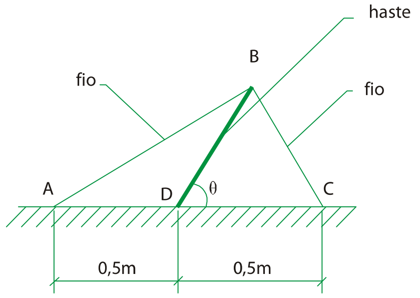
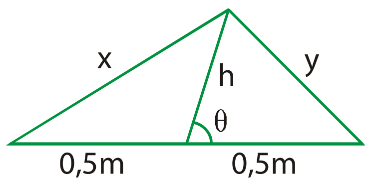
QUESTÃO 1



Um varal de roupas foi construído utilizando uma haste rígida DB de massa desprezível, com a extremidade D apoiada no solo e a B em um ponto de um fio ABC com 2,0 m de comprimento, 100 g de massa e tensionado de 15 N, como mostra a figura acima. As extremidades A e C do fio estão fixadas no solo, equidistantes de 0,5 m da extremidade D da haste.

Sabe-se que uma frequência de batimento de 10 Hz foi produzida pela vibração dos segmentos AB e BC em suas freqüências fundamentais após serem percutidos simultaneamente. Diante do exposto, determine a inclinação p da haste.

<u>Resolução</u>:



$$V=\sqrt{\frac{F}{\mu}}=\sqrt{\frac{15}{\frac{0,1}{2}}}=\sqrt{300}=10\sqrt{3}\ \text{m/s}$$

Frequência fundamental: [illegible]

$$V=\lambda f\Rightarrow \begin{cases} f_1 = [illegible] \\ f_2 = [illegible] \end{cases}$$

[illegible]

[illegible]

$$\frac{2}{\sqrt{3}}=\frac{x-y}{yx},\ x+y=2$$

$$\frac{2}{\sqrt{3}}=\frac{2-y-y}{(2-y)y}=\frac{2-2y}{2y-y^2}\Rightarrow\frac{1}{\sqrt{3}}=\frac{1-y}{2y-y^2}$$

$$y^2-2y=\sqrt{3}y-\sqrt{3}$$

$$y^2-\left(2+\sqrt{3}\right)y+\sqrt{3}=0$$

$$y=\frac{2+\sqrt{3}\pm\sqrt{4+\cancel{4\sqrt{3}}+3-\cancel{4\sqrt{3}}}}{2}$$

$$y=\frac{2+\sqrt{3}-\sqrt{7}}{2}$$

Da lei dos cossenos

$$y^2=h^2+0,5^2-2\cdot 0,5\cdot h\cos\theta$$

$$\frac{4+3+7+4\sqrt{3}-4\sqrt{7}-2\sqrt{21}}{4}=\frac{3}{4}+\frac{1}{4}-\frac{\sqrt{3}}{2}\cos\theta$$

$$14+4\sqrt{3}-4\sqrt{7}-2\sqrt{21}+4\sqrt{3}-10=4-2\sqrt{3}\cos\theta$$

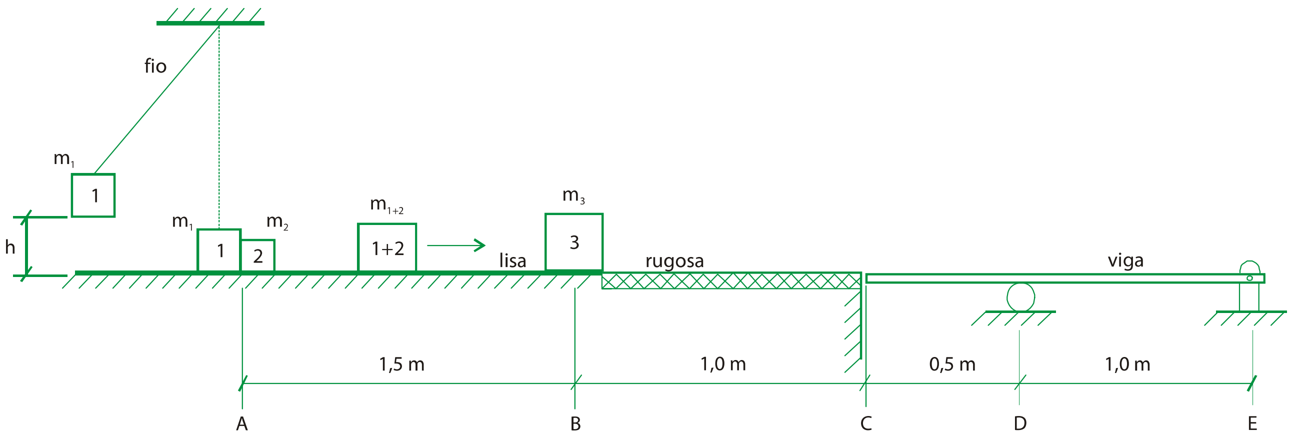
$$2\sqrt{3}\cos\theta=4\sqrt{7}+2\sqrt{21}-4\sqrt{3}-10=2\left(2\sqrt{7}+\sqrt{21}-2\sqrt{3}-5\right)$$

$$y^2=h^2+0,5^2-2\cdot 0,5h\cos\theta\Rightarrow \begin{matrix} y^2=h^2+0,5^2-h\cos\theta \\ \text{e } x^2=h^2+0,5^2-h\cos(180^\circ-\theta)\end{matrix}$$

