

1ª QUESTÃO

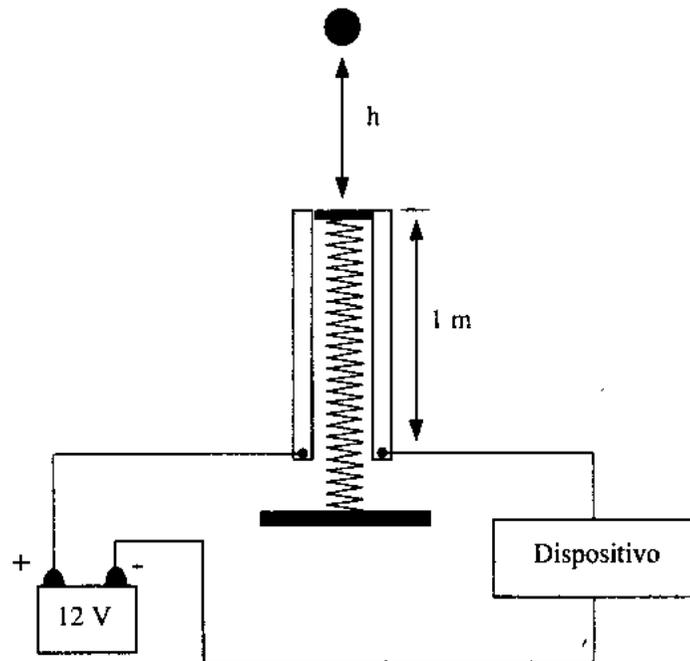
R. Soares Filho Valor 1,0

Um dispositivo para ser acionado necessita exatamente de 4 V. Com esta tensão, o dispositivo drena da bateria 100 mA. Com o objetivo de acioná-lo, montou-se o experimento ilustrado na figura, onde as barras verticais possuem resistividade $\rho = 1 \Omega \cdot \text{cm}$ e seção reta $a = 2 \text{ cm}^2$. A mola possui constante elástica $k = 100 \text{ N/m}$. Determine:

- O valor total da resistência que as barras devem apresentar para acionar o dispositivo.
- De que altura h uma esfera de massa $m = 0,1 \text{ kg}$ deve ser solta para que o dispositivo seja acionado.

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

OBS: não há perdas nos contatos elétricos.



2ª QUESTÃO

R. Soares Filho Valor 1,0

Em grandes edifícios dotados de sistema de exaustão, a abertura de uma porta pode se tornar uma tarefa difícil devido à diferença de pressão entre o ambiente interno e o externo. Suponha que você esteja no interior de uma sala no primeiro andar de um prédio que se encontra ao nível do mar e um barômetro localizado nesse ambiente forneça uma leitura de 735 mm de Hg. Nesta sala encontra-se uma porta cujas dimensões são de 2 m x 1 m e que dá acesso ao exterior do prédio. É possível que uma pessoa usando somente sua força muscular consiga abrir naturalmente essa porta sem fazer uso de nenhum artifício? Justifique sua resposta. Considere que a maçaneta esteja situada na extremidade da porta.

Dados: massa específica do Hg: 15 g/cm^3

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

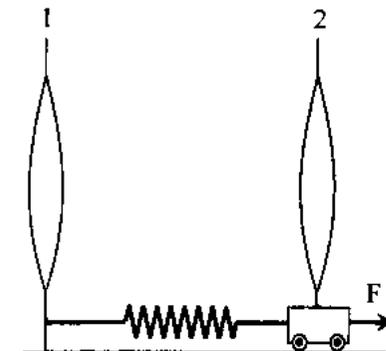
pressão atmosférica ao nível do mar: 760 mm de Hg

3ª QUESTÃO

R. Soares Filho Valor 1,0

Um sistema óptico é constituído por duas lentes convergentes, 1 e 2, cujas distâncias focais são f e $2f$, respectivamente. A lente 1 é fixa; a lente 2 está presa à lente 1 por uma mola cuja constante elástica é k . Com a mola em repouso, a distância entre as lentes é $2,5f$. Determine o menor valor da força F para que o sistema produza uma imagem real de um objeto distante situado à esquerda da lente 1.

