



Curitiba, 29.03.2019

Avaliação P1
Mecânica dos Fluidos Ambiental I

Tobias Bleninger
Departamento de Engenharia Ambiental (DEA)
Caixa Postal 19011, 81531-990, Curitiba - PR, Brasil

Nome:

GABARITO

Pontuação (preenchido pelo Professor):

Questão	Pontos	Pontos totais	
1		15	
2		30	
3		15	
4		10	
5		20	Nota
Soma		90	

Questões

1. (15P) Considere o dispositivo de Sugden, apresentado na Figura 1a, para o cálculo da tensão superficial de um líquido através do método da Máxima Pressão de Bolha. Ar é bombeado lentamente em uma taxa constante através de um tubo capilar de diâmetro d submerso em um recipiente contendo um fluido f de massa específica $\rho_f = 4/3 \rho$. Lentamente uma bolha começa a ser formada e aumentar de tamanho na extremidade do tubo submersa no fluido f . A pressão no interior da bolha é máxima quando a bolha tem exatamente uma forma de uma semiesfera de diâmetro d , mesmo diâmetro do tubo capilar principal (Figura 1b). Considerando que um manômetro com diâmetro $4d$, contendo água (ρ), tenha sido instalado junto ao tubo capilar principal, conforme mostrado na Figura 1a, obtenha a tensão superficial do fluido f . Obs: a tensão superficial do fluido deve ser calculada para a pressão máxima. Desconsidere o ângulo de contato.

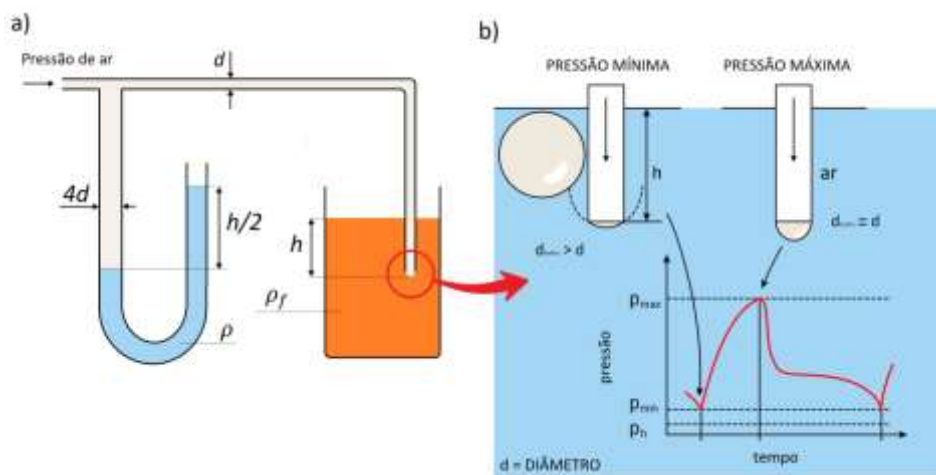


Figura 1 - (a) Esquema do sistema e (b) pressão da bolha ao longo do tempo

Solução:

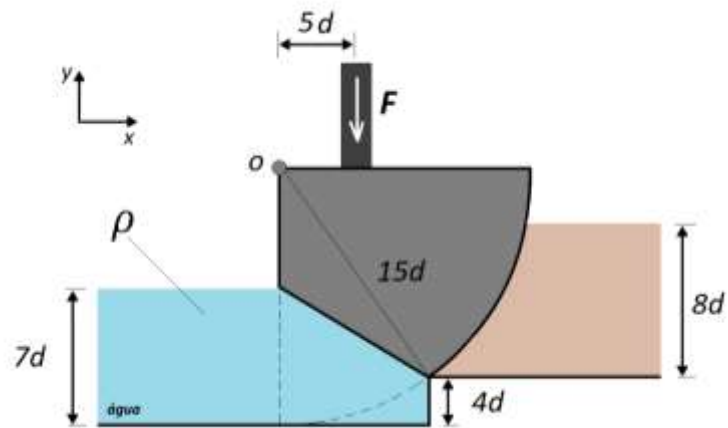
Balanco de forças em y:

$$P_{max} A_{2d} = P_{\sigma} A_d + P_h A_d$$

$$\left(\frac{\rho g h}{2}\right) \pi \frac{16 d^2}{4} = \sigma \pi d + (\rho_f g h) \pi \frac{d^2}{4}$$

$$\sigma = 2\rho g h d - \frac{\rho_f g h d}{3} = \frac{5\rho g h d}{3}$$

2. (30P) Considere o dispositivo de comporta apresentado na Figura abaixo (não em escala, comporta circular). A comporta de massa desprezível possui largura d e é responsável por dividir dois reservatórios com líquidos diferentes. Considere que o reservatório à esquerda contem água doce ($\rho_{\text{água}} = \rho$). Considerando que uma força F é aplicada a uma distância d do eixo da comporta,
- Desenhe a **distribuição de todas as forças hidrostáticas** atuantes na comporta. Adicione junto ao esquema as forças resultantes e as componentes x e y das resultantes. Obs: leve em conta de forma esquemática o ponto de atuação das forças resultantes.
 - Determine a força F necessária para manter o sistema em equilíbrio.