Logo: $h=\dfrac{\left(13-2\sqrt{21}\right)^{\frac{1}{2}}}{2}$

e $\theta=\arccos\dfrac{[illegible]}{\left([illegible]\right)^{\frac{1}{2}}}$

QUESTÃO 2



Um corpo de massa m_1 = 4 kg está em repouso suspenso por um fio a uma altura *h* do solo, conforme mostra a figura acima. Ao ser solto, choca-se com o corpo m_2 de 2 kg no ponto A, desprendendo-se do fio. Após o choque, os corpos m_1 e m_2 passam a deslizar unidos sobre uma superfície lisa e colidem com um corpo em repouso, de massa m_3 = 8 kg. Nesse ponto, o conjunto $m_1 + m_2$ para e o corpo m_3 move-se em uma superfície rugosa de coeficiente de atrito cinético igual a 0,45, estacionando no ponto C, situado na extremidade da viga CE. A viga é constituída por um material uniforme e homogêneo, cuja massa específica linear é 4 kg/m. Determine:

a) a altura *h*;
b) o valor e o sentido da reação vertical do apoio E depois que o corpo m_3 atinge o ponto C da viga.

Dado:
- aceleração da gravidade: 10 m.s^{-2}.

Observação:
Considerar que os corpos m_1, m_2 e m_3 apresentam dimensões desprezíveis.

<u>Resolução</u>:

a) colisão m_1 com m_2:

$$\text{Z } m_1gh = m_1v_1^2/2 \;\Rightarrow\; v_1 = \sqrt{2gh} \quad (1)$$

$$\text{z } m_1gh = m_1v_1^2/2v_2 \quad (2)$$

Colisão $m_1v_1 = (m + m_2)$ com m_3

$$\text{z } (m_1 + m_2)v_2 = m_3v_3 \quad (3)$$

No trecho BC:

$$\tau_{FAT} = \Delta E_C$$

$$\mu_C \cdot m_3 g \times \overline{BC} = m_3 \cdot v_3^2/2$$

$$\mu_C \cdot g = gh/A \;\Rightarrow\; H = 4h_C \;\Rightarrow\; h = 1{,}8\,m$$

b)

$$P_V = m_V g = 4 \cdot 1{,}5 \cdot 10 = 60N$$

$$P_3 \times \overline{CD} = P_V \frac{\overline{DE}}{4} + F_E \times \overline{DE}$$

$$4P_3 \times \overline{CD} = P_V \cdot \overline{DE} + 4F_E \cdot \overline{DE}$$

$$2P_3 = P_V + 4F_E$$

$$2 \cdot 80 = 60 + 4F_E$$

$$F_E = 25N$$

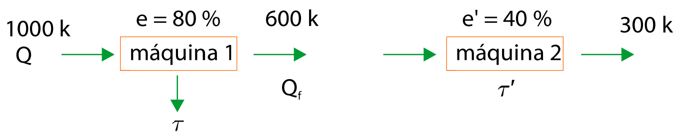
A viga "puxa" o apoio E para cima (sentido)

QUESTÃO 3

Em visita a uma instalação fabril, um engenheiro observa o funcionamento de uma máquina térmica que produz trabalho e opera em um ciclo termodinâmico, extraindo energia de um reservatório térmico a 1000 K e rejeitando calor para um segundo reservatório a 600 K. Os dados de operação da máquina indicam que seu índice de desempenho é 80%. Ele afirma que é possível racionalizar a operação acoplando uma segunda máquina térmica ao reservatório de menor temperatura e fazendo com que esta rejeite calor para o ambiente, que se encontra a 300 K. Ao ser informado de que apenas 60% do calor rejeitado pela primeira máquina pode ser efetivamente aproveitado, o engenheiro argumenta que, sob estas condições, a segunda máquina pode disponibilizar uma quantidade de trabalho igual a 30% da primeira máquina. Admite-se que o índice de desempenho de segunda máquina, que também opera em um ciclo termodinâmico, é metade do da primeira máquina. Por meio de uma análise termodinâmica do problema, verifique se o valor de 30% está correto.

Observação: o índice de desempenho de uma máquina térmica é a razão entre o seu rendimento real e o rendimento máximo teoricamente admissível.