OBS: despreze a força de atrito.



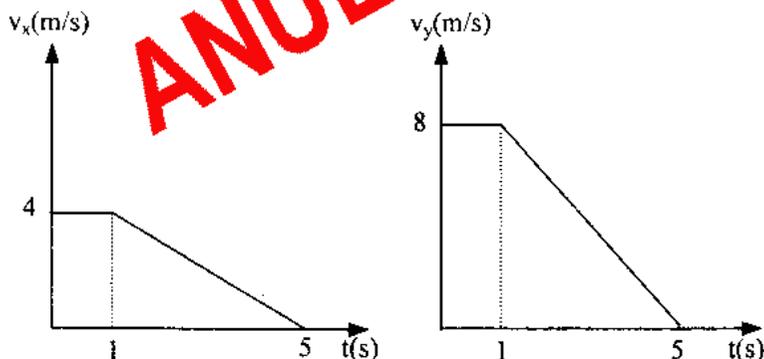
4ª QUESTÃO

Resposta Felt

Valor 1,0

A velocidade de um corpo de 20 g está ilustrada nos gráficos abaixo, onde v_x representa a componente de velocidade na direção x, v_y a componente na direção y e t o tempo decorrido em segundos. Sabe-se que toda a energia perdida pelo corpo serve para aquecer 300 g de água. Determine a variação da temperatura da água durante os 4 primeiros segundos de observação.

Dado: $10^3 \text{ J} = 0,24 \text{ cal}$.



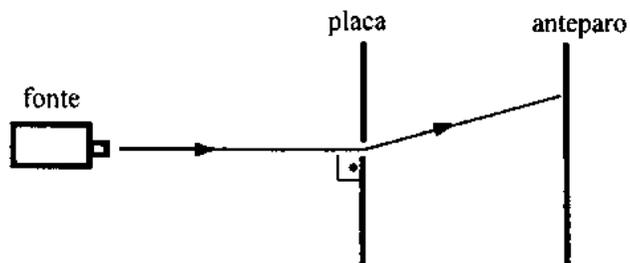
5ª QUESTÃO

Resposta Felt

Valor 1,0

Considere a figura abaixo. Um feixe laser sofre difração após ter atravessado normalmente a fenda na placa. Sabendo que ao variar a temperatura na placa altera-se a figura de difração no anteparo, determine a variação de temperatura na placa de forma que o primeiro mínimo de difração passe a ocupar a posição do terceiro mínimo.

Dado: coeficiente de dilatação linear da placa: $3 \times 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$



6ª QUESTÃO

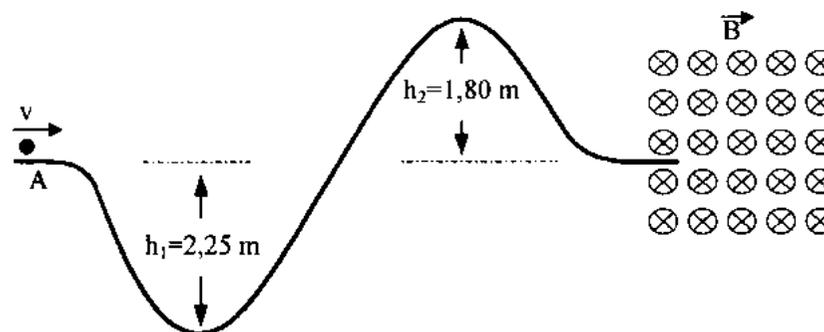
Resposta Felt

Valor 1,0

Um corpo puntiforme, de massa m, carregado eletricamente com uma carga positiva $q = +2 \times 10^{-3} \text{ C}$, tem inicialmente a velocidade v no ponto A de uma pista tipo montanha-russa, representada na figura abaixo. Depois de percorrer a pista, o corpo penetra em um campo magnético de indução $B = 5 \text{ T}$, perpendicular ao plano da figura. Supondo que v seja a menor velocidade necessária para o corpo percorrer a pista, determine o valor da massa m de modo que ele atravesse o campo magnético sem mudar de direção.

