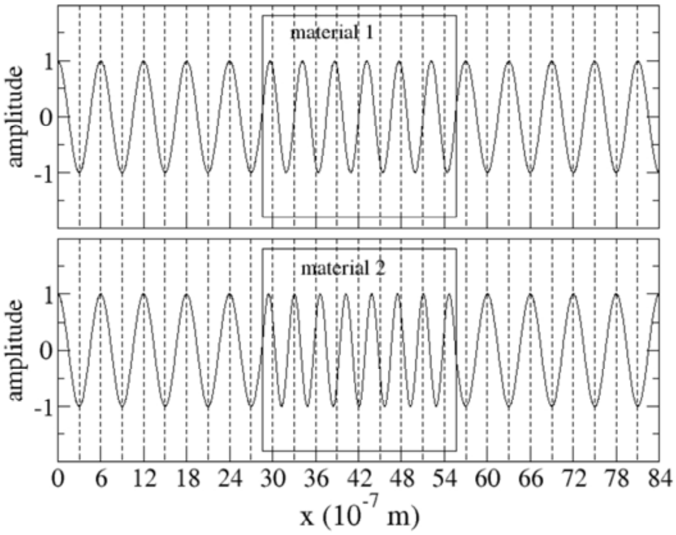
Gabarito - FÍSICA - Grupos H e I

1ª QUESTÃO: (2,0 pontos) Avaliador Revisor

As figuras abaixo mostram duas ondas eletromagnéticas que se propagam do ar para dois materiais transparentes distintos, da mesma espessura *d*, e continuam a se propagar no ar depois de atravessar esses dois materiais. As figuras representam as distribuições espaciais dos campos elétricos em um certo instante de tempo. A velocidade das duas ondas no ar é $c=3\text{x}10^8$ m/s.



a) Determine o comprimento de onda e a frequência das ondas no ar.

b) Determine os comprimentos de onda, as frequências e as velocidades das ondas nos dois meios transparentes e os respectivos índices de refração dos dois materiais.

Cálculos e resposta:

a) Observa-se na figura que, no ar, a distância entre dois máximos consecutivos é 6×10^{-7} m $\Rightarrow$

Então, $\boxed{\lambda = 6 \times 10^{-7}\ \text{m}}$

A frequência $f = \dfrac{c}{\lambda} \Rightarrow f = \dfrac{3\text{x}10^{8}\,\text{m/s}}{6\text{x}10^{-7}\,\text{m}} \Rightarrow$

$$\boxed{f = 5 \times 10^{14}\,\text{Hz}}$$

b) Observando a figura, identifica-se, no material 1, dois comprimentos de onda no intervalo de 9×10^{-7} m.

Sendo assim, $\lambda_1 = \dfrac{9 \times 10^{-7}}{2}\,\text{m}$

Portanto, $\boxed{\lambda_1 = 4{,}5 \times 10^{-7}\ \text{m}}$

Cálculos e respostas:

No material 2: identifica-se cinco comprimentos de onda no intervalo de 18×10^{-7} m. Sendo assim,

$$\lambda_2 = \frac{18}{5} \text{ x } 10^{-7} \text{m} \Rightarrow \boxed{\lambda_2 = 3,6 \text{ x } 10^{-7} \text{m}}$$

As frequências das ondas são idênticas no ar e nos materiais. Assim,

$$\boxed{f_1 = f_2 = f = 5 \text{ x } 10^{14} \text{ Hz}}$$

As velocidades das ondas nos meios transparentes são

$$\boxed{c_1 = \lambda_1 f = 2,3 \text{ x } 10^8 \text{ m/s}}$$

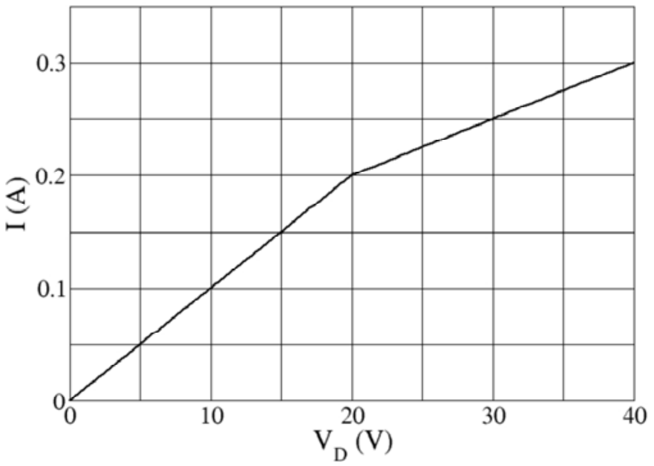
$$\boxed{c_2 = \lambda_2 f = 1,8 \text{ x } 10^8 \text{ m/s}}$$

Os índices de refração são

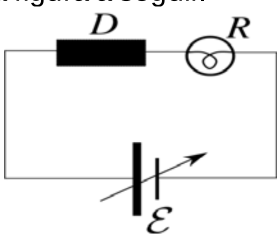
$$\boxed{n_1 = \frac{c}{c_1} = \frac{4}{3} \sim 1,3 \quad \text{e} \quad n_2 = \frac{c}{c_2} = \frac{5}{3} \sim 1,7}$$

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

Um certo dispositivo, quando submetido a uma diferença de potencial variável, apresenta corrente elétrica I **em ampères**, como função da diferença de potencial V_D **em volts** aplicada aos seus terminais, conforme mostra o gráfico abaixo.



