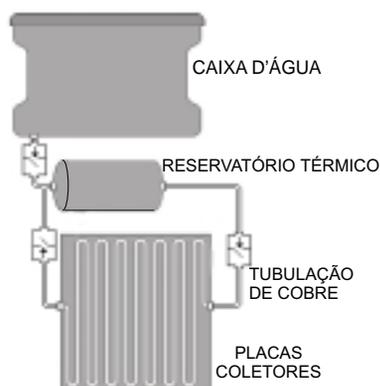


1ª QUESTÃO: (2,0 pontos)

Avaliador

Revisor

Um sistema básico de aquecimento de água por energia solar está esquematizado na figura abaixo. A água flui do reservatório térmico para as tubulações de cobre existentes no interior das placas coletoras e, após captar a energia solar, volta ao reservatório pelo outro trecho do encanamento. A caixa de água fria alimenta o reservatório, mantendo-o sempre cheio.



Suponha que em um determinado instante o reservatório tenha em seu interior 200 litros de água, em equilíbrio térmico.

Dados:

- ♦ massa específica da água  $\rho = 1,0 \text{ kg / litro}$
- ♦ calor específico da água  $c = 1,0 \text{ cal / g } ^\circ\text{C}$
- ♦  $1,0 \text{ cal} = 4,2 \text{ J}$

- a) Determine a quantidade de calor absorvida por esse volume de água para que sua temperatura aumente  $20^\circ \text{C}$ , supondo que não haja renovação da água do reservatório.
- b) Estime o tempo necessário para este aquecimento, em horas. Para isto, considere que a potência solar incidente nas placas coletoras seja de  $4,2 \text{ kW}$  e que, devido a perdas, apenas 40% dessa potência seja utilizada no aquecimento da água.

Cálculos e resposta:

$$\text{a) } m_{\text{água}} = \rho \times V = 1,0 \text{ kg/L} \times 200 \text{ L} = 200 \text{ kg} = 200 \times 10^3 \text{ g} = 2,0 \times 10^5 \text{ g}$$

$$Q = m_{\text{água}} c \Delta T = 2,0 \times 10^5 \text{ g} \times 1,0 \text{ cal/g } ^\circ\text{C} \times 20^\circ\text{C} = 4,0 \times 10^6 \text{ cal}$$

$$\text{b) Potência útil} = 40\% \times 4,2 \text{ kW} = \frac{40}{100} \times 4,2 \times 10^3 \text{ W} = 4,2 \times 4,0 \times 10^2 \text{ W}$$

$$P = \frac{Q}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{Q}{P}$$

$$Q = 4,0 \times 10^6 \text{ cal} \times 4,2 \text{ J/cal} = 4,2 \times 4,0 \times 10^6 \text{ J}$$

$$\Delta t = \frac{4,2 \times 4,0 \times 10^6 \text{ J}}{4,2 \times 4,0 \times 10^2 \text{ W}} = 1,0 \times 10^4 \text{ s}$$



## FÍSICA - Grupos H e I - GABARITO

Cálculos e respostas:

$$1 \text{ h} = 3,6 \times 10^3 \text{ s}$$

$$\Rightarrow \Delta t = \frac{1,0 \times 10^4 \text{ s}}{3,6 \times 10^3 \text{ s/h}} = \frac{10}{3,6} = 2,77\text{h} \text{ (ou } 2,8 \text{ h ou } 2,7 \text{ h)}$$

# FÍSICA - Grupos H e I - GABARITO



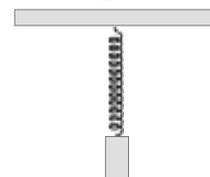
**2ª QUESTÃO:** (2,0 pontos)

Avaliador

Revisor

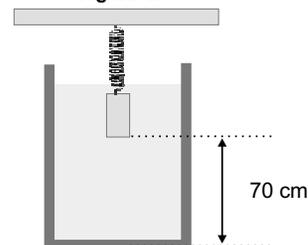
Um cilindro metálico com 4,0 kg de massa é suspenso por uma mola, ocorrendo o equilíbrio quando esta se alonga 8,0 cm, como ilustra a figura I.

Figura I



O cilindro agora é mergulhado em um recipiente com água, ocorrendo uma nova situação de equilíbrio, como ilustra a figura II.