<u>Resolução</u>:



* Para máquina 1

$$e = 80\% \;\Rightarrow\; e = \frac{\eta_{real}}{\eta_{máx}} \;\Rightarrow\; 0{,}8 = \frac{\tau/Q}{1 - \frac{600}{1000}}$$

$$\Rightarrow\; \tau = 0{,}32\,Q$$

$$\therefore\; Qf = Q - \tau = Q - 0{,}32Q = 0{,}68Q = 68\%\,Q$$

* Para máquina 2

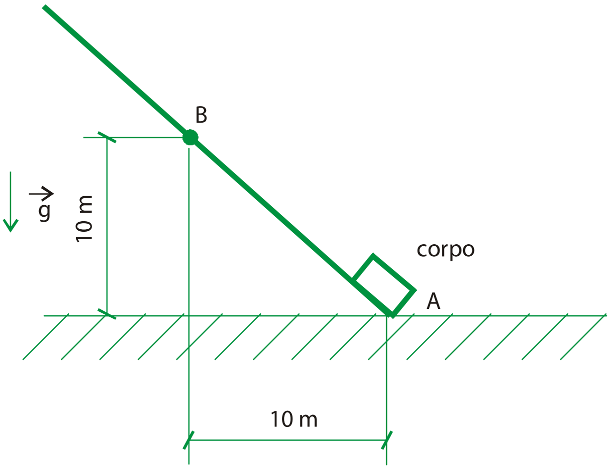
$$Qq' = 60\%\,Qf = 60\% \cdot 68\%\,Q = 0{,}408\,Q$$

$$e' = \frac{\eta_{real}}{\eta_{máx}} \;\Rightarrow\; 0{,}4 = \frac{\tau'/0{,}408\,Q}{1 - \frac{300}{600}}$$

$$\tau' = 0{,}4 \cdot 0{,}5 \cdot 0{,}408\,Q = 0{,}0816\,Q$$

$$\tau' = 25{,}5\%\,\tau$$

$\therefore$ o valor está incorreto

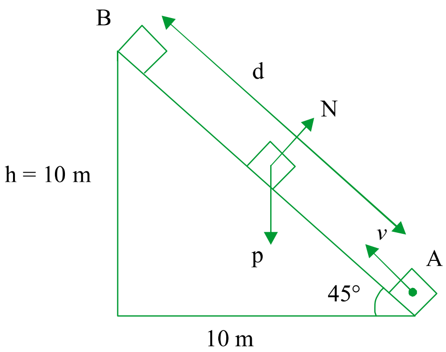


Um corpo com velocidade *v* parte do ponto A, sobe a rampa AB e atinge o repouso no ponto B. Sabe-se que existe atrito entre o corpo e a rampa e que a metade da energia dissipada pelo atrito é transferida ao corpo sob a forma de calor. Determine a variação volumétrica do corpo devido à sua dilatação.

Dados:
- aceleração da gravidade: $g = 10$ m.s^{-2};
- volume inicial do corpo: $vi = 0{,}001$ m^3;
- coeficiente de dilatação térmica linear do corpo: ` = 0,00001 K^{-1};
- calor específico do corpo: $c = 400$ J.kg^{-1}.K^{-1}.

Observações:
- o coeficiente de atrito cinético é igual a 80% do coeficiente de atrito estático;
- o coeficiente de atrito estático é o menor valor para o qual o corpo permanece em repouso sobre a rampa no ponto B.

Resolução:



$$g = 10 m/s^2$$
$$v_i = 10^{-3} m^3$$
$$\alpha = 10^{-5} k^{-1}$$
$$c = 4 \cdot 10^2 \frac{g}{kg \cdot k}$$
$$d = 10\sqrt{2}\, m$$

* Para o coeficiente de atrito cinético (μ_e)

$$\mu_C = tg\, 45° = 1$$
$$\mu_C = 0{,}8\, \mu_e \Rightarrow \mu_C = 0{,}8$$

* Para o cálculo da energia dissipada (E_{diss})

$$\Delta E = E_B - E_A$$
$$\Delta E = \tau_{fat}$$
$$\Delta E = -fat \cdot d$$
$$\Delta E = -\mu_C N \cdot d = -\mu_C \cdot P \cos 45° d$$
$$\Delta E = -\mu_C m \cdot g \cos 45° d$$
$$E_{diss} = -\Delta E \Rightarrow E_{diss} = \mu_C mg \cos 45°\, d$$

* Para o calor fornecido ao sistema (Q)

$$Q = \frac{E_{diss}}{2} = \frac{\mu_C mg\cos 45^\circ\, d}{2}$$

$$Q = mC\Delta\theta$$

$$\cancel{mC}\,\Delta\theta = \frac{\mu_C \cancel{m} g 45^\circ\, d}{2}$$

$$\Delta\theta = \frac{\mu_C g\cos 45^\circ\, d}{2c}$$

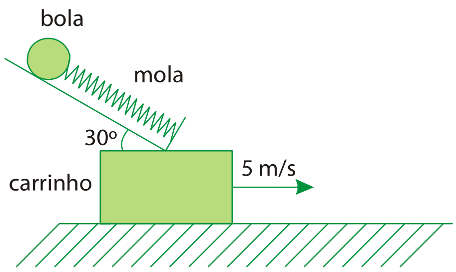
* Para o cálculo da variação de volume (Δv)

$$\Delta v = v_i\gamma\Delta\theta = v_i(3\alpha)\cdot\Delta\theta \;\Rightarrow\; \Delta v = v_i(3\alpha)\cdot\overbrace{\frac{\mu_C g\cos 45^\circ\, d}{2c}}^{\Delta\theta}$$

