GABARITO DE
FÍSICA

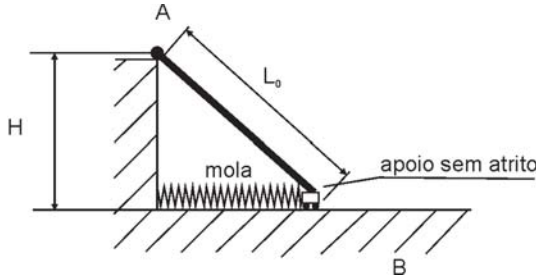
IME 2010

INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA

Realizada em 27 de outubro de 2010

PENSI
Colégio e Curso

Questão 01



A figura acima mostra um sistema composto por uma parede vertical com altura **H**, uma barra com comprimento inicial $\mathbf{L_0}$ e uma mola. A barra está apoiada em uma superfície horizontal sem atrito e presa no ponto **A** por um vínculo, de forma que esta possa girar no plano da figura. A mola, inicialmente sem deformação, está conectada à parede vertical e à barra.

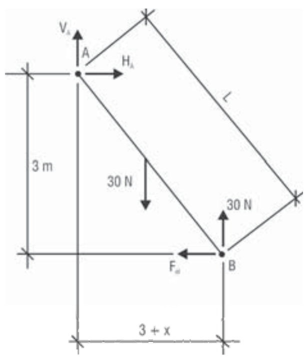
Após ser aquecida, a barra atinge um novo estado de equilíbrio térmico e mecânico. Nessa situação a força de reação vertical no apoio **B** tem módulo igual a 30 N. Determine a quantidade de calor recebida pela barra.

Dados:

- H = 3 m;
- $L_0 = 3\sqrt{2}$ m;
- o peso da barra: P = 30 N;
- constante elástica da mola: k = 20 N/m;
- $\dfrac{Pc}{g\alpha} = \dfrac{50+30\sqrt{2}}{3\sqrt{2}}$ joules, onde **c** é o calor específico da barra; α é o coeficiente de dilatação linear da barra; **g** é a aceleração da gravidade; e **P** é o peso da barra.

Gabarito:

Na nova condição de equilíbrio temos:



$$\Sigma M_A = 0 \Rightarrow 30\,.\,\frac{(3+x)}{2} + 20\,.\,x\,.\,3 = 30\,.\,(3+x)$$

$$45 + 15x + 60x = 90 + 30x$$

$$x = 1\,\text{m}$$

Variação do comprometimento da barra:

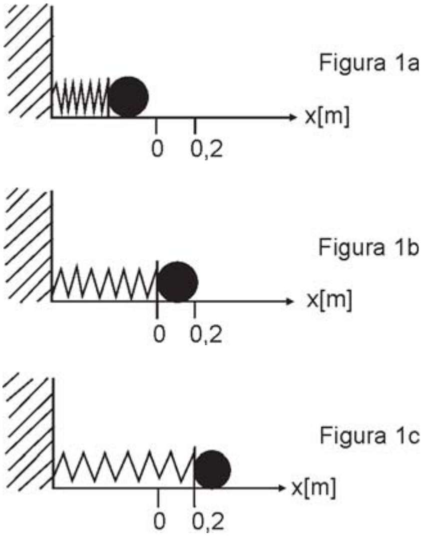
$L^2 = 3^2 + 4^2 \Rightarrow L = 5$ m $\Rightarrow \Delta L = (5 - 3\sqrt{2})$ m

Variação de temperatura da barra: $\Delta T = \dfrac{\Delta L}{L_0\alpha}$

Calor recebido pela barra: $Q = m\,.\,c\,.\,\dfrac{\Delta L}{L_0\alpha} = \dfrac{P\,.\,c\,.\,\Delta L}{g\alpha\,.\,L_0}$

Substituindo pelos valores dados temos: $Q = \dfrac{50+30\sqrt{2}}{3\sqrt{2}}\,.\,\dfrac{(5-3\sqrt{2})}{3\sqrt{2}} = \dfrac{10(25-18)}{18} = \dfrac{70}{18} = \dfrac{35}{9}$ J

Questão 02



Um corpo está sobre um plano horizontal e ligado a uma mola. Ele começa a ser observado quando a mola tem máxima compressão (Figura 1a). Durante a observação, verificou-se que, para a deformação nula da mola (em x = 0), sua velocidade é 5 m/s (Figura 1b). Para x = 0,2 m (Figura 1c), o corpo é liberado da mola a partir dessa posição e fica submetido a uma força de atrito até parar. Faça um gráfico da aceleração a do corpo em função da posição **x**, registrando os valores de **a** e de **x** quando:

a) a observação se inicia;

b) a velocidade é máxima;

c) o corpo é liberado da mola;

d) o corpo para.

<u>Dados:</u>

- massa do corpo: 500 g;
- constante elástica da mola: 50 N/m;
- coeficiente de atrito entre o plano e o corpo: 0,3.

