IME – 2006

2º DIA

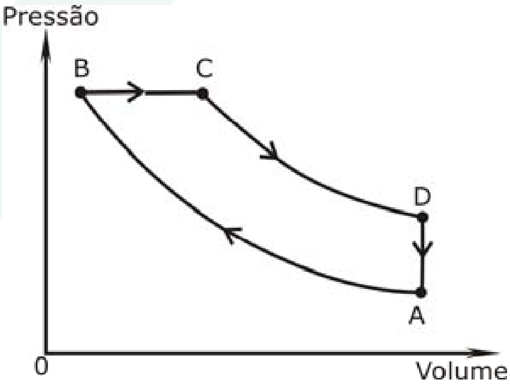
FÍSICA

Física — Questão 01

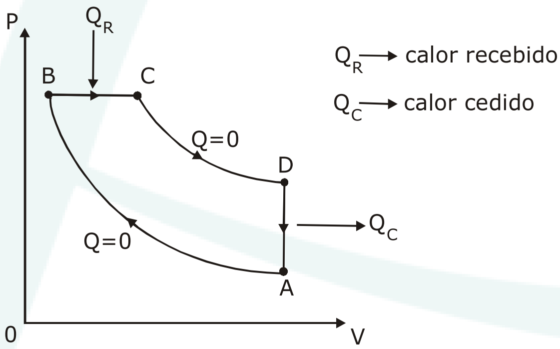
O ciclo Diesel, representado na figura seguinte, corresponde ao que ocorre num motor Diesel de quatro tempos: o trecho AB representa a compressão adiabática da mistura de ar e vapor de óleo Diesel; BC representa o aquecimento a pressão constante, permitindo que o combustível injetado se inflame sem necessidade de uma centelha de ignição; CD é a expansão adiabática dos gases aquecidos movendo o pistão e DA simboliza a queda de pressão associada à exaustão dos gases da combustão.

A mistura é tratada como um gás ideal de coeficiente adiabático γ. Considerando que T_A, T_B, T_C e T_D representam as temperaturas, respectivamente, nos pontos A, B, C e D, **MOSTRE** que o rendimento do ciclo Diesel é dado por

$$\eta = 1 - \frac{1}{\gamma}\left(\frac{T_D - T_A}{T_c - T_B}\right)$$



RESOLUÇÃO:



$$\eta = \frac{W}{Q_R} = \frac{Q_R + Q_C}{Q_R}$$

$$Q_R = Q_p = n c_p (T_C - T_B)$$

$$Q_C = Q_v = n c_v (T_A - T_D)$$

$$\eta = \frac{\cancel{n} c_p (T_C - T_B) + \cancel{n} c_v (T_A - T_D)}{\cancel{n} c_p (T_C - T_B)}$$

$$\eta = 1 + \frac{c_v}{c_p}\frac{T_A - T_D}{T_C - T_B}$$

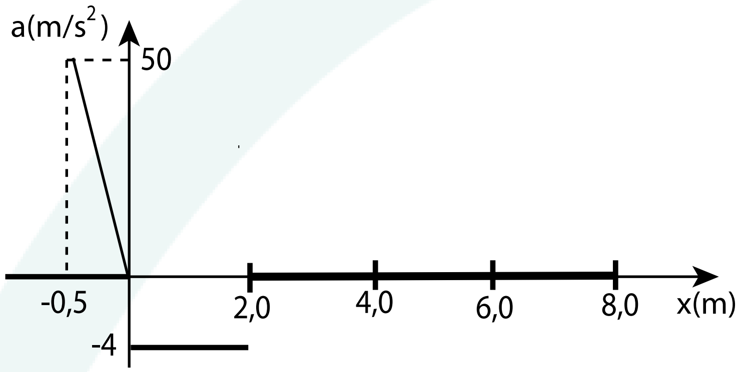
ou $\quad \eta = 1 - \frac{1}{\gamma}\frac{T_D - T_A}{T_C - T_B}$

Física — Questão 02

Um corpo de 500 g de massa está inicialmente ligado a uma mola. O seu movimento é registrado pelo gráfico a seguir, que mostra a aceleração em função da posição, a partir do ponto em que a mola se encontra com a compressão máxima. A abscissa x=0 corresponde à posição em que a deformação da mola é nula. Nesta posição, o corpo foi completamente liberado da mola e ficou submetido à aceleração registrada no gráfico. **DETERMINE**

A) a variação da quantidade de movimento nos 2 s após o corpo ser liberado da mola.

B) o trabalho total realizado desde o começo do registro em x = −0,5 m até x = 3 m.



RESOLUÇÃO:

A) Supondo a velocidade da massa nula para x = −0,5 m e calculando o trabalho da mola entre −0,5 m e 0 m, através do produto da massa pela área sob a curva, temos

$$W\ m.A \Rightarrow W\ 500.10^{-3} . \frac{0,5 \cdot 50}{2} \Rightarrow \boxed{W = 6,25\ J}$$

Supondo que somente a mola realize trabalho,

$$W = \Delta E_c$$

$$W = \frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} \Rightarrow 6,25 = \frac{500 \cdot 10^{-3} \cdot V^2}{2} - \frac{500 \cdot 10^{-3} \cdot 0^2}{2}$$

$$\boxed{v = 5m/s}\ (\text{para}\ x = 5m)$$

Para 0 < x < 2,0, a=-4m/s² e, portanto, o movimento é uniformemente variado. Então, temos

$$v'^2 = v^2 + 2\Delta s$$

$$v'^2 = 5^2 - 2 \cdot 4 \cdot 2,0 \Rightarrow \boxed{v' = 3m/s}$$

E, supondo o movimento retilíneo, temos

$$\Delta Q = m\Delta v \Rightarrow \Delta Q = 500 \cdot 10^{-3} \cdot (3 - 5) \Rightarrow \Delta Q = -1kg\ \frac{m}{s}$$

B) O trabalho será dado pela soma algébrica da área da curva multiplicada pela massa. Assim, temos

$$W = m \cdot A \Rightarrow W = 500 \cdot 10^{-3} \left(\frac{0,5 \cdot 50}{2} - 4 \cdot 2,0 \right)$$