Figura II



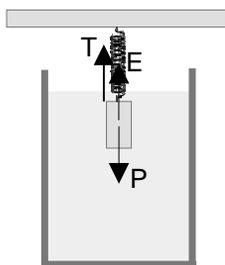
Dados:

- massa específica da água  $\rho_{\text{H}_2\text{O}} = 1,0 \text{ kg / litro}$
- aceleração da gravidade  $g = 10 \text{ m/s}^2$
- massa específica do material do cilindro  $\rho_{\text{cilindro}} = 8,0 \text{ kg/ litro}$

- Represente, na figura que se encontra no espaço reservado para respostas, **todas as forças que agem sobre o cilindro** e escreva o nome do **agente causador** de cada uma delas.
- Calcule a distensão da mola nessa nova situação de equilíbrio, mostrada na figura II.
- Em um certo instante, o cilindro se desprende da mola e cai, a partir da situação de equilíbrio da figura II. Despreze a viscosidade da água e determine o tempo que a base do cilindro leva para percorrer os 70 cm que a separam do fundo do recipiente.

Cálculos e respostas:

a)



- T: Força elástica, causada pela (distensão da) mola  
 E: Empuxo, causado pela (pressão da) água  
 P: Peso, causado pela (atração gravitacional da) Terra

b) situação I :  $kd_I = mg$

situação II :  $kd_{II} = mg - \rho_{\text{H}_2\text{O}} Vg$

$$\frac{kd_{II}}{kd_I} = \frac{(m - \rho_{\text{H}_2\text{O}} V)g}{mg} \Rightarrow \frac{d_{II}}{d_I} = \frac{m - \rho_{\text{H}_2\text{O}} V}{m}$$

$$\rho_{\text{cil}} = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho_{\text{cil}} V$$

$$\frac{d_{II}}{d_I} = \frac{(\rho_{\text{cil}} - \rho_{\text{H}_2\text{O}}) V}{\rho_{\text{cil}} V} = \frac{\rho_{\text{cil}} - \rho_{\text{H}_2\text{O}}}{\rho_{\text{cil}}} = \frac{8,0 \text{ kg/L} - 1,0 \text{ kg/L}}{8,0 \text{ kg/L}} = 7,0 / 8,0$$

$$d_{II} = \frac{7,0}{8,0} \times d_I = \frac{7,0}{8,0} \times 8,0 = 7,0 \text{ cm}$$



## FÍSICA - Grupos H e I - GABARITO

Cálculos e respostas:

$$\text{c) } F_{\text{resultante}} = mg - \rho_{\text{H}_2\text{O}} Vg$$

$$(m - \rho_{\text{H}_2\text{O}} \frac{m}{\rho_{\text{cil}}})g = mg(1 - \frac{\rho_{\text{H}_2\text{O}}}{\rho_{\text{cil}}}) = ma$$

$$a = g \left( 1 - \frac{\rho_{\text{H}_2\text{O}}}{\rho_{\text{cil}}} \right) = 10 \times \left( 1 - \frac{1,0}{8,0} \right) = \frac{7}{8} \times 10 = \frac{35}{4} \text{ m/s}^2$$

$$d = \frac{1}{2} at^2 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2d}{a}} = \sqrt{\frac{2 \times 70 \times 10^{-2}}{35/4}} = \sqrt{\frac{8 \times 70 \times 10^{-2}}{35}} = \sqrt{16 \times 10^{-2}} = 4,0 \times 10^{-1} \text{ s} = 0,40 \text{ s}$$