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

OBS: despreze o atrito.



7ª QUESTÃO

Resposta Felt

Valor 1,0

Uma máquina térmica operando em um ciclo de Carnot recebe calor de um reservatório térmico cuja temperatura é T_H e cede calor a um segundo reservatório com temperatura desconhecida. Uma segunda máquina térmica, também operando em um ciclo de Carnot, recebe calor deste último reservatório e cede calor a um terceiro reservatório com temperatura T_C . Determine uma expressão termodinamicamente admissível para a temperatura T do segundo reservatório, que envolva apenas T_H e T_C , supondo que:

- O rendimento dos dois ciclos de Carnot seja o mesmo.
- O trabalho desenvolvido em cada um dos ciclos seja o mesmo.

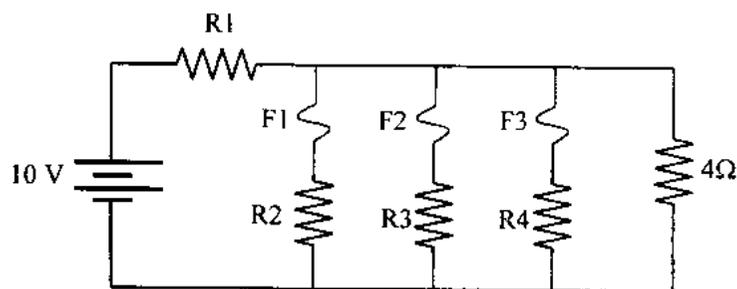
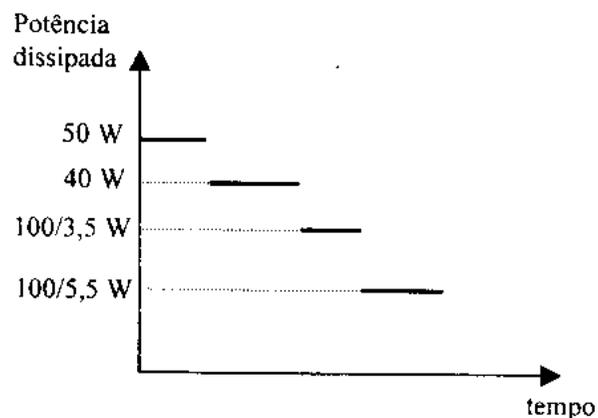
8ª QUESTÃO

Rafael F. F.

Valor 1,0

Um circuito contém uma bateria de +10 V, 5 resistores e 3 fusíveis, como mostrado na figura abaixo. Os fusíveis deveriam ter as seguintes capacidades de corrente máxima: F1 - 1,35 A, F2 - 1,35 A e F3 - 3 A. Por engano, o fusível F3 colocado no circuito tinha a capacidade de 1,35 A. Mediu-se a potência fornecida pela fonte e obteve-se o gráfico abaixo. Sabendo-se que $R_2 > R_3 > R_4$,

- Explique o motivo da variação da potência fornecida pela fonte com o decorrer do tempo.
- Calcule os valores de R_1 , R_2 , R_3 e R_4 .