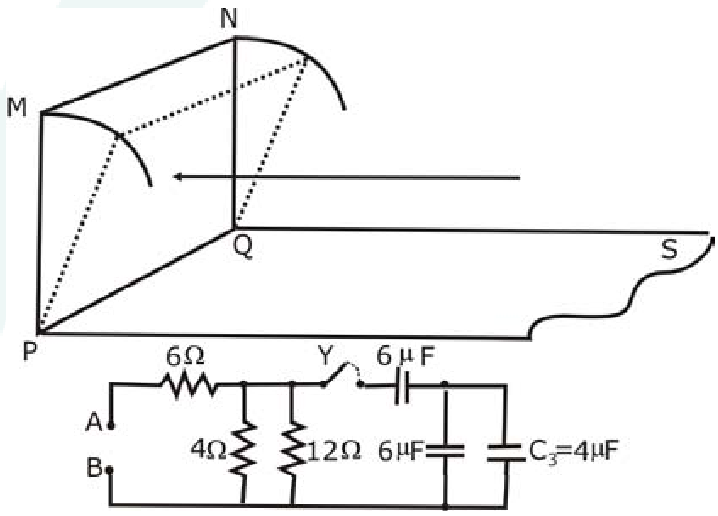
$$\boxed{W = 2,25\ J}$$

Um raio luminoso incide ortogonalmente no ponto central de um espelho plano quadrado MNPQ, conforme a figura seguinte. Girando-se o espelho de um certo ângulo em torno da aresta PQ, consegue-se que o raio refletido atinja a superfície horizontal S paralela ao raio incidente. Com a sequência do giro, o ponto de chegada em S aproxima-se da aresta PQ.

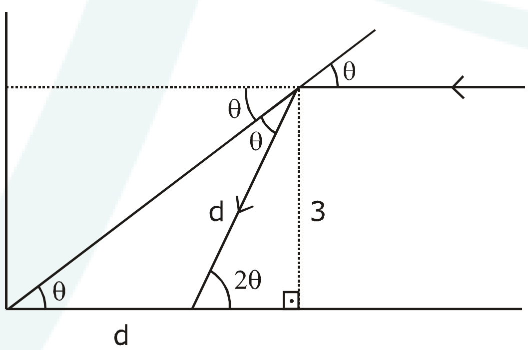
No ponto de chegada em S que fica mais próximo de PQ está um sensor que, ao ser atingido pelo raio refletido, gera uma tensão elétrica U proporcional à distância d entre o referido ponto e aquela aresta U = k.d.

Fixando o espelho na posição em que a distância d é mínima, aplica-se a tensão U aos terminais A e B do circuito. Dado que todos os capacitores estão inicialmente descarregados, **DETERMINE** a energia que ficará armazenada no capacitor C_3 se a chave Y for fechada e assim permanecer por um tempo muito longo.

Dados: comprimento PQ = 6 m;
constante k = 12 V/m.



RESOLUÇÃO:

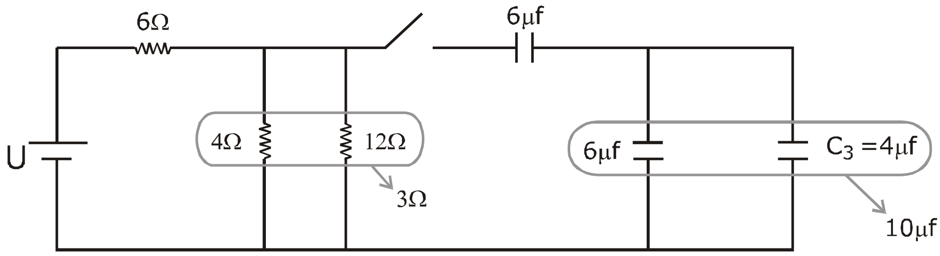


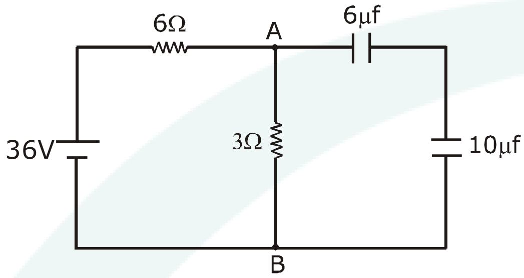
$$\text{sen}2\theta = \frac{3}{d} \Rightarrow d = \frac{3}{\text{sen}2\theta}$$

Para d mínimo, devemos ter $\text{sen}2\theta = 1$, ou seja, $\boxed{d = 3\text{m}}$, o que ocorre para $\theta = 45°$.

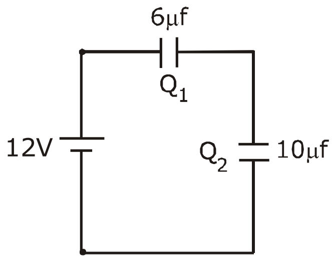
Tensão elétrica

$U = kd \Rightarrow U = 12 \,.\, 3 \Rightarrow U = 36\ V$





$$V_{AB} = \frac{3\Omega}{3\Omega + 6\Omega} \cdot 36\,v \Rightarrow V_{AB} = 12\,V$$



Capacitores em série

$$Q_1 = Q_2 \Rightarrow \begin{cases} C_1V_1 = C_2V_2 \\ V_1 + V_2 = 12 \end{cases} \Rightarrow \frac{C_2V_2}{C_1} + V_2 = 12 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{10\mu V_2}{6\mu} + V_2 = 12 \Rightarrow \qquad V_2 = 4,5\,v$$

Energia armazenada

$$U = \frac{1}{2}CV^2 = \frac{1}{2} \cdot 4 \cdot 10^{-6}\,(4,5)^2 \Rightarrow \boxed{U = 4,05 \cdot 10^{-5}\,J}$$

Para ferver dois litros de água para o chimarrão, um gaúcho mantém uma panela de 500 g suspensa sobre a fogueira, presa em um galho de árvore por um fio de aço com 2 m de comprimento. Durante o processo de aquecimento, são gerados pulsos de 100 Hz em uma das extremidades do fio. Este processo é interrompido com a observação de um regime estacionário de terceiro harmônico. **DETERMINE**

A) o volume de água restante na panela.

B) a quantidade de energia consumida neste processo.

Dados: massa específica linear do aço = 10^{-3} kg/m;

aceleração da gravidade (g) = 10m/s^2;

massa específica da água = 1kg/L;

calor latente de vaporização da água = 2,26MJ/kg.