Gabarito:

– Cálculo da posição inicial

Conservação de energia:

$$\underset{x=-A}{E_p} = \underset{x=0}{E_c} \Rightarrow \frac{KA^2}{2} = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow \frac{50A^2}{2} = \frac{0,5\,.\,5^2}{2} \Rightarrow A = 0,5\,\text{m}$$

– Cálculo das acelerações

I) $x = -0{,}5\ m \Rightarrow a = -\dfrac{kx}{m} = \dfrac{-50\,(-0{,}5)}{0{,}5} = 50\ m/s^2$

II) $x = 0\ m \Rightarrow a = 0\ m/s^2$

III) $x = 0{,}2\ m \Rightarrow a = -\dfrac{Kx}{m} = \dfrac{-0{,}50(0{,}2)}{0{,}5} = -20\ m/s^2$

IV) $x > 0{,}2\ m \Rightarrow a = -\dfrac{Fat}{m} = -\mu g = -0{,}3\,.\,10 = -3\ m/s^2$

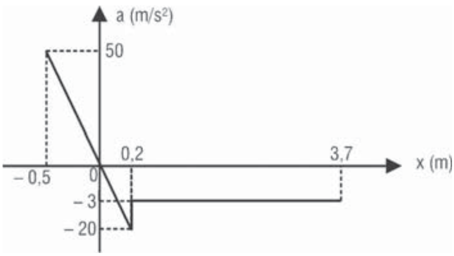
– Cálculo da velocidade para x = 0,2 m

Conservação da energia: $\dfrac{KA^2}{2} = \dfrac{mv^2}{2} + \dfrac{kx^2}{2} \Rightarrow \dfrac{50\,.\,0{,}5^2}{2} = \dfrac{0{,}5\ V^2}{2} + \dfrac{50\,.\,0{,}2^2}{2} \Rightarrow V = \sqrt{21}\ m/s$

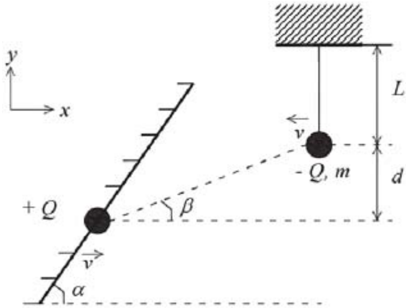
– Distância percorrida no trecho com atrito:

Torricelli: $V^2 = V_0^2 + 2a\Delta S \Rightarrow 0 = 21 + 2(-3)\ \Delta S = 3{,}5\ m$

– Gráfico a x X



Questão 03



Uma carga positiva está presa a um espelho plano. O espelho aproxima-se, sem rotação, com velocidade constante paralela ao eixo **x**, de uma carga negativa, pendurada no teto por um fio inextensível. No instante ilustrado na figura, a carga negativa se move no sentido oposto ao da carga positiva, com a mesma velocidade escalar do espelho. Determine, para esse instante:

a) as componentes **x** e **y** do vetor velocidade da imagem da carga negativa refletida no espelho;

b) as acelerações tangencial e centrípeta da carga negativa;

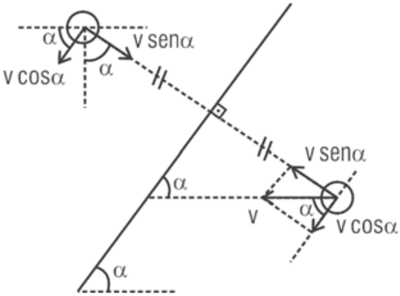
c) as componentes **x** e **y** do vetor aceleração da imagem da carga negativa refletida no espelho.

<u>Dados:</u>

- ângulo entre o eixo **x** e o espelho: α;
- ângulo entre o eixo **x** e o segmento de reta formado pelas cargas: β;
- diferença entre as coordenadas **y** das cargas: **d**;
- comprimento do fio: **L**;
- velocidade escalar do espelho: **v**;
- módulo das cargas elétricas: **Q**;
- massa da carga negativa: **m**;
- constante elétrica do meio: **K**.

Gabarito:

– Considerando o espelho parado e o objeto em movimento:



Para a imagem:

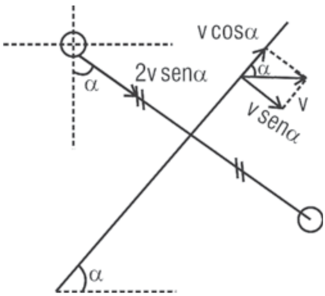
$V_x = \text{vsen}\alpha \,.\, \text{sen}\,\alpha - \text{v cos}\,\alpha \,.\, \cos\alpha$

$V_x = \text{v}\,(\text{sen}^2\alpha - \cos^2\alpha) = -\text{v cos}\,2\alpha$

$V_y = -\text{vcos}\alpha \,.\, \text{sen}\,\alpha - \text{v sen}\,\alpha \,.\, \cos\alpha$

$V_y = -2\text{v}\,(\text{sen}\alpha\cos\alpha) = -\text{v sen}\,2\alpha$

Considerando o objeto parado e espelho em movimento.



