



Questão de Aula

Escola _____ Data _____ Nome _____

N.º _____ Turma _____ Professor _____ Classificação _____

Utilize apenas caneta ou esferográfica de tinta indelével azul ou preta. Pode utilizar régua, esquadro, transferidor e máquina de calcular.

Não é permitido o uso de corretor. Em caso de engano, deve riscar, de forma inequívoca, aquilo que pretende que não seja classificado.

Escreva de forma legível a numeração dos itens, bem como as respetivas respostas. As respostas ilegíveis ou que não possam ser identificadas são classificadas com zero pontos.

Para cada item, apresente apenas uma resposta. Se escrever mais do que uma resposta a um mesmo item, apenas é classificada a resposta apresentada em primeiro lugar.

Para responder aos itens de escolha múltipla, escreva, na folha de respostas:

- o número do item;
- a letra identificativa da única opção válida.

Nos itens de resposta aberta de cálculo, apresente todas as etapas de resolução, explicitando todos os cálculos efetuados e apresentando todas as justificações e/ou conclusões solicitadas.

Considere $g = 9,80 \text{ m s}^{-2}$.

As cotações dos itens encontram-se no final do enunciado.

A questão de aula termina com a palavra **FIM**.

1. Um projétil, de massa $50,0 \text{ g}$, com módulo de velocidade 250 m s^{-1} , colide com um bloco de madeira, de massa 1500 g , que se encontra em repouso sobre uma superfície horizontal de comprimento $40,0 \text{ m}$. Admita que o projétil ficou incorporado no bloco de madeira e que o coeficiente de atrito entre o bloco e a superfície horizontal é $0,40$.

- 1.1. Mostre que o módulo da velocidade do bloco imediatamente após o projétil ter penetrado na madeira é cerca de $29,0 \text{ km h}^{-1}$.

Apresente todas as etapas de resolução.

$$\vec{p}_i = \vec{p}_f \Leftrightarrow m_p \vec{v}_i = (m_b + m_p) \vec{v}_f \Rightarrow 5,00 \times 10^{-2} \times 250 = 1,550 \times v_f \Leftrightarrow v_f = 8,06 \text{ m s}^{-1}$$

$$v = \frac{8,06 \times 3600}{1000} = 29,0 \text{ km h}^{-1}$$

- 1.2. Mostre que o bloco de madeira parou antes de atingir o comprimento de $40,0 \text{ m}$ da superfície

horizontal.

Apresente todas as etapas de resolução.

- Pelo teorema da energia cinética

$$W_{F_R} = \Delta E_c \Leftrightarrow W_{F_R} = E_{c, \text{final}} - E_{c, \text{inicial}} \Rightarrow W_{F_R} = 0 - \frac{1}{2} m v^2 \Leftrightarrow W_{F_R} = -\frac{1}{2} m v^2$$

- Por outro lado,

$$\vec{F}_R = \vec{P} + \vec{N} + \vec{F}_a$$

Sendo $\vec{N} = -\vec{P}$, então $\vec{F}_R = \vec{F}_a$.

Como $W_{F_R} = W_{F_a}$ e $W_{F_a} = F_a d \cos(180^\circ)$, podemos afirmar que:

$$-\frac{1}{2} m v^2 = F_a d \cos(180^\circ)$$

logo, $\frac{1}{2} m v^2 = F_a d$.

- Como a intensidade da força de atrito é calculada por

$$F_a = N \mu \Leftrightarrow F_a = m g \mu$$

podemos calcular a distância percorrida pelo bloco até parar:

$$\frac{1}{2} m v^2 = m g \mu \Leftrightarrow 2 g \mu d = v^2 \Leftrightarrow d = \frac{v^2}{2 g \mu} \Rightarrow d = \frac{(8,06)^2}{2 \times 9,80 \times 0,40} \Leftrightarrow d = 8,29 \text{ m}$$

$d < 40,0 \text{ m}$; portanto, o bloco parou antes de atingir o comprimento de $40,0 \text{ m}$ da superfície horizontal.

2. Um enfermeiro pretende administrar soro fisiológico ($d = 1,01$) na veia do braço de um doente (solução aquosa), como está representado na figura 1.

