

Quando necessário, considere os valores a seguir:  
 Aceleração da gravidade na Terra:  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .  
 Densidade da água pura:  $1,0 \text{ g/cm}^3$ .

**1** Um objeto de 4000 kg flutua na água e em equilíbrio. Qual o módulo do empuxo que atua sobre ela?

**2** Um bote está flutuando na água e está com  $1/3$  do volume de seu casco abaixo do nível da água. Considerando que o barco possui 120 kg, qual o volume, em litros, do casco do barco?

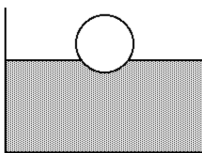
**3** Uma bola de futebol possui diâmetro 35 cm e 410 g. Uma pessoa segura a bola totalmente submersa na água de uma piscina. Qual é o módulo da força aplicada pela pessoa para que a bola permaneça em repouso? Considere  $\pi = 3$  e o volume de uma esfera calculado pela equação abaixo:

$$V = \frac{4 \pi R^3}{3}$$

**4** Uma pedra de cinco litros e densidade  $4 \text{ g/cm}^3$  está em repouso submersa na água sobre o leito horizontal de um rio. Qual o módulo da força que o leito do rio exerce sobre a pedra?

**5** Em uma partida de polo aquático, um atleta de massa 80 kg fica inconsciente e começa a afundar na piscina. Sabendo que a densidade do atleta é  $1,05 \text{ g/cm}^3$ , determine o módulo da força vertical mínima que deve ser aplicada por um colega para mantê-lo em equilíbrio (sem continuar afundando) na água. Considere a água em repouso e despreze a resistência do fluido.

**6** Uma esfera de isopor de volume 0,4 litros e massa 120 gramas flutua em água, conforme a figura ao lado. Determine o volume emerso dessa esfera de isopor.



**7** Você sustenta, através de uma corda, uma pedra de massa 10 kg que está submersa na água. O volume da pedra é 1 litro.

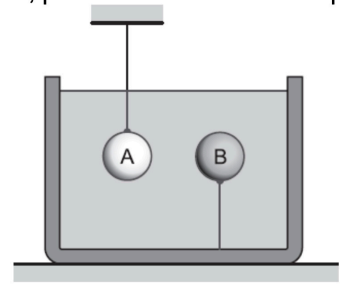
- Faça um diagrama de corpo livre, indicando as forças que atuam na pedra.
- Calcule a força de tração que você exerce na corda.
- Qual seria o valor dessa força se a pedra tivesse apenas metade do seu volume submerso na água?



**8** Um iceberg flutua sobre a água do mar e possui 10% de seu volume emerso. Calcule a densidade do gelo. Considere que a densidade da água do mar é igual a da água pura.

**9** Para chegar a uma ilha, um carro é embarcado, junto com o motorista, em uma balsa de madeira, constituída de toras cilíndricas idênticas, cada uma com um volume igual a 100 L. Nesta situação, apenas 10% do volume da balsa permanecem emersos da água. Calcule o número de toras que compõem a balsa. Dados: massa do carro = 1000 kg; massa do motorista = 80 kg; massa de cada tora 80 kg.

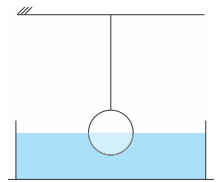
**10** Duas esferas, A e B, maciças e de mesmo volume, são totalmente imersas num líquido e mantidas em repouso pelos fios mostrados na figura. Quando os fios são cortados, a esfera A desce até o fundo do recipiente e a esfera B sobe até a superfície, onde passa a flutuar, parcialmente imersa no líquido.



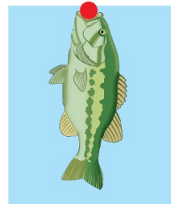
Seja  $P_A$  e  $P_B$  os módulos das forças Peso de A e B, e  $E_A$  e  $E_B$  os módulos das forças Empuxo que o líquido exerce sobre as esferas quando elas estão totalmente imersas, é correto afirmar que

- $P_A < P_B$  e  $E_A = E_B$
- $P_A < P_B$  e  $E_A < E_B$
- $P_A > P_B$  e  $E_A > E_B$
- $P_A > P_B$  e  $E_A < E_B$
- $P_A > P_B$  e  $E_A = E_B$

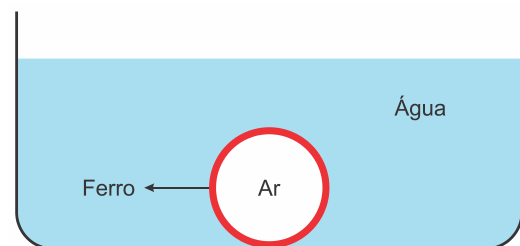
**11** Uma esfera de massa 0,8 kg e volume  $6,0 \times 10^{-5} \text{ m}^3$ , presa por um fio inextensível e de massa desprezível, encontra-se com metade de sua superfície imersa em um recipiente com água, conforme mostra a figura ao lado. Calcule a intensidade da tração que atua no fio.