Esse dispositivo é utilizado, com uma lâmpada de resistência R=50Ω e uma fonte de d.d.p. variável ε, no circuito esquematizado na figura a seguir.

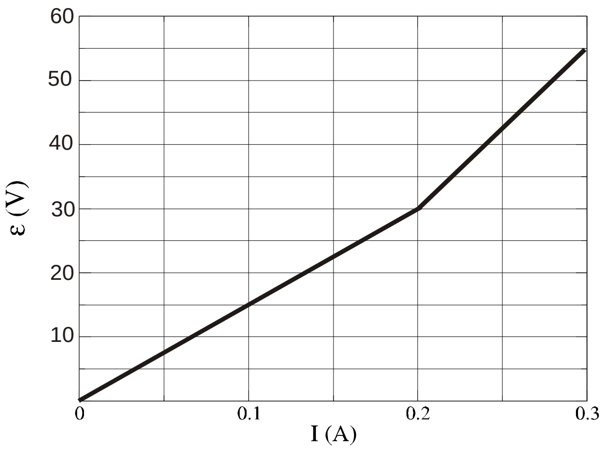


O dispositivo é simbolizado por uma caixa preta e designado pela letra *D*.

a) Desenhe, no espaço abaixo, o gráfico da diferença de potencial da fonte em função da corrente elétrica no circuito.

b) Determine a diferença de potencial da fonte para que a potência dissipada na lâmpada seja de 4,5 W.

Cálculos e respostas:



Cálculos e respostas:

a) $\varepsilon = V_D + V_R \Rightarrow \varepsilon = V_D + RI$.

Há dois casos distintos:

i) $I < 0{,}2$ A. Nesse caso, pode-se extrair do gráfico que

$V_D = 100\ I$. Sendo assim, para $I < 0{,}2$ A temos que $\varepsilon = 100\ I + 50\ I = 150\ I$

ii) $0{,}2$ A $< I < 0{,}3$ A.

Nesse caso, a relação entre V_D e I também é linear, porém $V_D = \alpha I + \beta$. Pode-se extrair do gráfico que para uma variação $\Delta I = 0{,}1$A, temos $\Delta V_D = 20$ V $\Rightarrow$ $\alpha = 200$ V/A. Além disso, quando $V_D = 40$ V, $I = 0{,}3$ A $\Rightarrow$ $\beta = -20$ V. Sendo assim, $V_D = 200\ I - 20$.

Portanto, para $0{,}2$ A $< I \leq 0{,}3$ A,

$$\varepsilon = 200\ I - 20 + 50\ I = 250\ I - 20$$

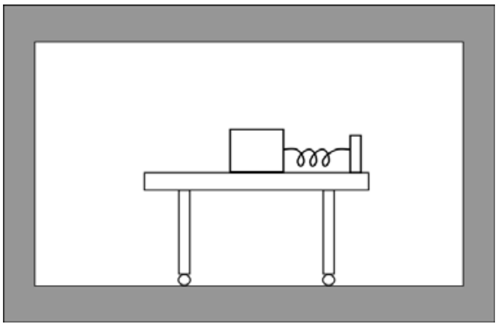
b) $P_L = RI^2$. Portanto $4{,}5 = 50\ I^2 \Rightarrow I^2 = 0{,}09 \Rightarrow I = 0{,}3$ A.

Assim, a d.d.p. na fonte é dada pela relação do caso ii:

$$\boxed{\varepsilon = 250\ I - 20 \Rightarrow \varepsilon = 55\text{ V}}$$

3ª QUESTÃO: (2,0 pontos) Avaliador Revisor

No interior de uma caixa de paredes impermeáveis ao calor foi feito vácuo e montado um experimento, sendo utilizados um bloco, uma mesa e uma mola de constante elástica *k,* conforme ilustrado na figura. O bloco e a mesa possuem, respectivamente, capacidades térmicas C_b e C_m e a capacidade térmica da mola é desprezível. Todo o sistema está em equilíbrio térmico a uma temperatura inicial T_0 . A mola é inicialmente comprimida de x_0 , a partir da configuração relaxada e, então, o bloco é liberado para oscilar. Existe atrito entre a mesa e o bloco, mas o atrito entre a mesa e o piso da caixa é desprezível. O bloco oscila com amplitude decrescente, até que para a uma distância ax_0 do ponto de equilíbrio, sendo $0 < a < 1$.