**3ª QUESTÃO:** (2,0 pontos)

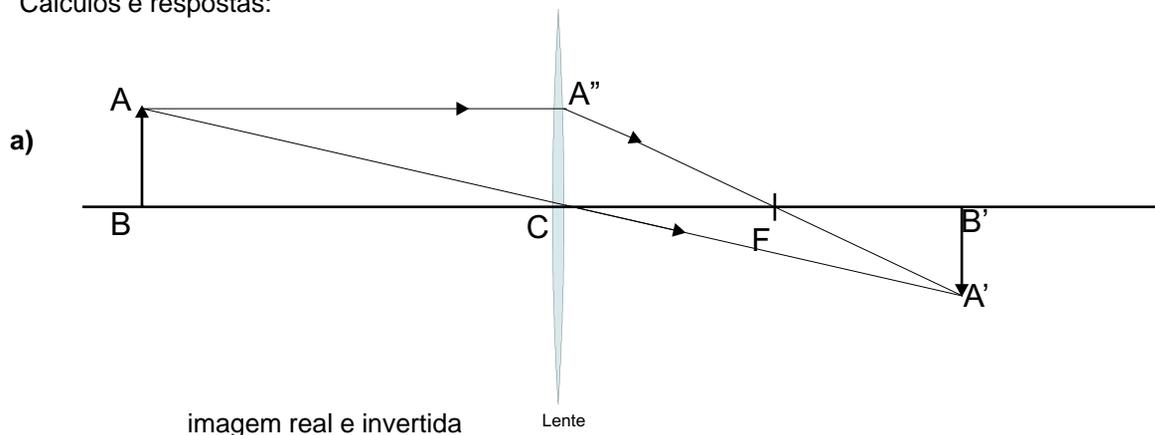
Avaliador

Revisor

Um objeto luminoso de 2,0 cm de altura se encontra a uma distância de 60 cm de uma lente convergente. A lente forma uma imagem, perfeitamente focalizada e com o mesmo tamanho do objeto, sobre uma tela situada a uma distância desconhecida.

- a) Com o auxílio do traçado de pelo menos dois raios luminosos provenientes do objeto, **no esquema desenhado na folha de respostas**, esboce sua imagem e descreva a natureza (real ou virtual) e a orientação (direita ou invertida) da imagem.
- b) Determine a distância focal da lente e a distância que ela se encontra da tela.
- c) Suponha que um objeto opaco cubra a metade superior da lente. Que alterações ocorrerão no **tamanho** e na **luminosidade** da imagem formada na tela? (aumento, diminuição, ou nenhuma alteração)

Cálculos e respostas:



b) pela igualdade dos triângulos ABC e A'B'C  $\Rightarrow \overline{BC} = \overline{B'C}$

$\Rightarrow$  distância lente – tela = distância lente – objeto = 60 cm

ou, como  $\frac{p'}{p} = -\frac{i}{o}$  e  $i = -o$ ,  $p' = p = 60$  cm

pela igualdade dos triângulos A''CF e A'B'F  $\Rightarrow \overline{CF} = \overline{B'F}$

$\overline{B'C} = \overline{CF} + \overline{B'F} = 2\overline{CF} \Rightarrow$  distância focal =  $\overline{CF} = \frac{\overline{B'C}}{2} = 30$  cm

ou, como  $\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'}$  e  $p' = p$ , distância focal =  $f = \frac{p}{2} = 30$  cm

- c) tamanho: nenhuma alteração  
luminosidade: diminuição



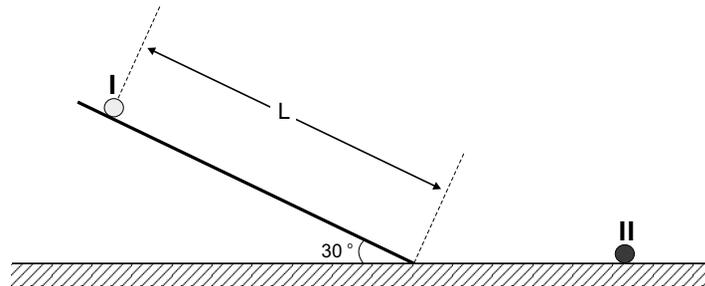
## FÍSICA - Grupos H e I - GABARITO

### 4ª QUESTÃO: (2,0 pontos)

Avaliador

Revisor

Uma partícula I de massa 0,10 kg é abandonada, com velocidade inicial nula, do topo de uma calha de comprimento  $L = 40$  cm e com uma inclinação de  $30^\circ$  em relação ao plano horizontal, conforme ilustra a figura abaixo.



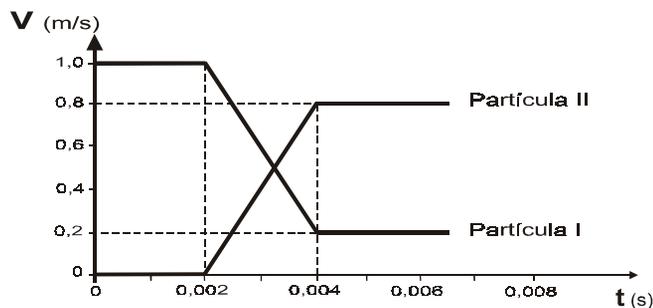
Dados:

- ♦  $\sin 30^\circ = 0,50$
- ♦  $\cos 30^\circ = 0,86$
- ♦ aceleração da gravidade  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

A partícula I alcança o plano horizontal com velocidade de 1,0 m/s.

a) Determine a perda de energia mecânica na descida, em Joules.

A partícula I prossegue movendo-se sobre o plano horizontal, até colidir com a partícula II, inicialmente em repouso. O gráfico  $v \times t$  abaixo, descreve as velocidades de ambas as partículas imediatamente antes, durante e após a colisão. Não há atrito entre o plano **horizontal** e as partículas I e II.