Para a imagem:

$V_x = 2\,\text{v sen}\,\alpha\,\text{sen}\,\alpha = 2\,\text{v sen}^2\alpha$

$V_y = -2\,\text{v sen}\alpha \,.\, \cos\alpha = -\text{vsen}\,2\alpha$

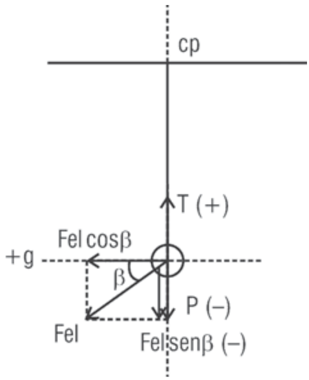
Fazendo a superposição, temos:

$V_x = -v\cos 2\alpha + 2v\,\text{sen}^2\alpha = v\,(2\text{sen}^2\alpha - \cos 2\alpha)$

$V_y = -v\,\text{sen}\,2\alpha - v\,\text{sen}2\alpha = -2v\,\text{sen}\,2\alpha$

$\vec{v}_i = v\,(2\,\text{sen}^2\alpha - \cos 2\alpha; -2\,\text{sen}\,2\alpha)$

(B)



– Direção tangecial: $F_{el}\cos\beta = m\,.\,a_t$

$$\frac{KQ^2}{\left(\dfrac{d}{\text{sen}\beta}\right)^2}\,.\,\cos\beta = m\,.\,a_t \rightarrow a_t = \frac{KQ^2\text{sen}^2\beta\cos\beta}{md^2}$$

– Direção centrípeta: $a_{cp} = \dfrac{V^2}{L}$

(C) Nesse caso, basta considerar o caso de o espelho estar parado e o objeto, acelerado.

O caso em que o espelho se move e o objeto está parado não gera novas acelerações na imagem, pois a aceleração do espelho é nula.

– Para a a_{tg}, pode-se usar a resposta da letra A, trocando "a" por "v".

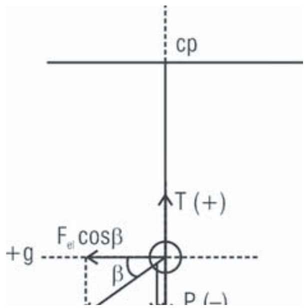
$\vec{a} = a_{tg}\,(-\cos 2\alpha; -\text{sen}2\alpha)$

– Para a a_{cp}(espelho parado)

$a_x = a_{cp}\,\text{sen}\alpha\cos\alpha + a_{cp}\cos\alpha\,\text{sen}\alpha = a_{cp}\text{sen}2\alpha$

$a_y = a_{cp}\text{sen}^2\alpha - a_{cp}\cos^2\alpha = -a_{cp}\cos 2\alpha$

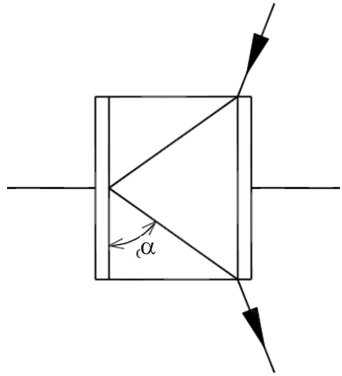
$\vec{a} = a_{cp}\,(\text{sen}2\alpha; -\cos 2\alpha)$



Fazendo a superposição: $a_x = \dfrac{V^2}{L}\text{sen}2\alpha - \dfrac{kQ^2\cos\beta\,\text{sen}^2\beta}{md^2}\cos 2\alpha$

$$a_y = -\frac{V^2}{L}\cos 2\alpha - \frac{kQ^2\cos\beta\,\text{sen}^2\beta}{md^2}\text{sen}2\alpha$$

Questão 04

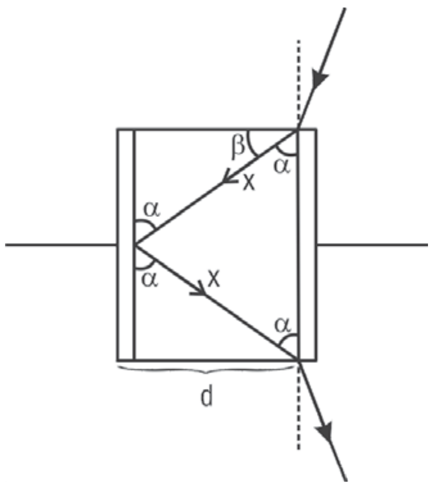


De acordo com a figura acima, um raio luminoso que estava se propagando no ar penetra no dielétrico de um capacitor, é refletido no centro de uma das placas, segundo um ângulo α, e deixa o dielétrico. A área das placas é **A** e o tempo que o raio luminoso passa no interior do dielétrico é **t**. Supondo que se trata de um capacitor ideal de placas paralelas e que o dielétrico é um bloco de vidro que preenche totalmente o espaço entre as placas, determine a capacitância do capacitor em picofarads.