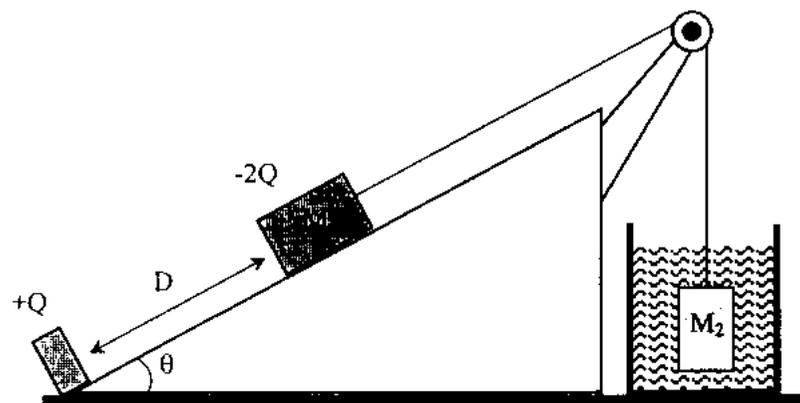


9ª QUESTÃO

Rafael F. F.

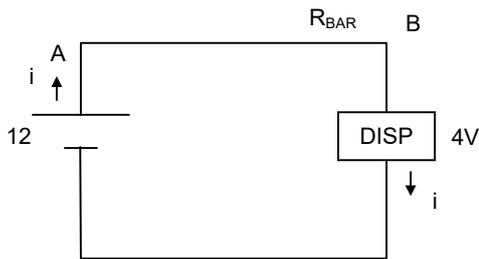
Valor 1,0

Na base de um plano inclinado com ângulo θ há uma carga puntiforme $+Q$ fixa. Sobre o plano inclinado a uma distância D há uma massa M_1 de dimensões desprezíveis e carga $-2Q$. O coeficiente de atrito entre M_1 e o plano é μ . Um fio ideal preso em M_1 passa por uma roldana ideal e suspende um corpo de volume V_2 e densidade ρ_2 , totalmente imerso em um fluido de densidade ρ_A . Considere a aceleração da gravidade como g e a constante eletrostática do meio onde se encontra o plano como K . Determine, em função dos dados literais fornecidos, a expressão do valor mínimo da densidade do fluido ρ_A para que M_1 permaneça imóvel sobre o plano inclinado.



Resoluções

1) a) Como o dispositivo necessita de 4V, a diferença de potencial nas barras deve ser de 8V.



$$V_A - V_B = 12 - 4 \quad V_{AB} = R_{BAR} \cdot i$$

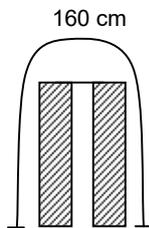
$$V_A - V_B = 8V \quad 8 = R_{BAR} \cdot 0,1$$

$$R_{BAR} = 80 \Omega$$

b)

$$R = \frac{\rho \ell}{A}$$

$$80 = \frac{1 \cdot \ell}{2} \Rightarrow \ell = 160 \text{ cm}$$

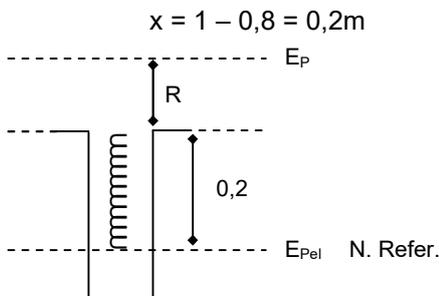


A barra se comporta como um resistor

Logo, cada barra deve ter 80 cm de tamanho.

O enunciado mostra que o tamanho da barra é de 1m.

Logo, a mola deve deformar em



Considerando a Energia Mecânica e desprezando a massa da mola, tem-se que:

$$mg(h + x) = \frac{Kx^2}{2}$$

$$0,1 \cdot 10 (h + 0,2) = \frac{100 \cdot (0,2)^2}{2}$$

$$h + 0,2 = 2$$

$$h = 1,8 \text{ m}$$

2) Diferença de pressão entre o interior do prédio e o ambiente externo:

$$\Delta P = \rho g \Delta h$$

$$(S.I.) \Delta P = 15 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot (760 - 735) \cdot 10^{-3}$$