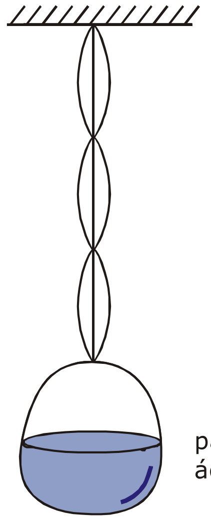
RESOLUÇÃO:

A) Como o fio está em regime de 3° harmônico, tem-se

$$f_3 = \frac{3}{2L}\sqrt{\frac{T}{\mu}}; \text{ como } \begin{cases} L = 2m \\ \mu = 10^{-3}kg \cdot m^{-1} \end{cases}$$

$$100 = \frac{3}{4}\sqrt{\frac{T}{10^{-3}}} \Rightarrow \left(\frac{400}{3}\right)^2 = \frac{T}{10^{-3}} \Rightarrow \frac{16x10^4}{9}x10^{-3} = T$$

$$T = \frac{160}{9}N = \frac{16}{9}kgf$$



A tensão no fio é igual ao peso do conjunto panela + água.

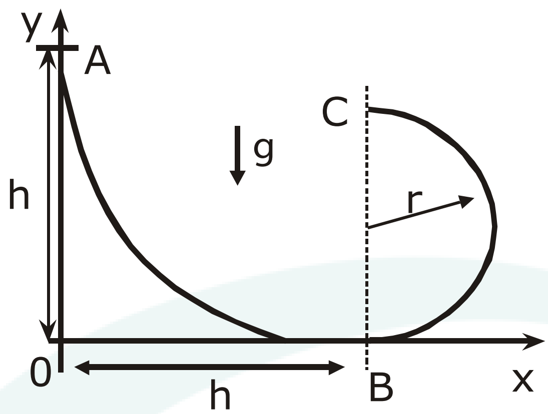
Então, o peso da água é $\frac{16}{9} - 0,5 = \frac{23}{18} \approx 1,3kgf$

O volume da água restante na panela é

$$v = \frac{m}{\rho} = \frac{1,3kg}{1kg/L} = \boxed{1,3L}$$

B) Foram evaporados 2,0 – 1,3=0,7 kg de água.

A energia necessária para isso é $Q = mL_v = 0,7 x 2,26 \approx \boxed{1,6 MJ}$



Uma partícula parte do repouso no ponto A e percorre toda a extensão da rampa ABC, mostrada na figura ao lado. A equação que descreve a rampa entre os pontos A, de coordenadas (0,h) e B, de coordenadas (h,0), é

$$y = \frac{x^2}{h} - 2x + h$$

enquanto entre os pontos B e C, de coordenadas (h,2r), a rampa é descrita por uma circunferência de raio r com centro no ponto de coordenadas (h,r). Sabe-se que a altura h é a mínima necessária para que a partícula abandone a rampa no ponto C e venha a colidir com ela em um ponto entre A e B. **DETERMINE** o ponto de colisão da partícula com a rampa no sistema de coordenadas da figura como

função apenas do comprimento r.

Dado: aceleração da gravidade = g.

OBS: despreze as forças de atrito e a resistência do ar.

RESOLUÇÃO:

A mínima altura h que leva a partícula ao ponto C é aquela tal que a normal com a superfície em C é nula, sendo portanto o peso a única força atuando neste ponto. Assim, temos

$$F_c = m\frac{v_c^2}{r} \Rightarrow \cancel{m}g = \cancel{m}\frac{v_c^2}{r} \Rightarrow \boxed{v_c = \sqrt{gr}}$$

Como não há forças dissipativas entre os pontos A e C, a energia mecânica se conserva.

$$Em_A = Em_c$$

$$\cancel{m}gh = \cancel{m}g(2r) + \cancel{m}\frac{v_c^2}{2}$$

$$\cancel{g}h = 2\cancel{g}r + \frac{\cancel{g}r}{2} \Rightarrow \boxed{h = \frac{5r}{2}}$$

Após abandonar C, temos um lançamento horizontal com aceleração exclusivamente da gravidade.

Em x:

$$x = 2,5r - v_c t \Rightarrow \boxed{t = \frac{2,5r - x}{v_c}}$$

Em y:

$$y = 2r + 0 \cdot t - \frac{gt^2}{2} \Rightarrow y = 2r - \frac{g}{2} \cdot \frac{(2,5r - x)^2}{v_c^2}$$

$$y = 2r - \frac{\cancel{g}}{2} \cdot \frac{(2,5r - x)^2}{\cancel{g}r} \Rightarrow \boxed{t = 2r - \frac{(2,5r - x)^2}{2r}}$$

Resolvendo o sistema para encontrar a intersecção das curvas, temos

$$\begin{cases} y = \dfrac{x^2}{2,5r} - 2x + 2,5r \ (i) \\ y = 2r - \dfrac{(2,5r - x)^2}{2r} \ (ii) \end{cases}$$

$$\frac{x^2}{2,5r} - 2x + 2,5r = 2r - \frac{(2,5r - x)^2}{2r}$$

Do que resulta a seguinte equação:

$36x^2 - 180\ rx + 145r^2 = 0$

cujas raízes são dadas por

$$x = \frac{45 \pm 12\sqrt{5}}{18} r$$

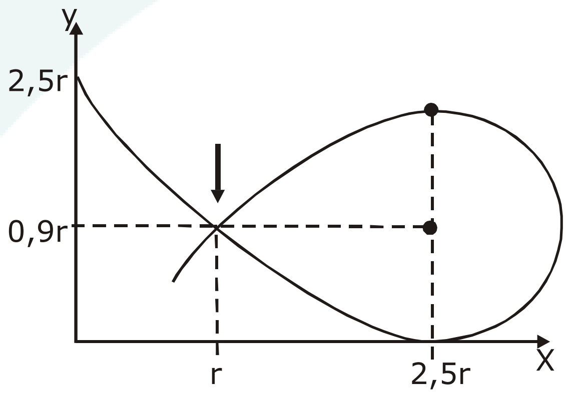
$$x = \frac{45 + 12\sqrt{5}}{18} r > h \ \text{(não convém)}$$

$$\boxed{x = \frac{45 - 12\sqrt{5}}{18} r} \Rightarrow \boxed{x \cong r}$$

substituindo em (i):

$$y = \frac{r^2}{2,5r} - 2r + 2,5r \Rightarrow \boxed{y \cong 0,9r}$$

Portanto, o ponto procurado é (r; 0,9r)



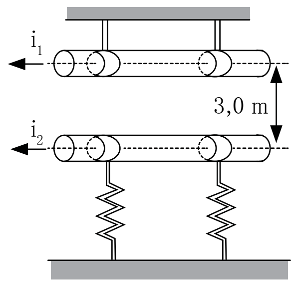
Física — Questão 06

Considere duas barras condutoras percorridas pelas correntes elétricas i_1 e i_2, conforme a figura seguinte. A primeira está rigidamente fixada por presilhas e a segunda, que possui liberdade de movimento na direção vertical, está presa por duas molas idênticas, que sofreram uma variação de 1,0 m em relação ao comprimento nominal. Sabendo-se que $i_1 = i_2$ e que o sistema encontra-se no vácuo, **DETERMINE**

A) o valor das correntes para que o sistema permaneça estático.

