

Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Rafael Heleno Campos
Lista de exercícios 3 - Mecânica dos Fluidos

Dicas para resolver a lista: Use sempre o número apropriado de algarismos significativos para as respostas, uniformize as unidades de acordo com o S.I. (m , kg , s ,...), use $g = 9,80m/s^2$, $\rho_{água} = 1,00g/cm^3$ e bons estudos!

1. *Por que uma faca corta e uma agulha fura.* O fio de uma faca, ou a ponta de uma agulha, podem exercer pressões muito altas. Considere uma agulha cujo ponto de contato com uma dada superfície tenha uma área de $1,0 \times 10^{-8}m^2$ (ou seja, um diâmetro de cerca de $0,1mm$).
 - (a) Calcule a pressão que a agulha exerce quando aplica sobre a superfície uma força de $10N$.
 - (b) Calcule a pressão que a mesma força exerce numa área equivalente à de um polegar, considerando esta de cerca de $1,0cm^2$
2. *Pressão sanguínea na girafa.* A girafa é o mais alto dos animais, e um macho atinge $5,5m$ de altura. Isso gerou complexos problemas para seu sistema circulatório, que foram resolvidos no processo de evolução biológica enquanto a girafa foi aumentando a sua altura (soluções a nós inacessíveis foram antes obtidas para o caso dos dinossauros, muito mais altos!). Calcule a diferença de pressão sanguínea na aproximação hidrostática, entre os pés e a cabeça de uma girafa, considerando a densidade do sangue igual à da água.
3. Suponha um recipiente cilíndrico com diâmetro de $2,00cm$ e superfície superior aberta, o cilindro então é preenchido com mercúrio líquido ($\rho = 13,6g/cm^3$) até uma altura de $1,0m$.
 - (a) Qual é a força exercida pelo mercúrio no fundo do cilindro?
 - (b) Qual é a pressão total no fundo do cilindro?
 - (c) Suponha agora que sobre o mercúrio seja colocado um pistão móvel de massa $m = 3,0kg$, calcule novamente a pressão total no fundo do cilindro.
4. Em um macaco hidráulico, o cilindro em que se aplica a força a ser amplificada tem diâmetro interno de $2,0mm$ e o cilindro que transmite a força amplificada tem diâmetro $5,0cm$. Quantas vezes a força amplificada é maior do que a força aplicada?
5. *Balão de hélio.* Os melhores balões são preenchidos com hélio, que a 20° e à pressão atmosférica tem uma densidade de $0,18kg/m^3$, enquanto a densidade do ar nas mesmas condições é de $1,21kg/m^3$. Considere um balão de hélio cuja massa - de sua carga e do próprio balão, fora a massa do hélio - seja de $200kg$.
 - (a) Qual deve ser o volume mínimo do balão para que ele possa flutuar?
 - (b) Para se ter uma idéia da leveza do hélio, calcule a massa de hélio de um volume igual ao calculado no item anterior.
6. Uma canoa tem um volume (volume do casco mais volume interno) de $0,900m^3$ e uma massa de $80kg$.
 - (a) Se a canoa flutua sem carga em um lago, qual é o volume de água que ela desloca?
 - (b) Qual é a carga máxima que pode ser colocada na canoa?
7. *Titanic.* Num *iceberg*, o gelo da água do mar, com densidade de $0,92g/cm^3$, emerge parcialmente da água do mar, cuja densidade é de $1,03g/cm^3$. Que fração do iceberg fica fora da água?
8. Os três reservatórios da Figura 1 são idênticos e o nível de água em todos eles é exatamente o mesmo. O objeto C é mais denso que a água, e apóia-se no fundo do reservatório. Compare o peso dos reservatórios com o conteúdo, dizendo qual é o mais pesado e qual é o mais leve.
9. *Denis, o pimentinha.* Uma criança marota está em uma canoa dentro de uma piscina. Em dado momento, ela pega algumas pedras contidas na canoa e joga na água; as pedras acabam repousando no fundo da piscina. O nível de água na piscina sobe, desce ou permanece inalterado?
10. Um reservatório muito grande de água tem uma torneira próxima do seu fundo, o diâmetro interno da torneira é de $20mm$ e o nível da água está $3,0m$ acima do nível da torneira. Qual é a vazão da

