Lista de Exercícios XI

1. 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 máxima 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. Uma ampulheta é formada, de cada lado, por um tronco de cone circular de altura h, raio de base maior R e raio de base menor r. Após enche-la de água até a metade, ela é invertida. (a) Calcule a velocidade inicial de descida do nível de água (dica: suponha escoamento estacionário e fluido incompressível); (b) Calcule a velocidade de descida do nível depois de ele ter baixado de uma altura $H < h$; (c) Que forma deveria ter a superfície lateral (de revolução) da ampulheta para que o nível de água baixasse uniformemente (relógio de água)?

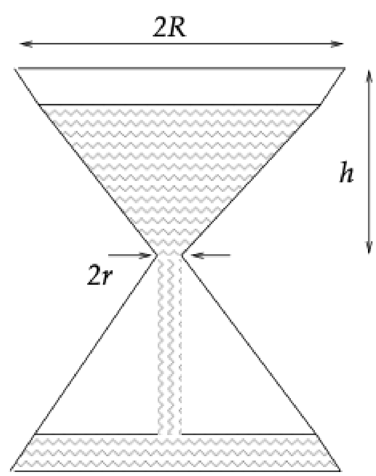

Figure 1: Questão 2.

3. Um sifão é estabelecido aspirando o líquido (de densidade ρ) 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 Fig. 2; (b) Calcule a pressão nos pontos A (interno a extremidade do tubo que está em contato com a superfície do líquido

no reservatório) e B; (c) Qual é o valor máximo do h_0 para o qual o sifão funciona?

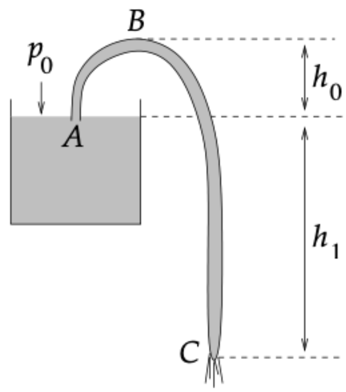

Figure 2: Questão 3.

4. **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 a forma de uma fina lâmina horizontal de água que se move com velocidade v até cair formando uma pequena catarata.

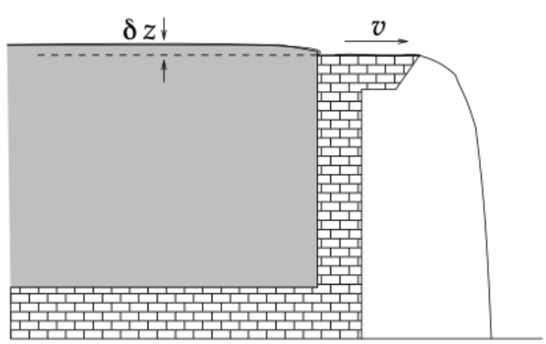

Figure 3: Questão 4.

A observação mostra que o nível de água a uma distância de centrímetros da barragem (onde a velocidade da água é extremamente pequena) sobe até uma altura δz *acima* da fina camada de água que extravasa sobre a barragem (ver Fig. 3). Relacione δz com a velocidade de escoamento v sobre a barragem, usando a equação de Bernoulli.

5. Um fluido viscoso com coeficiente de viscosidade η se flui em regime lamelar no espaço entre um tubo cilíndrico externo de raio R_2 e outro interno, coaxial, re raio $R_1 < R_2$.

   (a) Mostre, igualando a zero a soma da força de pressão com a força de resistência viscosa que age 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 entre R_1 e R_2 deve satisfazer a equação

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

   (b) Tratando o gradiente de pressão 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 $v(R_1) = v(R_2) = 0$.