

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
Instituto de Química

Lista de Exercícios 1 de Fenômenos de Transporte 1

Curso: Engenharia Química

Prof. Dyrney Araújo dos Santos

site: www.dyrney.com

Exercício 1: A medida da viscosidade de um fluido pode ser feita através de um viscosímetro capilar que utiliza os conceitos da Equação de Hagen-Poiseuille. Assim, considere glicerina escoando a $26,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ através de um tubo horizontal com 1 ft de comprimento (L) e 0,05 in de raio interno (R). A queda de pressão (ΔP) obtida foi de 40 psi, a uma vazão volumétrica (Q) de $0,00398\text{ ft}^3/\text{min}$. A densidade (ρ) do fluido em tais condições é $1,261\text{ g/cm}^3$. A partir dos dados anteriores, determine a viscosidade da glicerina em centipoise e em Pa.s.

$$\mu = \frac{\pi \Delta P R^4}{8 Q L}$$

Exercício 2: A fórmula Stokes-Oseen para a força de arrasto F sobre uma esfera de diâmetro D em uma corrente de fluido de baixa velocidade V , massa específica ρ e viscosidade μ é

$$F = 3\pi\mu DV + \frac{9\pi}{16}\rho V^2 D^2$$

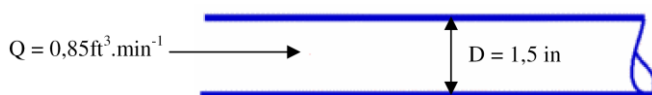
Essa fórmula é dimensionalmente homogênea?

Exercício 3: Na aerodinâmica, a força de arrasto F_D , sobre um corpo, é dada por:

$$F_D = \frac{1}{2}\rho V^2 A C_D$$

Assim, o arrasto depende da velocidade V , da massa específica ρ do fluido e da área frontal do corpo A . Determine as dimensões do coeficiente de arrasto C_D .

Exercício 4: Considere água à temperatura ambiente ($\mu = 0,01\text{ g.cm}^{-1}\text{s}^{-1}$ e $\rho = 2205\text{ lbm.m}^{-3}$) sendo transportada através de um duto de seção circular. Calcule o número de Reynolds (Re) do sistema abaixo e diga qual o regime de escoamento da água nessa tubulação.

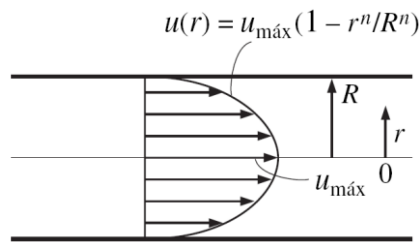


Considere:

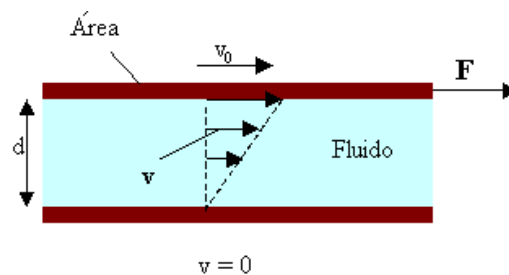
Q como a vazão volumétrica de água;

D como o diâmetro interno do tubo.

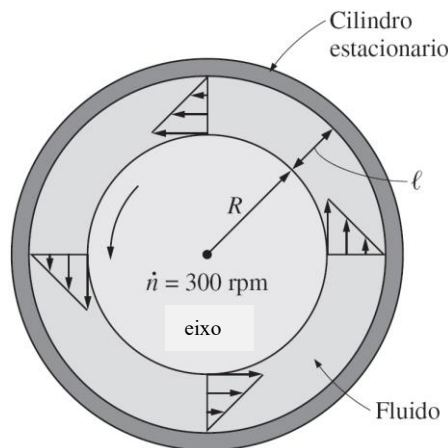
Exercício 5: Considere o escoamento de um fluido newtoniano com viscosidade μ através de um tubo circular. O perfil de velocidade no tubo é expresso por $u(r) = u_{\max}(1 - r^n/R^n)$, onde $u_{\max}$ é a velocidade máxima do escoamento, a qual ocorre no eixo central; r é a distância radial do eixo central e $u(r)$ é a velocidade do escoamento em qualquer posição r . Desenvolva uma relação para o força exercida pelo fluido sobre a parede do tubo no sentido do escoamento por unidade de comprimento do tubo.



