

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. ( $m$ ,  $kg$ ,  $s$ ,  $K$ ,...), use  $g = 9,80m/s^2$  e bons estudos!

### Parte 1 - Hidrostática

1. Cite as características básicas dos estados sólido, líquido e gasoso.
2. Qual a principal característica de um fluido? O quê o difere dos sólidos?
3. Diferencie pressão de pressão hidrostática.
4. O que caracteriza um fluido em equilíbrio?
5. O que gera as forças de empuxo?
6. O que é o peso aparente de um objeto imerso em um fluido?
7. 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.
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. 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?
11. Um pingüim flutua, primeiro em um fluido de massa específica  $\rho_0$ , depois em um fluido de massa específica  $0,95\rho_0$  e, finalmente, em um fluido de massa específica  $1,1\rho_0$ .
  - (a) Ordene as massas específicas de acordo com o volume de fluido deslocado pelo pingüim, da maior para a menor.
  - (b) Ordene as massas específicas de acordo com o módulo da força de empuxo exercida sobre o pingüim, da maior para a menor.
12. *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  $1,0cm^2$ .
13. *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?
14. Partindo da definição de pressão e sabendo que no nível do mar a pressão atmosférica é  $1,00atm =$

- $1,013 \times 10^5 Pa$ , calcule:
- A massa de ar (de toda a coluna!) que está sobre um chapéu mexicano cuja área é  $1,00m^2$ .
  - Estime a massa total da atmosfera da terra, sabendo que  $R_T = 6370km$ , e desconsiderando as imperfeições de relevo do planeta.
- 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.
  - 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 uma massa específica uniforme de  $1024kg/m^3$ , calcule a pressão hidrostática (em atmosferas) que o Trieste teve que suportar.
  - Que pressão uma máquina deve produzir para sugar lama com massa específica de  $1500kg/m^3$  através de um tubo e fazê-la subir  $1,5m$ ?
  - 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  $1,0m$ .
    - Qual é a força exercida pelo mercúrio no fundo do cilindro?
    - Qual é a pressão total no fundo do cilindro?
    - 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.
  - 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?
  - 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  $A$ .
    - Qual é o módulo  $F$  da força que deve ser aplicada ao êmbolo maior para que o sistema fique em equilíbrio?
    - Se os diâmetros dos êmbolos são  $3,80cm$  e  $53,0cm$ , qual é o módulo da força que deve ser aplicada ao êmbolo menor para equilibrar uma força de  $20,0kN$  aplicada ao êmbolo maior?
  - 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?
  - Balão de hélio.* Os melhores balões são preenchidos com hélio, que a  $20^\circ C$  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  $200kg$ .
    - Qual deve ser o volume mínimo do balão para que ele possa flutuar?
    - Para se ter uma idéia da leveza do hélio, calcule a massa de hélio de um volume igual ao calculado no item anterior.
  - Uma peça irregular de  $3,00kg$  de um material sólido é totalmente imersa em um certo fluido. O fluido que estaria no espaço ocupado pela peça tem uma massa de  $2,00kg$ .
    - Ao ser liberada, a peça sobe, desce ou permanece no mesmo lugar?
    - Se a peça é totalmente imersa em um fluido mais denso que ela e depois liberada, o que acontece?
  - Uma canoa tem um volume (volume do casco mais volume interno) de  $0,900m^3$  e uma massa de  $80kg$ .
    - 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?
25. Uma âncora de ferro de massa específica  $7870\text{kg}/\text{m}^3$  parece ser  $200\text{N}$  mais leve na água que no ar.
- (a) Qual é o volume da âncora?
- (b) Quanto ela pesa no ar?
26. *Titanic*. Num *iceberg*, o gelo da água do mar, com densidade de  $0,92\text{g}/\text{cm}^3$ , emerge parcialmente da água do mar, cuja densidade é de  $1,03\text{g}/\text{cm}^3$ . Que fração do iceberg fica fora da água?
27. *Arquimedes e a Coroa*. Suponha que a coroa do Rei da Siracusa tem 75% da sua massa de ouro ( $\rho = 19,32\text{g}/\text{cm}^3$ ) e o restante de cobre ( $\rho = 8,96\text{g}/\text{cm}^3$ ). Para uma massa total de  $6,0\text{kg}$  qual é o volume que a coroa precisa ter para estar de acordo com a encomenda?
28. *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  $\frac{\Delta F_P}{F_P} = \frac{F_P - F_{P.ap}}{F_P} = \frac{\rho_a}{\rho_c}$   
onde  $\rho_c$  e  $\rho_a$  são as densidades da coroa e da água, respectivamente. Suponha que a coroa é composta de 60% de ouro ( $\rho = 19,32\text{g}/\text{cm}^3$ ) e o restante de cobre ( $\rho = 8,96\text{g}/\text{cm}^3$ ).
- (b) Calcule  $\Delta F_P/F_P$  para o ouro.
- (c) Calcule  $\Delta F_P/F_P$  para a coroa.
29. 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.