Dados:

- $A = 1{,}0\ cm^2$
- $t = 2{,}0 \times 10^{-12}\ s$
- $\alpha = 30^o$
- permissividade elétrica do vácuo: $\varepsilon_0 \approx 9{,}0 \times 10^{-12}$ F/m
- velocidade da luz no vácuo: $c \approx 3{,}0 \times 10^8$ m/s
- índice de refração do vidro: $n = 1{,}5$
- constante dielétrica do vidro: $k = 5{,}0$

Gabarito:



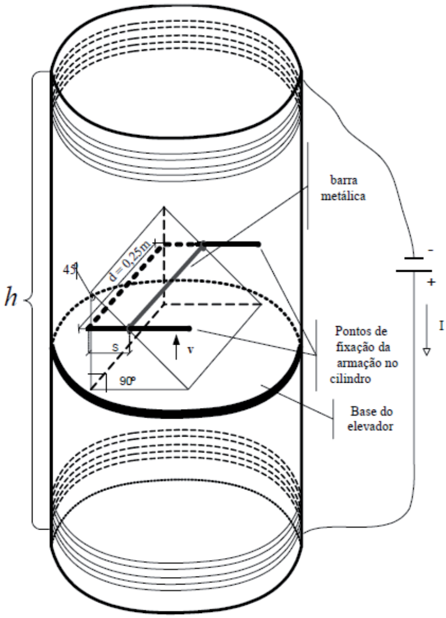
(A)
$$n = \frac{c}{v} \rightarrow v = \frac{c}{n} = \frac{3 \cdot 10^8}{1{,}5} = 2 \cdot 10^8\ m/s$$
$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \rightarrow 2x = vt = 2 \cdot 10^8 \cdot 2 \cdot 10^{-12} = 4 \cdot 10^{-4}$$
$$x = 2 \cdot 10^{-4}\ m$$

(B) Geometria do capacitor
$$\text{sen}30° = \frac{d}{x} \rightarrow \frac{1}{2} = \frac{d}{2\ 10^{-4}} \rightarrow d = 1\ 10^{-4}\ m$$

(C) Capacitância
$$C = \frac{\varepsilon \cdot A}{d} = \frac{k\varepsilon_0\ A}{d}$$
$$C = \frac{5\,.\,9\,.\,10^{-12}\,.\,1.\,10^{-4}}{1.\,10^{4}} = 45\,.\,10^{-12}\ F$$
$$C = 45\ pF$$

Questão 05

A figura acima apresenta um prisma apoiado em um elevador no interior de um cilindro de material isolante. Uma armação, encostada no prisma, é composta por uma parte metálica com resistência desprezível em forma de "U" e por uma barra metálica de 0,25 m e resistência de 1 Ω. Essa barra desliza ao longo da barra em "U", mantendo o contato elétrico. As extremidades da armação em "U" são fixadas no cilindro, conforme a figura. Ao longo de todo o cilindro, um fio é enrolado, formando uma bobina com 1000 espiras, perfazendo uma altura h = 0,8 m, sendo alimentada por uma fonte, de modo que flua uma corrente de $\frac{10^3}{\pi}$ A. O elevador sobe com velocidade constante v, de modo que seja exercida sobre a barra metálica uma força normal de $\frac{\sqrt{2}}{4}$ N. Determine a velocidade v.



Dados:

- permeabilidade magnética do meio: $\mu_0 = 4\pi.10^{-7}$ Tm/A
- as faces triangulares do prisma são triângulos retângulos isósceles;

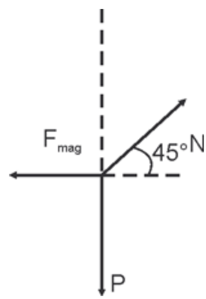
Observações:

- não há atrito em nenhuma parte do sistema;
- a barra metálica é feita de material não magnético;
- as espiras percorrem todo o cilindro.

