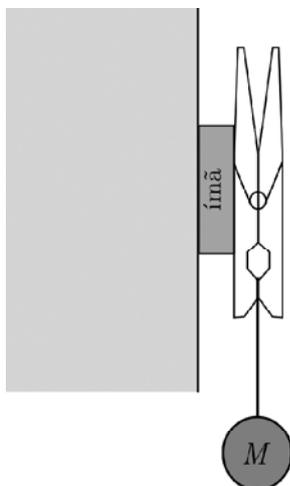


PADRÃO DE RESPOSTA - FÍSICA - Grupos H e I

1ª QUESTÃO: (2,0 pontos)

Avaliador

Revisor

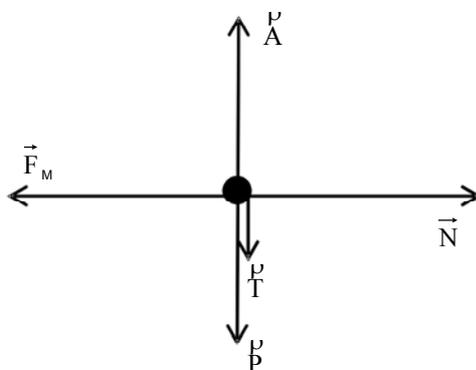


Ímãs são frequentemente utilizados para prender pequenos objetos em superfícies metálicas planas e verticais, como quadros de avisos e portas de geladeiras. Considere que um ímã, colado a um grampo, esteja em contato com a porta de uma geladeira. Suponha que a força magnética que o ímã faz sobre a superfície da geladeira é perpendicular a ela e tem módulo F_M . O conjunto ímã/grampo tem massa m_0 . O coeficiente de atrito estático entre a superfície da geladeira e a do ímã é μ_e . Uma massa M está pendurada no grampo por um fio de massa desprezível, como mostra a figura.

- Desenhe no diagrama as forças que agem **sobre o conjunto ímã/grampo** (representado pelo ponto preto no cruzamento dos eixos x e y na figura), identificando cada uma dessas forças. **(1,0 ponto)**
- Qual o maior valor da massa M que pode ser pendurada no grampo sem que o conjunto caia? **(1,0 ponto)**

Cálculos e resposta:

a)



- \vec{F}_M Força magnética
- \vec{A} Força de atrito
- \vec{N} Força normal
- \vec{T} Força de tração do fio
- \vec{P} Peso do conjunto

$$b) \left| \vec{A} \right|_{\max} = \mu_e \left| \vec{N} \right| ; \left| \vec{N} \right| = F_M$$

$$\left| \vec{T} \right| = Mg$$

$$Mg + m_0g \leq \left| \vec{A} \right|_{\max} = \mu_e F_M$$

$$M \leq \frac{\mu_e F_M}{g} - m_0$$

$$M_{\max} = \frac{\mu_e F_M}{g} - m_0$$

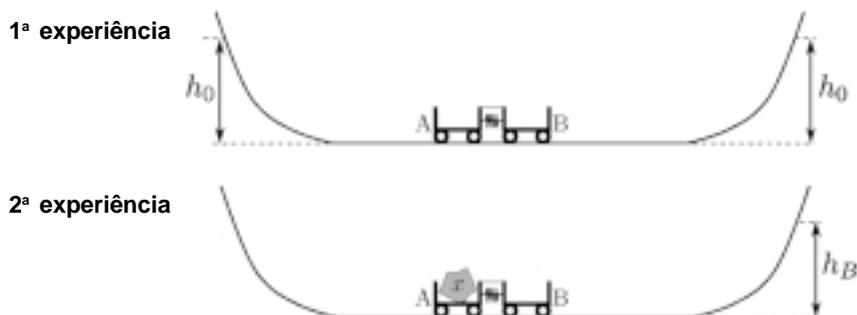
2ª QUESTÃO: (2,0 pontos)