## Parte 2 - Hidrodinâmica

30. 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.
31. Um reservatório muito grande de água tem uma torneira próxima do seu fundo, o diâmetro interno da torneira é de  $20\text{mm}$  e o nível da água está  $3,0\text{m}$  acima do nível da torneira. Qual é a vazão da torneira quando inteiramente aberta?
32. 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  $2,3\text{m}/\text{s}$ . O outro riacho tem  $6,8\text{m}$  de largura,  $3,2\text{m}$  de profundidade e a velocidade da água é  $2,6\text{m}/\text{s}$ . Se o rio tem uma largura de  $10,5\text{m}$  e a velocidade da água é  $2,9\text{m}/\text{s}$ , qual é a profundidade do rio?
33. Uma mangueira de jardim com diâmetro interno de  $1,9\text{cm}$  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  $0,91\text{m}/\text{s}$ , com que velocidade deixa os furos do borrifador?
34. Uma janela tem área de  $2,0\text{m}^2$ . Estando a janela fechada, uma ventania com velocidade de  $20\text{m}/\text{s}$  passa paralela à janela. Calcule a força para fora exercida sobre a janela. (Use  $\rho_{ar} = 1,21\text{kg}/\text{m}^3$ ).
35. A água se move com uma velocidade de  $5,0\text{m}/\text{s}$  em um cano com seção reta de  $4,0\text{cm}^2$ . A água desce gradualmente  $10\text{m}$  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?
36. A entrada da tubulação da *Figura 8* tem uma seção reta de  $0,74\text{m}^2$  e a velocidade da água é  $0,40\text{m}/\text{s}^2$ . 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  $9,5\text{m}/\text{s}$ . Qual a diferença de pressão entre a entrada e a saída?

## Parte 3 - Efeitos Adicionais

37. Um cano leva água de um açude para uma lavoura irrigada. O cano tem diâmetro interno de  $50\text{mm}$  e comprimento de  $2,0\text{km}$ . A vazão do cano é de  $80\text{L}/\text{s}$  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.

#### Parte 4 - Exercícios difíceis

38. Um grande aquário de  $5,00m$  de altura está cheio de água doce até uma altura de  $2,00m$ . Uma das paredes do aquário é feita de plástico e tem  $8,00m$  de largura. De quanto aumenta a força exercida sobre esta parede se a altura da água é aumentada para  $4,00m$ ?
39. 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.
40. A *Figura 9* mostra um jorro d'água saindo por um furo a uma distância  $h = 10cm$  da superfície de tanque que contém  $H = 40cm$  de água.
- A que distância  $x$  a água atinge o solo?
  - A que profundidade deve ser feito um segundo furo para que o valor de  $x$  seja o mesmo?
  - A que profundidade deve ser feito um furo para maximizar o valor de  $x$ ?
41. Na *Figura 7*, uma mola de constante elástica  $3,00 \times 10^4 N/m$  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  $5,00cm$ ?

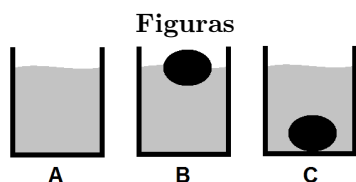


Figura 1 - Três reservatórios idênticos.

