

1ª Questão:

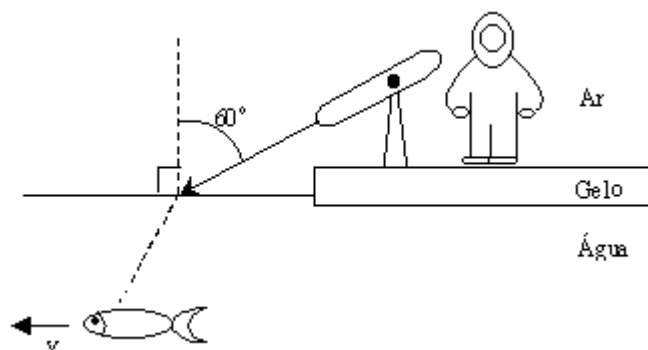
Valor 1,0

Um esquimó aguarda a passagem de um peixe sob um platô de gelo, como mostra a figura abaixo. Ao avistá-lo, ele dispara sua lança, que viaja com uma velocidade constante de 50 m/s, e atinge o peixe. Determine qual era a velocidade  $v$  do peixe, considerando que ele estava em movimento retilíneo uniforme na direção indicada na figura.

OBS: suponha que a lança não muda de direção ao penetrar na água.

Dados: índice de refração do ar:  $n_{\text{ar}} = 1$

índice de refração da água:  $n_{\text{água}} = 1,33$



2ª Questão:

Valor 1,0

Um cilindro contém oxigênio à pressão de 2 atmosferas e ocupa um volume de 3 litros à temperatura de 300 K. O gás, cujo comportamento é considerado ideal, executa um ciclo termodinâmico através dos seguintes processos:

Processo 1-2: aquecimento à pressão constante até 500 K.

Processo 2-3: resfriamento à volume constante até 250 K.

Processo 3-4: resfriamento à pressão constante até 150 K.

Processo 4-1: aquecimento à volume constante até 300 K.

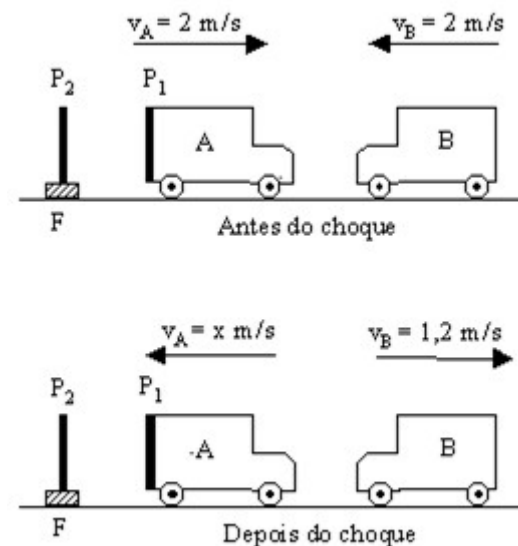
Ilustre os processos em um diagrama pressão-volume e determine o trabalho executado pelo gás, em Joules, durante o ciclo descrito acima. Determine, ainda, o calor líquido produzido ao longo deste ciclo.

Dado:  $1 \text{ atm} = 10^5 \text{ Pa}$ .

3ª Questão:

Valor 1,0

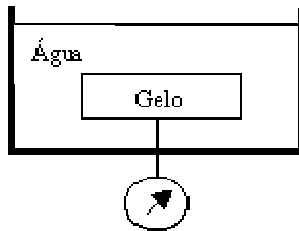
Deslocando-se em uma pista retilínea horizontal, os dois carrinhos de madeira A e B, representados na figura abaixo, colidem frontalmente, sendo 0,8 o coeficiente de restituição do choque. Sobre a face posterior do carrinho A está fixada uma placa metálica  $P_1$ , que, no instante do choque, dista 3 m de uma placa metálica idêntica  $P_2$ , fixada no ponto F. Sabendo-se que entre as duas placas existe uma capacitância de  $8 \mu\text{F}$  e uma tensão de 12 V, determine: a carga elétrica, a capacitância e a tensão elétrica entre as placas 0,5 s após o choque.



