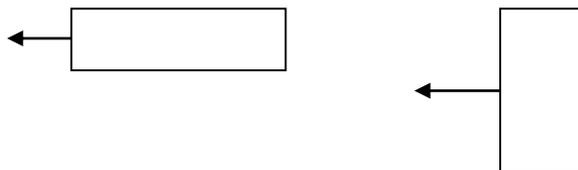




MEC 2355- Período 2018.2- Turbulência

Prof. Angela O. Nieckele - Lista de Exercícios 1 - data de entrega: 10 de setembro de 2016

1. Qual o significado físico de cada um dos termos da equações de conservação de quantidade de movimento linear
2. Qual o significado físico da divergência de velocidade? Se num ponto, o fluido estiver a ser comprimido, a divergência da velocidade é positiva, negativa ou nula?
3. Deseja-se bombear querosene a 20 C [$\rho = 810 \text{ kg/m}^3$; $\mu = 0,002 \text{ Pa s}$] em um tubo anular liso. O diâmetro interno é $D_i = 3 \text{ cm}$ e o externo é $D_e = 6 \text{ cm}$. A tubo possui $L = 30 \text{ m}$ de comprimento. Deseja-se uma vazão de $\dot{m} = 0,5 \text{ kg/s}$. Qual a potência de bombeamento necessária?
4. Considere um tubo de diâmetro igual a $D=2,5\text{cm}$ e comprimento igual a 75 m . Um fluido escoar ao longo do duto liso, sendo o número de Reynolds ($Re = \rho u_m D/\mu = 2000$). Uma rugosidade ε é introduzida na superfície da tubulação ($\varepsilon/D=0,002$), e o surgimento do regime turbulento é antecipado. Qual o aumento na perda de carga, $\Delta p/(\rho g)$, se a massa específica é $\rho = 900 \text{ kg/m}^3$ e a viscosidade é igual a $\mu=0,091 \text{ Pa s}$?
5. Deseja-se rebocar uma chata plana na água [$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$, $\mu = 1 \times 10^{-3} \text{ kg/(m s)}$], com



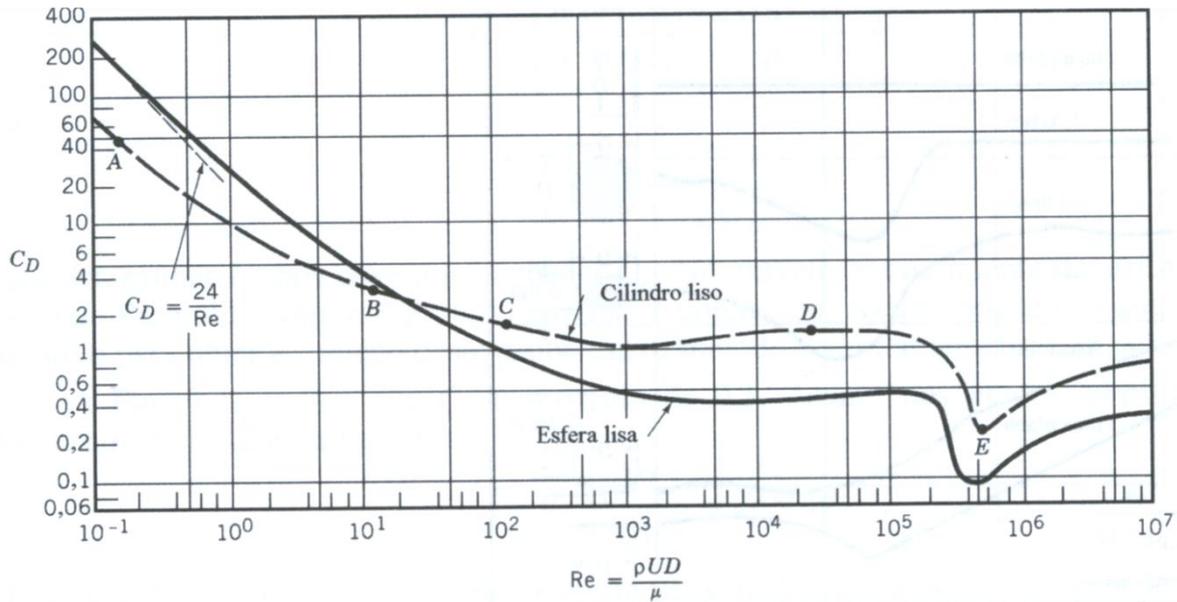
velocidade de 5 km/hr . A prancha possui dimensão igual a 2 m por 5 m , e pequena espessura. Uma camada limite se forma na superfície inferior da mesma. (i) Determine qual a melhor configuração que deve ser utilizada para rebocar a prancha, informando qual a força mínima necessária para rebocá-la. Explique porque a força que atua na placa depende da posição da mesma. Na configuração ótima de reboque, determine a espessura da camada limite no final da prancha

6. Um petroleiro possui comprimento $L = 300 \text{ m}$, largura $b = 80 \text{ m}$ e calado (profundidade) $H = 25\text{m}$. O mesmo viaja a uma velocidade de 25 km/h . A densidade da água do mar é $\rho = 1025 \text{ kg/m}^3$ e a viscosidade absoluta é $\mu = 1,08 \times 10^{-3} \text{ kg/(m s)}$. Estime: (i) o arrasto total devido ao atrito superficial que atua sobre o navio (ii) qual a região da superfície do navio precisará de



tratamento especial para evitar a formação de craca, sabendo-se que a craca só é formada se a tensão superficial for inferior a 30 Pa.

7. Explique porque o coeficiente de arraste de esferas e cilindros cai abruptamente quando o número de Reynolds atinge 2×10^5 .



8. Derive a equação da vorticidade $\frac{D\vec{\zeta}}{Dt} = \nu \nabla^2 \vec{\zeta} + \vec{\zeta} \bullet \nabla \mathbf{U}$

a partir da equação de Navier-Stokes. Dica: utilize notação indicial