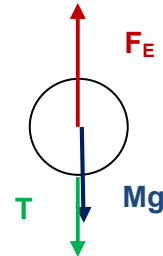


COM RESPOSTAS

1ª Questão – (3,5 pontos)

Uma esfera oca de ferro ($\rho_{Fe} = 7,90 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$) é mantida submersa em um lago de água doce ($\rho_a = 1,00 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$) amarrada a uma corda presa no fundo do lago. O raio externo da esfera é igual a 0,600 m. A tensão na corda é igual a $1,00 \times 10^3 \text{ N}$. Considere $g = 10,0 \text{ m/s}^2$.



a) **(0,7)** Desenhe o diagrama de forças que atuam sobre a esfera.

b) **(0,7)** Calcule a força de empuxo exercida pela água sobre a esfera.

$$F_E = \rho_a V_{desl} g = 9,05 \times 10^3 \text{ N}$$

c) **(0,7)** Qual é a massa da esfera?

$$Mg + T = F_E \rightarrow M = 805 \text{ kg}$$

d) **(0,7)** A corda se rompe e a esfera sobe até a superfície. Quando ela atinge o equilíbrio, qual é a fração do volume que fica submersa?

$$Mg = F'_E \rightarrow$$

$$V'_{desl} = 0,805 \text{ m}^3$$

$$V'_{desl} / V = 0,890$$

e) **(0,7)** Calcule a espessura da casca esférica?

$$\rho_{Fe} = M / V_{Fe} \rightarrow V_{Fe} = 0,102 \text{ m}^3$$

$$V_{Fe} = \frac{4}{3} \pi (r_{ext}^3 - r_{int}^3) = 0,102 \text{ m}^3$$

$$r_{int} = 0,577 \text{ m} \rightarrow \text{espessura} = r_{ext} - r_{int} = 0,023 \text{ m} = 2,3 \text{ cm}$$

2ª Questão – (3,5 pontos)

Um bloco de 0,400 kg preso a uma mola oscila com uma frequência de 5,0 Hz e a amplitude de seu movimento é de 8,0 cm.

a) **(1,0)** Encontre o valor da constante elástica da mola, o valor máximo da velocidade do bloco e a energia total do sistema bloco-mola.

$$k = 394 \text{ N/m}$$

$$v_m = \omega x_m = 2,51 \text{ m/s} \quad E_M = 1,26 \text{ J}$$

b) **(1,0)** Encontre os módulos da velocidade e da aceleração do bloco quando ele passa pela posição $x = 4,0 \text{ cm}$.

$$x(t) = x_m \cos(\omega t + \phi) \rightarrow 0,04 = 0,08 \cos(\omega t + \phi) \rightarrow \cos(\omega t + \phi) = 1/2 \rightarrow |\text{sen}(\omega t + \phi)| = \sqrt{3}/2$$

$$|v(t)| = 2,17 \text{ m/s}$$

$$|a(t)| = 39,5 \text{ m/s}^2$$

- c) **(0,7)** Determine o menor tempo que o bloco leva para ir de $x = 0$ cm até a posição $x = 4,0$ cm.

menor tempo Δt ocorre quando

$$(\omega t_2 + \phi) - (\omega t_1 + \phi) = \pi / 6 \quad \rightarrow \quad \Delta t = t_2 - t_1 = \frac{\pi}{6\omega} = 16.7 \text{ ms}$$

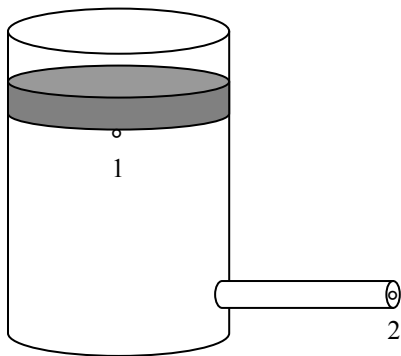
- d) **(0,8)** Em que posição a energia potencial elástica é metade da energia cinética?

$$U = K / 2 \quad ; \quad E_M = U + K \quad \rightarrow$$

$$E_M = 3U = 3 \frac{1}{2} k x^2 \quad \rightarrow \quad x = \pm 4,62 \times 10^{-2} \text{ m}$$

3ª Questão – (3,0 pontos)

Um reservatório cilíndrico circular de diâmetro $D = 1,00$ m contém um combustível líquido com densidade $\rho = 660 \text{ kg/m}^3$, suposto ideal. Esse reservatório possui uma tampa pesada, de massa $M = 240$ kg, que pode se mover verticalmente, em contato permanente com o fluido e exercendo pressão sobre sua superfície. Acima da tampa existe ar à pressão atmosférica. Na região lateral desse reservatório, mais abaixo, há uma abertura com uma válvula conectada a um tubo horizontal de diâmetro $d = 0,100$ m, para escoar o fluido. A válvula é aberta quando a distância vertical entre a superfície do líquido e o centro do tubo é de $H = 2,00$ m. Considere $g = 10,0 \text{ m/s}^2$.



- a) **(1,1)** Calcule a velocidade do fluido no tubo horizontal.

Bernoulli em (1) e (2), com $y = 0$ no ponto 2.

$$p_1 + \rho g H + \rho v_1^2 / 2 = p_0 + \rho v_2^2 / 2 \quad \text{mas } v_1 \ll v_2 \text{ pois}$$

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 \quad \rightarrow \quad v_1 = \frac{A_2}{A_1} v_2 = \frac{d^2}{D^2} v_2 = 0,01 v_2 \ll v_2$$

$$\text{então } v_2 = 7,02 \text{ m/s}$$

- b) **(0,8)** Determine a vazão e a velocidade de descida

da tampa.

$$R = A_2 v_2 = 5,51 \times 10^{-2} \text{ m}^3/\text{s} \quad \text{e} \quad v_1 = 0,01 v_2 = 0,070 \text{ m/s}$$

- c) **(1,1)** Coloca-se, na extremidade do tubo, um bico com diâmetro de saída igual à metade do diâmetro do tubo. Determine a nova vazão e a pressão manométrica no centro do tubo.

A velocidade de saída não depende do diâmetro do furo (ver item a).

$$v_3 = 7,02 \text{ m/s} \text{ (o ponto 3 é a extremidade do bico à pressão atmosférica)}$$

$$\text{Área de saída ficou 4 vezes menor. Nova vazão: } R' = R/4 = 1,38 \times 10^{-2} \text{ m}^3/\text{s}$$

Nova velocidade em 2, v_2' , fica 4 vezes menor ($A_2 v_2' = A_3 v_3$), então:

$$p_2 + \frac{1}{2} \rho v_2'^2 = p_0 + \frac{1}{2} \rho v_3^2 \quad \rightarrow \quad p_2 - p_0 = \frac{1}{2} \rho \left(v_3^2 - \frac{1}{16} v_3^2 \right) = 1,52 \times 10^4 \text{ Pa}$$