- torneira quando inteiramente aberta?
11. A Figura 2 mostra um tanque cheio de água. Cinco pisos e tetos horizontais estão indicados; todos têm a mesma área e estão situados a uma distância L , $2L$, ou $3L$ abaixo do alto do tanque. Ordene-os de acordo com a força que a água exerce sobre eles, começando pela maior.
 12. Uma peça irregular de $3kg$ de um material sólido é totalmente imersa em um certo fluido. O fluido que estaria no espaço ocupado pela peça tem uma massa de $2kg$.
 - (a) Ao ser liberada, a peça sobe, desce ou permanece no mesmo lugar?
 - (b) Se a peça é totalmente imersa em um fluido menos denso e depois liberada, o que acontece?
 13. A Figura 3 mostra quatro situações nas quais um líquido vermelho e um líquido cinzento foram colocados em um tubo em forma de U. Em uma dessas situações os líquidos não podem estar em equilíbrio estático.
 - (a) Que situação é essa?
 - (b) Para as outras três situações, suponha que o equilíbrio é estático. Para cada uma delas a massa específica do líquido vermelho é maior, menor ou igual à massa específica do líquido cinzento?
 14. A água flui suavemente em um cano horizontal. A Figura 4 mostra a energia cinética K de um elemento de água que se move ao longo de um eixo x paralelo ao eixo do cano. Ordene os trechos A , B e C de acordo com o raio do cano, do maior para o menor.
 15. *Hemisférios de Magdeburgo.* Após inventar a bomba de vácuo mecânica, Otto von Guericke, burgomestre de Magdeburgo, fez, em 1654, uma demonstração da força de pressão atmosférica. Evacuou uma esfera oca de raio igual a $0,30m$, composta de dois hemisférios bem encaixados e demonstrou que dois conjuntos de oito cavalos não podiam vencer a força hidrostática e separar os hemisférios. A Figura 5 mostra uma variante da experiência de Magdeburgo. Neste diagrama diagrama simplificado qual é a massa mínima necessária para separar os hemisférios?
 16. *Arquimedes e a Coroa.* Suponha que a coroa do Rei da Siracusa tem 75% da sua massa de ouro ($\rho = 19,32g/cm^3$) e o restante de cobre ($\rho = 8,96g/cm^3$). Para uma massa total de $6,0kg$ qual é o volume que a coroa precisa ter para estar de acordo com a encomenda?
 17. *Arquimedes e a Coroa 2.* O método utilizado por Arquimedes para conferir a composição da coroa do Rei consiste em medir o peso da coroa imersa no ar (F_P) e seu peso imerso na água ($F_{P.ap}$).
 - (a) Mostre que $\frac{\Delta F_P}{F_P} = \frac{F_P - F_{P.ap}}{F_P} = \frac{\rho_c}{\rho_a}$
onde ρ_c e ρ_a são as densidades da coroa e da água, respectivamente. Suponha que a coroa é composta de 60% de ouro ($\rho = 19,32g/cm^3$) e o restante de cobre ($\rho = 8,96g/cm^3$).
 - (b) Calcule $\Delta F_P/F_P$ para o ouro.
 - (c) Calcule $\Delta F_P/F_P$ para a coroa.
 18. Um homem constrói uma jangada com pau-de-balsa, cuja densidade é $0,30g/cm^3$. Que volume mínimo de madeira deve ser utilizado na jangada para transportar uma carga de $210kg$ sem afundar?
 19. Uma janela tem área de $2,0m^2$. Estando a janela fechada, uma ventania com velocidade de $20m/s$ passa paralela à janela. Calcule a força para fora exercida sobre a janela. (Use $\rho_{ar} = 1,21kg/m^3$).
 20. Com uma profundidade de $10,9km$ a fossa das Marianas, no oceano Pacífico, é o lugar mais profundo dos oceanos. Em 1960, Donald Walsh e Jacques Piccard chegaram à fossa das Marianas no batiscafo Trieste. Supondo que a água do mar tem um massa específica uniforme de $1024kg/m^3$, calcule a pressão hidrostática (em atmosferas) que o Trieste teve que suportar.
 21. Que pressão uma máquina deve produzir para sugar lama com massa específica de $1500kg/m^3$ através de um tubo e fazê-la subir $1,5m$?
 22. Uma âncora de ferro de massa específica $7870kg/m^3$ parece ser $200N$ mais leve na água que no ar.
 - (a) Qual é o volume da âncora?
 - (b) Quanto ela pesa no ar?
 23. Uma mangueira de jardim com diâmetro interno de $1,9cm$ está ligada a um borrifador (estacionário)