4ª Questão:

Valor 1,0

Um cubo de gelo encontra-se totalmente imerso em um reservatório adiabático com 200 ml de água a 25 °C. Um fino arame o conecta a um dinamômetro que indica uma força de  $3,2 \times 10^{-1}$  N. Sabe-se que a densidade da água e do gelo são, respectivamente, 1 g/cm<sup>3</sup> e 0,92 g/cm<sup>3</sup>, enquanto que os calores específicos são respectivamente de 1 cal/g °C e 0,5 cal/g °C. O calor latente de fusão do gelo é 80 cal/g. Considere a aceleração da gravidade como 10 m/s<sup>2</sup>. Determine a força indicada pelo dinamômetro quando a temperatura da água for de 15 °C, assim como a massa do bloco de gelo neste momento.



5ª Questão:

Valor 1,0

Em um cubo de massa uniformemente distribuída, com 10 cm de lado, foram feitos 5 furos independentes sobre as diagonais de uma das faces e perpendiculares à mesma. O primeiro furo possui como centro o ponto de encontro das diagonais, com raio de 2 cm e profundidade de 7 cm. Os demais furos são idênticos, com centros a 4 cm do centro da face, raios de 1,5 cm e profundidades de 5 cm. Sobre o primeiro furo, solidarizou-se um cilindro de 2 cm de raio e 10 cm de altura, de modo a preencher totalmente o furo. O conjunto foi colocado em um grande recipiente contendo água, mantendo-se a face furada do cubo voltada para cima. Observou-se que o conjunto flutuou, mantendo a face inferior do cubo a 9 cm sob o nível da água.

Determine a intensidade e o sentido da força, em Newtons, que deve ser mantida sobre a face superior do cilindro, para manter somente 1 cm de cilindro acima do nível da água.

Dados: massa específica da água: 1 g/cm<sup>3</sup>.  
aceleração da gravidade: 10 m/s<sup>2</sup>.

6ª Questão:

Valor 1,0

1. Um observador, estando a 20 cm de distância de um espelho esférico, vê sua imagem direita e ampliada três vezes. Qual é o tipo de espelho utilizado? (justifique)

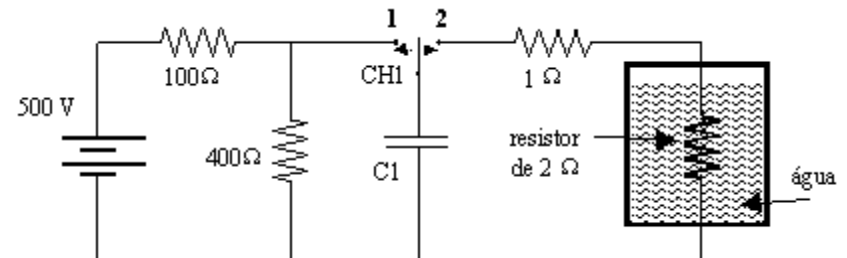
2. Suponha que raios solares incidam no espelho do item 1 e que, quando refletidos, atinjam uma esfera de cobre de dimensões desprezíveis. Calcule a posição que esta deva ser colocada em relação ao espelho, para que seu aumento de temperatura seja máximo. Calcule, ainda, a intensidade da força necessária para manter a esfera em repouso, nesta posição, uma vez que a esfera está ligada ao espelho através de uma mola distendida, cujo comprimento é de 17 cm quando não solicitada. Despreze o atrito e suponha que a constante elástica da mola seja de 100 N/m.

