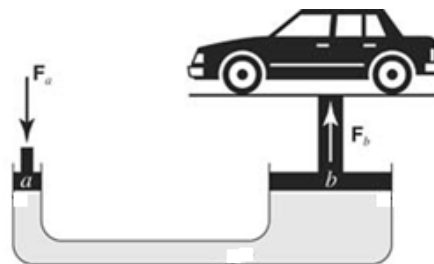


Folha 6 – Hidrodinâmica e hidrostática (fluidos ideais e viscosos)

Fluidos ideais

- Que força se deve exercer no êmbolo **a** da figura, com 20 cm^2 de área, para equilibrar o peso do automóvel com 900 kg de massa, apoiado no êmbolo **b**, que tem uma área de 2 m^2 e que está em contacto com o fluido?
- O raio da aorta de uma pessoa é de $0,9 \text{ cm}$ e o seu coração bombeia 5 litros de sangue por minuto.
 - Qual a velocidade média do sangue na aorta?
 - Determine a velocidade média nos capilares considerando que a pessoa tem 5×10^9 capilares de raio médio $r = 2 \text{ }\mu\text{m}$ em todo o corpo.
- Um vaso sanguíneo de raio r divide-se em quatro vasos, cada um com raio $r/3$. Se a velocidade média do sangue no vaso maior for v , qual a velocidade média nos vasos mais estreitos?
- Um fluido com $1,5 \text{ g/cm}^3$ de densidade desloca-se a uma velocidade de 3 m/s através de um tubo com 2 cm de raio à pressão de 900 mmHg . O tubo estreita-se na vertical até atingir um raio de 1 cm a uma altura de 20 cm .
 - Determine a velocidade do fluido neste último ponto (20 cm acima).
 - Determine a pressão nesse ponto ($1 \text{ mmHg} = 133,3 \text{ Pa}$).
- A pressão na secção de um tubo horizontal com um diâmetro de $0,5 \text{ cm}$ é de 142 kPa . Álcool etílico ($\rho = 789 \text{ kg/m}^3$) circula pelo tubo com um fluxo de $0,2 \text{ l/s}$. Considere que o álcool é um fluido ideal.
 - Qual deverá ser o diâmetro de uma secção estreitada do tubo para que a pressão nessa secção seja a pressão atmosférica ($101,3 \text{ kPa}$)? Admita que a secção estreitada está à mesma altura que a secção inicial.
 - E se a secção estreitada estiver 3 m acima da primeira?
- O sangue ($\rho = 1,05 \text{ g/cm}^3$) que flui numa artéria com 3 mm de raio, à velocidade de 10 cm/s , é forçado a passar numa região parcialmente obstruída, onde o raio da artéria é de apenas 2 mm , devido a aterosclerose.
 - Determine a velocidade do sangue na zona obstruída.
 - Considerando o sangue como um fluido ideal, determine a quebra da pressão sanguínea nessa região relativamente à pressão em condições normais.
- Um barril aberto com 1 m de altura está assente no chão na posição vertical. Foi-lhe feito um furo de 1 cm de raio a 30 cm do chão. O barril está inicialmente cheio de água.
 - Calcule o fluxo inicial da água ($\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$).
 - A que distância do barril a água atinge o chão?
 - Se o fluido for cerveja ($\rho = 1050 \text{ kg/m}^3$) e quisermos recolher o líquido num copo, este deverá ser colocado mais perto ou mais longe do barril relativamente à água?



8. A pressão com que o coração bombeia sangue oxigenado é de 120 mmHg. A densidade do sangue é 1059 kg/m^3 .
(a) Se a cabeça está 40 cm acima do coração, qual o valor da pressão na cabeça?
(b) Qual a pressão nos pés supondo que estão 140 cm abaixo do coração?
9. Durante uma transfusão de sangue ($\rho = 1,05 \text{ g/cm}^3$), insere-se uma agulha numa veia onde a pressão relativamente à pressão atmosférica é de 15 mmHg. A que altura mínima acima da veia se deve colocar a bolsa de sangue (onde a pressão tem o valor da pressão atmosférica)? Ignore os efeitos da viscosidade do sangue.
10. Uma estátua de ouro maciço ($\rho = 19,3 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$), com massa de 15 kg, é retirada com uma corda de um navio afundado.
(a) Determine a força exercida pela corda enquanto a estátua está mergulhada na água do mar ($\rho = 1,03 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$) admitindo que o movimento é uniforme.
(b) Qual a tensão exercida fora de água?
11. Um objeto flutua em água ($\rho = 10^3 \text{ kg/m}^3$), estando 80% do seu volume submerso. Ao ser colocado num outro líquido, o objeto flutua também, estando agora 73% do seu volume submerso.
(a) Determine a densidade do objeto.
(b) Determine a densidade do outro líquido.
12. Considere um submarino com um volume total de 2500 m^3 que tem um tanque interno de 1300 m^3 . A água do mar pode ser admitida ou retirada deste tanque por bombagem. O submarino encontra-se em equilíbrio completamente imerso quando 65% do tanque está cheio. A densidade da água do mar perto da superfície é de $1,03 \text{ kg/litro}$. Determine:
(a) a massa do submarino;
(b) a percentagem de volume submerso do submarino quando o tanque está vazio.