- que consiste apenas em um recipiente com 24 furos de $0,13\text{cm}$ de diâmetro. Se a água circula na mangueira com uma velocidade de $0,91\text{m/s}$, com que velocidade deixa os furos do borrifador?
24. Dois riachos se unem para formar um rio. Um dos riachos tem uma largura de $8,2\text{m}$, profundidade de $3,4\text{m}$ e a velocidade da água é $2,3\text{m/s}$. O outro riacho tem $6,8\text{m}$ de largura, $3,2\text{m}$ de profundidade e a velocidade da água é $2,6\text{m/s}$. Se o rio tem uma largura de $10,5\text{m}$ e a velocidade da água é $2,9\text{m/s}$, qual é a profundidade do rio?
 25. Para sugar limonada, com uma massa específica de 1000kg/m^3 , usando um canudo para fazer o líquido subir $4,0\text{cm}$, que pressão manométrica mínima (em atmosferas) deve ser produzida pelos pulmões?
 26. Um êmbolo com uma seção reta a (Figura 6) é usado em uma prensa hidráulica para exercer uma pequena força de módulo f sobre um líquido que está em contato, através de um tubo de ligação com um êmbolo maior de seção reta A .
 - (a) Qual é o módulo F da força que deve ser aplicada ao êmbolo maior para que o sistema fique em equilíbrio?
 - (b) Se os diâmetros dos êmbolos são $3,80\text{cm}$ e $53,0\text{cm}$, qual é o módulo da força que deve ser aplicada ao êmbolo menor para equilibrar uma força de $20,0\text{kN}$ aplicada ao êmbolo maior?
 27. A água se move com uma velocidade de $5,0\text{m/s}$ em um cano com seção reta de $4,0\text{cm}^2$. A água desce gradualmente 10m enquanto a seção reta aumenta para $8,0\text{cm}^2$.
 - (a) Qual é a velocidade da água depois da descida?
 - (b) Se a pressão antes da descida é $1,5 \times 10^5\text{Pa}$, qual é a pressão depois da descida?
 28. A entrada da tubulação da Figura 8 tem uma seção reta de $0,74\text{m}^2$ e a velocidade da água é $0,40\text{m/s}^2$. Na saída, a uma distância $D = 180\text{m}$ abaixo da entrada, a seção reta é menor que a da entrada e a velocidade da água é $9,5\text{m/s}$. Qual a diferença de pressão entre a entrada e a saída?

Exercícios difíceis

29. Um grande aquário de $5,00\text{m}$ de altura está cheio de água doce até uma altura de $2,00\text{m}$. Uma das paredes do aquário é feita de plástico e tem $8,00\text{m}$ de largura. De quanto aumenta a força exercida sobre esta parede se a altura da água é aumentada para $4,00\text{m}$?
30. Na ilustração a água atinge uma altura $D = 35,0\text{m}$ atrás da face vertical de uma represa com $W = 314\text{m}$ de largura. Determine a força horizontal a que está submetida a represa por causa da pressão da água.
31. Um tambor cilíndrico cuja base tem área A está cheio de água até a altura h . Um orifício de área a , é aberto em seu fundo, por onde a água começa a escoar. Calcule o tempo gasto para esvaziar o tambor.
32. A ilustração mostra um jorro d'água saindo por um furo a uma distância $h = 10\text{cm}$ da superfície de tanque que contém $H = 40\text{cm}$ de água.
 - (a) A que distância x a água atinge o solo?
 - (b) A que profundidade deve ser feito um segundo furo para que o valor de x seja o mesmo?
 - (c) A que profundidade deve ser feito um furo para maximizar o valor de x ?
33. Um cano leva água de um açude para uma lavoura irrigada. O cano tem diâmetro interno de 50mm e comprimento de $2,0\text{km}$. A vazão do cano é de 80L/s e a viscosidade da água é $\nu = 1,0 \times 10^{-3}$. Ignorando o desnível entre o açude e a lavoura, calcule a diferença de pressão entre as duas extremidades.
34. Um objeto de $5,00\text{kg}$ é liberado a partir do repouso quando está totalmente imerso em um líquido. O líquido deslocado pelo objeto tem uma massa de $3,00\text{kg}$. Que distância e em que sentido o objeto se move em $0,200\text{s}$, supondo que se desloca livremente e que a força de arrasto exercida pelo líquido é desprezível.
35. Na Figura 7, uma mola de constante elástica $3,00 \times 10^4\text{N/m}$ liga uma viga rígida ao êmbolo de saída de um macaco hidráulico. Um recipiente vazio de massa desprezível está sobre o êmbolo de entrada. O êmbolo de entrada tem uma área A_e e o de saída $18A_e$. Inicialmente a mola está

relaxada. Qual a massa de areia que deve ser despejada lentamente o recipiente para que a mola sofra uma compressão de $5,00\text{cm}$?