7ª Questão:

Valor 1,0

Num laboratório realizou-se a experiência ilustrada na figura abaixo. O resistor de 2 Ω está imerso em 50 g de água a 30 °C num recipiente adiabático. Inicialmente, o capacitor C1 estava descarregado. Comutou-se a chave CH1 para a posição 1 até que o capacitor se carregou. Em seguida, comutou-se a chave CH1 para a posição 2 até que o capacitor se descarregou. Este procedimento foi repetido por 220 vezes consecutivas até que a água começou a ferver. Considerando-se total a transferência de calor entre o resistor e a água, determine a capacitância de C1.

Dados: calor específico da água = 1 cal/g °C.  
temperatura de ebulição da água = 100 °C.



8ª Questão:

Valor 1,0

Um aluno observa um bloco de 50 g que está obrigado, por um fio inextensível e de massa desprezível, a comprimir em 5 cm uma mola com constante elástica de 20 N/cm, conforme a figura 1. Todo o conjunto (bloco, mola e plano inclinado) movimenta-se com velocidade de 3 m/s para a direita, em relação ao aluno. O fio é cortado, o bloco se desloca e é liberado da mola a partir do instante em que esta não é mais contraída (instante representado na figura 2). O aluno necessita saber a respeito da velocidade do bloco em relação ao referencial  $xy$ , em que está localizado. Para tal, faça o gráfico das componentes da velocidade nesse referencial, desde o instante que o bloco é liberado até ele atingir o chão.

Dado: aceleração da gravidade  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

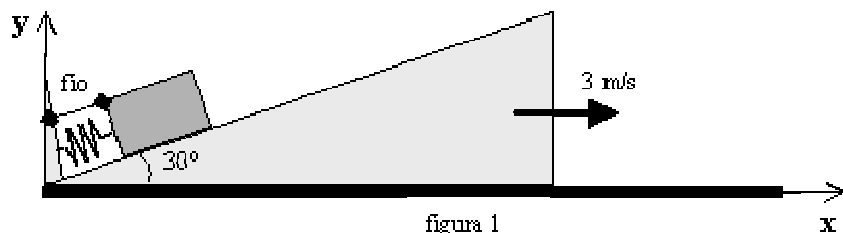


figura 1

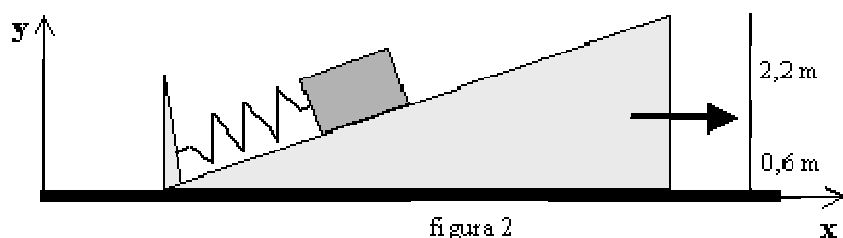


figura 2

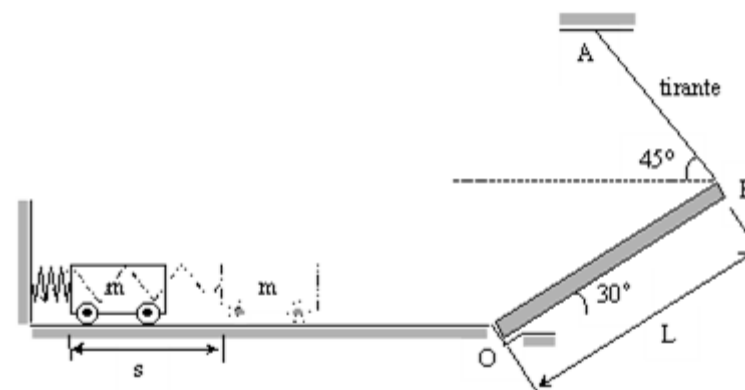
9ª Questão:

Valor 1,0

Um carrinho de massa  $m = 20 \text{ kg}$  encontra-se numa posição inicial comprimindo uma mola de constante elástica  $k = 18 \text{ kN/m}$  em  $s = 10 \text{ cm}$ , estando a mola presa a uma parede vertical, conforme mostra a figura abaixo. Após liberado do repouso, o carrinho se desloca ao longo da superfície horizontal e sobe a prancha inclinada OB, de comprimento  $L = 180 \text{ cm}$ , até atingir o repouso. Considerando-se desprezíveis o efeito do atrito ao longo do percurso e o peso da prancha e adotando o valor da aceleração gravitacional igual a  $10 \text{ m/s}^2$ , determine, neste instante, a força normal por unidade de área no tirante AB com seção circular de diâmetro  $d = 1,5 \text{ mm}$ .

OBS: o carrinho não está preso à mola.

Dado:  $\cos 15^\circ = 0,97$

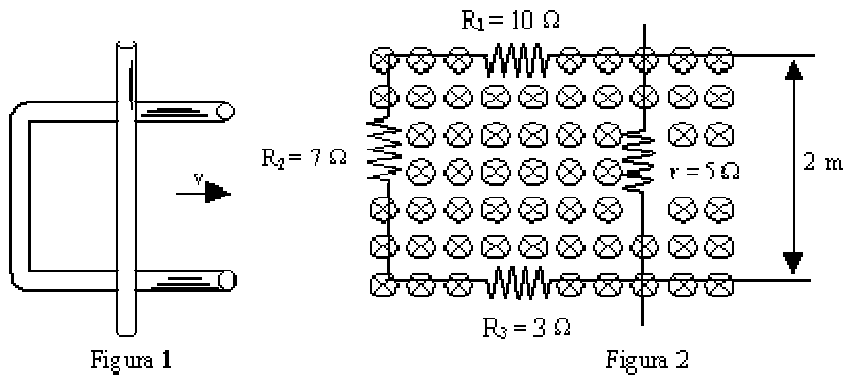


10ª Questão:

Valor 1,0

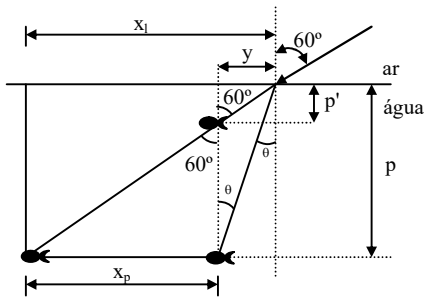
Um condutor em forma de U encontra-se no plano da página. Um segundo condutor retilíneo, apoiado sobre o primeiro, move-se horizontalmente para a direita com velocidade constante  $v = 5 \text{ m/s}$ , conforme mostra a figura 1. Estes condutores estão "mergulhados" em um campo magnético uniforme, cujo vetor indução magnética tem intensidade  $B = 0,5 \text{ T}$ , orientado perpendicularmente ao plano da página, de acordo com a figura 2. Sabendo-se que, em um dado instante, as resistências elétricas dos condutores possuem os valores indicados na figura 2, determine:

- A força eletromotriz induzida no circuito fechado;
- A força magnética que tenta impedir o movimento do segundo condutor no momento em que os condutores apresentam os valores indicados na figura 2;
- O sentido da corrente elétrica induzida, a polaridade da força eletromotriz induzida e o sentido da força magnética calculada no item b.