$$\Delta v = 10^{-3}m^3\cdot 3\cdot 10^{-5}k^{-1}\cdot 0{,}8\cdot 10m/s^2\cdot\frac{\cancel{\sqrt{2}}}{\cancel{2}}\cdot 10\cancel{\sqrt{2}}\; m\cdot\frac{1}{2\cdot 4\cdot 10^2\,\frac{g}{kg\cdot k}}$$

$$\Delta v = 3\cdot 10^{-9}m^3$$

QUESTÃO 5



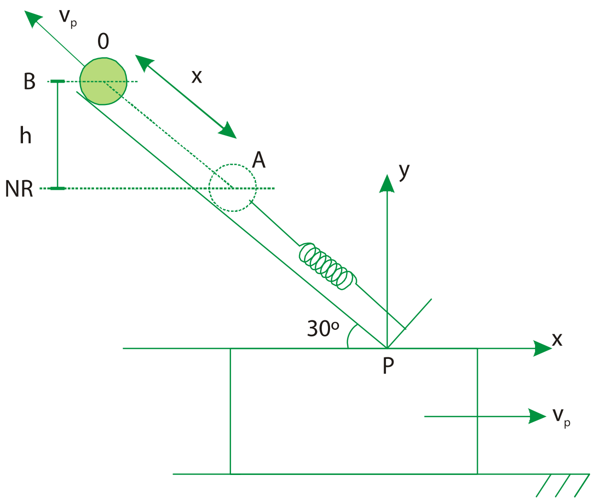
A figura apresenta um carrinho que se desloca a uma velocidade constante de 5 m/s para a direita em relação a um observador que está no solo. Sobre o carrinho encontra-se um conjunto formado por um plano inclinado de 300, uma mola comprimida inicialmente de 10 cm e uma pequena bola apoiada em sua extremidade. A bola é liberada e se desprende do conjunto na posição em que a mola deixa de ser comprimida. Considerando que a mola permaneça não comprimida após a liberação da bola, devido a um dispositivo mecânico, determine:

a) o vetor momento linear da bola em relação ao solo no momento em que se desprende do conjunto;
b) a distância entre a bola e a extremidade da mola quando a bola atinge a altura máxima.

Dados:
- Constante elástica da mola: k = 100 N.m^{-1}
- Massa da bola: m = 200 g
- Aceleração da gravidade: g = 10 m.s^{-2}

Observação: A massa do carrinho é muito maior que a massa da bola.

<u>Resolução</u>:



$K = 100 N/m$
$m = 0,2 kg$
$g = 10 m/s^2$
$x = 0,1 m$
$v_p = 5 m/s$

a) * Para a velocidade de lançamento da bola, em relação ao ponto P

$$E_B = E_A$$
$$\frac{mv_0^2}{2} + mgh = \frac{kx^2}{2}$$
$$h = x\text{sen}30º = \frac{x}{2}$$
$$\frac{mv_0^2}{2} + mg\frac{x}{2} = \frac{kx^2}{2}$$
$$0,2v_0^2 + 0,2 \cdot 10 \cdot 0,1 = 100 \cdot 0,1^2$$
$$0,2v_0^2 = 1 - 0,2$$
$$v_0^2 = \frac{0,8}{0,2} = 4 \Rightarrow v_0 = 2 m/s$$

* Para as velocidade vetoriais $\vec{v}_{o/p}$ e $\vec{v}_{p/s}$:

$$\left|\vec{v}_{o/p}\right| = v_o \text{ e } \left|\vec{v}_{p/s}\right| = v_p$$

- Em relação ao ponto P

$$\vec{v}_{p/s} = 5\hat{i}\ (m/s)$$
$$\vec{v}_{o/p} = -2\cos 30°\hat{i} + 2\operatorname{sen}30°\hat{j}\ (m/s)$$

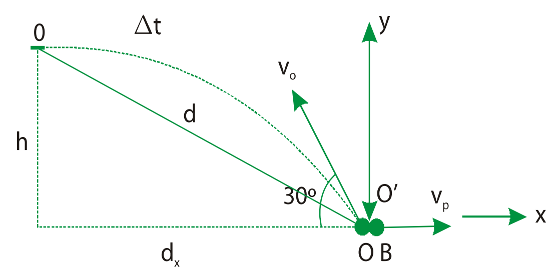
- Para a velocidade $\vec{v}_{o/s}$

$$\vec{v}_{o/s} = \vec{v}_{o/p} + \vec{v}_{p/s} = \left(-\sqrt{3}\hat{i} + 1\hat{j}\right) + 5\hat{i}$$
$$\vec{v}_{o/s} = \left(5 - \sqrt{3}\right)\hat{i} + \hat{j}$$