Exercício 6: Qual o valor da força que deve ser aplicada à placa superior da figura abaixo, cuja área é de $0,035 \text{ m}^2$, para que sua velocidade seja de $0,40 \text{ ft/s}$ (constante), sendo de $0,05 \text{ in}$ a distância entre as placas e $0,09 \text{ poise}$ a viscosidade do fluido (fluido newtoniano)? Supor perfil linear de velocidades para o fluido no espaço entre as placas.



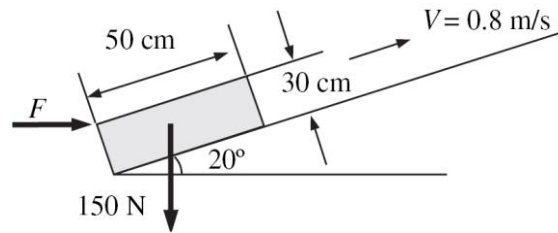
Exercício 7: A viscosidade de um fluido (newtoniano) é medida por um viscosímetro construído com dois cilindros concêntricos de 40 cm de comprimento (ver figura abaixo). O diâmetro externo do cilindro interno é de 12 cm e a folga entre os dois cilindros é de $0,15 \text{ cm}$. O cilindro interno é girado a 300 rpm e o torque medido foi de $1,8 \text{ N.m}$. Determine a viscosidade do fluido.
Obs: Considere o perfil de velocidade linear.



Exercício 8: Um bloco com dimensões de $50\text{cm} \times 30\text{cm} \times 20\text{cm}$ pesando 150 N deve ser deslocado com velocidade constante de $0,8 \text{ m/s}$ num plano inclinado com coeficiente de atrito $0,27$.

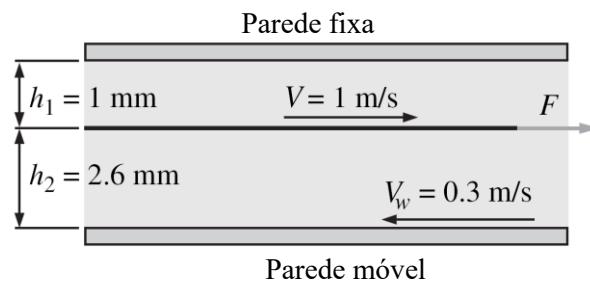
a) Determine a força F que precisa ser aplicada na direção horizontal.

b) Se uma película de óleo de 0,4 mm de espessura com viscosidade dinâmica de 0,012 Pa.s for aplicada entre o bloco e o plano inclinado, determine o percentual de redução na força requerida



Exercício 9: Uma chapa plana fina de dimensões 30cm×30cm é puxada horizontalmente com velocidade de 3 m/s sobre uma camada de óleo de 3,6 mm de espessura entre duas chapas planas, uma estacionária e a outra movendo-se com velocidade constante de 0,3 m/s, como mostrado na figura abaixo. A viscosidade dinâmica do óleo é 0,027 Pa.s (fluido newtoniano). Considere que a velocidade em cada camada de óleo varie linearmente.

- Trace o perfil da velocidade e determine o ponto em que a velocidade do óleo é nula.
- Determine a força que precisa ser aplicada sobre a chapa para manter o movimento.

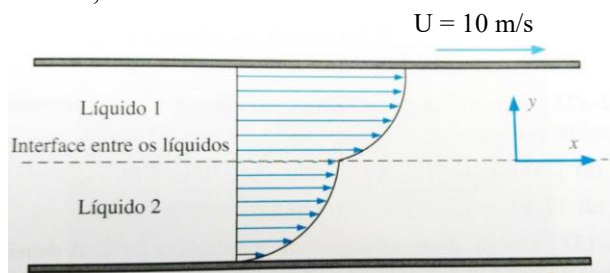


Exercício 10: Dois líquidos newtonianos imiscíveis escoam em regime permanente entre duas placas paralelas grandes sob a influência de um gradiente de pressão aplicado. A placa inferior é fixa, mas a placa superior é puxada com uma velocidade constante de $U = 10$ m/s. A espessura h de cada camada de fluido é de 0,5 m. Os perfis de velocidades em ambas as camadas são dados por:

$$V_1 = b + cy - 9y^2, \quad 0 \leq y \leq 0,5$$

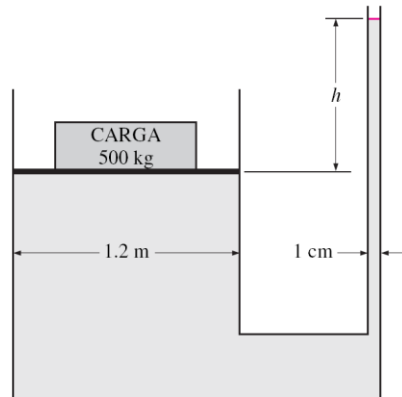
$$V_2 = 6 + ay - 3y^2, \quad -0,5 \leq y \leq 0$$

onde a , b e c são constantes.

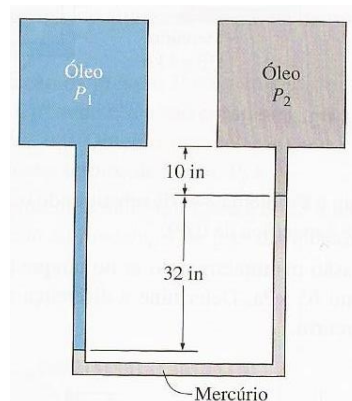


- Determine os valores das constantes a, b e c.
- Obtenha uma expressão para a relação entre as viscosidades μ_1/μ_2
- Determine a magnitude e a direção das forças exercidas pelo fluido sobre ambas as placas se $\mu_1 = 10^{-3}$ Pa.s e cada placa tem uma área superficial de 4 m^2

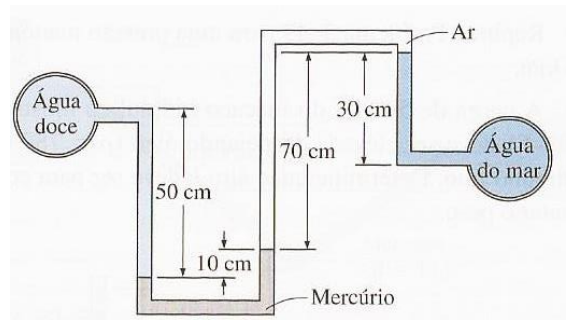
Exercício 11: A carga de 500 kg do macaco hidráulico mostrado abaixo deve ser elevada despejando óleo ($\rho = 780 \text{ kg/m}^3$) em um tubo fino. Determine quão alto h deve ser para começar a levantar o peso.



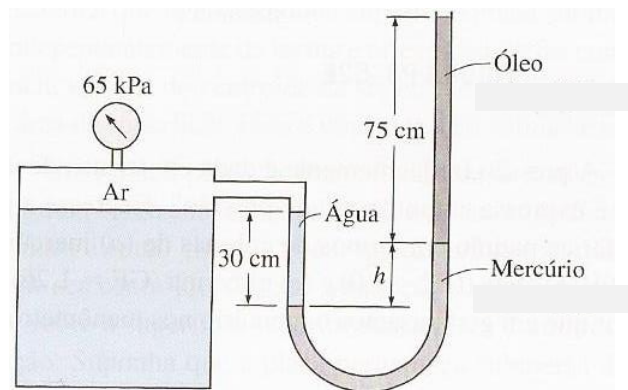
Exercício 12: Dois tanques de óleos estão conectados entre si por um manômetro. Se a diferença entre os níveis de mercúrio dos dois braços for de 32 in, determine a diferença de pressão entre os dois tanques. As densidades do óleo e do mercúrio são 45 lbf/ft^3 e 848 lbf/ft^3 , respectivamente.



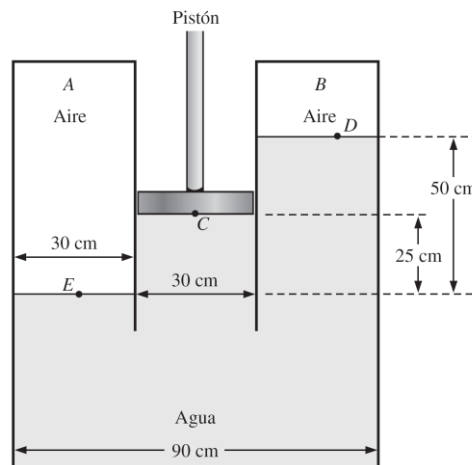
Exercício 13: Água doce e água do mar escoam em tubulações horizontais paralelas conectadas entre si por um manômetro de tubo duplo em U, como mostrado na figura abaixo. Determine a diferença de pressão entre os dois reservatórios. Considere a densidade da água doce, da água do mar, do mercúrio e do ar iguais a 1000 kg/m^3 , 1035 kg/m^3 , 13600 kg/m^3 e $1,2 \text{ kg/m}^3$, respectivamente. A coluna de ar pode ser ignorada na análise?