## Resoluções

01.



$$\frac{\sin 60^\circ}{\sin \theta} = 1,33 \therefore \sin \theta = \frac{0,87}{1,33} = 0,65$$

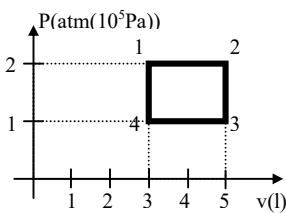
$$\sin^2 \theta + \cos^2 \theta = 1$$

$$\cos \theta = 0,76 \quad \text{tg} \theta = 0,86$$

$$\frac{\text{tg} \theta}{\text{tg} 60^\circ} = \frac{p}{y} \therefore p \cong 2p'$$

$$\frac{x_p}{p-p'} = \frac{x_1}{p} \therefore \frac{v \Delta t}{2p-p'} = \frac{v_{lk} \Delta t}{2p} \therefore v = \frac{v_{lk}}{2} \therefore v = 12,5\sqrt{3} \text{ m/s}$$

02.



$$1-2 \Rightarrow \frac{3}{300} = \frac{V_1}{500} \Rightarrow V_1 = 5\ell$$

$$2-3 \Rightarrow \frac{2}{500} = \frac{P_2}{250} \Rightarrow P_2 = 1 \text{ atm}$$

$$3-4 \Rightarrow \frac{5}{250} = \frac{V_3}{150} \Rightarrow V_3 = 3\ell$$

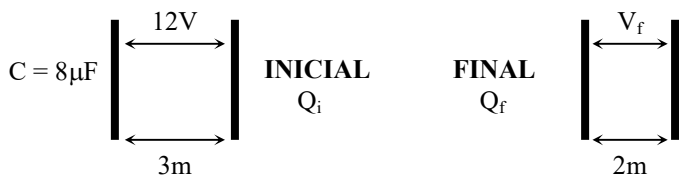
$$4-1 \Rightarrow \frac{1}{150} = \frac{P_4}{300} \Rightarrow P_4 = 2 \text{ atm}$$

$$W_{\text{ciclo}} = p \Delta V \equiv \text{área} = 1 \times 10^5 \times 2 \times 10^{-3} = 2 \times 10^2 \text{ J}$$

$$\Delta U = 0 \Rightarrow Q = W \Rightarrow Q = 2 \times 10^2 \text{ J}$$

03.

$$0,8 = \frac{x+1,2}{2+2} \Rightarrow x = 2 \text{ m/s} \Rightarrow \Delta S_A = 2 \times 0,5 = 1 \text{ m}$$



$$Q_i = 8 \times 12 = 96\mu C = Q_f$$

$$\frac{C_i}{C_f} = \frac{d_i}{d_f} \Rightarrow \frac{8}{C_f} = \frac{2}{3} \Rightarrow C_f = 12\mu F$$

$$\frac{C_i}{C_f} = \frac{d_i}{d_f} \Rightarrow \frac{8}{C_f} = \frac{2}{3} \Rightarrow V_f = 8V$$

04. Admitindo-se o gelo inicialmente a 0°C:

$$E - P = 0,32$$

$$1 \times 10^3 \times V_{0_{\text{GELO}}} \times 10 - 0,92 \times 10^3 \times V_{0_{\text{GELO}}} \times 10 = 0,32$$

$$\Rightarrow V_{0_{\text{GELO}}} = 400 \times 10^{-6} \text{ m}^3 = 400 \text{ cm}^3$$

$$\Rightarrow 0,92 = \frac{m_0}{400} \Rightarrow m_0 = 368 \text{ g}$$

$$Q_{\text{ced}_{\text{H}_2\text{O}}} = Q_{\text{fusão}_{\text{BELO}}}$$

$$\Rightarrow 200 \times 1 \times (25 - 15) = m_{\text{fund.}} \times 80 \Rightarrow m_{\text{fund.}} = 25 \text{ g}$$

$$\Rightarrow m_{\text{final}_{\text{GELO}}} = 368 - 25 = 343 \text{ g}$$

$$\Rightarrow 0,92 = \frac{343}{V_f} \Rightarrow V_f = 373 \text{ cm}^3$$

$$\Rightarrow (1 - 0,92) \times 10^4 \times 373 \times 10^{-6} = f_d \Rightarrow f_d = 0,3 \text{ N}$$