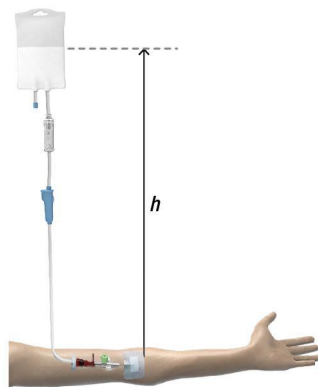


Figura 1

Considerando que a pressão sanguínea no interior da veia é $2,50 \text{ kPa}$, podemos afirmar que a altura mínima, em relação à posição da agulha no braço, a que deve ser colocado o recipiente com o soro fisiológico é

(A) 25 cm **x**

(C) $2,5 \text{ m}$

(B) $0,025 \text{ cm}$

(D) $0,025 \text{ m}$

Opção (A)

$$p = \rho g h \Rightarrow 2,50 \times 10^3 = 1,01 \times 10^3 \times 9,80 \times h \Leftrightarrow h = 0,25 \text{ m} \Leftrightarrow h = 25 \text{ cm}$$

3. Um cubo de madeira com $25,0 \text{ cm}$ de lado flutua livremente na água.

Admita que a densidade da madeira é $0,62$ e a da água é $1,00$.

- 3.1. Calcule a distância a que a face superior do cubo está acima da superfície da água.

Apresente todas as etapas de resolução.

Sabendo que,

$$I = mg \Leftrightarrow \rho_{\text{água}} V_i g = \rho_{\text{madeira}} V_{\text{madeira}} g \Rightarrow 1,00 \times 10^3 V_i = 0,62 \times 10^3 V \Leftrightarrow \frac{V_i}{V} = 0,62$$

Podemos calcular a distância a que a face superior do cubo está acima da superfície da água, pois é igual a $25,0 - 0,62 \times 25,0 = 9,5 \text{ cm}$.

- 3.2. Considere um corpo de massa m_1 que é colocado sobre o cubo, levando a que a face superior do cubo passe a estar ao nível da superfície livre da água.

Calcule m_1 .

Apresente todas as etapas de resolução.

Sendo

$$P' = I' \quad (1)$$

em que $P' = (m_1 + \rho_{\text{madeira}} V)g$ e $I' = \rho_{\text{água}} Vg$.

De (1), vem

$$(m_1 + \rho_{\text{madeira}} V)g = \rho_{\text{água}} Vg \Leftrightarrow m_1 = (1,0 - 0,62) \times 10^3 \times (0,25)^3 \Leftrightarrow m_1 = 5,9 \text{ kg}$$

4. Uma bola de pingue-pongue, com massa de $2,46 \text{ g}$ e com um diâmetro de $3,80 \text{ cm}$, é colocada no interior de um recipiente com água ($d = 1,00$) e depois é largada quando está a 40 cm da superfície (figura 2).

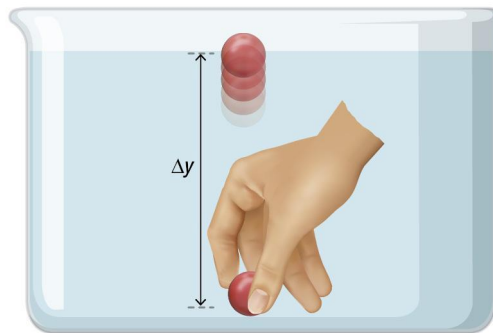


Figura 2

- 4.1. Calcule a intensidade da força de atrito exercida pela água sobre a bola (suposta constante ao longo do percurso) durante a subida da bola, sabendo que o intervalo de tempo entre os instantes da largada da bola e a sua chegada à superfície livre da água foi $0,48 \text{ s}$.

Apresente todas as etapas de resolução.

- Cálculo do módulo da aceleração da bola

$$y = y_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \Rightarrow 0,40 = 0 + 0 + \frac{1}{2} \times a \times (0,48)^2 \Leftrightarrow a = \frac{2 \times 0,40}{(0,48)^2} \Leftrightarrow a = 3,47 \text{ m s}^{-2}$$

- Cálculo do módulo da resultante das forças que atuam na bola

$$F_R = m a \Leftrightarrow F_R = 2,46 \times 10^{-3} \times 3,47 \Leftrightarrow F_R = 8,54 \times 10^{-3} \text{ N}$$

- Cálculo da intensidade da força de atrito que atua na bola durante a subida

$$F_R = I - F_a - P \Leftrightarrow F_R = \rho V g - F_a - m g \Rightarrow$$

$$8,54 \times 10^{-3} = 1,00 \times 10^3 \times \frac{4}{3} \pi \times (1,90 \times 10^{-2})^3 \times 9,80 - F_a - 2,46 \times 10^{-3} \times 9,80 \Leftrightarrow F_a = 0,057 \text{ N}$$

4.2. Calcule a percentagem do volume da bola que não fica submersa na água, quando a bola se encontra em equilíbrio à superfície da água.