Determine:

a) as temperaturas finais da mesa e do bloco, após esse bloco parar de oscilar e o sistema atingir o equilíbrio térmico;

b) a razão entre a variação da energia interna da mesa e a variação da energia interna do bloco, no equilíbrio térmico;

c) a variação da posição do centro de massa do sistema composto pelo bloco, mola e mesa, quando esse bloco para de oscilar.

Cálculos e respostas:

a) O interior da caixa está isolado do resto do universo. A energia total na caixa se conversa. Parte da energia mecânica do sistema é transformada em energia interna da mesa e do bloco. A energia mecânica inicial (referente ao bloco em repouso e mola comprimida de x) é $E_i = \frac{1}{2}kx^2$. Quando o bloco para, sua energia cinética é nula e a energia mecânica final é igual a energia potencial elástica. Sendo assim, $E_f = \frac{1}{2}k(ax)^2$.

Portanto, a variação de energia mecânica é $\Delta E = E_f - E_i = \frac{1}{2}kx^2(a^2 - 1)$

A quantidade de energia convertida em calor que é absorvida pelo bloco e pela mesa é dada por $Q_a = -\Delta E$.

No equilíbrio térmico as temperaturas da mesa e do bloco são iguais. Como as temperaturas iniciais da mesa e do bloco também são iguais, temos que:

$$(C_m + C_b)\Delta T = \frac{1}{2}kx^2(1-a^2) \quad \Rightarrow \quad \boxed{\Delta T = \frac{kx^2(1-a^2)}{2(C_m + C_b)}}$$

Cálculos e respostas:

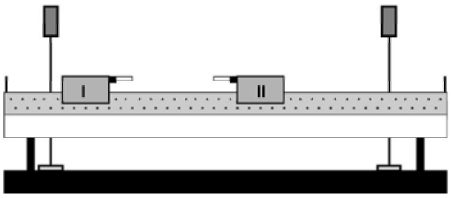
b) $\Delta E_{int}^{m} = C_m \Delta T$ e $\Delta E_{int}^{b} = C_b \Delta T$. Então

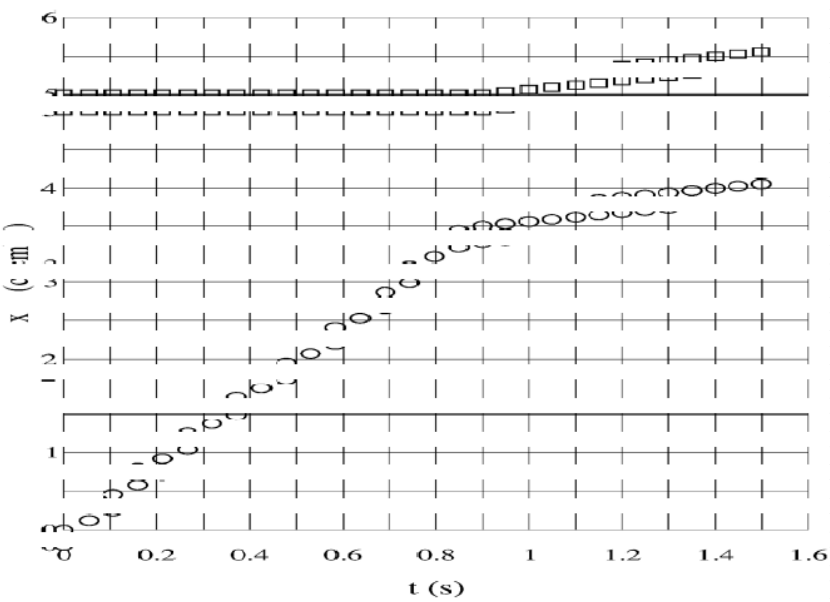
$$\boxed{\frac{\Delta E_{int}^{m}}{\Delta E_{int}^{b}} = \frac{C_m}{C_b}}$$

c) Não há variação da posição do centro de massa do sistema. A resultante das forças externas que atuam no sistema é nula. Portanto, o centro de massa do sistema permanece em repouso.

4ª QUESTÃO: (2,0 pontos) Avaliador Revisor

A figura mostra as posições de dois carrinhos, I e II, como função do tempo, numa experiência de colisão sobre um trilho de ar horizontal. A posição do carrinho I corresponde aos círculos e a do carrinho II aos quadrados.





Determine:

a) as velocidades dos carrinhos I e II antes e depois da colisão;

b) a razão entre as massas dos carrinhos I e II;

c) a razão entre as energias cinéticas final e inicial do sistema.