B) a nova variação de comprimento das molas em relação ao comprimento nominal, mantendo o valor das correntes calculadas no pedido anterior, mas invertendo o sentido de uma delas.

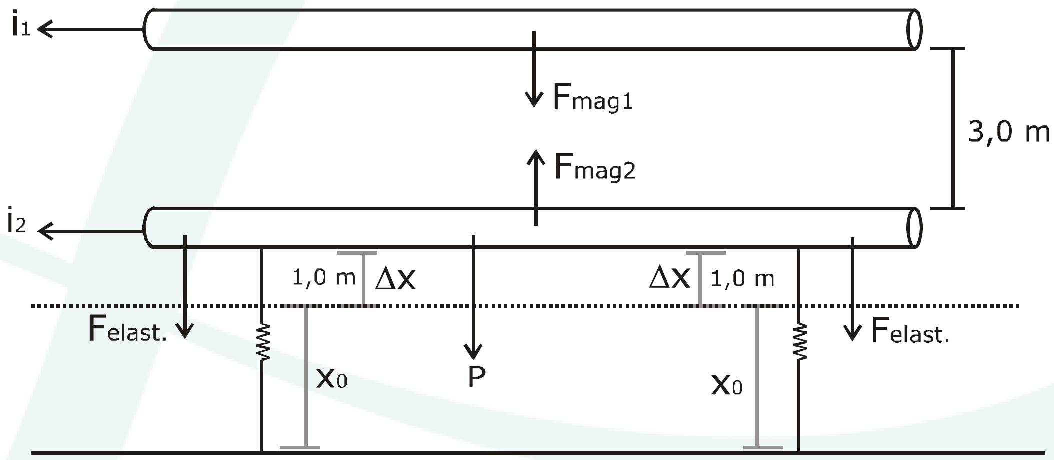
Dados: comprimento das barras = 1,0 m;
massa de cada barra = 0,4 kg;
distância entre as barras = 3,0 m;
constante elástica das molas = 0,5 N/m;
aceleração da gravidade (g) = 10 m/s²;
permeabilidade do vácuo (μ0) = 4π . 10^{-7} T.m/A



RESOLUÇÃO:

A)

1º caso: mola distendida



$$F_{mag} = 2kx + mg \quad (1)$$

$$\left|\vec{F}_{mag1}\right| = \left|\vec{F}_{mag2}\right| = F_{mag}$$

Para a barra de baixo, temos

$$F_{mag2} = B_1 . i_2 \ell \, \cancel{sen\theta}^{\,1} \quad (\theta = 90°)$$

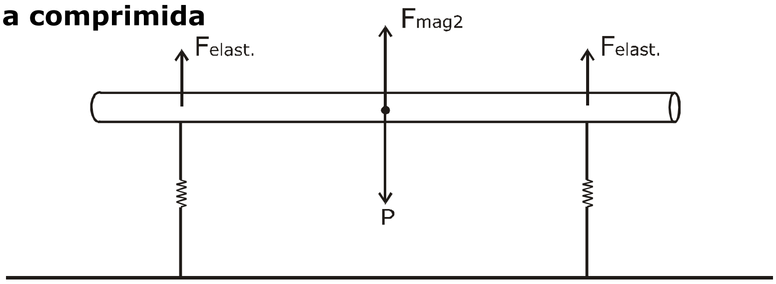
em que $B_1 = \dfrac{\mu i_1}{2\pi d}$ logo

$$F_{mag2} = \frac{\mu i_1 \cdot i_2 \ell}{2\pi d} \qquad (i_1 = i_2)$$

$$\frac{\mu i^2 \ell}{2\pi d} = 2kx + mg \Rightarrow \frac{{}^{2}\cancel{4\pi} \cdot 10^{-7} \cdot i^2 \cdot 1}{\cancel{2\pi} \cdot 3} = 2 \cdot 0,5 \cdot 1 + 0,4 \cdot 10$$

$$\frac{2 \cdot 10^{-7}}{3} \cdot i^2 = 1 + 4 \therefore i^2 = \frac{15}{2} \cdot 10^{+7} = 7,5 \cdot 10^7 \therefore \boxed{i = 8660\,A}$$

2°caso: mola comprimida

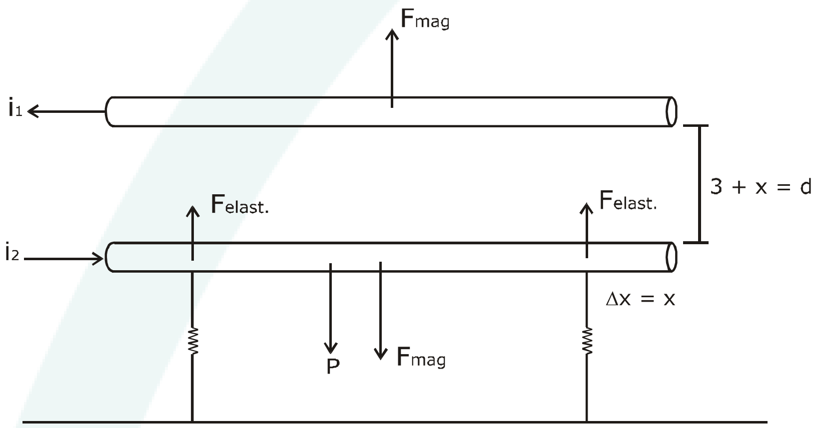


$$P = 2F_{el} + F_{mag}$$

$$mg = 2kx + \frac{\mu i^2 \ell}{2\pi d} \Rightarrow 0,4.10 = 2,05.1 + \frac{{}^{2}\cancel{4}\pi.10^{-7}.i^2.1}{\cancel{2}\pi.3}$$

$$4 = 1 + \frac{2}{3}.10^{-7}.i^2 \therefore i^2 = 4,5.10^{7} \therefore \boxed{i = 6708\,A}$$