Apresente todas as etapas de resolução.

- Dizer que a bola está em equilíbrio à superfície da água significa que a resultante das forças que atuam na bola é nula. Podemos então calcular o volume da bola que está imerso na água:

$$I = P \Leftrightarrow m_{\text{água}} V_{\text{imerso}} g = m_{\text{bola}} g \Rightarrow 1,00 \times 10^3 \times V_{\text{imerso}} = 2,46 \times 10^{-3} \Leftrightarrow V_{\text{imerso}} = 2,46 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

- Cálculo da fração do volume da bola que fica submersa na água

$$\frac{V_i}{V} = \frac{2,46 \times 10^{-6}}{\frac{4}{3} \times \pi \times (1,90 \times 10^{-2})^3} \Leftrightarrow \frac{V_i}{V} = 0,086$$

- Percentagem do volume da bola que não fica submersa na água

$$\% \text{Volume} = (1 - 0,086) \times 100 \Leftrightarrow \% \text{Volume} = 91,4\%$$

5. Dois satélites A e B giram à volta da Terra.

5.1. Sabendo que o raio orbital do satélite A é o dobro do raio orbital do satélite B e que o período de translação do satélite B são 8 horas, verifique se o satélite A é geoestacionário.

Apresente todas as etapas de resolução.

- Relação entre o período de translação e o raio orbital

$$F_g = F_c \Leftrightarrow G \frac{m_T m}{r^2} = m a_c \Leftrightarrow G \frac{m_T}{r^2} = \omega^2 r \Leftrightarrow G \frac{m_T}{r^3} = \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 \Leftrightarrow T^2 = \frac{4\pi^2 r^3}{Gm_T} \Leftrightarrow T = \sqrt{\frac{4\pi^2 r^3}{Gm_T}}$$

- Relação entre os períodos de translação dos satélites A e B

$$\frac{T_A}{T_B} = \sqrt{\frac{\frac{4\pi^2 r_A^3}{Gm_T}}{\frac{4\pi^2 r_B^3}{Gm_T}}} \Leftrightarrow \frac{T_A}{T_B} = \sqrt{\frac{r_A^3}{r_B^3}} \Rightarrow \frac{T_A}{T_B} = \sqrt{8}$$

- Cálculo do período de translação do satélite A

$$\frac{T_A}{T_B} = \sqrt{8} \Leftrightarrow \frac{T_A}{8 \times 3600} = 2,83 \Leftrightarrow T_A = 8,2 \times 10^4 \text{ s}$$

$$T_A = \frac{8,2 \times 10^4}{3600} \Leftrightarrow T_A = 22,6 \text{ h}$$

- Conclusão

O período de translação de um satélite geoestacionário é igual ao período de rotação da Terra.

Como o período de translação do satélite A não é de 24 h, podemos concluir que A não é um satélite geoestacionário.

5.2. Qual é relação entre a direção da força e a direção da velocidade do satélite B?

São perpendiculares.

5.3. Admita que se colocou uma bola, de massa 300 g, num satélite, ficando esta a uma distância, d , da superfície da Terra. Sabendo que, a esta distância a intensidade da força gravítica que a Terra exerce na bola é 0,27 N, relacione a distância, d , com o raio da Terra.

Apresente o resultado com dois algarismos significativos e todas as etapas de resolução.

Sabemos que

$$F_g = G \frac{m_T m}{r^2}$$

Então,

$$0,27 = G \frac{m_T \times 0,3}{(r_T + d)^2} \Leftrightarrow G m_T = 0,9(r_T + d)^2 \quad (1)$$

Por outro lado,

$$F_g = F_c \Leftrightarrow G \frac{m_T m}{r^2} = m a \Leftrightarrow a = G \frac{m_T}{r^2}$$

Sendo o valor da aceleração gravítica na Terra $9,8 \text{ m s}^{-2}$, podemos afirmar que

$$9,80 = G \frac{m_T}{r_T^2} \Leftrightarrow G m_T = 9,8 r_T^2 \quad (2)$$

Igualando as expressões (1) e (2), vem

$$0,9(r_T + d)^2 = 9,80 r_T^2 \Leftrightarrow (r_T + d)^2 = 10,9 r_T^2 \Leftrightarrow \frac{r_T + d}{r_T} = \sqrt{10,9} \Leftrightarrow r_T + d = 3,30 r_T \Leftrightarrow d = 2,30 r_T \Leftrightarrow \frac{d}{r_T} = 2,3$$

FIM