* Para o vetor movimento linear da bola em relação ao solo $\left(\vec{p}_{o/s}\right)$

$$\vec{p}_{o/s} = m\vec{v}_{o/s} = 0{,}2kg\left[\left(5-\sqrt{3}\right)\hat{i} + (1)\hat{j}\right]m/s$$
$$\vec{p}_{o/s} = \left[\left(1 - 0{,}2\sqrt{3}\right)\hat{i} + 0{,}2\hat{j}\right]kg \cdot m/s$$

b)



$$v_o = 2m/s$$
$$v_p = 5m/s$$

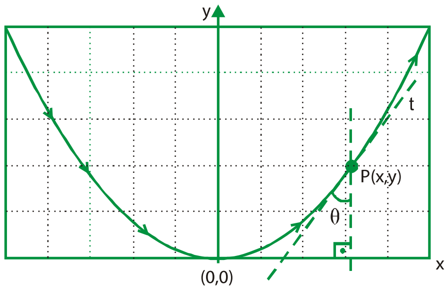
Sejam B a entremidade da mola e O da bola.
Para distância d percorrida pela bola na horizontal (referencial na mola)

y:
$$v_y = v_o\operatorname{sen}30° - g\Delta t \qquad\qquad y = v_o\operatorname{sen}30°t - \frac{gt^2}{2}$$
$$0 = 2\frac{1}{2} - 10\Delta t \Rightarrow \Delta t = 0{,}1s \quad \Rightarrow \quad h = 2\frac{1}{2}\cdot 0{,}1 - 10\frac{0{,}1^2}{2} \Rightarrow h = 0{,}05$$

x:
$$d_x = v_o \cos 30° \Delta t$$
$$d_x = 2\frac{\sqrt{3}}{2}0{,}1$$
$$d_x = 0{,}1\sqrt{3}m$$

$$d^2 = h^2 + d_x^2$$
$$d^2 = (0{,}05)^2 + \left(0{,}1\sqrt{3}\right)^2$$
$$d \cong 0{,}18m$$

QUESTÃO 6



A figura acima mostra a trajetória parabólica de um raio luminoso em um meio não homogêneo.¨Determine o índice de refração *n* desse meio, que é uma função de *y*, sabendo que a trajetória do raio é descrita pela equação $y = ax^2$, onde $a > 0$.

Dados:
- cotg p= $2ax$;
- $n(0) = n_o$.

Observação:
P(x,y) é o ponto de tangência entre a reta *t* e a parábola.

<u>Resolução</u>:

De $\cos g\theta = 2ax \Rightarrow \operatorname{cossec}\theta = \sqrt{1+4a^2x^2} = \sqrt{1+4ay}$

Assim: $sen\theta = 1/\sqrt{1+4a^2x^2} = 1/\sqrt{1+4ay}$

Considerando a interface de desvio do raio luminoso como a região delimitada pelas retas paralelas ao eixo "x" passando pela origem "O" e o ponto $P(x;y)$, pela lei de Snell:

$$n_0 \cdot sen\theta_O = n_P \cdot sen\theta_P$$
$$n_0 \cdot sen90^\circ = n(y) \cdot sen\theta$$

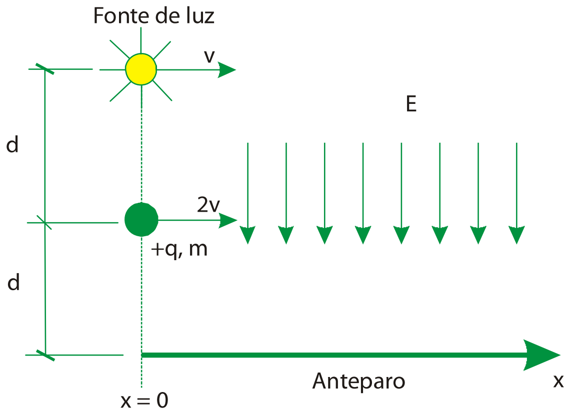
Logo:

$$n(y) = n_O / sen\theta$$

Portanto:

$$n(y) = n_O\sqrt{1+4ay}$$

QUESTÃO 7



A figura apresenta uma fonte de luz e um objeto com carga $+q$ e massa m que penetram numa região sujeita a um campo elétrico E uniforme e sem a influência da força da gravidade. No instante $t = 0$, suas velocidades horizontais iniciais são v e $2v$, respectivamente. Determine:

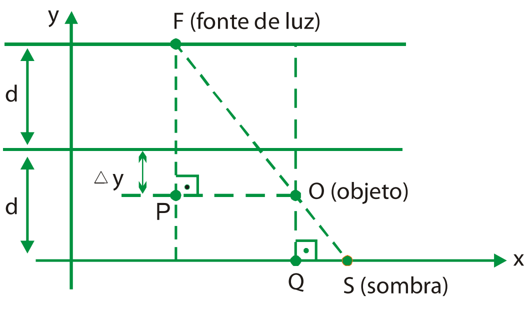
a) o instante t em que o objeto se choca com o anteparo;
b) a equação da posição da sombra do objeto no anteparo em função do tempo;
c) a velocidade máxima da sombra do objeto no anteparo;
d) a equação da velocidade da sombra do objeto no anteparo em função do tempo caso o campo elétrico esteja agindo horizontalmente da esquerda para a direita.