B)



$$2kx = mg + \frac{\mu i^2 \ell}{2\pi d}$$

$$2.0,5.x = 0,4.10 + \frac{{}^{2}\cancel{4}\pi.\cancel{10^{-7}}.7,5.\cancel{10^{7}}.1}{\cancel{2}\pi(3+x)}$$

$$x = 4 + \frac{15}{3+x} \Rightarrow (x - 4) = \frac{15}{(3+x)} \Rightarrow (x-4)(3+x) = 15 \Rightarrow 3x + x^2 - 12 - 4x = 15$$

$$x^2 - x - 27 = 0 \therefore x = \frac{1 \pm \sqrt{109}}{2} = \frac{1 \pm 10,44}{2} = \boxed{5,72m}$$

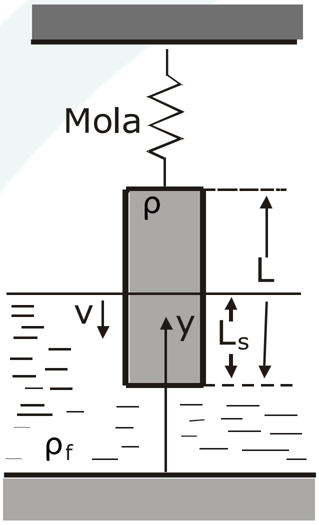
$$= \boxed{-4,72m} \text{ (não convém)}$$

Física — Questão 07

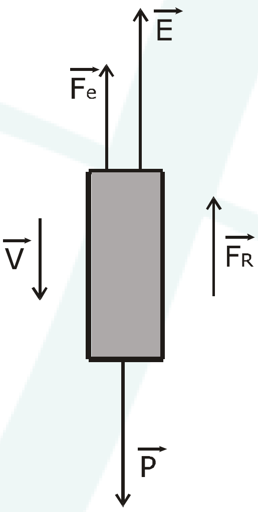
A figura ilustra uma barra de comprimento L = 2m com seção reta quadrada de lado a = 0,1m e massa específica ρ = 1,20 g/cm³, suspensa por uma mola com constante elástica k = 100 N/m. A barra apresenta movimento somente no eixo vertical y e encontra-se parcialmente submersa num tanque com líquido de massa específica ρf = 1,00 g/cm³. Em um certo instante, observa-se que a mola está distendida de Δy = 0,9 m, que o comprimento da parte submersa da barra é L_s = 1,6 m e que a velocidade da barra é v = 1 m/s no sentido vertical indicado na figura. **DETERMINE** os comprimentos máximo (L_{max}) e mínimo (L_{min}) da barra que ficam submersos durante o movimento.

Dado: aceleração da gravidade (g) = 10 m/s².

OBS: despreze o atrito da barra com o líquido.



RESOLUÇÃO:



$$m = \rho . v = 24kg$$

$$\boxed{P = 240N}$$

$$E = \rho_f . V_S . g$$

$$E = 1000 . 0,1^2 . 1,6 . 10$$

$$\boxed{E = 160\,N}$$

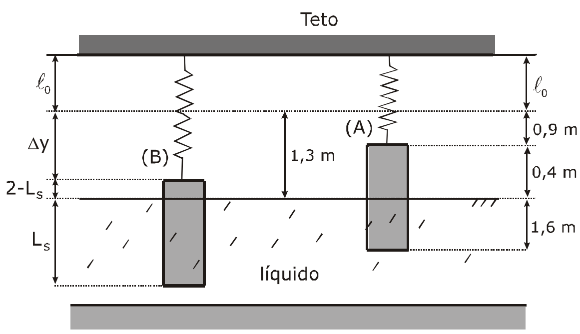
$$F_e = k\Delta y$$

$$F_e = 100 . 0,9$$

$$\boxed{F_e = 90\,N}$$

$$F_R = E + F_e - P$$

$$\boxed{F_R = 10\,N}$$



A distância da posição relaxada da mola e o líquido é constante e igual a 1,3 m, assim

$$\Delta y + 2 - L_S = 1,3 \Rightarrow \boxed{L_S = \Delta y + 0,7} \quad (i)$$

Usando o teorema do trabalho da força resultante e energia cinética, temos

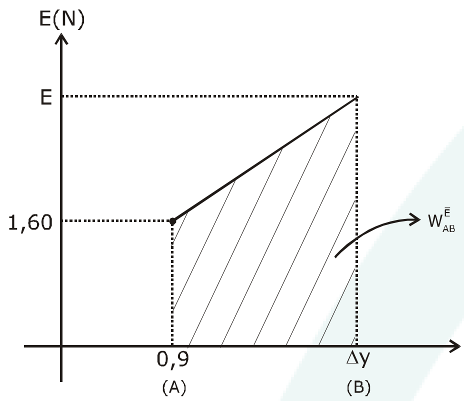
$$W_{AB}^{\vec{FR}} = \Delta Ec^{AB} = Ec^{B} - Ec^{A} \quad (ii)$$

$$W_{AB}^{\vec{FR}} = W_{AB}^{\vec{P}} + W_{AB}^{\vec{Fe}} + W_{AB}^{\vec{E}}$$

$$W_{AB}^{\vec{FR}} = mg\Delta h = mg(\Delta y - 0,9)$$

$$W_{AB}^{\vec{Fe}} = -\Delta E_e = E_e^A - E_e^B = \frac{1}{2}k\left(0,9^2 - \Delta y^2\right)$$

