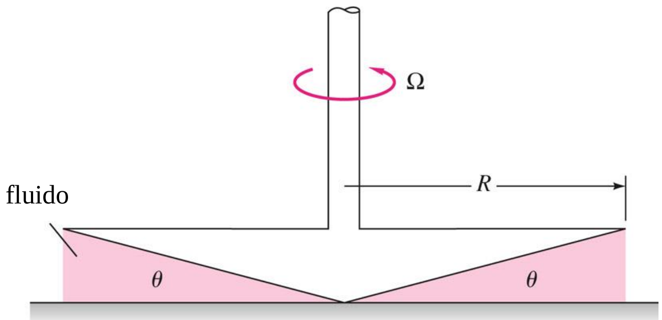
LABORATÓRIO E APLICAÇÕES DE MECÂNICA DOS FLUIDOS (PME 2332)
Primeira Prova - 2012

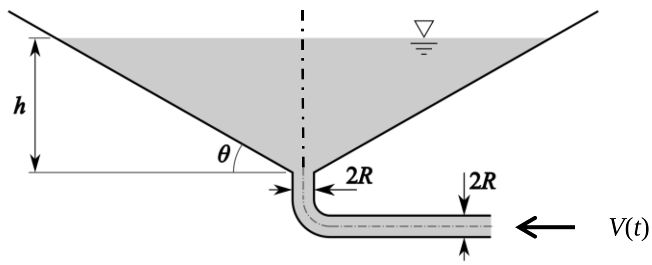
1. (4 pontos) O dispositivo da figura é chamado de viscosímetro de cone e placa. O ângulo do cone θ é pequeno, de maneira de considerar um perfil linear de velocidade no filme de fluido que preenche a folga entre o cone e a placa. O torque M para girar o cone com uma velocidade angular Ω é medido. Desprezando o torque por atrito da ponta do cone em contato com a placa, deduzir uma expressão para a viscosidade do fluido μ como uma função das variáveis anteriores e do raio do cone R.



Lei de viscosidade de Newton: $\tau = \mu \dfrac{du}{dy}$.

Dicas:
a) Determinar a tensão de cisalhamento local para uma posição radial $r \le R$ e conferir que resulta independente da posição.
b) Notar que o elemento de área no cone não é paralelo ao plano da placa.
c) O torque resulta a soma (integral) das contribuições na posição radial.

2. (4 pontos) Um fluido incompressível entra em um volume de tronco de cone de seção circular de ângulo θ através de um duto de raio R, como mostra a figura. A velocidade média de entrada varia com o tempo segundo a relação $V(t) = V_0 \exp\left(-\dfrac{t}{T}\right)$, onde V_0 e T são constantes dimensionais positivas. Considerando que o nível de líquido é horizontal, usar o volume de controle de tronco de cone de altura $h(t)$ para:
a) Deduzir uma expressão para a altura $h(t)$, com a condição inicial $h(0) = 0$.
b) Encontrar uma expressão que permita determinar a altura atingida para o estado estacionário (tempo infinito) h_∞.
c) Demonstrar que o resultado é independente, utilizando o volume de controle fixo ou o volume de controle deformável com a superfície de líquido se deslocando com velocidade $\dfrac{dh}{dt}$.



Lei de conservação da massa em forma integral:

$$0=\int_{\upsilon}\frac{\partial\rho}{\partial t}d\upsilon+\int_{A}\rho\,(\boldsymbol{V}.\breve{\boldsymbol{n}})dA \quad \text{ou} \quad 0=\frac{d}{dt}\int_{\upsilon}\rho\,d\upsilon+\int_{A}\rho\,(\boldsymbol{V}_r.\breve{\boldsymbol{n}})dA$$

Ajuda para o cálculo:

- O volume υ do tronco de cone de raio menor R, altura h e ângulo com a horizontal θ resulta $\upsilon=\pi\left[R^2\,h+\frac{R\,h^2}{tg\,\theta}+\frac{1}{3}\frac{h^3}{tg^2\theta}\right]$.
- $\int \exp\left(-\frac{t}{T}\right)dt=-T\exp\left(-\frac{t}{T}\right)+C$
- $\int\left(1+\frac{h}{R\,tg\theta}\right)^2 dh=\frac{1}{3}R\,tg\theta\left(1+\frac{h}{R\,tg\theta}\right)^3+C$

3. (2 pontos) Para o tanque mostrado na figura, se $L=4m$ e $H=16cm$, calcular analítica e numericamente a pressão p_{man} lida no medidor de pressão manométrica localizado no tanque. Desprezar a massa específica do ar, e considerar como massas específicas da agua e do mercúrio respectivamente $\rho_a=1000\,kg/m^3$ e $\rho_m=13600\,kg/m^3$ e supor $g=9{,}8\,m/s^2$.

Lei de Stevin: $p+\rho\,g\,z=cte$