Avaliador

Revisor

Dois carrinhos idênticos, ambos de massa m , são colocados em repouso num plano horizontal, comprimindo uma mola, conforme mostra a figura. A mola é mantida comprimida por uma linha fina, de massa desprezível, amarrada aos dois carrinhos, mas a mola não está presa a eles. Rompe-se a linha e os dois carrinhos movem-se em direções opostas e sobem as rampas ilustradas na figura, até atingirem uma altura máxima h . Numa segunda experiência, uma massa desconhecida x é adicionada ao carrinho A. Os dois carrinhos são recolocados nas mesmas posições, comprimindo a mesma mola de forma idêntica à situação anterior. Entretanto, nessa segunda experiência, após o rompimento da linha, apenas a altura máxima h_B atingida pelo carrinho B é medida.

Considere que a aceleração da gravidade é g e que a massa da mola e o atrito entre os carrinhos e a superfície onde eles se deslocam são, ambos, desprezíveis.



- Determine a energia potencial elástica inicialmente armazenada na mola em termos de m , g e h_0 . **(0,5 ponto)**
- Na 2ª experiência, os carrinhos A e B atingem velocidades, respectivamente, v_A e v_B imediatamente após a mola alcançar sua posição relaxada. Determine a razão v_A/v_B em função de m e x . **(0,5 ponto)**
- Determine o valor da massa desconhecida x em termos de m , h_0 e h_B . **(1,0 ponto)**

Cálculos e respostas:

$$a) U_{\text{elástica inicial}} = U_{\text{gravitacional final}} = 2m_0gh_0$$

b) Conservação da quantidade de movimento:

$$(m_0 + x)v_A = m_0v_B \Rightarrow v_A = \frac{m_0}{m_0 + x}v_B \Rightarrow \frac{v_A}{v_B} = \frac{m_0}{m_0 + x}$$

c) Conservação da energia do carrinho B

$$\frac{1}{2}m_0v_B^2 = m_0gh_B$$

$$\Rightarrow v_B^2 = 2gh_B$$

Cálculos e respostas:

$$\Rightarrow v_A^2 = \left(\frac{m_0}{m_0 + x} \right)^2 2gh_B$$

Conservação da energia total:

$$\frac{1}{2} (m_0 + x) v_A^2 + \frac{1}{2} m_0 v_B^2 = U_{\text{elástica inicial}} = 2m_0gh_0$$

$$\frac{1}{2} (m_0 + x) \cdot \left(\frac{m_0}{m_0 + x} \right)^2 \cdot 2gh_B + m_0gh_B = 2m_0gh_0$$

$$\frac{m_0}{m_0 + x} h_B + h_B = 2h_0$$

$$\left(\frac{m_0}{m_0 + x} + 1 \right) h_B = 2h_0$$

$$\Rightarrow \frac{m_0}{m_0 + x} + 1 = 2 \frac{h_0}{h_B}$$

$$\frac{m_0 + x}{m_0} = \frac{h_B}{2h_0 - h_B}$$

$$m_0 + x = m_0 \frac{h_B}{2h_0 - h_B}$$

$$x = m_0 \left(\frac{h_B}{2h_0 - h_B} - 1 \right)$$

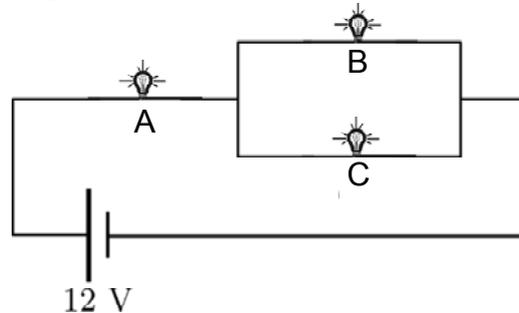
$$x = m_0 \left(\frac{h_B - h_0}{h_0 - \frac{h_B}{2}} \right)$$

3ª QUESTÃO: (2,0 pontos)

Avaliador

Revisor

Um estudante montou o circuito da figura com três lâmpadas idênticas, A, B e C, e uma bateria de 12 V. As lâmpadas têm resistência de 100Ω .



