

## Lista de exercícios de hidrodinâmica SLC0628 - fluidos e termodinâmica

1. Um tubo horizontal se estreita de um diâmetro de 10 cm no local  $A$  para 5,0 cm no local  $B$ . Para um fluido incompressível não-viscoso fluindo sem turbulência do local  $A$  para o local  $B$ , como as velocidades de fluxo  $v$  se comparam no dois locais? (a)  $v_A = v_B$ , (b)  $v_A = \frac{1}{2}v_B$ , (c)  $v_A = \frac{1}{4}v_B$ , (d)  $v_A = 2v_B$ , (e)  $v_A = 4v_B$ . E como as pressões  $P$  se comparam nos dois locais? (a)  $P_A = P_B$ , (b)  $P_A = \frac{1}{2}P_B$ , (c)  $P_A = \frac{1}{4}P_B$ , (d)  $P_A = 2P_B$ , (e)  $P_A = 4P_B$ , (f) Não há informações suficientes para comparar as pressões quantitativamente.

2. A pressão em uma seção de tubo horizontal com diâmetro de 2,00 cm é de 142 kPa. Um fluido ideal flui através do tubo a 2,80 L/s. Se a pressão em um certo ponto deve ser reduzida para 101 kPa pela constrição de uma seção do tubo, qual deve ser o diâmetro da seção constrita?

3. Água escoava através de um tubo cônico de 1,0 m de comprimento que une um tubo cilíndrico de raio 0,45 m, à esquerda, a um tubo cilíndrico de raio 0,25 m, à direita. Se a água flui para o tubo de 0,45 m com uma velocidade de 1,50 m/s, e se assumirmos um fluxo laminar não viscoso em estado estacionário, (a) qual é a velocidade do fluxo no tubo de 0,25 m? (b) Qual é a velocidade do fluxo na posição  $x$  na seção cônica, se  $x$  é a distância medida a partir da extremidade esquerda da seção cônica do tubo?

4. Uma fonte projetada para lançar uma coluna de água de 12 m no ar tem um bocal de 1,0 cm de diâmetro no nível do solo. A bomba de água está 3,0 m abaixo do solo. O tubo para o bocal tem um diâmetro de 2,0 cm. Encontre a pressão da bomba necessária para que a fonte funcione conforme projetado. (Assuma um fluxo laminar não-viscoso em estado estacionário.)

5. A Fig. 1 mostra um tanque cilíndrico cuja área da seção reta é  $A_1$  contendo uma torneira de área  $A_2$ . Para as perguntas que se seguem, considere que o líquido contido é ideal e que  $A_2 \ll A_1$ .

- Ache a distância  $x$ , onde o fluido atinge o solo, em função de  $h$  e  $H$ .
- Mostre que existem dois valores de  $h$ , equidistantes do ponto  $h_0 = H/2$ , que proporcionam a mesma distância  $x$ .
- Mostre que  $x$  é máxima quando  $h_0 = H/2$ . Qual o valor desta distância máxima  $x_{\max}$ ?
- Mostre que a taxa de variação da altura  $h$  é dada por

$$\frac{dh}{dt} = -\frac{A_2}{A_1} \sqrt{2gh}.$$

- Opcional: Ache  $h$  em função do tempo.
- Opcional: Ache o tempo total necessário para esvaziar o tonel. (Use alguns valores típicos do cotidiano para obter a ordem de grandeza desse tempo.)

6. Água escoava através de um tubo horizontal de 25,0 cm de comprimento e diâmetro interno de 1,20 mm a 0,300 mL/s. Encontre a diferença de pressão necessária para conduzir esse fluxo se a viscosidade da água for de 1,00 mPa·s. Suponha fluxo laminar.

7. A força de arrasto em uma esfera em movimento com um número de Reynolds muito baixo (i.e., baixas velocidades) é dada por  $F_D = 6\pi R\eta v$ , onde  $\eta$  é a viscosidade do fluido circundante e  $R$  é o raio da esfera. (Essa é a lei de Stokes.) Usando essas informações, encontre a velocidade terminal de subida para uma bolha esférica de dióxido de carbono de 1,0 mm de diâmetro subindo em uma bebida carbonatada (densidade  $\rho = 1,1$  kg/L e  $\eta = 1,8$  mPa·s). Quanto tempo deve levar para essa bolha subir 20 cm (a altura do copo)? Esse período de tempo é consistente com suas observações?

9. A Fig. 2 ilustra um tanque sendo sifonado.

(a) Como o sifonamento é iniciado? Ou seja, explique como as forças sobre o líquido o fazem subir pelo sifão para então descer? Em especial, é a força relacionada à pressão atmosférica que inicialmente empurra o líquido para dentro do tubo?

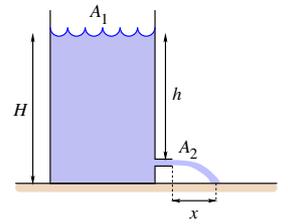


Figura 1: Tanque de água.

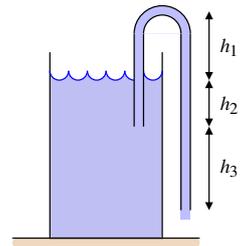


Figura 2: Sifão.

- (b) Após o sifonamento ser iniciado, explique como o líquido sobe no sifão para depois descer. Em especial, é a força relacionada à pressão atmosférica que empurra o líquido para dentro do tubo?
- (c) Por que a maior perna do sifão tem que ficar do lado de fora?
- (d) Com que velocidade o líquido deixa o sifão?
- (e) Qual o valor máximo que  $h_1$  pode assumir para que o sifão ainda funcione?

**10.** A Fig. 3 ilustra um tubo de Pitot muito utilizado para medir a pressão ou a velocidade  $v$  num fluido em movimento (como a velocidade do ar nos aviões). Note que o tubo de Pitot perturba o escoamento do fluido pela sua própria presença. Assumindo que o tubo freie por completo a velocidade do fluido no ponto  $A$  e que a velocidade no ponto  $B$  não é alterada pela presença do tubo, mostre que a velocidade do tubo em relação ao fluido é

$$v = \sqrt{2 \frac{\rho_l}{\rho_f} gh},$$

onde  $\rho_f$  é a densidade do fluido em questão e  $\rho_l$  é a densidade do fluido contido no tubo de Pitot. Quais princípios da hidrodinâmica estão sendo relevantes para o entendimento dessa questão?

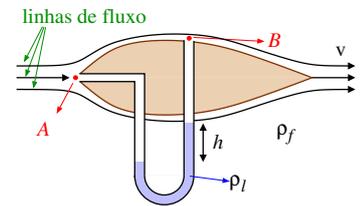


Figura 3: Tubo de Pitot.