<u>Resolução</u>:

a) Análise vertical:

$$qE = ma \quad \Rightarrow a = QE/m$$
$$\Delta y = at^2/2$$
$$d = \frac{qE}{2m}t^2 \quad \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2\,md}{qE}}$$

b)



$$\Delta FON\Delta OQS$$
$$\frac{\overline{FP}}{\overline{OQ}} = \frac{\overline{PO}}{\overline{QS}} \Rightarrow QS = \frac{\overline{PO}\cdot\overline{OQ}}{\overline{FP}} \quad \Rightarrow \overline{QS} = \frac{vt\cdot(d-\Delta y)}{d+\Delta y}$$

Assim:

$$S(t) = 2\overline{PO} + \overline{QS}$$
$$S(t) = 2vt + vt(d-\Delta y)/(d+\Delta y)$$
$$S(t) = \left(2 + \frac{d - \frac{qEt^2}{2m}}{d + \frac{qEt^2}{2m}}\right)\cdot vt$$

Logo: $s(t) = \left(\frac{4md}{2\,md + qEt^2} + 1\right)\cdot vt$

c) A velocidade máxima ocorre na posição em que o objeto está mais distante do anteparo, ou seja, t = 0.

$$v(t) = \frac{dS}{dt}$$

onde: $S(t) = f(t) \cdot g(t)$

com: $f(t) = 1 + 4\,md\,/(2md + qEt^2)$ e $g(t) = vt$

Tem-se que:

$$v(t) = f' \cdot g + g' t$$
$$f' = 8\,md \cdot qEt\,/(2\,md + qEt^2)^2$$
$$g' = v$$

Logo: $v(t) = \dfrac{(8mdqEt^2 + (6md + qEt^2)(2md + qEt^2))v}{(2\,md + qEt^2)^2}$

Portanto: $v(0) = 3v$ (velocidade máxima da sombra)

d) Sejam $S(t)$, $P(t)$ e $F(t)$, as abscissas da sombra, do objeto e da fonte de luz, respectivamente. Assim:

$$S(t) - F(t) = 2\,(P(t) - F(t))$$

ou seja:

$$S(t) = 2 \cdot P(t) - F(t)$$

Tem-se:

$$F(t) = v \cdot t$$
$$P(t) = 2vt + \frac{qE}{2m} \cdot t^2$$

Logo: $s(t) = 3vt + \dfrac{qE}{m} t^2$

Portanto: $v(t) = \dfrac{dS}{dt} = 3v + \dfrac{2qE}{m} \cdot t$

QUESTÃO 8

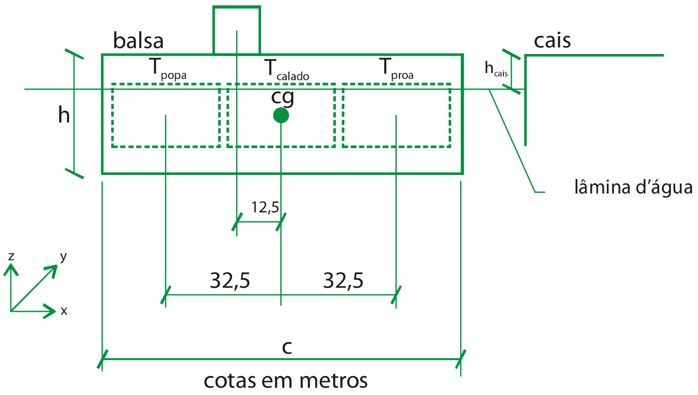


Figura 1

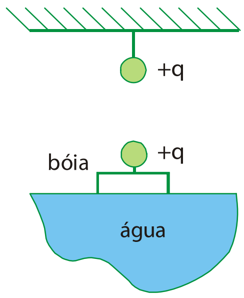


Figura 2

Uma balsa de 2 x 10^6 kg encontra-se ancorada em um cais realizando uma operação de carregamento. O alinhamento horizontal da balsa é controlado por dois tanques denominados tanque de proa e tanque de popa (T_{proa} e T_{popa}). Cada um desses tanques possui uma bomba que realiza a transferência da água contida em seu interior para o outro tanque. Além desses dois tanques, existe o tanque de calado, denominado T_{calado}, que controla a profundidade (posição vertical) da balsa, captando ou rejeitando a água do mar, de modo que seu plano de embarque permaneça no nível do cais. Um corpo de massa 400 x 10^3 kg está embarcado na balsa, a uma distância de 12,5 m a esquerda do centro de gravidade da balsa (*cg*) e centralizada em relação ao eixo *y*. Toda situação descrita acima se encontra representada na Figura 1.

Para a determinação do volume de água contido no tanque de calado, foi idealizado um dispositivo composto por duas cargas positivas iguais a 1 1C, que é capaz de medir a força de repulsão entre as cargas. A primeira carga se localiza em uma bóia no interior do tanque e a segunda carga se localiza no teto, conforme apresentado na Figura 2.

Sabendo-se que: a massa total de água dos tanques de proa e de popa é 1,4 x 10^6 kg; a altura do cais (h_{cais}) medida a partir da lâmina d'água é 4 m; a balsa encontra-se nivelada com o cais; e em equilíbrio mecânico, determine:

a) A massa de água em cada um dos três tanques.
b) O módulo da força de repulsão entre as cargas.