Variação do empuxo com a posição:



$$E = \rho_f \cdot a^2 L_s g$$

$$E = 100\cancel{0} \cdot \cancel{0,1}^2 \cdot (\Delta y + 0,7) \cdot \cancel{10}$$

$$E = 100(\Delta y + 0,7) = 100\Delta y + 70$$

$$W_{AB}^{\vec{E}} = -\frac{(100\Delta y + 70 + 160)(\Delta y - 0,9)}{2}$$

$$W_{AB}^{\vec{E}} = -\frac{(100\Delta y + 230)(\Delta y - 0,9)}{2}$$

$$W_{AB}^{\vec{E}} = -\frac{100\Delta y^2 - 90\Delta y + 230\Delta y - 207}{2}$$

$$W_{AB}^{\vec{E}} = -\frac{100\Delta y^2 - 140\Delta y^2 - 207}{2}$$

$$W_{AB}^{\vec{E}} = -(50\Delta y^2 + 70\Delta y - 103,5)$$

$$W_{AB}^{\vec{FR}} = 240(\Delta y - 0,9) + 50(0,81 - \Delta y^2) - 50\Delta y^2 - 70\Delta y + 103,5$$

$$W_{AB}^{\vec{FR}} = 240\Delta y - 216 + 40,5 - 50\Delta y^2 - 50\Delta y^2 - 70\Delta y + 103,5$$

$$W_{AB}^{\vec{FR}} = -100\Delta y^2 + 170\Delta y - 72$$

$$\Delta E_C = \frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}mv_A^2 = \frac{1}{2}.24.v^2 - \frac{1}{2}.24.1^2 = 12v^2 - 12$$

Substituindo em (ii):

$$-100\Delta y^2 + 170\Delta y - 72 = 12v^2 - 12$$
$$-100\Delta y^2 + 170\Delta y - 60 = 12v^2$$

Nas posições extremas, temos v=0, então

$$-100\Delta y^2 + 170\Delta y - 60 = 0$$
$$10\Delta y^2 - 17\Delta y + 6 = 0$$

$$\Delta y = 0,5\,m$$
$$\Delta y = 1,2\,m$$

e substituindo em (i):

$$\boxed{\begin{aligned} L_{min} &= 1,2m \\ L_{max} &= 1,9m \end{aligned}}$$

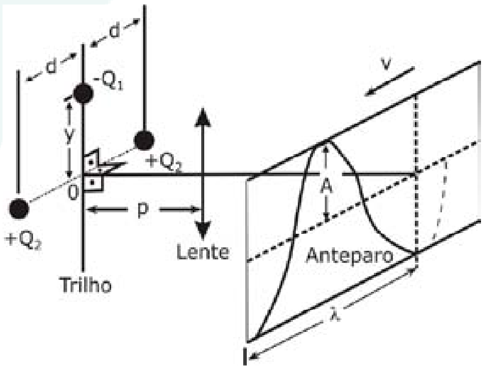
Com o objetivo de medir o valor de uma carga elétrica $-Q_1$ de massa m, montou-se o experimento a seguir. A carga de valor desconhecido está presa a um trilho e sofre uma interação elétrica devido à presença de duas cargas fixas equidistantes dela, e de valor positivo $+Q_2$. O trilho é colocado em paralelo e a uma distância p de uma lente convergente de distância focal f. A carga $-Q_1$, inicialmente em repouso na posição apresentada na figura, é liberada sem a influência da gravidade, tendo seu movimento registrado em um anteparo que se desloca com velocidade v no plano da imagem de $-Q_1$ fornecida pela lente. Em função de Q_2, A, d, p, f, v, m, λ e ε, **DETERMINE**

A) a ordenada y inicial.

B) o valor da carga negativa $-Q_1$.

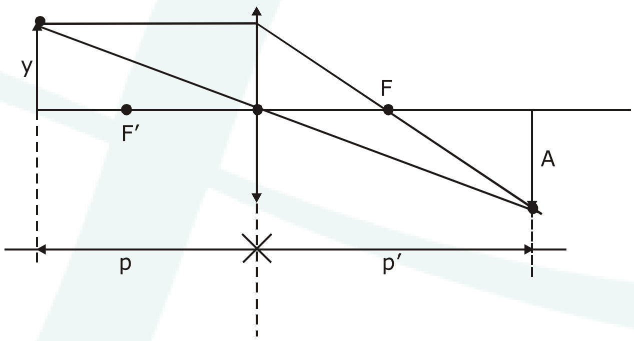
Dado: permissividade do meio = ε.

OBS: considere d >> y, ou seja, $d^2 + y^2 \cong d^2$.



RESOLUÇÃO:

a)



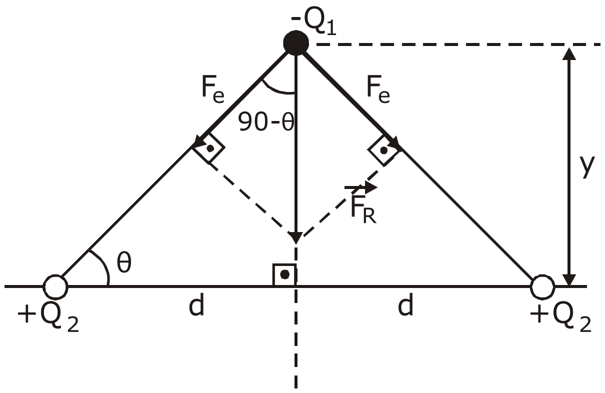
Equação de Gauss: $\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'} \Rightarrow \frac{1}{p'} = \frac{1}{f} - \frac{1}{p}$

$\frac{1}{p'} \Rightarrow \boxed{p' = \frac{fp}{p-f}}$

Equação de aumento linear: $\frac{i}{o} = -\frac{p'}{p} \Rightarrow \frac{A}{y} = -\frac{\frac{f\cancel{p}}{p-f}}{\cancel{p}}$

$\frac{A}{y} = -\frac{f}{p-f} \Rightarrow \boxed{y = -\frac{A}{f}(p-f)}$

b)



$$\text{sen}\theta = \frac{y}{\sqrt{d^2 + y^2}} = \frac{y}{d}; \quad \cos\theta \cong 1$$

$$F_R = 2F_e \cos(90 - \theta) = 2F_e \text{sen}\theta \Rightarrow F_R = \cancel{2} \frac{1}{{}_2\cancel{4}\pi\varepsilon} \cdot \frac{-Q_1Q_2}{d^2} \cdot \frac{y}{d} \Rightarrow F_R = -\frac{Q_1Q_2}{2\pi\varepsilon d^3} \cdot y$$

$$F_R = -ky \Rightarrow \boxed{k = \frac{Q_1Q_2}{2\pi\varepsilon d^3}} \Rightarrow \text{MHS}$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow T = 2\pi\sqrt{\frac{2\pi\varepsilon d^3 m}{Q_1Q_2}}$$