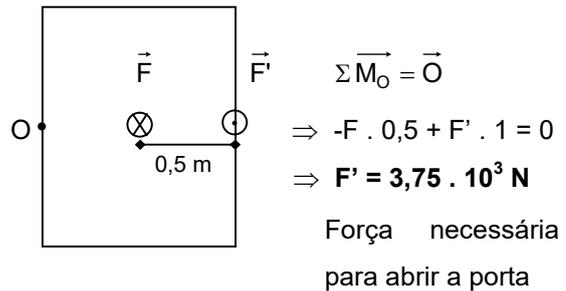
$$\Delta P = 3,75 \cdot 10^3 \text{ N/m}^2$$

Logo, para uma porta de 2m^2 , a força resultante da diferença de pressão é de:

$$F = \Delta P \cdot A = 7,5 \cdot 10^3 \text{ N}$$

Fazendo equilíbrio de forças

(F atua no centro de gravidade da porta):



Em termos de comparação, a força \vec{F}' corresponderia, para $g = 10 \text{ m/s}^2$, ao peso de uma massa de 375 kg; logo, uma pessoa não poderia abrir naturalmente a referida porta.

3) Para que a imagem real seja produzida no espelho 2, a imagem gerada por 1 servirá como objeto para 2, devendo ficar localizada à esquerda do foco de 2.

Como a menor distância percorrida equivale à menor força a aplicar, a imagem deverá ser gerada imediatamente antes do foco 2:

$$\text{Então, } f + 2f = 2,5f + x \Rightarrow x = 0,5f$$

$$\text{Logo, } F > kx = k \cdot 0,5f \Rightarrow F > 0,5k \cdot f$$

4) Observando o gráfico $v_x \times t$, temos que:

$$v_{0x} = 4 \text{ m/s} \text{ e, em } t = 4\text{s}, v_x = 1 \text{ m/s}$$

(semelhança de triângulos)

→ Observando o gráfico $v_y \times t$, temos que

$$v_{0y} = 8 \text{ m/s} \text{ e, em } t = 4\text{s}, v_y = 2 \text{ m/s}$$

(semelhança de triângulos)

$$v_0^2 = v_{0x}^2 + v_{0y}^2 \Rightarrow v_0^2 = 4^2 + 8^2 = 80$$

$$v_4^2 = v_x^2 + v_y^2 \Rightarrow v_4 = 1^2 + 2^2 = 5$$

$$\Sigma W = E_{cf} - E_{ci} \quad Q + W = 0$$

$$\Sigma W = \frac{20 \cdot 10^{-3}}{2} (5 - 80) \quad Q - 0,75 = 0$$

$$\Sigma W = -0,75 \text{ J} \quad Q = 0,75 \text{ J}$$

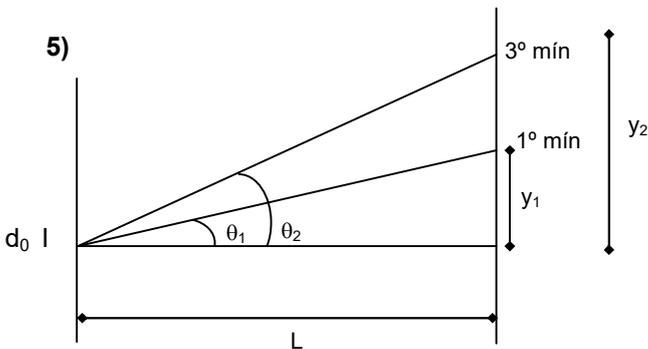
Obs.:

A equivalência fornecida, de $10^3 \text{ J} = 0,24 \text{ cal}$, deve ser corrigida para $10^3 \text{ J} = 0,24 \text{ kcal}$
(1 cal \cong 4,2 J)