05. Na flutuação:

$$E = P \Rightarrow \mu_{\text{H}_2\text{O}} \times V_{\text{im}} \times g = mg$$

$$\Rightarrow 1 \times 10^2 \times 9 = m \Rightarrow m = 900 \text{ g}$$

$$P - E = F'$$

$$\Rightarrow 0,9 \times 10 - 1 \times 10^3 \times (10^{-3} - 4\pi \times 1,5^2 \times 5 \times 10^{-6} + \pi \times 2^2 \times 2 \times 10^{-6}) \cdot 10 = F'$$

$$\Rightarrow 9 - 10^4 \cdot (10^{-3} - 37\pi \times 10^{-6}) = F'$$

$$\Rightarrow 9 - (10 - 1,16) = F'$$

$$F = 0,16 \text{ N para cima}$$

06. Imagem direita e ampliada  $\Leftrightarrow$  ESPELHO CÔNCAVO

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'} \quad \left| \frac{i}{\sigma} \right| = \left| \frac{p'}{p} \right| \quad i = 3\sigma \Rightarrow p' = 3p$$

$$\Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{20} - \frac{1}{60} = \frac{2}{60} \Rightarrow f = 30 \text{ cm}$$

A esfera deve ser colocada no foco, pois sendo a distância do Sol à Terra considerada infinita, teremos um feixe impróprio convergindo para o foco.

$$F_m = kx \Rightarrow f_m = 100 \times (30 - 17) \times 10^{-2} \Rightarrow f_m = 13 \text{ N}$$

$$07. Q_{\text{ced}_{\text{H}_2\text{O}}} = mc\Delta\theta = 50 \times 1 \times (100 - 30) = 3.500 \text{ cal}$$

considerando-se 1 cal = 4,2J

$$W_{R_2} = 3.500 \times 4,2 = 14.700 \text{ J}$$

$$W_{R_1} = \frac{1}{2} \cdot 14.700 = 7.350 \text{ J} \quad \Rightarrow W_{\text{TOTAL}} = 22.050 \text{ J}$$

$$W_{\text{CAP}} = \frac{22.050}{220} \cong 100 \text{ J}$$

$$i_{\text{cir}} = \frac{\Sigma \varepsilon}{\Sigma R} = \frac{500}{500} = 1 \text{ A} \Rightarrow V_{\text{CAP}} = 400 \text{ V}$$

$$W_{\text{CAP}} = \frac{CV^2}{2} \Rightarrow 100 = \frac{C \times 400}{2} \Rightarrow C = \frac{200}{400 \times 400} = \frac{1}{800}$$

$$\Rightarrow C = 1,25 \text{ mF}$$

08. Considerando-se a massa do plano muito maior que a do bloco, temos que sua velocidade se mantém constante, ou seja:

$$\vec{V}_p = 3\vec{i}$$

Considerando o movimento do bloco no referencial do Plano Inclinado

a) Conservação de energia:

$$\frac{1}{2} kx^2 = mgh + \frac{1}{2} mv_0^2 \Rightarrow \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 10^3 (5 \cdot 10^{-2})^2$$

$$= 50 \cdot 10^{-3} \cdot 10 \cdot 2,5 \cdot 10^{-2} + \frac{1}{2} \cdot 50 \cdot 10^{-3} \cdot v_0^2 \Rightarrow v_0 = 9,97 \text{ m/s}$$

b) Equação da velocidade na direção do plano:

$$a = 5 \text{ m/s}^2 \Rightarrow v = 9,97 - 5t$$

Velocidade final:

$$v_f^2 = 99,5 - 2 \cdot 5 \cdot 4,4 \Rightarrow v_f \cong 7,45 \text{ m/s}$$

Logo:  $t_f = 0,5 \text{ s}$

c) Componentes da velocidade em  $\overline{Ox}$  e  $\overline{Oy}$ :

$$v_x = v \cdot \cos 30^\circ = 8,63 - 4,33t$$

$$v_y = v \cdot \sin 30^\circ = 4,99 - 2,5t$$

$$\Rightarrow \vec{v} = (8,63 - 4,33t)\vec{i} + (4,99 - 2,5t)\vec{j} \quad \therefore 0 \leq t \leq 0,5$$

