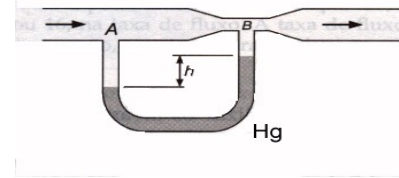


**LISTA DE EXERCÍCIOS - FLUIDOS**

1. Uma esfera metálica oca, de diâmetros interno e externo,  $d_1$  e  $d_2$ , respectivamente, flutua sobre a superfície de um líquido. A densidade do metal é  $\delta_1$ , e a densidade do fluido  $\delta_2$ . Qual o peso  $P$  que deve ser adicionado dentro da esfera de modo que ela flutue imediatamente abaixo do nível do líquido? Resposta:  $P = (\pi g / 6) [d_2^3 (\delta_2 - \delta_1) + d_1^3 \delta_1]$ .
2. No século III a.C., Arquimedes percebeu que o volume de um fluido deslocado correspondia à parte imersa do volume do corpo nesse mesmo fluido. Ele visava descobrir se a coroa do rei Herão era de ouro. Supondo que: (i) quando a coroa era colocada dentro de uma banheira com água até a borda, 0,3 litros de água transbordavam; (ii) era preciso aplicar uma força de 2,85 kgf (1 kgf = 9,8 N) para suspender a coroa mergulhada, retirando-a da água. Sabendo-se que as densidades do ouro e da prata valem, respectivamente, 18,9 g/cm<sup>3</sup> e 10,5 g/cm<sup>3</sup>, de que material era feita a coroa? Resposta: A coroa era de prata.
3. Devido a variações de temperatura, pressão e salinidade, a densidade da água do mar aumenta com a profundidade  $h$  segundo a lei  $\rho = \rho_0 + c h$ , onde  $\rho_0$  é a densidade na superfície e  $c$  é uma constante positiva. Determine a pressão  $p$  em função da profundidade  $h$ .  
Resposta:  $p = p_0 + \rho_0 g h + g c h^2 / 2$ .
4. A qual altura a partir da superfície da Terra a densidade do ar na atmosfera terrestre é reduzida à metade? A pressão na superfície é  $p_0 = 1,013 \times 10^5 \text{ N} / \text{m}^2$ , e a densidade do ar é 1,293 kg / m<sup>3</sup>.  
Resposta: 5,5 km.
5. A face vertical de uma barragem, de largura  $L$ , retém água à altura  $H$ . Lembrando que a pressão atmosférica atua em todo o meio, encontre:  
a) a força resultante sobre a barragem devido à água;  
b) o torque da força devido à pressão manométrica da água, em relação à linha da superfície da água;  
c) a posição da linha de ação da força resultante.  
Resposta: (a)  $F = \rho g L H^2 / 2$ ; (b)  $\tau = \rho g L H^3 / 3$ ; (c)  $d = 2H / 3$
6. Quando um tubo capilar, com diâmetro de 0,8 mm, é imerso no metanol, o líquido ascende até a altura de 15,0 mm. Sendo nulo o ângulo de contato, achar a tensão superficial do metanol (densidade relativa 0,79).  
Resposta:  $\gamma = 0,0232 \text{ N/m}$ .
7. Uma corrente de ar passa horizontalmente pela asa de um avião, de modo que a velocidade seja de 30 m/s na superfície de cima e 24 m/s na de baixo. Supondo que, numa situação simplificada, possamos considerar válida a equação de Bernoulli, qual é a força efetiva sobre a asa se ela pesar 3000 N e tiver uma área de 3.6 m<sup>2</sup>? A densidade do ar é 0.0013 g/cm<sup>3</sup>.  
Resposta:  $F_{\text{efetiva}} = 2.241,84 \text{ N}$

8. Use a equação de Bernoulli e a equação de continuidade para calcular a velocidade de escoamento do fluido de densidade  $\rho$  na entrada de um Medidor de Venturi, considerando, no lugar de tubos manométricos, um tubo em U (por onde o fluido pode entrar) ligando a parte mais larga de área transversal  $A$  à garganta de área transversal  $B$ . No tubo em U, mede-se a diferença de altura  $h$  referente a outro fluido de densidade  $d$  nele contido.



Resposta:  $v = B [ 2(d-\rho) g h / (\rho (A^2 - B^2)) ]^{1/2}$ .

9. Na represa de uma usina hidrelétrica a água é descarregada para a turbina a uma profundidade de  $20\text{ m}$ . A descarga é de  $200\text{ m}^3/\text{s}$ . Calcule a potência fornecida pela água.

Resposta:  $3,92 \times 10^4\text{ kW}$ .