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta t$$

$$0,75 \cdot 0,24 = 300 \cdot 1 \cdot \Delta t$$

$$\Delta t = 6 \cdot 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}$$



$$d_0 \text{ sen } \theta_1 = \lambda \quad (1)$$

$$d_0 (1 + \alpha \Delta\theta) \text{ sen } \theta_2 = 1 \lambda \quad (2)$$

$$y_1 = x \quad y_2 = 3x$$

$$\left. \begin{aligned} \text{tg } \theta_1 &= \frac{x}{L} \\ \text{tg } \theta_2 &= \frac{3x}{L} \end{aligned} \right\} \quad \frac{\text{tg } \theta_1}{\text{tg } \theta_2} = \frac{1}{3}$$

$$\text{Como } L \gg x \text{ temos que } \frac{\text{sen } \theta_1}{\text{sen } \theta_2} = \frac{\text{tg } \theta_1}{\text{tg } \theta_2}$$

Dividindo (1) por (2) temos:

$$\frac{1}{1 + \alpha + \Delta\theta} \cdot \frac{1}{3} = 1$$

$$3 + 3\alpha \Delta\theta = 1$$

$$3\alpha \Delta\theta = -2$$

$$\Delta\theta = \frac{-2}{3 \cdot 3 \cdot 10^{-3}} \Rightarrow \Delta\theta = \frac{-2}{9} \cdot 10^3 \text{ } ^\circ\text{C}$$

6) Conservação da energia mecânica:

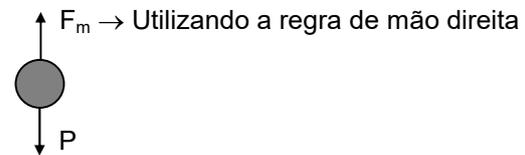
$$mgh_2 = \frac{mv^2}{2}$$

$$v = \sqrt{2gh_2}$$

$$v = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 1,8}$$

$$v = 6 \text{ m/s}$$

Para que o corpo atravessasse o campo magnético sem mudar de direção, o somatório das forças que nele atuam deve ser ZERO.



$$B q v \text{ sen } \theta = F_m$$

θ é o ângulo entre \vec{B} e \vec{v}

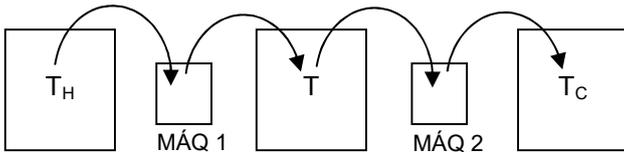
$$\text{Como } \vec{B} \perp \vec{v} \Rightarrow \theta = 90^\circ$$

$$F_m = P$$

$$B q v \text{ sen } 90^\circ = m \cdot g$$

$$m = \frac{8,2 \cdot 10^{-3} \cdot 6}{10} \Rightarrow m = 6 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$$

7) a) η (rendimento) = $1 - \frac{T_{\text{fria}}}{T_{\text{quente}}}$



$\eta_{\text{Máq 1}} = 1 - \frac{T}{T_H}$ $\eta_{\text{Máq 2}} = 1 - \frac{T_C}{T}$

Se os rendimentos são iguais

$\Rightarrow 1 - \frac{T}{T_H} = 1 - \frac{T_C}{T} \Rightarrow T^2 = T_C \cdot T_H$

$\Rightarrow T = \sqrt{T_C \cdot T_H}$

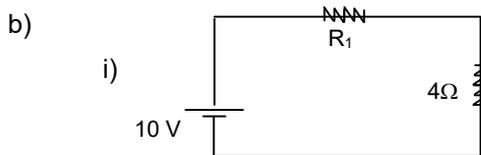
b)
$$\left. \begin{aligned} W &= Q_H - Q \\ W &= Q - Q_C \end{aligned} \right\} \begin{aligned} Q_H - Q &= Q - Q_C \\ Q_H + Q_C &= 2Q \end{aligned}$$

$Q = \frac{Q_C + Q_H}{2}$, como $Q \propto T$ no Ciclo de Carnot,

então, $T = \frac{T_C + T_H}{2}$

8) a) $P = V \cdot i \Rightarrow 50 = 10 \cdot i \Rightarrow i = 5 \text{ A}$

Como a soma da corrente nos 3 fusíveis é 4,05 A, o fusível que está acoplado à menor resistência queimarà; assim, os outros fusíveis queimarão em seqüência, aumentando gradualmente a resistência equivalente.

