# Lista de Exercícios 10 - Física II - 2020

**1.** (HMN2 02-02) Um reservatório de paredes verticais, colocado sobre um terreno horizontal, contém água até a altura $h$. Se abrirmos um pequeno orifício na parede lateral, a) a que distância måxima $d$ da parede o jato de água que sai pelo orifício poderá atingir o chão? b) Em que altura deve estar o orifício para que esta distância máxima seja atingida?

**2.** (HMN2 02-07) Uma ampulheta é formada, de cada lado, por um tronco de cone circular de altura $h = 10$ cm, raio da base maior $R = 10$ cm e raio da base menor $r = 0,1$ cm. Após enche-la de água até a metade, ela é invertida. a) Calcule a velocidade inicial de descida do nível da água; b) Calcule a velocidade de descida do nível depois de ele ter baixado de 5 cm; c) Que forma deveria ter a superfície lateral (de revolução) da ampulheta para que o nível da água baixasse uniformemente (relógio de água)?

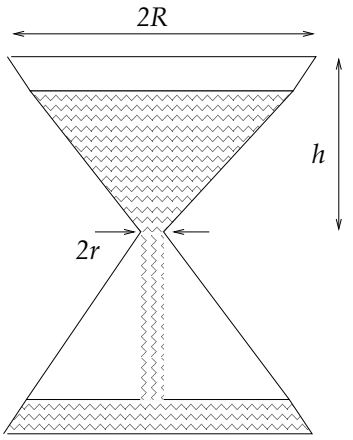



Figura 1: Problema 2.

**3.** (HMN2 02-09) Dois tubinhos de mesmo diâmentro, um retilíneo, e o outro com um cotovelo, estão imersos numa correnteza horizontal de água de velocidade $v$. A diferença entre os níveis de água nos dois tubinhos é $h = 5$ cm. Calcule $v$.

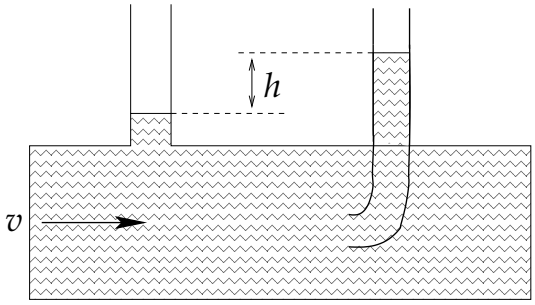



Figura 2: Problema 3.

**4.** (HMN2 02-12) Um sifão é estabelecido aspirando o líquido (de densidade $\rho$) de um reservatório através do tubo recurvado ABC, e fazendo-o jorrar em C, com velocidade de escoamento

$v$. a) Calcule $v$ em termos dos parâmetros da figura 3. b) Calcule a pressão nos pontos A (interno à extremidade do tubo que está em contacto com a superfície do líquido no reservatório) e B. c) Qual é o valor máximo de $h_0$ para o qual o sifão funciona?

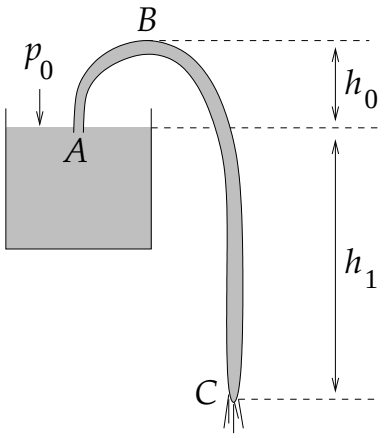



Figura 3: Problema 4.

**5. Um degrau numa superfície de água corrente.** Um pequeno lago decorativo com circulação de água tem uma superfície tranquila e uma profundidade de cerca de 1 m. Ele termina em uma barragem vertical sobre a qual água introduzida em outro ponto do lago extravasa sob forma de uma fina lâmina horizontal de água que se move com velocidade $v$ até cair formando uma pequena catarata.

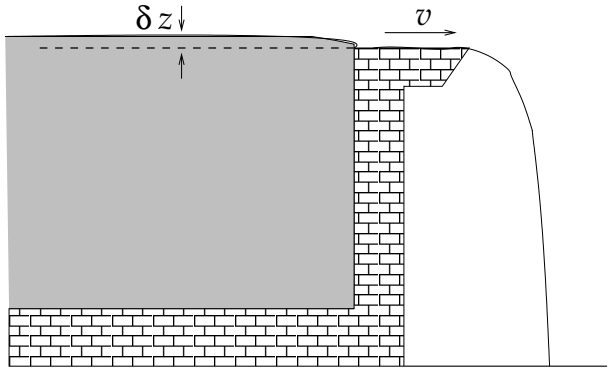



Figura 4: Problema 5.

A observação mostra[1] que o nível da água a uma distância de centímetros da barragem (onde a velocidade da água é extremamente pequena) sobe até uma altura $\delta z$ *acima* da fina camada de água que extravasa sobre a barragem (v. figura 4). Relacione $\delta z$ com a velocidade de escoamento $v$ sobre a barragem, usando a equação de Bernoulli.

**6.** Um fluido viscoso[2] com coeficiente de viscosidade $\eta$, se flui em regime lamelar no espaço entre um tubo cilíndrico externo de raio $R_2$ e outro interno, coaxial, de raio $R_1 < R_2$.

[1]Isto podia efetivamente ser observado, em 2007, no lago decorativo situado à frente do Kinoplex da Rua Joaquim Floriano, no Itaim, em São Paulo. Desde então o arranjo foi descaracterizado.

[2]Uma referência para este exercício, disponível na biblioteca do IFUSP: J. F. Douglas, *Solution of Problems in Fluid Mechanics*, Pitman Publishing, London 1993.

a) Mostre, igualando a zero a soma da força de pressão com a força de resistência viscosa que agem sobre um elemento anular de fluido, também coaxial, de raio interno $r$ e raio externo $r+dr$ e comprimento $dz$, que a velocidade de escoamento do fluido entra $R_1$ e $R_2$ deve satisfazer à equação

$$\frac{d}{dr}\left(r\frac{dv}{dr}\right) = \frac{1}{\eta}r\frac{dp}{dz}.$$

b) Tratando o gradiente de pressão $\frac{dp}{dz}$ como uma constante, obtenha a distribuição de velocidades $v(r)$ entre $R_1$ e $R_2$ integrando a equação duas vezes e usando as condições de contorno $V(R_1) = v(R_2) = 0$.