Do movimento da imagem em relação ao anteparo, temos

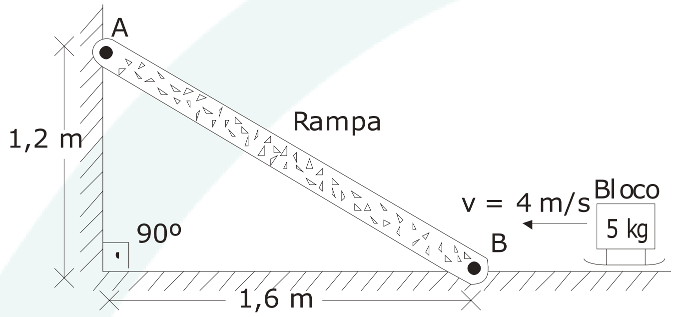
$$v = \frac{\lambda}{T} \Rightarrow \lambda = v \cdot 2\pi\sqrt{\frac{2\pi\varepsilon d^3 m}{Q_1Q_2}}$$

$$\lambda^2 = \frac{v^2 4\pi^2 \cdot 2\pi\varepsilon d^3 m}{Q_1Q_2}$$

$$\boxed{Q_1 = \frac{8\pi^3 \varepsilon v^2 d^3 m}{\lambda^2 Q_2}}$$

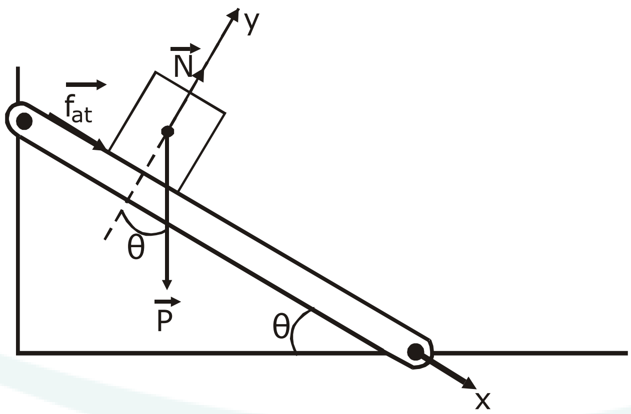
Um bloco de massa m = 5 kg desloca-se a uma velocidade de 4 m/s até alcançar uma rampa inclinada de material homogêneo, cujos pontos A e B são apoios e oferecem reações nas direções horizontal vertical. A rampa encontra-se fixa e o coeficiente de atrito cinético entre o bloco e a rampa é igual a 0,05. Sabe-se que o bloco para ao atingir determinada altura e permanece em repouso. Considerando que a reação vertical no ponto de apoio B após a parada do bloco seja de 89 N no sentido de baixo para cima, **DETERMINE** a magnitude, a direção e o sentido das demais reações nos pontos A e B.

Dados: aceleração da gravidade (g) = 10 m/s^2;
peso linear da rampa = 95 N/m



RESOLUÇÃO:

Forças na subida do bloco:



Por equilíbrio em y:

$P\cos\theta = N$ (i)

Em x:

$f_{at} + P\,\text{sen}\,\theta = m.a$ (ii)

E temos ainda:

$f_{at} = \mu N$ (iii)

Assim
$\mu.P\cos\theta + P\text{sen}\theta = m.a$
$\mu mg\cos\theta + mg\text{sen}\theta = m.a$
$0{,}05.0{,}8.10 + 10.0{,}6 = a$

$\boxed{a = 6{,}4 m/s^2}$

Como o movimento em x é uniformemente variado,

$$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta x$$

$$0^2 = 4^2 - 2.6,4.\Delta x$$

$$\boxed{\Delta x = 1,25m}$$

Com projeções horizontal (h) e vertical (v), respectivamente,

$$h = 1,25.\cos\theta$$

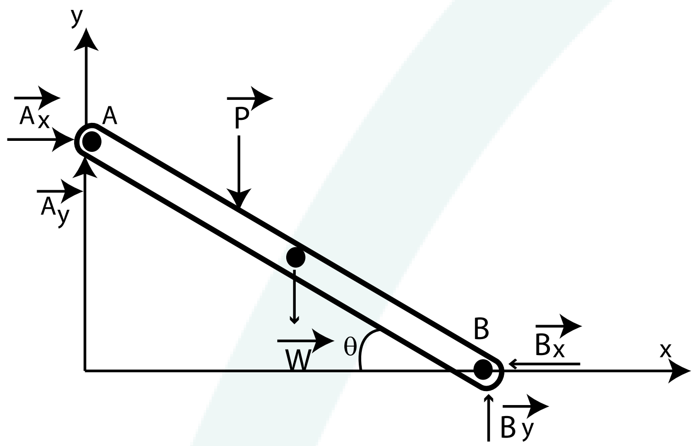
$$h = 1,25.0,8$$

$$\boxed{h = 1m}$$

$$v = 1,25.\text{sen}\theta$$

$$\boxed{v = 0,75m}$$

Após o bloco parar:



$m = 5kg \Rightarrow P = mg \Rightarrow \boxed{P = 50N}$

$\boxed{By = 89N}$

$w = \rho L = W = 95 \cdot 2 \Rightarrow \boxed{W = 190N}$

Como a rampa está equilibrada,

$$\sum M_A = 0 : B_x \cdot 1,2.w \cdot 0,8 + P \cdot 0,6 = B_y \cdot 1,6$$

$$1,2B_x + 190 \cdot 0,8 + 50 \cdot 0,6 = 89 \cdot 1,6$$

$\boxed{B_x = -33N}$ horizontal para a direita

ΣF =0:

$A_x = B_x \Rightarrow \boxed{A_x = -33N}$ horizontal para a esquerda

Σf =0:

$$A_y + B_y = P + W$$

$$A_y + 89 = 50 + 190$$

$\boxed{A_y = 151N}$ vertical para cima.

Os sentidos de A_x e B_x nos levam a concluir que a barra foi tracionada quando fixada nas articulações.