Cálculos e respostas:

a) Observando o gráfico nota-se que o movimento dos carrinhos antes e depois da colisão é uniforme. Sendo assim, suas velocidades podem ser calculadas pela razão entre o deslocamento e o respectivo intervalo de tempo gasto para executá-lo. Do gráfico, no intervalo entre t = 0 e t = 0,5 s, obtem-se:

$$v_I^a = \frac{\Delta x_I^a}{\Delta t} = \frac{2\,cm}{0,5\,s} = 4\,cm/s \quad ; \quad v_{II}^a = \frac{\Delta x_{II}^a}{\Delta t} = \frac{0\,cm}{0,5} = 0\,cm/s$$

Depois da colisão, no intervalo 0,9 s < t < 1,4 s, obtem-se:

$$v_I^d = \frac{\Delta x_I^d}{\Delta t} = \frac{0,5\,cm}{0,5\,s} = 1\,cm/s \quad ; \quad v_{II}^d = \frac{\Delta x_{II}^d}{\Delta t} = \frac{0,5\,cm}{0,5\,s} = 1\,cm/s$$

Cálculos e respostas:

b) Claramente, $v_I^d = v_{II}^d$. Pela conservação do momento linear total

$$m_I v_I^a + m_{II} v_{II}^a = (m_I + m_{II}) v^d \quad \Rightarrow \quad 4m_I = m_I + m_{II} \quad \Rightarrow \boxed{\frac{m_{II}}{m_I} = 3}$$

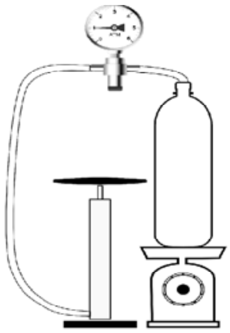
c) $$E_c^i = \frac{m_I (v_I^a)^2}{2} = \frac{16m_I}{2} = 8\,m_I$$

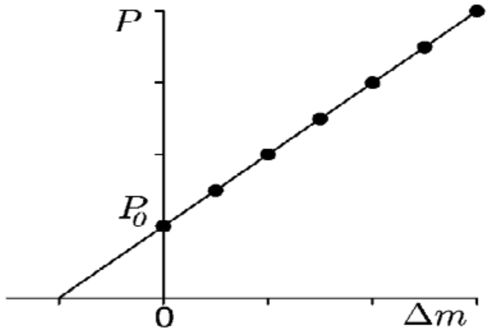
$$E_c^f = \frac{(m_I + m_{II})(v^d)^2}{2} = \frac{m_I + m_{II}}{2}$$

$$\Rightarrow \frac{E_c^f}{E_c^i} = \frac{m_I + m_{II}}{16m_I} \quad \Rightarrow \boxed{\frac{E_c^f}{E_c^i} = \frac{1}{4}}$$

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

Um cilindro de volume *V*, inicialmente aberto, é colocado sobre uma balança. A tara da balança é então ajustada para que a leitura seja zero. O cilindro é fechado e ligado a uma bomba com um manômetro acoplado para medir a pressão do ar no seu interior. É, então, bombeado ar para o interior desse cilindro e a pressão (*P*) como função da variação da massa Δm registrada através da leitura da balança é ilustrada no gráfico.





Considere o ar, durante toda a experiência, como um gás ideal cuja massa molecular é *M*. O volume *V* e a temperatura *T* do cilindro são mantidos constantes durante toda a experiência, e a pressão atmosférica é P_0.

a) Determine a massa inicial de ar (m_0) no interior do cilindro em termos de P_0, *M, V, T* e da constante universal dos gases *R*.

b) Determine o valor de Δm, correspondente a $P = 0$, onde a reta ilustrada na figura corta o eixo horizontal.

c) Mostre como ficaria o gráfico $P \times \Delta m$, se a experiência fosse realizada a uma temperatura $T_1 < T$, aproveitando a figura do enunciado para esboçar o novo resultado.

Cálculos e respostas:

a) Considerando o ar como sendo um gás ideal, $P_o V = n_o RT$, onde n_o é o número de moles do ar.

$$n_o = \frac{m_o}{M} \quad \Rightarrow \quad \frac{m_o}{M} RT = P_o V \quad \Rightarrow \quad \boxed{m_o = \frac{MP_o V}{RT}}$$

b) Para tornar a pressão nula no interior do cilindro é necessário retirar toda a massa de ar contida nele. Quando $P = 0 \Rightarrow \Delta m = - m_o$.

c) Se $T_1 < T$, com a mesma pressão P_o e o mesmo volume V, a massa inicial de ar no cilindro seria $m_o^1 > m_o$.

Nessa situação, o gráfico P x Δm também é uma reta que passa pelo ponto ($\Delta m = 0$, $P = P_0$) e corta o eixo Δm em $- m_0^1$. Sendo assim, essa reta, terá uma inclinação menor que a reta original ilustrada na figura.