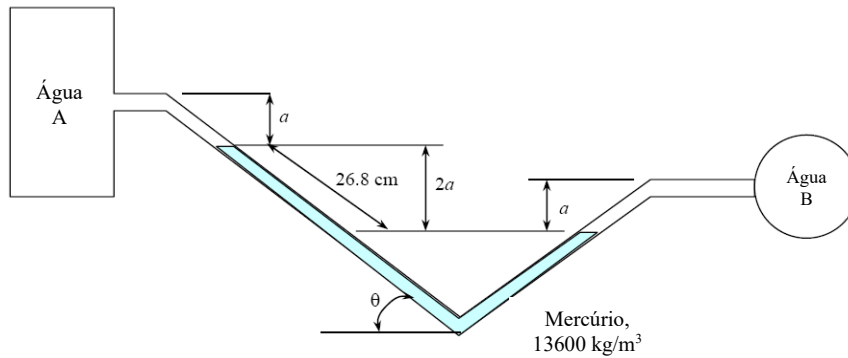
Exercício 14: A pressão manométrica do ar no tanque é medida como 65 kPa. Determine a diferença de altura h da coluna de mercúrio. Dados: $\rho_{H_2O} = 1000 \text{ kg/m}^3$, $\rho_{Hg} = 13600 \text{ kg/m}^3$ e $\rho_{\text{óleo}} = 720 \text{ kg/m}^3$.



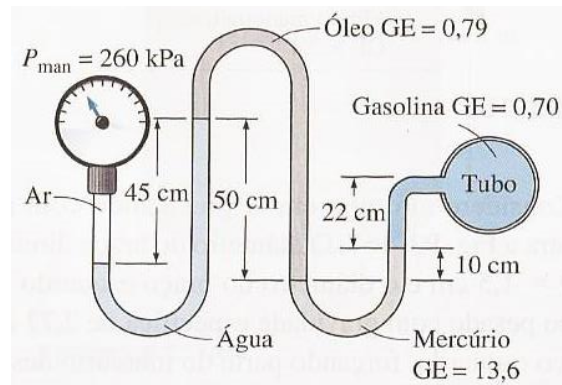
Exercício 15: Duas câmaras com o mesmo fluido ($\rho_{H_2O} = 1000 \text{ kg/m}^3$) na base estão separadas por pistão de 30 cm de diâmetro cujo peso é de 25 N, como mostrado na figura abaixo. Calcule as pressões manométricas das câmaras A e B.



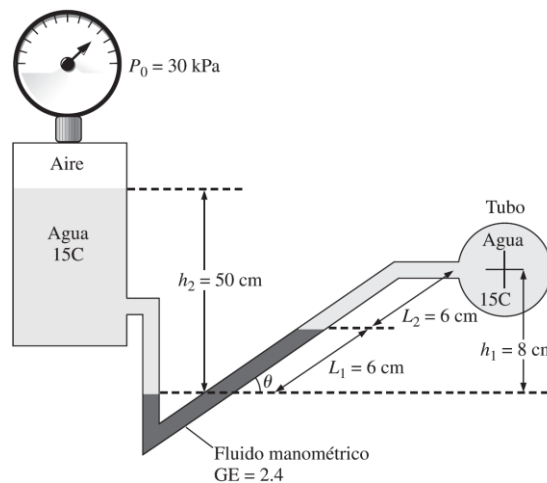
Exercício 16: Dois tanques de água estão conectados entre si por um monômetro de mercúrio com tubos inclinados, como mostrado na figura abaixo. Se a diferença de pressão entre os dois tanques for de 20 kPa, calcule " a " e " θ ".