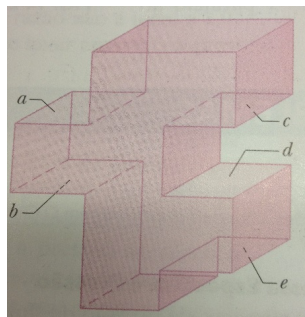


Figura 2

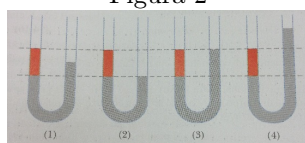


Figura 3

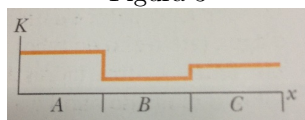


Figura 4

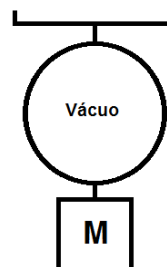


Figura 5 - Hemisférios de Magdeburgo.

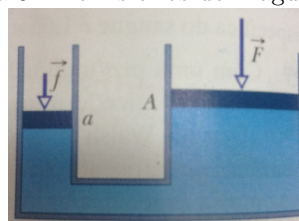


Figura 6

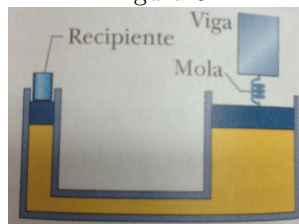


Figura 7



Figura 8

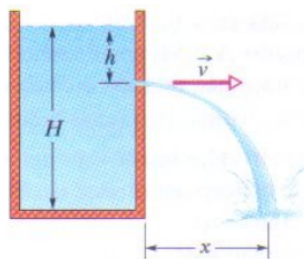


Figura 9

### Respostas

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
7.  $e > d = b > c = a$
8. Os reservatórios A e B tem o mesmo peso, e são mais leves que o C.
9. Desce.
10. (a) 2  
(b) 1 - menor, 3 - igual, 4 - maior
11. (a)  $0,95\rho_0 > \rho_0 > 1,1\rho_0$   
(b) As três são iguais.
12. (a)  $P = 1,0 \times 10^9 Pa$   
(b)  $P = 1,0 \times 10^5 Pa$
13.  $1,2 \times 10^4 kg$
14.  $m = 1,03 \times 10^4 kg$ ,  $m_T = 5,27 \times 10^{18} kg$
15.  $\Delta P = 5,4 \times 10^4 Pa$
16.  $P = 1081 atm$
17.  $P = 22 kPa$
18. (a)  $F = 42 N$   
(b)  $P = 1,3 \times 10^5 Pa$   
(c)  $P = 2,0 \times 10^5 Pa$
19. 625 vezes.
20. (a)  $F = f(A/a)$   
(b)  $f = 103 N$
21.  $V = 0,30 m^3$
22. (a)  $V_B = 165 m^3$   
(b)  $m_{He} = 30 kg$
23. (a) Desce.  
(b) Ela sobe até a superfície.
24. (a)  $V = 0,080 m^3$   
(b)  $m_{MAX} = 900 kg$
25. (a)  $V = 0,0204 m^3$   
(b)  $F = 1570 N$
26. 0,11 ou 11%
27. 0,40 L
28. (a)  
(b) 5,2%  
(c) 6,6%
29. 7,8 cm
30. B, C, A
31.  $\Phi = 2,4 L/s$
32. 4,0 m
33.  $v = 8,1 m/s$
34.  $F = 480 N$
35. (a)  $v_2 = 2,5 m/s$   
(b)  $P_2 = 2,6 \times 10^5 Pa$
36.  $\Delta P = 1,7 \times 10^6 Pa$
37.  $\Delta P = 6,5 \times 10^4 Pa$
38.  $\Delta F = 4,70 \times 10^5 N$
- 39.
40. (a)  $x = 35 cm$   
(b)  $h = 10 cm$   
(c)  $x = 20 cm$

### Referências

1. CHAVES, ALAOR - Física Básica: Gravitação, Fluidos, Ondas, Termodinâmica.
2. HALLIDAY, RESNICK; WALKER, JEARL - Fundamentos de Física - Volume 2: Gravitação, Ondas e Termodinâmica.
3. OKUNO, EMICO; CALDAS, IBERÊ 1.; CHOW, CECIL - Física para Ciências Biológicas e Biomédicas.