Gabarito:

Campo magnético da bobina: $B = \frac{\mu_0 . n . i}{L} = \frac{4\pi . 10^{-7} . 1000}{0,8} . \frac{10^3}{\pi} = 0,5\ T$

Equilíbrio de forças na barra : $F_{Mag} = N . \cos 45^o = \frac{\sqrt{2}}{4} . \frac{\sqrt{2}}{2} = 0,25\ N$



Força magnética na barra: $F_{Mag} = iLB \Rightarrow i = \frac{0,25}{0,25 . 0,5} = 2\ A$

Fem induzida na barra: $\varepsilon_{IND} = Ri = 1 . 2 = 2\ V$

Velocidade da barra: $v = \frac{\varepsilon_{IND}}{BL} = \frac{2}{0,5 . 0,25} = 16\ m/s$

Como a seção do prisma é um triângulo retângulo isósceles: $V_{barra} = V_{elevador} = 16\ m/s$

Questão 06

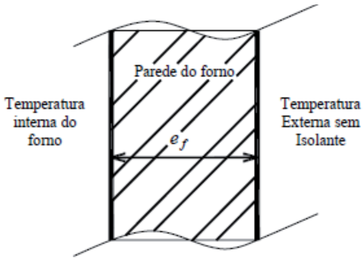


Figura 1

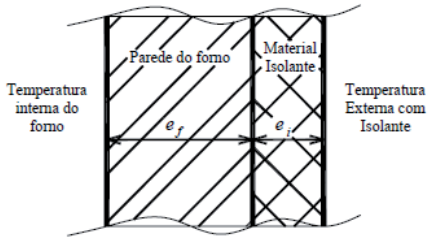


Figura 2

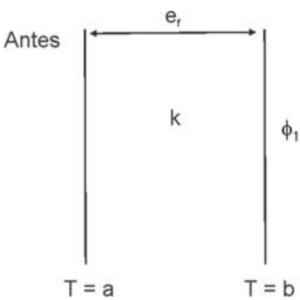
Uma fábrica foi multada pela prefeitura local, pois a temperatura externa da parede de um forno industrial encontrava-se em um nível superior ao previsto pelas normas de segurança (Figura 1).

Para atender às normas recomenda-se o seguinte procedimento (Figura 2):

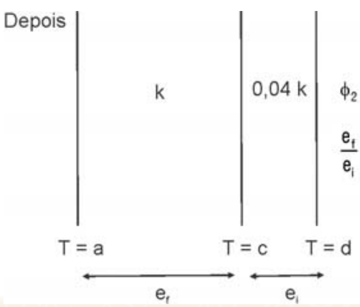
A parede externa do forno deve ser recoberta com um material de condutividade térmica igual a 4% da parede do forno. Isso faz com que a transferência de calor fique igual a 20% da original e que a redução de temperatura entre a superfície interna da parede do forno e a superfície externa do isolante fique 20% maior que a situação inicial.

Determine a razão entre a espessura do isolante (e_i) e a espessura da parede do forno (e_f).

Gabarito:



$$\phi_1 = \frac{k \cdot A \cdot (a - b)}{e_f}$$



$$\phi_2 = \frac{\cancel{k} \cdot \cancel{A} \cdot (a - c)}{e_f} = \frac{0{,}04\cancel{k} \cdot \cancel{A} \cdot (c - d)}{e_i}$$

$$\frac{e_f}{e_i} = 0{,}04\,\frac{(c - d)}{(a - c)} \quad \text{(i)}$$

Além disso, $\phi_D = 0,2\phi_A \rightarrow \dfrac{K.\,A\,.\,(a-c)}{e_f} = \dfrac{0,2\,.\,K\,.\,A(a-b)}{e_f} \rightarrow a - c = 0,2\ .\,(a-b)$

$\Rightarrow a - c = 0,2a - 0,2b$

$c = 0,8a + 0,2b \qquad \text{(ii)}$

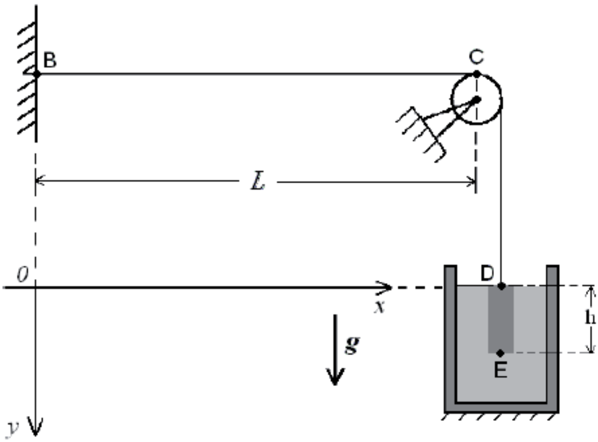
$\Delta T_D = 1,2\,.\,\Delta T_A \Rightarrow a - d = 1,2\,(a-b) \Rightarrow a - d = 1,2a - 1,2b$

$d = 1,2b - 0,2a \qquad \text{(iii)}$

Substituindo as eqs (ii) e (iii) em (i), temos :

$$\frac{e_i}{e_f} = 0,04\,.\,\frac{(0,8a + 0,2b - 1,2b + 0,2a)}{(a - 0,8a - 0,2b)} = 0,04\,.\,\frac{(a-b)}{0,2(a-b)} = \frac{1}{5}$$

Questão 07



A figura acima mostra um corpo sólido cilíndrico de altura h, densidade ρ e área da base A, imerso em um líquido de mesma densidade em um tanque também cilíndrico com base interna de área 4A. A partir do instante $t = 0$ (situação da figura), o líquido passa a ser bombeado para fora do tanque a uma vazão variável dada por $U(t) = bAt$, onde b é uma constante positiva.

