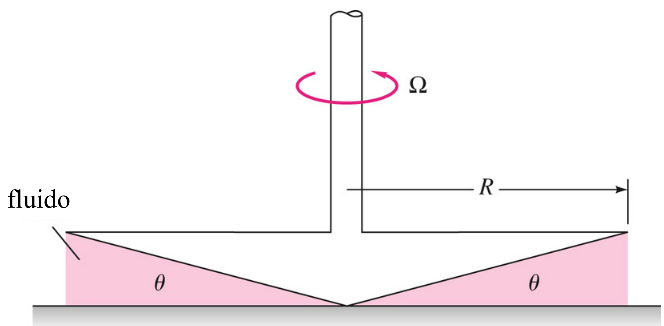
NOÇÔES DE MECÂNICA DOS FLUIDOS (PME 2333)
Primeira Prova - 2015

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.
(Adaptado de *Mecânica dos Fluidos*, F.M. White, 6ª Ed., AMG Editora, 2011)

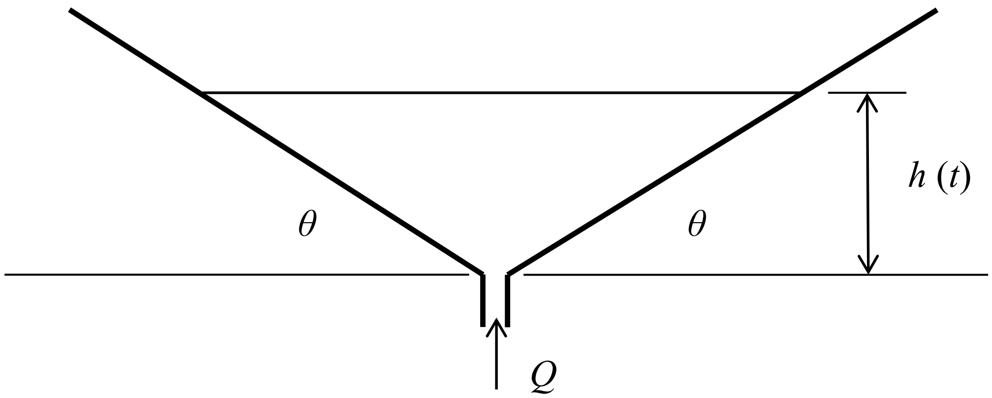


Lei de viscosidade de Newton: $\tau = \mu \dfrac{du}{dy}$.

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) O tanque em forma de V da figura com ângulo θ com a horizontal tem largura b normal ao papel e é alimentado pelo tubo de entrada com uma vazão volumétrica constante Q. O nível de líquido h permanece horizontal. Desprezando a folga na entrada de vazão, deduzir expressões analíticas para:
a) A taxa de variação dh/dt. (2 pontos)
b) O tempo necessário T para a superfície se elevar de h_1 a h_2. (2 pontos)
Lei de conservação da massa em forma integral:

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



3. (2 pontos) O hidrómetro mostrado na figura, sem mercúrio, tem uma massa m. Ele foi projetado para flutuar em água pura, de massa específica ρ_w, no ponto meio de uma haste cilíndrica de comprimento total h e diâmetro d (condição de referência). Supondo que o lastro do hidrómetro é um cilindro de comprimento total H e diâmetro D e que g é a aceleração gravitacional:

a) Calcular a massa de mercúrio M que é necessário acrescentar no lastro para levar o hidrómetro à condição de referência.

b) Qual é a massa específica do líquido ρ_{min}, se o hidrómetro é apenas submerso (comprimento exposto da haste zero)? Por que essa massa específica é mínima?

c) Qual é a massa específica do líquido ρ_{max}, se a haste do hidrómetro está completamente exposta? Por que essa massa específica é máxima?

(Adaptado de *Mecânica dos Fluidos*, M.C. Potter & D. C. Wiggert, 3ª Ed.,Thomson, 2004).