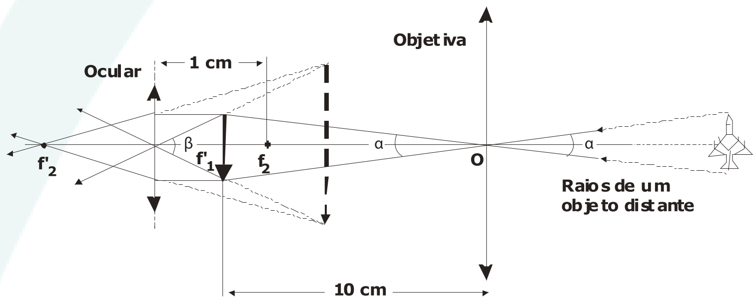
Suponha que você seja o responsável pela operação de um canhão antiaéreo. Um avião inimigo está passando em uma trajetória retilínea, distante de sua posição, a uma altura constante e com velocidade v = 900 km/h. A imagem deste avião no seu aparelho de pontaria possui comprimento l = 5 cm, mas você reconheceu este avião e sabe que seu comprimento real é L = 100 m. Ao disparar um projétil deste canhão, sua trajetória é retilínea a velocidade constante u = 500 m/s. No momento em que a aeronave se encontra perfeitamente ortogonal à linha de visada do aparelho de pontaria, **DETERMINE**

A) o desvio angular θ entre o aparelho de pontaria e o tubo do canhão para que você acerte o centro do avião ao disparar o gatilho com a aeronave no centro do visor.

B) o aumento M do aparelho de pontaria.

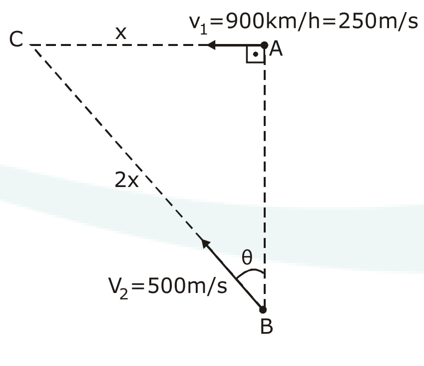
C) o tempo t até o projétil alcançar o centro do avião.

OBS: Considere que o aparelho de pontaria possa ser tratado como um telescópio de refração, conforme mostra a figura esquemática, constituído por apenas duas lentes convergentes, denominadas objetiva e ocular, cujas distâncias focais são, respectivamente, f_1 = 10 cm e f_2 = 1 cm. Considere ainda que os ângulos α e β sejam pequenos.



RESOLUÇÃO:

A)



O tempo gasto pelo avião no trecho AC tem que ser o mesmo que o gasto pelo projétil no trecho BC para que haja o impacto. Como v² é o dobro de v¹ então BC é o dobro de AC. Assim, teremos

$$\text{sen}\theta = \frac{x}{2x} \Rightarrow \text{sen}\theta = \frac{1}{2} \Rightarrow \boxed{\theta = 30^\circ},$$

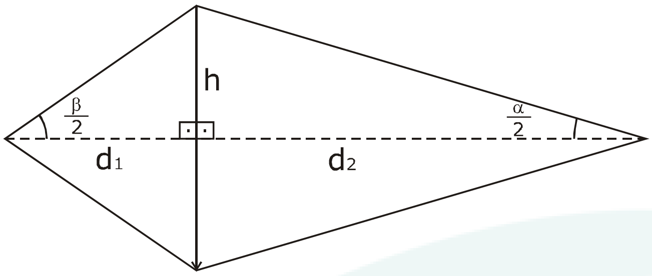
B) Aumento visual

$$M = \frac{\tan\beta}{\tan\alpha} = \frac{f_1}{f_2} = \frac{10}{1} \Rightarrow \boxed{M = 10}$$

C)

$M = \dfrac{\tan\beta}{\tan\alpha}$. Como os ângulos α e β são pequenos, temos $\tan\beta \approx \beta$ e $\tan\alpha \approx \alpha$.

$$M = \frac{\beta}{\alpha} \Rightarrow 10 = \frac{\beta}{\alpha} \Rightarrow \beta = 10\alpha$$

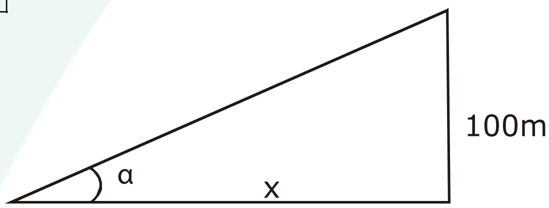


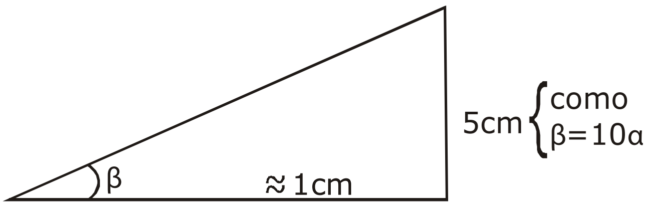
$$\left.\begin{array}{l} \tan\dfrac{\beta}{2} = \dfrac{h}{d_1} \\[2ex] \tan\dfrac{\alpha}{2} = \dfrac{h}{d_2} \end{array}\right\} d_1 \tan\frac{\beta}{2} = d_2 \tan\frac{\alpha}{2}$$

Para ângulos pequenos,

$$d_1 \frac{\beta}{2} = d_2 \frac{\alpha}{2} \Rightarrow \quad d_1 = \frac{\alpha}{\beta} d_2 \quad \text{onde } \beta = 10\alpha \quad \text{e} \quad \boxed{d_2 = 10\text{cm}}$$

$$\Rightarrow d_1 = \frac{\alpha}{10\alpha} \cdot 10 \Rightarrow \boxed{d_1 = 1\text{cm}}$$



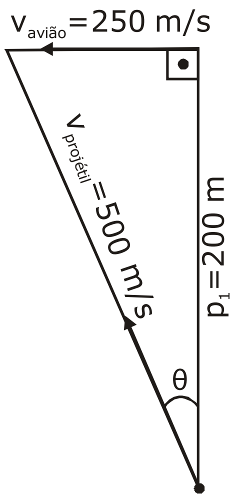


temos

$$\text{tg}\alpha = \frac{100}{x} \text{ e } \text{tg}10\alpha = \frac{5}{1}$$

$$\frac{\cancel{\alpha}}{10\cancel{\alpha}} = \frac{100}{x \cdot 5} \therefore x = \frac{1\,000}{5} = \boxed{200\,\text{m}}$$

para figura do item A) temos



para θ = 30° , temos

$$\cos 30^\circ = \frac{200}{x} \therefore \boxed{x = \frac{400\sqrt{3}}{3}\,\text{m}}$$

Então, o tempo do projétil será de

$$t = \frac{400\sqrt{3}}{500 \cdot 3} = \boxed{0,461\ \text{s}}$$