Determine:

- b) a massa da partícula II, em kg
- c) a perda de energia decorrente da colisão, em Joules
- d) o módulo da força de interação que age sobre **cada uma** das partículas, I e II, durante a colisão, em Newtons

Cálculos e respostas:

a)  $h = L \sin 30^\circ = 40 \times 10^{-2} \times 0,50 = 20 \times 10^{-2} \text{ m}$

$$|\Delta E| = mgh - \frac{1}{2} mv^2 = m (gh - \frac{1}{2} v^2) = 0,10 \text{ kg} (10 \text{ m/s}^2 \times 20 \times 10^{-2} \text{ m} - \frac{1}{2} \times 10^2 \text{ m}^2/\text{s}^2) = 0,10 \times (2,0 - 0,5) = 0,15 \text{ J}$$

Cálculos e respostas:

**b)** Por conservação do momento linear na colisão,

$$m_I v_I = m_I v_I' + m_{II} v_{II}' \Rightarrow m_{II} = \frac{m_I (v_I - v_I')}{v_{II}'} = m_I \frac{1,0 - 0,2}{0,8} = m_I = 0,10 \text{ kg}$$

ou, como no gráfico vemos que  $|a_I| = |a_{II}| = a$  e como, pela 3ª lei de Newton,  $|F_I| = |F_{II}|$ ,  $m_I a = m_{II} a$

$$\Rightarrow m_I = m_{II} = 0,10 \text{ kg}$$

$$\text{c) } |\Delta E| = \frac{1}{2} m_I v_I^2 - \left( \frac{1}{2} m_I v_I'^2 + \frac{1}{2} m_{II} v_{II}'^2 \right) = \frac{1}{2} m_I (v_I^2 - v_I'^2 - v_{II}'^2) =$$

$$= \frac{1}{2} \times 0,10 \times (1,0^2 - 0,2^2 - 0,8^2) = \frac{1}{2} \times 0,10 \times (1,0 - 0,04 - 0,64) =$$

$$= \frac{1}{2} \times 0,10 \times 0,32 = 0,16 \times 0,10 = 0,016 \text{ J} = 1,6 \times 10^{-2} \text{ J}$$

**d)**  $|F_I| = |F_{II}|$  (3ª lei de Newton)

$$|F_I| = m_I \frac{|\Delta v_I|}{\Delta t} = 0,10 \times \frac{1,0 - 0,2}{2,0 \times 10^{-3}} = 0,10 \times 0,4 \times 10^3 = 0,04 \times 10^3 = 40 \text{ N}$$



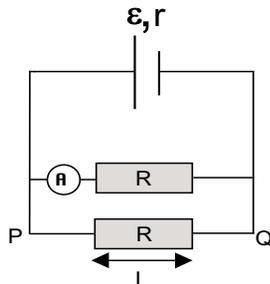
## FÍSICA - Grupos H e I - GABARITO

5ª QUESTÃO: (2,0 pontos)

Avaliador

Revisor

As extremidades de dois cilindros condutores idênticos, de resistência  $R$  e comprimento  $L = 5,0$  cm, estão ligadas, por fios de resistência desprezível, aos terminais de uma fonte de força eletromotriz  $\varepsilon = 12$  V e resistência interna  $r = 0,50 \Omega$ , conforme mostra o esquema abaixo. Em um dos ramos está ligado um amperímetro ideal  $\mathcal{A}$ .



Sabendo que o amperímetro fornece uma leitura igual a 2,0 A, determine:

- a diferença de potencial elétrico entre os pontos P e Q, identificados na figura
- a resistência elétrica  $R$  do cilindro
- o campo elétrico  $E$ , suposto constante, no interior de um dos cilindros, em N/C

Cálculos e respostas:

$$\text{a) } I_{\text{total}} = 2 \times I_A = 4,0\text{A}$$

$$V_{PQ} = \varepsilon - r I_{\text{total}} = 12 - 0,50 \times 4,0 = 10 \text{ V}$$

$$\text{b) } V_{PQ} = R I_A \Rightarrow R = \frac{V_{PQ}}{I_A} = \frac{10}{2,0} = 5,0 \Omega$$

$$\text{c) } V_{PQ} = E L \Rightarrow E = \frac{V_{PQ}}{L} = \frac{10\text{V}}{5,0 \times 10^{-2}\text{m}} = 2,0 \times 10^2 \text{ V/m} = 2,0 \times 10^2 \text{ N/C}$$