**12** Uma fruta de peso 0,34 N flutua, em equilíbrio, nas águas calmas de um lago com 85% de seu volume submerso. Em dado instante, um peixe morde essa fruta e a puxa para dentro da água. Qual a intensidade mínima da força que o peixe deve exercer sobre a fruta para afundá-la?



**13** Uma esfera oca de ferro de peso 7,8 N é colocada em água, ficando totalmente submersa e sujeita a um empuxo de intensidade 3,0 N.



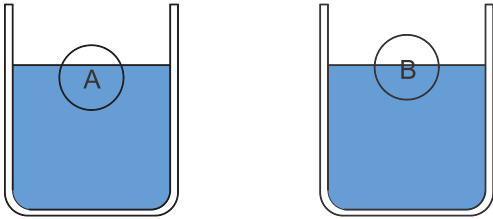
Desprezando o peso do ar contido no interior dessa esfera e considerando a massa específica do ferro como  $7,8 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ , calcule o volume da parte oca da esfera.

**14** Após ver uma maçã flutuando na água, um garoto ficou curioso para saber a densidade dessa maçã. Não dispondo de uma balança, colocou 400 mL de água em uma grande proveta, pôs a maçã na água e ela flutuou, e verificou que o volume indicado na proveta passou a ser 520 mL. Em seguida, afundou totalmente a maçã na água da proveta e o volume indicado foi 550 mL. A partir desses dados, calcule a densidade da maçã.

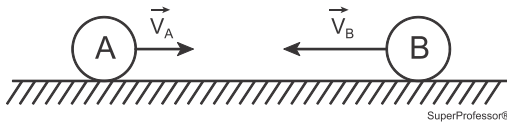
**15** Considere uma embarcação com massa total de 10.250 kg, flutuando em água salgada, com densidade de  $1025 \text{ kg/m}^3$ , e que esteja com seu volume submerso máximo permitido. Se essa embarcação passar por um trecho de água doce com densidade de  $1.000 \text{ kg/m}^3$ , sofrerá um aumento do volume submerso.

Qual quantidade de massa deve ser retirada do navio, para que o volume submerso da embarcação retome ao valor inicial?

**16** Duas esferas maciças, A e B, de mesmo volume, são colocadas, sucessivamente, dentro de um recipiente contendo certo líquido. Em condições de equilíbrio hidrostático observa-se que a esfera A fica com  $2/3$  de seu volume submerso, enquanto a B, por sua vez, fica com  $1/2$  de seu volume submerso, como representado nas figuras a seguir.

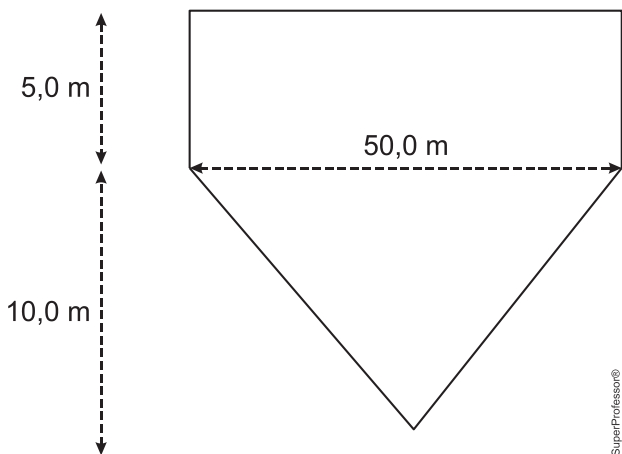


Em outro momento, essas mesmas esferas, A e B, se comportam como partículas que se movimentam inicialmente em sentidos opostos, sobre um plano liso e horizontal, conforme figura a seguir, e sofrem uma colisão frontal parcialmente elástica, com coeficiente de restituição igual a  $1/3$ .



Considerando que antes da colisão a razão entre os módulos das velocidades iniciais de B e A é  $v_{0B}/v_{0A} = 2$ , tem-se que, após a colisão, a razão entre as velocidades de B e A,  $v_B/v_A$  será igual a qual valor?