Fluidos viscosos

13. Considere um tubo horizontal cilíndrico com um diâmetro interior de 1,2 mm e um comprimento de 25 cm onde circula água ($\eta = 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$) com um fluxo de $0,30 \text{ ml/s}$. Determine:
(a) a velocidade média e a velocidade no eixo do tubo;
(b) a diferença de pressão entre os extremos do tubo para manter aquele fluxo.
14. Num tubo horizontal com 15 m de comprimento escoar água a 20°C ($\eta = 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$). Uma bomba mantém uma pressão (relativamente à pressão atmosférica) de 120 Pa numa extremidade do tubo. A outra extremidade está aberta ao ar.
(a) Determine o caudal de água se o tubo tiver um diâmetro de 2 cm.
(b) Que pressão relativa deve manter a bomba para produzir o mesmo fluxo num tubo com o mesmo comprimento, mas com 3 cm de diâmetro?
(c) Mantendo a pressão relativa determinada na alínea anterior, para o tubo de 3 cm de diâmetro, determine o fluxo de água se esta estiver a uma temperatura de 60°C ($\eta = 0,47 \times 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$).

15. Uma artéria tem um raio interno de 2×10^{-3} m. Sabendo que a velocidade média do sangue ($\eta = 4 \times 10^{-3}$ Pa · s, $\rho = 1060$ kg/m³) é 0,03 m/s, determine:
- (a) o caudal do sangue;
 - (b) a queda de pressão numa extensão de 5 cm, ao longo da horizontal;
 - (c) o valor máximo da velocidade média para a qual o fluxo se mantém laminar.
16. Num tubo com 2 cm de raio e 80 cm de comprimento circula glicerina a uma temperatura de 60°C ($\eta = 0,081$ Pa · s, $\rho = 1260$ kg/m³) com um fluxo de 2,42 l/s.
- (a) Qual a velocidade média da glicerina?
 - (b) Verifique que o fluxo é laminar.
 - (c) Qual a diferença de pressão entre as extremidades do tubo?
 - (d) Para uma temperatura de 20°C ($\eta = 1,41$ Pa · s), qual o fluxo para a mesma diferença de pressão?
 - (e) Qual a diferença de pressão necessária para o fluxo se tornar turbulento a 20°C?
17. Uma gotícula esférica de óleo, com densidade de 930 kg/m³, cai com uma velocidade terminal de $2,5 \times 10^{-2}$ m/s no ar a 20°C ($\eta = 1,8 \times 10^{-5}$ Pa · s, $\rho = 1,2$ kg/m³).
- (a) Determine o raio da gotícula.
 - (b) Verifique a validade da lei de Stokes.
18. Um inseto, tal como o representado na figura, consegue manter-se acima da superfície da água. A parte da pata em contacto com a água pode ser modelada como sendo um paralelepípedo de dimensões 1 mm × 0,2 mm × 0,2 mm. Calcule a massa máxima do mosquito que não se molha na água ($\gamma = 0,0728$ N/m).



19. Determine a que altura sobe a água a 20°C ($\gamma = 0,0728$ N/m; $\rho = 998,23$ kg/m³) num tubo de raio 1 mm feito de:
- (a) vidro (ângulo de contacto nulo);
 - (b) parafina (ângulo de contacto 107°).
20. Qual a altura do menisco de mercúrio ($\gamma = 0,48$ N/m; $\rho = 13,55$ kg/dm³) num tubo de vidro de raio 100 μm parcialmente mergulhado num vaso? O ângulo de contacto é de 140° em relação à superfície do vaso.
21. Determine a que altura sobe a água a 20°C ($\gamma = 0,0728$ N/m; $\rho = 998,23$ kg/m³) num tubo de raio 0,6 mm feito de prata, com o qual tem um ângulo de contacto de 90°. Justifique a sua resposta a partir da definição de tensão superficial.
22. Os vasos por onde os nutrientes das plantas são transportados de baixo para cima têm um raio de 10 μm. Assumindo um ângulo de contacto nulo, determine a que altura sobe a água ($\gamma = 0,073$ N/m; $\rho = 10^3$ kg/m³) através daqueles vasos apenas sob a ação da capilaridade.

Soluções

1. 8,82 N
2. (a) 32,7 cm/s; (b) 0,13 cm/s
3. $9/4 v$
4. (a) 1 200 cm/s; (b) 118,4 mm de Hg
5. (a) 4,21 mm; (b) 4,57 mm
6. (a) 0,225 m/s; (b) 21,33 Pa
7. (a) $1,16 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$; (b) 0,915 m; (c) mesma distância
8. (a) 88,9 mmHg; (b) 229,0 mmHg
9. 19,4 cm
10. (a) 139,2 N; (b) 147 N
11. (a) 800 kg/m^3 ; (b) 1096 kg/m^3
12. (a) $1,705 \times 10^6 \text{ kg}$; (b) 66,2%
13. (a) $\bar{v} = 0,265 \text{ m/s}$; $v_{max} = 0,53 \text{ m/s}$; (b) 1474 Pa
14. (a) $3,14 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$; (b) 23,7 Pa; (c) $6,68 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$
15. (a) $3,77 \times 10^{-7} \text{ m}^3/\text{s}$; (b) 12 Pa; (c) 1,89 m/s
16. (a) 1,93 m/s; (b) 600; (c) 2496 Pa; (d) 0,14 l/s; (e) $1,89 \times 10^6 \text{ Pa}$
17. (a) 14,9 μm ; (b) o fluxo é laminar ($R = 0,05$)
18. 107 mg
19. (a) 14,9 mm; (b) -4,35 mm
20. -5,5 cm
21. 0
22. 1,49 m