10. A extremidade de uma haste de madeira cilíndrica é conectada a um pedaço de chumbo, de forma que ela flutue verticalmente na água. O comprimento da parte submersa é  $L = 2,50\text{ m}$ . A haste é posta para oscilar verticalmente. Despreze o efeito amortecedor da água.

(a) Mostre que a oscilação é harmônica simples.

(b) Encontre o período de oscilação. Resposta:  $3,17\text{ s}$ .

11. Água escoar estacionariamente num tubo, Sua velocidade e pressão manométrica em um certo ponto do tubo valem, respectivamente,  $1\text{ m/s}$  e  $3 \times 10^5\text{ Pa}$ . Achar a pressão manométrica num segundo ponto,  $20\text{ m}$  abaixo do primeiro, sendo a área transversal no segundo ponto dada pela metade da do primeiro. Resposta:  $4,95 \times 10^5\text{ Pa}$ .

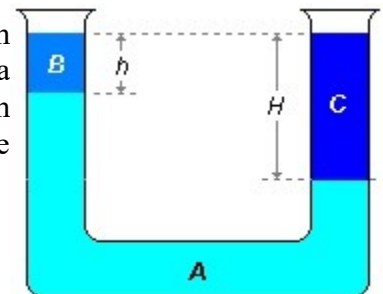
12. Considere um tanque cheio de água, em queda livre no campo gravitacional terrestre. Suponha que, num instante inicial qualquer  $t$ , um balão de ar está submerso no fundo do tanque. Durante a queda, o balão subirá à superfície da água, ou permanecerá no fundo do tanque? Justifique.

13. O sangue leva cerca de  $1,0\text{ s}$  para passar através de um capilar de  $1\text{ mm}$  de comprimento, no sistema circulatório do organismo humano. Se o diâmetro do capilar for  $7\text{ }\mu\text{m}$ , e se queda de pressão for  $2,60\text{ kPa}$ , achar a viscosidade do sangue. Resposta:  $\eta = 3,98\text{ mPa}\cdot\text{s}$ .

14. Um vasilhame contendo água está fixado na carroceria de um caminhão. Este se move em uma direção horizontal com aceleração de  $0,29\text{ g}$ . Qual é o ângulo  $\alpha$  entre a superfície da água e a horizontal? Resposta:  $\alpha = \arctg 0,29 = 16^\circ 11'$ .

15. Um reservatório contém água até  $0,5\text{ m}$  de altura e, sobre a água, uma camada de óleo de densidade  $0,6\text{ g/cm}^3$ , também com  $0,5\text{ m}$  de altura. Abre-se um pequeno orifício na base do reservatório. Qual é a velocidade de escoamento da água? Resposta:  $v = 3,9\text{ m/s}$ .

16. A figura ilustra um líquido  $A$  de massa específica  $d_A$ , no interior de um tubo em U, sob uma coluna de altura  $h$  de um líquido  $B$ , de massa específica  $d_B$ , colocado num dos ramos e sob a coluna de altura  $H$  de um líquido  $C$ , de massa específica  $\mu_C$ , colocado no outro ramo. Determine  $H$ . Resposta:  $H = h(d_A - d_B) / (d_A - d_C)$



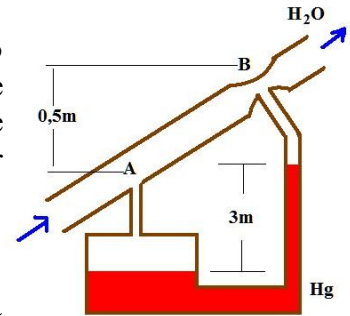
17. Sendo  $m_1$  e  $m_2$  respectivamente as massas aparentes de um mesmo corpo quando imerso em líquidos de densidades absolutas  $\rho_1$  e  $\rho_2$ , calcular sua massa no vácuo.

Resposta:  $m = (m_2\rho_1 - m_1\rho_2) / (\rho_1 - \rho_2)$

18. Calcule a altura do mercúrio (tensão superficial = 0,5 N/m; massa específica = 13600 kg/m<sup>3</sup>; ângulo = 140°) num tubo capilar de diâmetro de 0,05 mm. Resposta:  $h = 0,2235$  m.

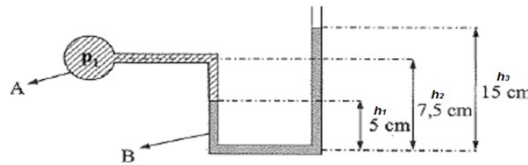
19. Um tubo capilar com 0,88 mm de diâmetro interno é mergulhado numa cuba com glicerina, e a glicerina sobe 23,3 mm no tubo, qual é a sua tensão superficial? Resposta:  $\sigma = 0,6458$  N/m.

20. Um manômetro diferencial é usado para a medição da pressão causada por uma diminuição da seção reta (chamamos de constricção) ao longo do escoamento. Determine a diferença de pressão entre os pontos A e B da figura. Qual é o ponto de maior pressão? Resposta:  $p_A - p_B = 373$  kPa.