- a) Calcule a corrente elétrica que atravessa cada uma das lâmpadas. **(1,0 ponto)**
- b) Calcule as potências dissipadas nas lâmpadas A e B e identifique o que acontecerá com seus respectivos brilhos (aumenta, diminui ou permanece o mesmo) se a lâmpada C queimar. **(1,0 ponto)**

Cálculos e respostas:

a) R equivalente:

$$R_e = 100 + \frac{100}{2} = 150\Omega$$

I na bateria:

$$I = \frac{12}{150} = \frac{8}{100} \text{ A}$$

$$I_A = I = 0,08\text{A} ; I_B = I_C = \frac{I}{2} = 0,04\text{A}$$

Cálculos e respostas:

b)

$$P_A = R_A I_A^2 = 100 \left(\frac{8}{100} \right)^2 = 0,64W$$

$$P_B = R_B I_B^2 = 100 \left(\frac{4}{100} \right)^2 = 0,16W$$

Se C queima, R_e aumenta. $R_e = 200 \Omega$

$$I_A = I = \frac{12}{200} = 0,06 A$$

A corrente em A diminui, então P_A diminui.

$$I_B = I_A = I = 0,06 A$$

A corrente em B aumenta, então P_B aumenta.

4ª QUESTÃO: (2,0 pontos)

Avaliador

Revisor

Uma das principais diferenças entre câmeras fotográficas digitais e analógicas é o tamanho do sistema que armazena a luz do objeto fotografado. Em uma câmera analógica, o sistema utilizado é um filme de 24 mm de altura e 36 mm de largura. Nas câmeras digitais, o sensor possui 16 mm de altura por 24 mm de largura, aproximadamente. Tanto o filme quanto o sensor são colocados no plano onde se forma a imagem.

Possuímos duas câmeras, uma analógica e uma digital. A distância focal da lente da câmera analógica é $f_a = 50$ mm. Queremos fotografar um objeto de altura $h = 480$ mm.

- a) Utilizando a câmera analógica, calcule a distância D entre a lente e o filme, e a distância L entre a lente e o objeto a ser fotografado, de forma que a imagem ocupe a altura máxima do filme e esteja em foco. **(1,0 ponto)**
- b) Utilizando agora a câmera digital, calcule a distância D' entre a lente e o sensor e a distância focal da lente f_d , de forma que o mesmo objeto, situado à mesma distância L do caso analógico, esteja em foco e ocupe a altura máxima do sensor. **(1,0 ponto)**

Cálculos e respostas:

a)

$$p' = D; p = L; i = 24\text{mm}; o = 480\text{mm}; f_a = 50\text{mm}$$

$$\frac{i}{o} = \frac{p'}{p} \Rightarrow \frac{D}{L} = \frac{24}{480} \Rightarrow D = \frac{L}{20}$$

$$\frac{1}{50} = \frac{1}{L} + \frac{1}{D} = \frac{1}{L} + \frac{1}{\frac{L}{20}} = \frac{21}{L} \Rightarrow L = 1050\text{mm}$$

$$\Rightarrow D = \frac{1050}{20} = 52,5\text{mm}$$

b)

$$p' = D'; p = L; i = 16\text{mm}; o = 480\text{mm}$$

$$\frac{i}{o} = \frac{p'}{p} \Rightarrow \frac{D'}{L} = \frac{16}{480} \Rightarrow D' = \frac{L}{30} = \frac{1050}{30} = 35\text{mm}$$