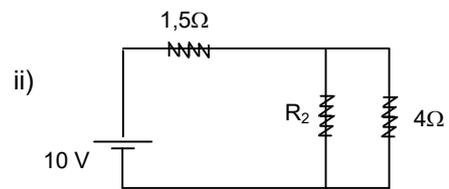


$P = V \cdot i \Rightarrow \frac{100}{5,5} = 10 \cdot i \Rightarrow i = \frac{10}{5,5} \text{ A}$

$P = R_{\text{eq}} \cdot i^2 \Rightarrow \frac{100}{5,5} = R_{\text{eq}} \cdot \frac{10^2}{5,5^2}$

$\Rightarrow R_{\text{eq}} = 5,5\Omega$

Mas $R_{\text{eq}} = R_1 + 4\Omega \Rightarrow R_1 = 1,5\Omega$



$R_{\text{eq}} = \frac{4R_2}{4+R_2} \Rightarrow R_{\text{eq}} \text{ do circuito} = 1,5\Omega + \frac{4R_2}{4+R_2}$

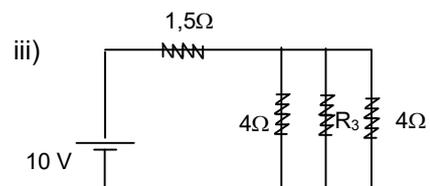
$P = V \cdot i \Rightarrow \frac{100}{3,5} = 10 \cdot i \Rightarrow i = \frac{10}{3,5} \text{ A}$

$P = R_{\text{eq}} \cdot i^2 \Rightarrow \frac{100}{3,5} = R_{\text{eq}} \cdot \frac{10^2}{3,5^2} \Rightarrow R_{\text{eq}} = 3,5\Omega$

Mas $R_{\text{eq}} = 1,5 + \frac{4R_2}{4+R_2}$

$\Rightarrow 3,5 = 1,5 + \frac{4R_2}{4+R_2}$

$\Rightarrow 2 = \frac{4R_2}{4+R_2} \Rightarrow R_2 = 4\Omega$



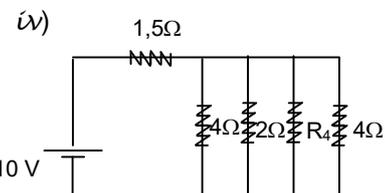
$\frac{1}{R_{\text{eq}}} = \frac{1}{4} + \frac{1}{4} + \frac{1}{R_3} \Rightarrow R_{\text{eq}} = \frac{2R_3}{R_3+2}$