21. No manômetro da figura, o fluido A é água e o B, mercúrio. Qual é a pressão  $p_1$  ?

Dado:  $\gamma_{Hg} = 1,36 \cdot 10^5 \text{ N/m}^3$ ,  $\gamma_{H_2O} = 1 \cdot 10^4 \text{ N/m}^3$



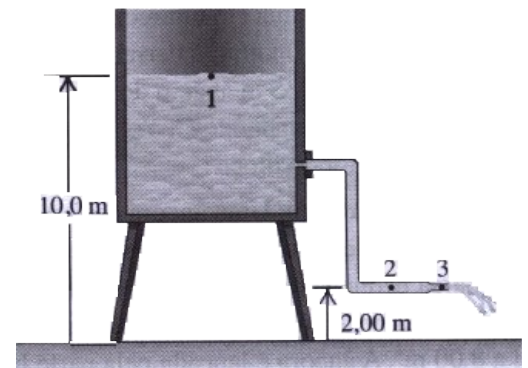
Resposta:  $p_1 = 1,143 \times 10^5$  Pa

22. A água flui continuamente de um tanque aberto, como na figura. A altura do ponto 1 é de 10,0 m e os pontos 2 e 3 estão a uma altura de 2,00 m. O raio do tubo no ponto 2 é igual a 0,10 m; no ponto 3 o raio é igual a 0,05 m. A área do tanque é muito maior do que a área da seção reta do tubo. Supondo que a equação de Bernoulli seja válida:

a) Calcule a vazão volumétrica em litros por segundo.

b) Calcule a pressão monométrica no ponto 2.

Resposta: a)  $V_z = 0,09833 \text{ m}^3/\text{s}$  b)  $p_2 = 73,48 \times 10^3 \text{ N/m}^2$



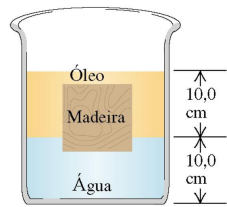
23. Uma jangada de madeira maciça tem as seguintes dimensões: largura = 2,50 m; comprimento = 2,00 m e altura = 0,200 m. A densidade da madeira é igual a 650 kg/m<sup>3</sup>. A jangada é colocada dentro de um lago de água doce e fica flutuando.

a) Qual é a fração do volume da jangada que fica submerso?

b) Quantas pessoas podem subir na jangada até que ela fique totalmente submersa, mas sem afundar? (considere que uma pessoa tem massa igual a 70 kg)

Resposta: a) 65% b) 5 pessoas

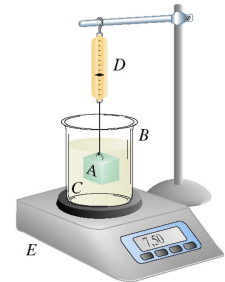
24. Um bloco cúbico de madeira com aresta de **10,0 cm** flutua sobre uma interface entre uma camada de óleo e uma camada de água, a densidade do bloco de madeira é igual a **800 kg/m<sup>3</sup>**. A densidade do óleo é igual a **600 kg/m<sup>3</sup>**.



- a) Qual é a pressão manométrica na face superior do bloco?  
 b) Qual é a pressão manométrica na face inferior do bloco?

Resposta: a)  $p_m=294 \text{ Pa}$  b)  $p_m=1470 \text{ Pa}$

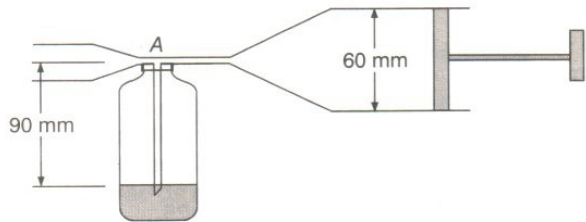
25. O bloco **A**, da figura ao lado, está suspenso por uma corda a uma balança de mola **D** e está submerso em um líquido **C** contido em um recipiente cilíndrico **B**. A massa do recipiente é igual a **0,50 kg**; a massa do líquido é **5,00 kg**. A leitura da balança **D** indica **3,00 kg** e a balança **E** indica **7,00 kg**. A aresta do bloco **A** é igual a **0,10 m**.



- a) Qual é a densidade do líquido?  
 b) Qual será a leitura de cada balança quando o bloco **A** for retirado do líquido?