Dados:

- comprimento da corda entre os pontos B e C: L;
- densidade linear da corda entre os pontos B e C: μ;
- aceleração gravitacional local: g.

Observações:

- desconsidere o peso da corda no cálculo da tração;
- a tensão instantânea na corda é a mesma em toda a sua extensão.

Pede-se:

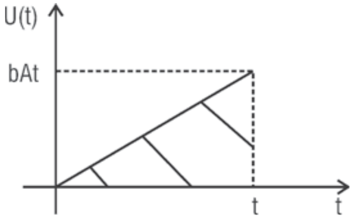
a) a expressão do nível y do líquido (onde $y \leq h$) em função do tempo;

b) a velocidade v(t) de um pulso ondulatório transversal, partindo do ponto B em $t = 0$, e sua respectiva posição x(t);

c) a razão L/h para que o pulso ondulatório transversal, partindo do ponto B em $t = 0$, chegue até C no mesmo instante em que o nível do líquido alcança o ponto E.

Gabarito:

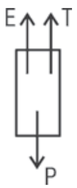
Como a vazão é variável, o volume de líquido bombeado até um instante t será dado pela área do gráfico U(t)x t.



$$V = \frac{t \cdot bAt}{2} = \frac{bAt^2}{2}$$

$$V = (4A - A) \cdot y \rightarrow y = \frac{bt^2}{6}$$

(B)



$$T + E = P \rightarrow T + \rho \cdot A \cdot (h - y) \cdot g = \rho \cdot A \cdot h \cdot g$$

$$T = \rho \cdot A \cdot y \cdot g = \rho \cdot A \cdot g \cdot \frac{bt^2}{6}$$

Onda na corda: $V = \sqrt{\frac{T}{\mu}} = \sqrt{\frac{\rho\, A\, g\, b\, t^2}{6\mu}} = t \cdot \sqrt{\frac{\rho\, A\, g\, b}{6\mu}}$

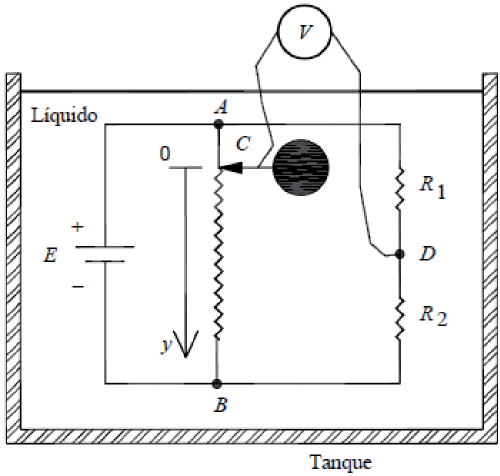
Posição: $x = \text{Área}_{Vxt} = \sqrt{\frac{\rho\, A\, g\, b}{6\mu}} \cdot \frac{t^2}{2}$

(C) Para a onda: $t^2 = 2L\sqrt{\frac{6\mu}{\rho\, A\, g\, b}}$ e para bombeamento : $t^2 = \frac{6h}{b}$

Comparando as duas expressões, temos:

$$2L\sqrt{\frac{6\mu}{\rho\, A\, g\, b}} = \frac{6h}{b} \rightarrow \frac{L}{h} = \frac{3}{b}\sqrt{\frac{\rho\, A\, g\, b}{6\mu}} = \sqrt{\frac{3\rho\, A\, g}{2\mu b}}$$

Questão 08



O circuito apresentado na figura acima é composto por uma fonte de tensão contínua E, que alimenta um reostato linear e as resistências R_1 e R_2. No ponto C do reostato encontra-se fixo um balão de massa m e volume V, inicialmente na posição $y = 0$. O sistema encontra-se imerso em um tanque, que contém um líquido isolante, de massa específica ρ. Entre os pontos C e D do sistema, encontra-se conectado um voltímetro ideal. No instante $t = 0$, o balão é liberado e começa a afundar no líquido.

Determine:

a) a leitura do voltímetro no instante em que o balão é liberado;

b) a coordenada y em que a leitura do voltímetro é zero;

c) o tempo decorrido para que seja obtida a leitura indicada no item b;

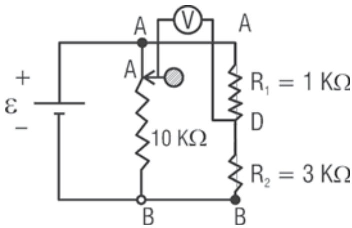
d) o valor da energia, em joules, dissipada no resistor R_2, no intervalo de tempo calculado em c.