**17** A figura abaixo mostra a seção transversal uniforme do casco de uma embarcação que possui 100 m de comprimento. Supondo a embarcação em equilíbrio, qual o calado (distância vertical a partir do fundo do casco até a linha superficial da água), em metros, da embarcação se sua massa total é 16.000 toneladas, conforme a figura abaixo?

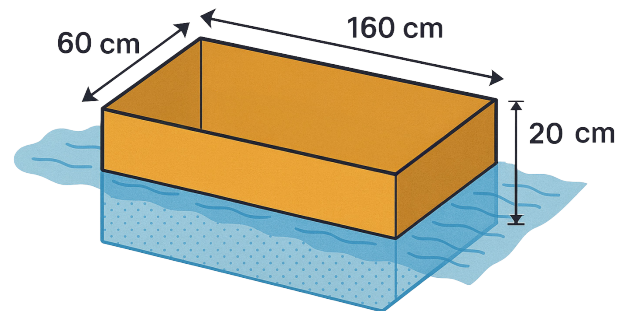


**18** Um bloco cúbico, cujo volume é de  $0,4 \text{ m}^3$ , flutua em um tanque contendo um fluido cuja densidade é de  $1200 \text{ kg/m}^3$ . Sabendo que 90% do bloco está submerso, determine

- a densidade do bloco
- a maior massa que pode ser colocada sobre o bloco, de modo que essa massa adicional fique totalmente acima da superfície do fluido.

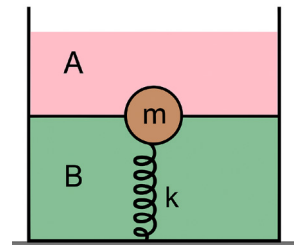
**19** Foi obtido, para o peso de uma pedra, pesada no ar, o valor de 6 N. Quando pesada totalmente mergulhada em água, encontrou-se um peso aparente de 4N. Qual a densidade da pedra?

**20** Uma caixa com forma de paralelepípedo retângulo, de dimensões 160 cm, 60 cm e 20 cm, flutua em água doce. Pedro observa que seu irmão, ao entrar na caixa, faz com que ela afunde mais 5 cm abaixo da superfície livre da água. Calcule a massa do irmão de Pedro.



**21** Um pedaço de madeira, de densidade  $600 \text{ kg/m}^3$ , possuindo massa de 12 000 kg, flutua na água do lago. Determine o volume da parte emersa desse pedaço de madeira.

**22** Um recipiente contém dois líquidos homogêneos e imiscíveis, A e B, com densidades respectivas  $\rho_A$  e  $\rho_B$ . Uma esfera sólida, maciça e homogênea, de massa  $m = 5 \text{ kg}$ , permanece em equilíbrio sob ação de uma mola de constante elástica  $k = 800 \text{ N/m}$ , com metade de seu volume imerso em cada um dos líquidos, respectivamente, conforme a figura.



Sendo  $\rho_A = 4\rho$  e  $\rho_B = 6\rho$ , em que  $\rho$  é a densidade da esfera, pode-se afirmar que a deformação da mola é de

- |               |                  |                 |                 |                 |
|---------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| <b>A</b>      | <b>B</b>         | <b>C</b>        | <b>D</b>        | <b>E</b>        |
| $0 \text{ m}$ | $\frac{9}{16} m$ | $\frac{3}{8} m$ | $\frac{1}{4} m$ | $\frac{1}{8} m$ |

**GABARITO:**

- |   |                          |                            |
|---|--------------------------|----------------------------|
| 1) 40 000 N                                   | 8) $0,9 \text{ g/cm}^3$  | 17) 8 m                    |
| 2) 360  | 9) 108 toras             | 18a) $1080 \text{ kg/m}^3$ |
| 3) $\sim 1715 \text{ N}$                      | 10) E                    | 18b) 48 kg                 |
| 4) 150 N                                      | 11) 7,7 N                | 19) $3000 \text{ kg/m}^3$  |
| 5) $\sim 38 \text{ N}$                        | 12) $0,062 \text{ N}$    | 20) 48 kg                  |
| 6) 0,28 L                                     | 13) 200 mL               | 21) D                      |
| 7a) $\uparrow T, \uparrow E$ e $\downarrow P$ | 14) $0,8 \text{ g/cm}^3$ |                            |
| 7b) 90 N                                      | 15) 250 kg               |                            |
| 7c) 95 N                                      | 16) 2 / 5                |                            |