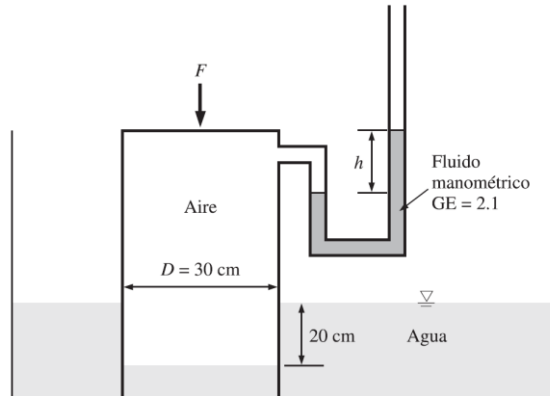
Exercício 17: Um reservatório de gasolina está conectado a um medidor de pressão através de um monômetro em U duplo. Se a leitura da pressão manométrica for de 260 kPa, determine a pressão manométrica no reservatório de gasolina. Considere GE como sendo a massa específica do fluido com relação à água.



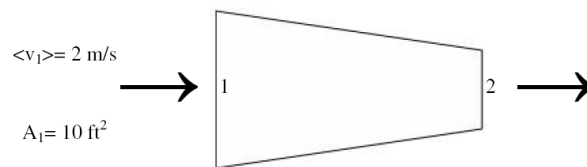
Exercício 18: A pressão da água escoando através de um duto é medida pelo dispositivo mostrado abaixo. Para os valores dados, calcule a pressão no duto.



Exercício 19: Um recipiente cilíndrico cujo peso é de 65 N é invertido e pressionado contra a água, como mostrado na figura abaixo. Determine a diferença de altura h do manômetro e a força F necessária para manter o recipiente na posição mostrada.



Exercício 20: Considere um sistema de seção circular variável e convergente, no qual um fluido de peso específico ($\rho \times g$) $216393 \text{ (lbm.ft)/(L.min}^2\text{)}$ escoa em seu interior. Determine, na saída do sistema, o diâmetro necessário para que a velocidade média nela seja 80% maior do que na entrada. Determine também a taxa mássica de fluido na saída do sistema (em 2). Considere o sistema isotérmico, fluido incompressível e regime permanente. Adote $g = 10 \text{ m/s}^2$.

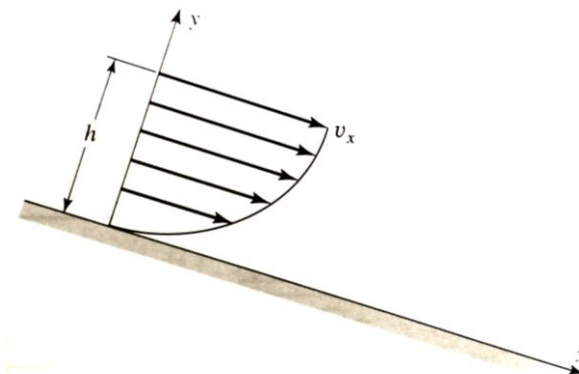


Exercício 21: Considere o campo de velocidade estacionário, incompressível e bidimensional dado pelos seguintes componentes no plano xy .

$$\begin{aligned} u &= 0,205 + 0,97x + 0,851y \\ v &= -0,509 + 0,953x - 0,97y \end{aligned}$$

Calcule o campo de aceleração (expressões para as componentes da aceleração a_x e a_y), e calcule a aceleração (módulo) no ponto $(x, y) = (2, 1,5)$

Exercício 22: Uma fina camada de líquido, escoando a partir de um plano inclinado, tem um perfil de velocidades igual a $v_x = v_0(2y/h - y^2/h^2)$, em que v_0 é a velocidade superficial. Se o plano tiver uma largura de 10 cm (direção z), $h = 2 \text{ cm}$ e a vazão volumétrica for de 2 L/min , estime v_0 .



Exercício 23: Um fluido incompressível escoa por uma placa plana, conforme mostrado na figura a seguir, com um perfil uniforme na entrada e um perfil polinomial na saída:

$$v_x = v_0 \left(\frac{3\eta - \eta^3}{2} \right) \text{ em que } \eta = \frac{y}{\delta}$$

Calcule a vazão volumétrica, Q , pela superfície superior do volume de controle. A placa tem uma largura “ b ” (direção perpendicular à página).