Dados:

- $R_1 = 1\ k\Omega$;
- $R_2 = 3\ k\Omega$;
- fonte de tensão: $E = 10\ V$;
- massa do balão: $m = 50\ g$;
- volume do balão: $V = 0{,}0001\ m^3$;
- resistência total do resistor linear: $R_{AB} = 10\ k\Omega$;
- massa específica do líquido: $\rho = 50\ kg/m^3$;
- aceleração da gravidade: $g = 10\ m/s^2$.

Gabarito:

(A)



Podemos ver o paraleo entre 10 kΩ e (3 + 1)kΩ

$$Req = \frac{10k \,.\, 4\cancel{k}}{(10+4)\cancel{k}} = \frac{40k}{14} = \frac{20}{7} k\Omega$$

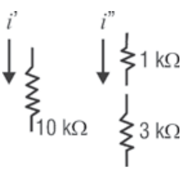
$$\varepsilon = Req \,.\, i \therefore i = \frac{10}{\frac{20k}{7}} = 3{,}5\, mA$$

Usando Lei da Malhas

$$\cancel{10k} \,.\, i' = \cancel{4k} \,.\, i'' \therefore 10i' = 4i''(i)$$

$$i = i' + i''\ (ii)$$

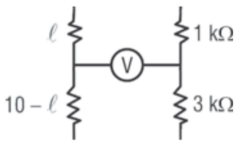
Substituindo (i) em (ii)



$10 \,.\, i' = 4(3{,}5\, m - i') \therefore 10 \,.\, i' = 14\, m - 4i' \therefore i' = 1\, mA \therefore i'' = 2{,}5\, mA$

$V_{AD} = R_1 \,.\, i'' \therefore V_{AD} = 1K \,.\, 2{,}5\, m \therefore V_{AD} = 2{,}5\, v$

(B) Para termos d.d.p. nula basta não passar corrente – Ponte de Wheatstone



$\therefore 3 \,.\, l = (10 - l) \,.\, 1 = 3l = 10 - l \therefore l = 2{,}5\, m$

(C) $E = \rho g v = 50 \,.\, 10^{-4} \,.\, 10 = 0{,}05\, N$

$P = mg = 0{,}5\, N$

$$\left.\begin{array}{l} F_r = P - E \\ F_r = ma \end{array}\right\} 0{,}45 = 50 \,.\, 10^{-3} \,.\, a \therefore a = 9\, m/s^2$$

Aplicando equação horária da posição no M.U.V.:

Como, $V_0 = 0$ temos que:

$$\Delta S = \frac{1}{2}at^2 \therefore 2{,}5 = \frac{1}{2}.9.t^2 \therefore t^2 \frac{2{,}5}{4{,}5} = \frac{5}{9}$$

$$\therefore t = \frac{\sqrt{5}}{3}\,s$$

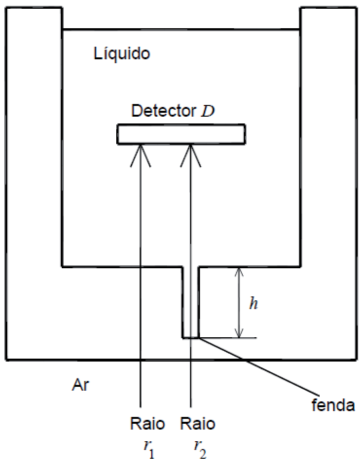
(D) $P = \frac{\Delta E}{\Delta t} \therefore E = P.\Delta t$

$P_2 = R_2 . i_2 \therefore E = R_2 . i_2^2 . \Delta t$

$E = 3.10^3 . (2{,}5.10^{-3})^2 . \frac{\sqrt{5}}{3}$

$\therefore E = 6{,}25.\sqrt{5}.10^{-3}\,J$

Questão 09



A Figura mostra dois raios luminosos r_1 e r_2, de mesma frequência e inicialmente com diferença de fase δ_1, ambos incidindo perpendicularmente em uma das paredes de um reservatório que contém líquido.

O reservatório possui uma fenda de comprimento h preenchida pelo líquido, na direção de r_2.

Determine o comprimento da fenda para que a diferença de fase medida no Detector D entre os raios seja δ_2.

Dados:

- índice de refração do líquido: n;
- índice de refração da parede do reservatório: n_R;
- comprimento de onda dos raios luminosos no ar: λ.

Observação:

- considere o índice de refração da parede do reservatório maior que o índice de refração do líquido.