36. Venturini

Figuras

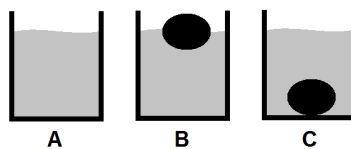


Figura 1 - Três reservatórios idênticos.

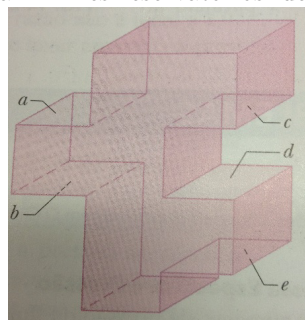


Figura 2

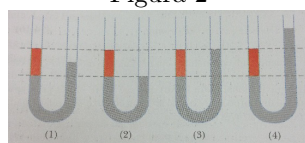


Figura 3

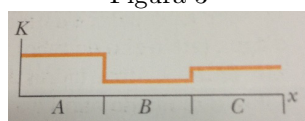


Figura 4

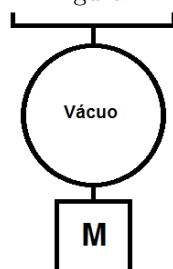


Figura 5 - Hemisférios de Magdeburgo.

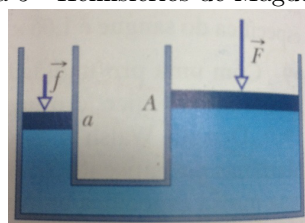


Figura 6

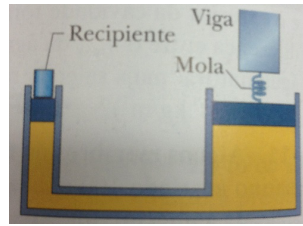


Figura 7

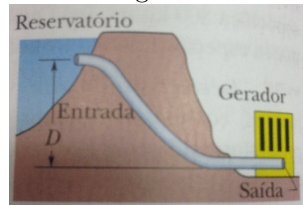


Figura 8

Respostas

1. (a) $P = 1,0 \times 10^7 Pa$
(b) $P = 1,0 \times 10^3 Pa$
2. $\Delta P = 5,4 \times 10^4 Pa$
3. (a) $F = 42 N$
(b) $P = 2,3 \times 10^5 Pa$
(c) $P = 2,5 \times 10^5 Pa$
4. 625 vezes.
5. (a) $V_B = 165 m^3$
(b) $m_{He} = 30 kg$
6. (a) $V = 0,080 m^3$
(b) $m_{MAX} = 900 kg$
7. 0,090 ou 9/100 ou 9,0%
8. Os reservatórios A e B tem o mesmo peso, e são mais leves que o C.
9. Desce.
10. $\Phi = 5,9 L/s$
11. $e > d = b > c = a$
12. (a) Desce
(b) Desce
13. (a) 2
(b) 1 - menor, 3 - igual, 4 - maior
14. B, C, A
15. $1,2 \times 10^4 kg$
16. 0,40 L
17. (a)
(b) 5,2%
(c) 6,6%
18. $V = 0,30 m^3$
19. $F = 480 N$
20. $P = 1080 atm$
21. $P = 22 kPa$
22. (a) $V = 0,0204 m^3$
(b) $F = 1570 N$
23. $v = 8,1 m/s$
24. 4,0 m
25. $3,9 \times 10^{-3} atm$
26. (a) $F = Af/a$
(b) $f = 103 N$
27. (a) $v_2 = 2,5 m/s$
(b) $P_2 = 2,6 \times 10^5 Pa$
28. $\Delta P = 1,6 \times 10^6 Pa$

Referências

CHAVES, ALAOR - Física Básica: Gravitação, Fluidos, Ondas, Termodinâmica
HALLIDAY; RESNICK; WALKER, JEARL - Fundamentos de Física - Volume 2: Gravitação, Ondas e Termodinâmica