Dados:
- Densidade da água q= 1000 kg.m^{-3}
- permissividade do vácuo d_0 = 8,85x10^{-12} F.m^{-1}
- Dimensões da balsa: - Comprimento: *c* = 100 m;
  - Altura: *h* = 10 m; e
  - Largura: 10 m.
- Dimensões do taque de calado: - Comprimento: 30 m;
  - Altura: 9 m; e
  - Largura: 9 m.

Observações:
- O corpo possui dimensões desprezíveis quando comparado à balsa;
- Só é permitida a rotação da balsa em torno de seu eixo *y* (ver Figura 1).

<u>*Resolução*</u>:

a) * Para o equilíbrio de translação

$$\rho = E$$

$$m_{total} \cdot \cancel{g} = \rho \cdot v_i \cdot \cancel{g}$$

$$m_{total} = 1000 \cdot 100 \cdot 10 \cdot 6 = 6 \cdot 10^6 \ kg$$

mas $m_{proa} + m_{popa} = 1{,}4 \cdot 10^6 kg$

Logo

$$m_{tanques} = 6 \cdot 106^{-2} \cdot 10^6 - 0{,}4 \cdot 10^6 = 3{,}6 \cdot 10^6 \ kg$$

$$m_{calado} = 3{,}6 \cdot 10^6 - 1{,}4 \cdot 10^6 = 2{,}2 \cdot 10^6 \ kg$$

* Para o equilíbrio rotação

$$\sum M = 0$$

$$M_{proa} + M_{corpo} = M_{popa}$$

$$m_{popa} \cdot 32,5 + 12,5 \cdot 400 \cdot 10^3 = m_{proa} \cdot 32,5$$

$$\begin{cases} (m_{popa} - m_{proa}) = -\dfrac{5}{32,5} \cdot 10^6 \\ mpopa + mproa = 1,4 \cdot 10^6 \end{cases}$$

$$2mpopa = \frac{40,5 \cdot 10^6}{32,5} kg$$

$$\therefore \ m_{popa} = \frac{40,5}{65} \cdot 10^6 \ kg \quad \text{e} \quad m_{proa} = \frac{50,5}{65} \cdot 10^6 \ kg$$

$$\text{e } m_{calado} = 2,2 \cdot 10^6 \ kg$$

b)

$$m_{calado} = \rho \cdot v_{\text{água}}$$

$$2,2 \cdot 10^6 = 10^3 \cdot h' \cdot 30 \cdot 9$$

$$h' = 8,15 \quad \Rightarrow \quad d = 9 - 8,15 = 0,85\,m$$

$$F_e = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{q^2}{d^2}$$

$$F_e = \frac{1}{4\pi \cdot 8,85 \cdot 10^{-12}} \cdot \frac{(10^{-6})^2}{(0,85)^2}$$

$$\therefore \ F_e = 0,012\,N$$

QUESTÃO 9

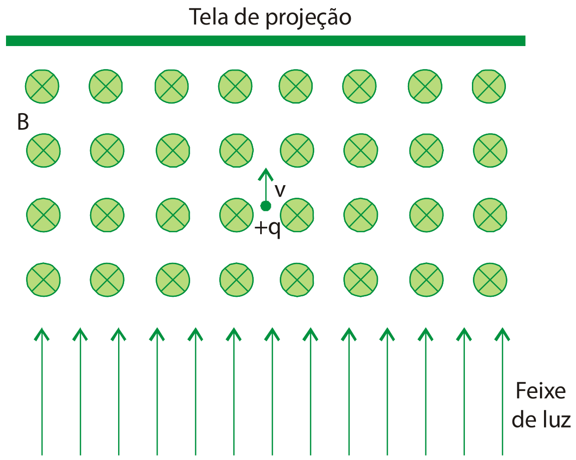


Figura 1

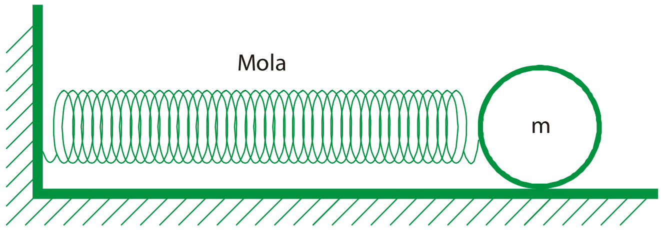


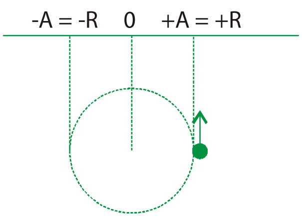
Figura 2

Na Figura 1 é apresentado um corpo de massa *m* e carga +*q* imerso em um campo magnético *B*. O corpo possui uma velocidade *v* perpendicular ao campo magnético. Nele incide um feixe de luz paralela que o ilumina, projetando a sua sombra em uma tela onde executa um movimento equivalente ao de um corpo com massa *m* preso a uma mola, conforme apresentado na Figura 2. Determine:

a) o valor da constante elástica da mola;
b) a energia potencial elástica máxima;
c) a velocidade máxima do corpo;
d) a frequência do movimento.