Solução:

Desenho 10
Calculo 20

Momento:

$$\sum M = F_{1y} \frac{2}{3} 11d + F_{1x} \left(\frac{2}{3} 3d + 8d \right) - Fd = 0$$

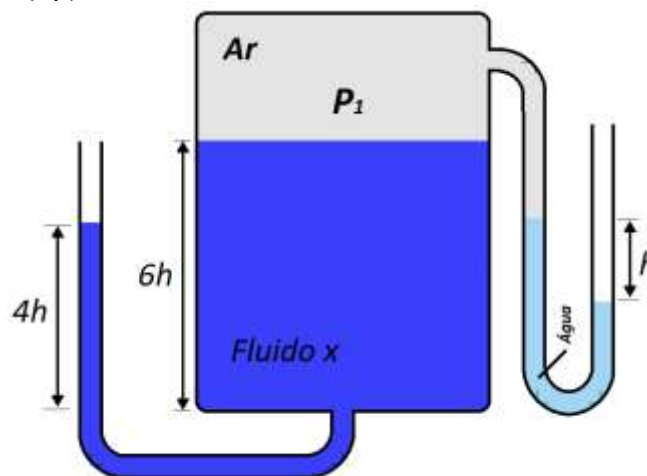
$$Fd = F_{1y} \frac{22}{3} d + F_{1x} (2d + 8d)$$

$$A_{\text{triângulo}} = (3d)(11d)(0.5) = 33d/2$$

$$Fd = \rho g \frac{33}{2} \frac{22}{3} d^3 B + \frac{\rho g}{2} 9d^3 B (2d + 8d)$$

$$F = 121\rho g d^3 + 45 \rho g d^3 = 166 \rho g d^3$$

3. (15P) Considere o dispositivo manométrico abaixo. Considerando os dados fornecidos na figura abaixo, encontre a massa específica do fluido x em função apenas da massa específica da água ($=\rho$).



Solução:

Manômetro 1 (direita): $P_1 = -\rho gh$

Manômetro 2 (esquerda): $\rho_f g 4h = \rho_f g 6h + P_1$

$$\rho_f = \rho/2$$

4. (10 P) Considere um cubo de madeira ($\rho_m = 900 \text{ kg/m}^3$, aresta $d = 10\text{cm}$) e um tanque de água ($\rho_a = 1000 \text{ kg/m}^3$),
- Calcule a profundidade até o cubo entre na água para o equilíbrio de flutuação e considerando que o cubo não girou quando foi colocado na água.
 - O cubo flutua estável ou instável (justifique a resposta com desenho e/ou cálculo e resposta curta)?

Solução:

a)

Flutuação: Força Gravidade $F_g =$ Força do empuxo F_e

$$F_g = mg = \rho_m Vg = \rho_m d^3 g$$

$$F_e = \rho_a g V_e = \rho_a g d^2 x$$

$$\rho_m d^3 g = \rho_a g d^2 x$$

$$x = \rho_m d^3 g / (\rho_a g d^2) = 900 * 0,1 / 1000 = 0,09 = 9\text{cm}$$

b)

Centro de gravidade do cubo é próximo ao centro de atuação do empuxo. Deslocamento criará momento restaurador favorável a estabilidade.

5. (20 P) Avalie as frases seguintes, escrevendo se são verdadeiras ou falsas (*resposta certa: pontuação positiva; resposta errada: pontuação negativa; sem resposta: 0, pontuação mínima nesta questão: 0*):

- a. "A massa específica da água aumenta com o aumento de temperatura."

a afirmação é verdadeira

a afirmação é falsa, somente entre 0 e 4 graus

- b. "Capilaridade é a propriedade física que os fluidos têm de subir ou descer em tubos extremamente finos. Essa ação pode fazer com que líquidos fluam mesmo contra a força da gravidade. Se um tubo que está em contato com esse líquido for fino o suficiente, a combinação de tensão superficial, causada pela coesão entre as moléculas do líquido, com a adesão do líquido à superfície desse material, pode fazê-lo subir por ele."

a afirmação é verdadeira

a afirmação é falsa

- c. "A altura piezométrica é a soma da cota do piezômetro e a coluna do fluido dentro dele."

a afirmação é verdadeira

a afirmação é falsa

d. "A força hidrostática aplicada no fundo de dois copos de diâmetros diferentes é igual desde que o nível de água seja igual em ambos os copos."

a afirmação é verdadeira

a afirmação é **falsa**, força depende da área também.

e. "Trajetórias em um escoamento uniforme podem se cruzar."

a afirmação é **verdadeira**

a afirmação é falsa

f. "Em escoamentos permanentes não há acelerações de partículas de fluidos."

a afirmação é verdadeira

a afirmação é **falsa**, pode acelerar ao longo de uma linha corrente.

g. "Corpos sólidos flutuam estáveis em líquidos quando a massa específica do corpo é menor do que do líquido e quando o centro de gravidade do corpo é acima do centroide do volume do cálculo do empuxo."

a afirmação é verdadeira

a afirmação é **falsa**, abaixo do cálculo do empuxo

h. "A força hidrostática a objetos sólidos em fluidos depende da viscosidade e aceleração de gravidade do fluido."

a afirmação é verdadeira

a afirmação é **falsa**, massa específica.

i. "Em escoamentos permanentes as linhas de corrente sempre são paralelas."

a afirmação é verdadeira

a afirmação é **falsa**, pode acelerar ao longo de uma linha corrente e assim ser curvo

j. "A descrição Lagrangeana considera a descrição de partículas de fluidos ao longo das trajetórias das mesmas."

a afirmação é **verdadeira**

a afirmação é falsa