Gabarito:

Percurso óptico do raio r_1 no espaço da fenda: $n_r h$

Percurso óptico do raio r_2 no espaço da fenda: n . h

$$\Delta D = n_r h - nh = (n_r - n)h \Rightarrow \Delta\delta = (n_r - n)h.\frac{2\pi}{\lambda}$$

Raio r_1 mais atrasado que raio r_2:

$$\delta_2 = (n_r - n)\ .\ h\ .\ \frac{2\pi}{\lambda} + \delta_1 \Rightarrow h = \frac{\delta_2 - \delta_1}{n_r - n}.(\frac{\lambda}{2\pi})$$

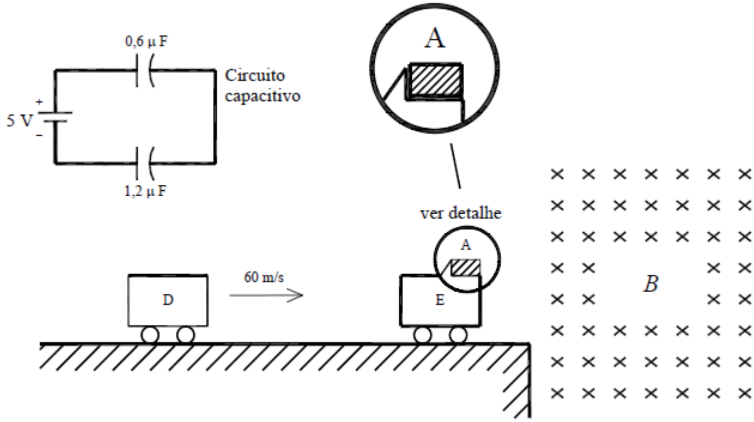
Raio r_2 mais atrasado queraio r_1

$$\delta_2 = \left|(n_r - n)\ .\ h\ .\ \frac{2\pi}{\lambda} - \delta_1\right|$$

$$h = \frac{\delta_2 + \delta_1}{n_r - n}.(\frac{\lambda}{2\pi});\ \text{para } \Delta\delta > \delta_1$$

$$h = \frac{\delta_2 - \delta_1}{n_r - n}.(\frac{\lambda}{2\pi});\ \text{para } \Delta\delta < \delta_1$$

Questão 10



O carrinho D desloca-se com velocidade de 60 m/s na direção do carrinho E, que está parado. O corpo A possui uma carga elétrica idêntica à armazenada em um circuito capacitivo e está apoiado sobre o carrinho E, conforme a figura acima. Dá-se a colisão dos dois carrinhos, com um coeficiente de restituição igual a 0,9. Após alguns segundos, o carrinho E para bruscamente e o corpo A penetra em uma região em que existe um campo magnético uniforme normal ao plano da figura, que o faz descrever um movimento helicoidal de raio 4,75 m. Desprezando o efeito da massa de A na colisão, determine a massa do carrinho E.

Dados:

- massa do carrinho D: $m_D = 2$ kg;
- massa do corpo A: $m_A = 4 \times 10^{-6}$ kg;
- campo magnético: $B = 16$ T.

Gabarito:

Calculando a carga do corpo A:

Capacitores em série: $C_{EQ} = \dfrac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2} = \dfrac{0{,}6\mu \,.\, 1{,}2\mu}{0{,}6\mu + 1{,}2\mu} = 0{,}4\ \mu F$

$$Q = CU = 0{,}4 \,.\, 10^{-6} \,.\, 5 = 2 \,.\, 10^{-6}\ C$$

Conservação da quantidade de movimeto: $Q_{ANTES} = Q_{DEPOIS}$

$$m_D V_D = (m_E + \cancel{m_A})\, V_E + m_D V_D^{I}$$

$$2 \,.\, 60 = m_E V_E + 2V_D^{I}$$

$$m_E V_E + 2V_D^{I} = 120\ (1)$$

O coeficiente de restituição é: $0{,}9 = \dfrac{V_E - V_D}{60} \rightarrow V_E - V_D^I = 54\ (2)$

Ao entrar no campo magnético, a carga "A" sofre a ação da força magnética.

$F_{CP} = F_{MAG}$

$\dfrac{m_A V_A^2}{R} = q_A V_A B$

$V_A = \dfrac{qBR}{m_A}$

$V_A = \dfrac{2 \,.\, 10^{-6} \,.\, 4{,}75 \,.\, 16}{4 \,.\, 10^{-6}} = 38\ m/s \qquad (3)$

Como $V_A = V_E$, então $V_E = 38\ m/s$

$(3)\ \text{em}\ (2): 38 - V_D^I = 54 \rightarrow V_D^I = -16\ m/s\ \ (4)$

$(4)\ \text{e}\ (3)\ \text{em}\ (1):$

$m_E \,.\, 38 + 2 \,.\, (-16) = 120 \ \rightarrow m_E = 4\ kg$

Comentários Finais

A prova do IME deste ano foi abrangente, mas com menos profundidade em relação aos anos anteriores.

Os enunciados e figuras de algumas questões (1, 5, 9 e 10) não primaram pela clareza, tornando-as, assim, um pouco mais difíceis.

A equipe PENSI parabeniza a banca por mais uma vez conseguir avaliar e contemplar os candidatos melhores preparados.

Equipe PENSI:

Marcio Lima

Fabio Oliveira

Humberto Machado

José Alexandre

Leonardo Domingos

Bruno Fernandes

Thiago Rocha

Ricardo Fagundes