Observação: Despreze a ação da gravidade.

<u>*Resolução*</u>:



a) Para o corpo no campo magnético

$$F_m = F_{cp}$$

$$|q| V \cdot B = \frac{mv^2}{R} \Rightarrow R = \frac{mv}{|q| B}$$

A amplitude do movimento massa-mola corresponde ao raio do movimento do corpo no campo magnético uniforme. Como o sistema é conservativo:

$$E_m = cte \Rightarrow \frac{mv^2}{2} = \frac{kx^2}{2}, \; x = R \text{ e } v = \omega R = \frac{2\pi}{T} R$$

$$\frac{m}{\cancel{2}}\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 \cancel{R^2} = \frac{K\cancel{R^2}}{\cancel{2}} \Rightarrow \frac{m4\pi^2}{T^2} = K$$

Mas o período do corpo no campo magnético é:

$$V = \frac{\Delta S}{\Delta T} \Rightarrow V = \frac{2\pi}{T} R \Rightarrow \cancel{V} = \frac{2\pi}{T}\frac{m\cancel{V}}{qB}$$

$$\therefore T = \frac{2\pi m}{qB}$$

Logo: $\dfrac{4m\pi^2}{\left(\dfrac{2\pi m}{qB}\right)^2} = K \Rightarrow K = \dfrac{q^2B^2}{m}$

b)

$$E_p = \frac{Kx^2}{2} = \frac{KA^2}{2} = \frac{KR^2}{2}$$

$$E_p = \frac{q^2B^2}{m}\frac{1}{2}\left(\frac{mv^2}{qB}\right) = \frac{mv^2}{2}$$

c) Para velocidade máxima

$$E_{Ccorpo} = E_{Pcorpo}$$

$$\frac{m_c v_c^2}{2} = \frac{mv^2}{2}, \; m_c = m$$

$$\therefore v_c = v$$

d) Mostramos na letra “a”

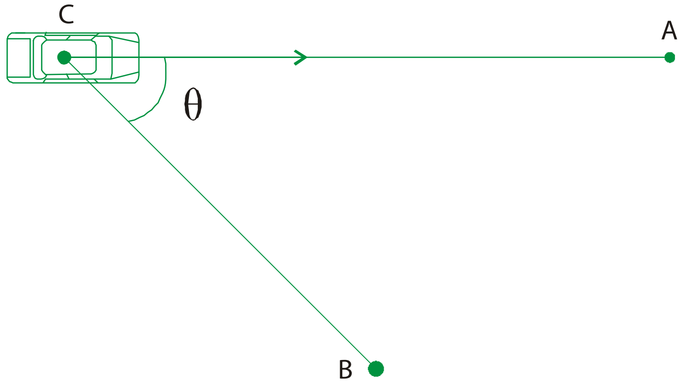
$$\frac{m4\pi^2}{T^2} = K \Rightarrow T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{K}}, \; f = \frac{1}{T}$$

[illegible]

f = [illegible]

$$\text{ou } T = \frac{2\pi m}{qB} \Rightarrow f = \frac{qB}{2\pi m}$$

QUESTÃO 10



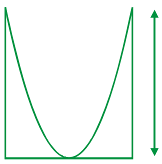
A figura apresenta um carro C que está se movendo a uma velocidade de 36 km/h em direção a um observador situado no ponto A e que passa próximo de um observador situado no ponto B. A reta CB forma um ângulo θ com a reta CA. A buzina do carro, cuja frequência é 440 Hz, é acionada no momento em que $\theta = 60^o$. Sabendo que a frequência ouvida pelo observador situado em A é igual à frequência fundamental de um tubo de 0,19 m de comprimento aberto em uma das extremidades, determine:

a) a velocidade do som no local;
b) a frequência ouvida pelo observador situado em B.

Observação:
o tubo encontra-se no mesmo local dos observadores.

Resolução:

a) Frequência ouvida pelo observador em A(f'_A)



$L = \frac{\lambda}{4}$

$\therefore\ 0{,}19 = \frac{\lambda}{4} \Rightarrow \lambda = 0{,}76m$

$V_s = \lambda . f'_A \Rightarrow f'_A = \frac{V_s}{0{,}76}$

Usando a equação do efeito doppler

$$f'_A = f.\frac{(V_s \pm V_0)}{V_s \pm V_f}$$

$$\frac{\cancel{V_s}}{0{,}76} = \frac{440.\cancel{V_s}}{(V_s - 10)} \Rightarrow V_s - 10 = 334{,}4$$

$$\therefore\ V_s = 344{,}4 m/s$$

b) Usando a componente da velocidade do carro na direção CB

$$V_{CB} = V.\cos\theta = 10.0{,}5 = 5 m/s$$

$$f'_B = \frac{440.344{,}4}{344{,}4 - 5} = \frac{151536}{339{,}4} = 446{,}48Hz$$