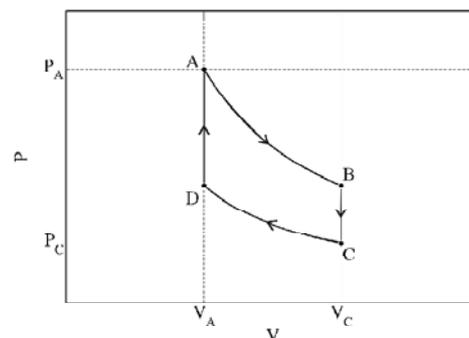
$$\frac{1}{f_d} = \frac{1}{L} + \frac{1}{D'} = \frac{1}{L} + \frac{1}{\frac{L}{30}} = \frac{31}{L}$$

$$\Rightarrow f_d = \frac{L}{31} = \frac{1050}{31} \approx 33,9\text{mm} \approx 34\text{mm}$$

5ª QUESTÃO: (2,0 pontos)Avaliador Revisor

O ciclo de Stirling é um ciclo termodinâmico reversível utilizado em algumas máquinas térmicas.

Considere o ciclo de Stirling para **1 mol de um gás ideal monoatômico** ilustrado no diagrama PV.



Os processos AB e CD são isotérmicos e os processos BC e DA são isocóricos.

- a) Preencha a tabela (a) para a pressão, volume e temperatura nos pontos A, B, C, D. Escreva as suas respostas em função de P_A , V_A , P_C , V_C e de R (constante universal dos gases). **(1,0 ponto)**

Justifique o preenchimento das colunas P & T.

- b) Complete a tabela (b) com os valores do **calor absorvido pelo gás** (Q), da **variação da sua energia interna** (ΔU) e do **trabalho realizado pelo gás** (W), medidos em Joule, em cada um dos trechos AB, BC, CD e DA, representados no diagrama PV. **(1,0 ponto)**

Justifique o preenchimento das colunas para Q e ΔU .

Cálculos e respostas:

a)

	P	V	T
A	P_A	V_A	$P_A V_A / R$
B	$P_A V_A / V_C$	V_C	$P_A V_A / R$
C	P_C	V_C	$P_C V_C / R$
D	$P_C V_C / V_A$	V_A	$P_C V_C / R$

$$T_A = \frac{P_A V_A}{R} : \text{Lei dos Gases Ideais}$$

$$T_B = T_A = \frac{P_A V_A}{R} \quad (\text{Isoterma } A \rightarrow B)$$

$$T_C = \frac{P_C V_C}{R} : \text{Lei dos Gases Ideais}$$

$$T_D = T_C = \frac{P_C V_C}{R} \quad (\text{Isoterma } C \rightarrow D)$$

$$P_B = \frac{P_A V_A}{V_C} \quad (\text{Isoterma } A \rightarrow B \Rightarrow P_A V_A = P_B V_B; V_B = V_C)$$

$$P_D = \frac{P_C V_C}{V_A} \quad (\text{Isoterma } C \rightarrow D \Rightarrow P_C V_C = P_D V_D; V_D = V_A)$$

Cálculos e respostas:

b)

	Q(J)	ΔU (J)	W(J)
AB	300	0	300
BC	- 750	- 750	0
CD	-150	0	- 150
DA	750	750	0

$$\Delta U_{AB} = 0 \text{ (Isoterma : } \Delta T_{AB} = 0)$$

$$Q_{AB} - W_{AB} = \Delta U_{AB} = 0 \Rightarrow Q_{AB} = W_{AB} = 300\text{J}$$

$$W_{BC} = 0 \text{ (} \Delta V_{BC} = 0)$$

$$\Delta U_{BC} = -\Delta U_{DA} = -750\text{J} \quad (\Delta T_{BC} = -\Delta T_{DA})$$

$$Q_{BC} - W_{BC} = \Delta U_{BC} \Rightarrow Q_{BC} = \Delta U_{BC} = -750\text{J}$$

$$\Delta U_{CD} = 0 \quad (\Delta T_{CD} = 0)$$

$$Q_{CD} - W_{CD} = \Delta U_{CD} = 0 \Rightarrow Q_{CD} = W_{CD} = -150\text{J}$$

$$W_{DA} = 0 \text{ (} \Delta V_{DA} = 0)$$

$$Q_{DA} = \Delta U_{DA} = 750\text{J}$$