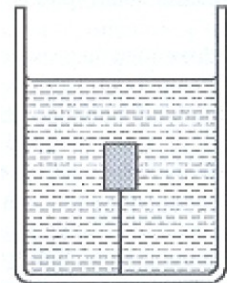
Resposta: a)  $\rho=1,5 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$  b)  $m_A=4,5 \text{ kg}$  e  $m_E=5,5 \text{ kg}$

26. O nebulizador de inseticida da figura ao lado tem uma bomba com diâmetro de **60 mm**. O nível do inseticida está a **90 mm** abaixo da entrada **A**. O tubo em **A** tem diâmetro de **3,0 mm**. Estime a velocidade mínima com que o êmbolo deve ser empurrado, para que o jato de ar na extremidade contenha, de fato, inseticida. Considere o ar um fluido ideal e o fluxo não turbulento. A densidade do inseticida é **1,2 g/cm<sup>3</sup>**.



Resposta:  $v=4,1 \text{ cm/s}$

27. Um bloco sólido de madeira é mantido submerso no álcool por um fio, conforme a figura ao lado. As dimensões do bloco são: largura = **20 cm**; altura = **40 cm** e profundidade = **20 cm**. A densidade da madeira é igual a **700 kg/m<sup>3</sup>** e a do álcool é igual a **800 kg/m<sup>3</sup>**.



- a) Calcule a tensão no fio.  
 b) Se o fio for cortado o bloco vai flutuar. Qual a fração de seu volume que estará submerso quando ele flutua no álcool?

Resposta: a)  $\tau=15,6 \text{ N}$  b) 87,5 % volume submerso

28. Um vaso cilíndrico, aberto em cima, tem **20,0 cm** de altura e **10,0 cm** de diâmetro. Um furo circular, de **1,00 cm** de diâmetro, é cortado no centro do fundo. Água flui para o vaso, de um tubo acima, a uma taxa de **140 cm<sup>3</sup>/s**. Supondo que o escoamento seja estacionário, qual é a altura máxima atingida pela água no vaso?

Resposta:  $h=16,2 \text{ cm}$

29. Em um tanque com água coloca-se um balde cilíndrico, o qual sustenta um cubo de cimento pendurado na sua base (do lado externo do balde e dentro da água). O balde flutua, deixando

**10,0 cm** de sua altura fora d'água. Quanto de sua altura ficará acima da superfície da água se o cubo for colocado dentro do balde?

Dados: raio do balde **10,0 cm**. Aresta do cubo **8,00 cm**. Densidade do cimento **3,00 g/cm<sup>3</sup>**.

Resposta:  $h=3,5$  cm

30. Um balão de ar quente flutua em equilíbrio próximo ao nível do mar. A massa do material do balão mais as cordas, cesta e passageiros somam **400 kg**. O volume do balão é de **10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>** e o volume das cordas, cesto e passageiros é desprezível. Calcule a densidade do ar quente dentro do balão. A densidade do ar no nível do mar é **1,3 kg/m<sup>3</sup>**.

Resposta:  $\rho_{\text{quente}}=0,9$  kg/m<sup>3</sup>

31. Na água do mar um colete salva-vidas com volume igual a **0,0400 m<sup>3</sup>** pode suportar o peso de uma pessoa com massa igual a **75,0 kg** (com densidade média de **980 kg/m<sup>3</sup>**) mantendo **20%** do volume da pessoa acima da água quando o salva-vidas está completamente submerso. Qual é a densidade média do material que compõe o salva-vidas?

32. Um edifício de **15** andares possui um tanque assentado a três metros acima do teto do último andar e outro tanque no subsolo do andar térreo.

a) Com todas as torneiras do edifício fechadas, qual é a pressão manométrica da coluna de água no piso do andar térreo?

b) Calcule o tempo necessário (em horas) para encher o tanque de cima de **5,0 m<sup>3</sup>** se a vazão no tubo de abastecimento é de **0,69 l/s**.

c) Qual é a potência mínima (em Watts) da bamba de água para realizar este trabalho?

d) Calcule a pressão manométrica no tubo de abastecimento, no nível do piso do térreo, durante o enchimento do tanque de cima. O diâmetro do tubo de abastecimento é de **3,0 cm**.

Resposta: a)  $p_m = 4,998 \times 10^5$  Pa; b) tempo = 2,013 h; c) Pot. = 345 w; d)  $p^m = 4,998 \times 10^3$  Pa.

33. Considere uma casa flutuante sobre as águas do Rio Amazonas. O que permite à casa flutuar é o fato de ela estar sobre **250** garrafas pet (**2 litros**) preenchidas apenas com ar. O conjunto casa mais 250 garrafas sofre um empuxo de **3000 N**. Assuma que a massa de cada garrafa seja **90 gramas**.

a) Qual o peso da casa? (Considere o peso do ar dentro das garrafas e a aceleração da gravidade como  $g=10$  m/s<sup>2</sup>)

b) Calcule o peso que pode ser acrescentado na casa, sem que ela afunde.

Resposta: a)  $w_{\text{casa}} = 2774,3$  kg; b)  $w = 2000$  kg