$\Rightarrow R_{\text{eq}} \text{ do circuito} = 1,5 + \frac{2R_3}{R_3+2}$

$P = V \cdot i \Rightarrow 40 = 10 \cdot i \Rightarrow i = 4 \text{ A}$

$V = R \cdot i \Rightarrow 10 = 4 \cdot \left(1,5 + \frac{2R_3}{R_3+2}\right)$

$\Rightarrow 2,5 = 1,5 + \frac{2R_3}{R_3+2} \Rightarrow R_3 = 2\Omega$



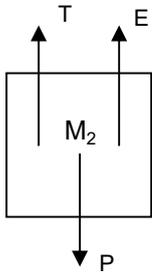
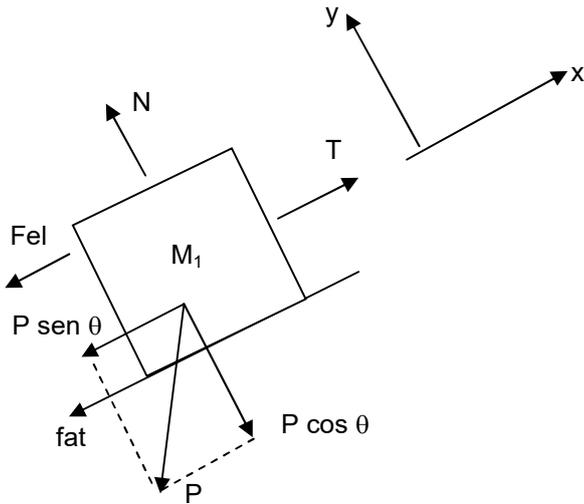
$R_{\text{eq}} = \frac{R_4}{1+R_4} \Rightarrow R_{\text{eq}} \text{ do circuito} = 1,5 + \frac{R_4}{1+R_4}$

$P = V \cdot i \Rightarrow 50 = 10 \cdot i \Rightarrow i = 5 \text{ A}$

$V = R \cdot i \Rightarrow 10 = 5 \cdot \left(1,5 + \frac{R_4}{R_4+1}\right)$

$\Rightarrow 2 = 1,5 + \frac{R_4}{R_4+1} \Rightarrow R_4 = 1\Omega$

9) Como queremos a densidade mínima do líquido, consideramos M_2 no movimento iminente de descida



M_1 :

Em x

$$\Sigma F_x = 0 \therefore F_{el} + P_1 \sin \theta + f_{at} = T \text{ (I)}$$

Em y:

$$\Sigma F_y = 0 \therefore N = P_1 \cos \theta \text{ (II)}$$

M_2 :

$$\Sigma F_y = 0 \therefore P_2 - E = T \text{ (III)}$$

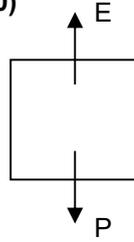
Utilizando (I), (II), (III) e sabendo-se que

$$F_{el} = \frac{2kQ^2}{D^2}, P_2 = \rho_2 \cdot V_2 \cdot g, E = \rho_A \cdot V_2 \cdot g, \quad f_{at} = \mu \cdot$$

$$M_1 \cdot g \cdot \cos \theta,$$

$$\rho_A = \rho_2 - \frac{D^2 M_1 g (\sin \theta + \mu \cos \theta) + 2kQ^2}{V_2 D^2 g}$$

10)



Para o bloco, $E = P$

Mas $E = \mu_\ell \cdot g \cdot V_{\text{submerso}}$ e $P = \mu_C \cdot V \cdot g$, então:

$$\mu_\ell \cdot g \cdot V_{\text{sub}} = \mu_C \cdot V \cdot g$$

$$\frac{\mu_\ell}{\mu_C} = \frac{V}{V_{\text{sub}}}$$

→ Mas, diz-se que $\frac{\mu_\ell}{\mu_C} = \text{densidade relativa} = 0,2$

$$\frac{\mu_\ell}{\mu_C} = \frac{V_{\text{sub}}}{V} = 0,2$$

→ Mas $V = \text{Área} \cdot h$

$$\text{Então: } \frac{\text{Área} \cdot h_{\text{sub}}}{\text{Área} \cdot h_{\text{total}}} = 0,2 \quad h_{\text{sub}} = 0,2 h_{\text{total}}$$

Se a aresta é 4,5 cm, então:

$$h_{\text{sub}} = 0,2 \times 4,5 = 0,9 \text{ cm}$$

$$f = 18 \text{ cm} \quad \text{e} \quad -\frac{1}{f} = \frac{1}{9} - \frac{1}{p'}$$

$$\rightarrow \frac{1}{p'} = \frac{1}{18} + \frac{1}{9} = \frac{3}{18} = \frac{1}{6}$$

$$p' = 6 \text{ cm}$$

$$\frac{i}{o} = \frac{p'}{p} \rightarrow \frac{i}{4,5} = \frac{6}{9} \rightarrow i = 3 \text{ cm}$$

A imagem é virtual, a 6 cm do espelho; esta imagem é um quadrado de lado 3 cm.