidade?)

b) A pressão em C é maior ou menor que a de B. Esta geometria atua como um difusor para o fluido. Converte energia cinética em energia de pressão. Mostre que este escoamento é reversível e que a variação da energia térmica é nula (veja Cap. 3 Formulação Integral). Lembre-se que o fenômeno é unidimensional com velocidade somente na direção radial devido a simetria.

Resp.:

$$v(r)=\left(\frac{q}{2\pi r_B}\right)\left(\frac{r_B}{r}\right)$$

$$P(r)-P_B=\frac{\rho}{2}\left(\frac{q}{2\pi r_B}\right)^2\left[1-\left(\frac{r_B}{r}\right)^2\right]$$