Velocidade do bloco no referencial fixo:

$$\vec{v}_B = \vec{v} + 3\vec{i} \quad \therefore \vec{v}_B = (11,63 - 4,33t)\vec{i} + (4,99 - 2,5t)\vec{j}$$

Velocidade ao abandonar o plano inclinado:

$$\vec{v}_B = 9,46\vec{i} + 3,74\vec{j}$$

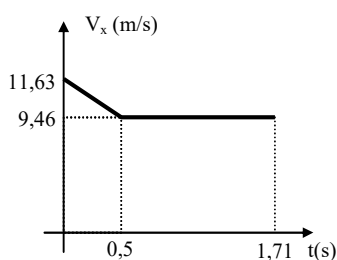
Tempo de voo:

$$5t^2 - 3,74t - 2,8 = 0 \Rightarrow t = 1,21 \text{ s}$$

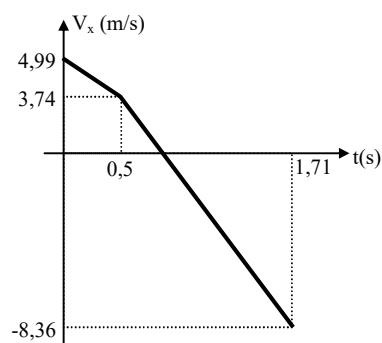
Velocidade vertical ao atingir o solo:

$$V_f = 3,74 - 10 \times 1,21 = -8,36 \text{ m/s}$$

(a)  $V_x \times t$



(b)  $V_x \times t$



09.

$$\frac{1}{2} kx^2 = mgh$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} \times 18 \times 10^3 \times (10 \times 10^{-2})^2 = 20 \times 10 \times h \Rightarrow h = 0,45 \text{ m}$$

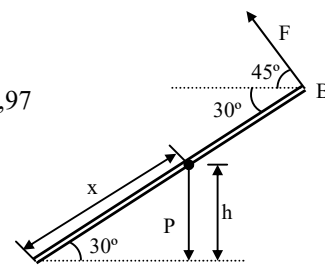
$$P \cos 30^\circ \cdot x = F \times 1,8 \times 0,97$$

$$\Rightarrow 200 \times \frac{\sqrt{3}}{2} \times 0,9 = F \times 1,8 \times 0,97$$

$$\Rightarrow F = \frac{50\sqrt{3}}{0,97}$$

$$\Rightarrow \mathfrak{I} = \frac{50\sqrt{3}}{0,97} \times \frac{1}{\pi \left( \frac{1,5}{2} \times 10^{-3} \right)^2}$$

$$\Rightarrow \mathfrak{I} = 50,5 \times 10^6 \text{ N/m}^2$$



10.

$$\varepsilon = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \Rightarrow |\varepsilon| = \left| \frac{\Delta (B \cdot A \cdot \cos \theta)}{\Delta t} \right| \quad \left| \cos \theta \right| = 1$$

(a)  $|\vec{B}| = 0,5 \text{ T}$   
 $v = 5 \text{ m/s}$

$$|\varepsilon| = B \cdot \Delta \frac{(2 \cdot x)}{\Delta t} \cdot 1 = 0,5 \times 2 \times 5 \Rightarrow |\varepsilon| = 5 \text{ V}$$

(b)  $|\varepsilon| = R_{\text{eq}} \cdot i \Rightarrow i = \frac{5}{25} \Rightarrow i = 0,2 \text{ A}$

$$F_M = i \ell B = 0,2 \times 2 \times 0,5 \Rightarrow F_M = 0,2 \text{ N}$$

(c) pela regra da mão direita (sentido anti-horário)

