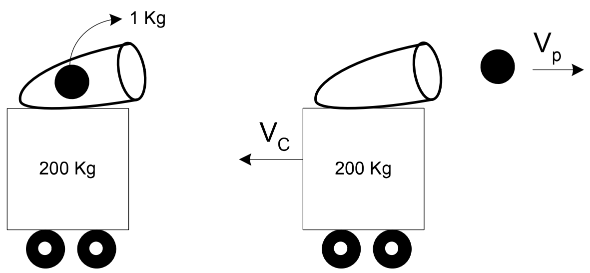
01) (IME 2005) Um canhão de massa M = 200 kg em repouso sobre um plano horizontal sem atrito é carregado com um projétil de massa m = 1 kg, permanecendo ambos neste estado até o projétil ser disparado na direção horizontal. Sabe-se que este canhão pode ser considerado uma máquina térmica com 20% de rendimento, porcentagem essa utilizada no movimento do projétil, e que o calor fornecido a esta máquina térmica é igual a 100.000 J. Suponha que a velocidade do projétil após o disparo é constante no interior do canhão e que o atrito e a resistência do ar podem ser desprezados. Determine a velocidade de recuo do canhão após o disparo.

RESOLUÇÃO DA QUESTÃO 1:



Rendimento = 20% = $\dfrac{E_{útil}}{E_{total}} = \dfrac{E_{útil}}{100.000}$

$\Leftrightarrow E_{útil} = 20.000\ J = 1/2\ m\ V_P^2$

$\Leftrightarrow 4.\ 10^4 = V_P^2 \Leftrightarrow V_P = 2.\ 10^2$ m/s

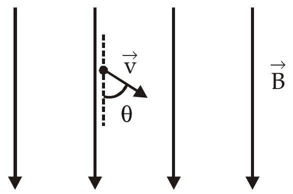
Usando a conservação da quantidade de movimento temos

$m_c\ .\ V_c = m_p\ .\ V_P$

$\Leftrightarrow 200\ .\ V_c = 200 \Leftrightarrow V_c = 1$ m/s

---

02) (IME 2005) Considere um elétron de massa m e carga –e, que se move com velocidade $\vec{v}$ conforme indicado na figura abaixo.



No instante t = 0 é ligado um campo magnético $\vec{B}$ uniforme em todo o espaço. Desprezando a ação da gravidade, determine:

a. o trabalho realizado pela força magnética após um intervalo de tempo Δt.
b. o período do movimento no plano perpendicular a $\vec{B}$.
c. a trajetória seguida pelo elétron, graficamente.

RESOLUÇÃO DA QUESTÃO 2:

a) Como a força magnética é perpendicular à velocidade (portanto, perpendicular ao deslocamento), o seu trabalho é nulo.

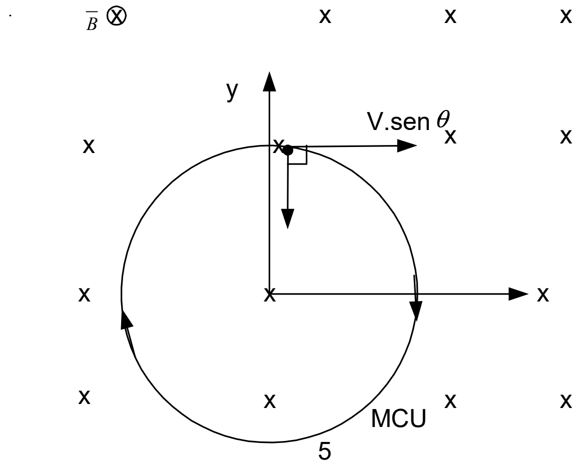
b) A força magnética é perpendicular a B e a v, de modo que atua no plano perpendicular a B, sendo responsável por um movimento circular uniforme de raio R = $\dfrac{mv sen\theta}{eB}$ nesse plano. O período pode ser determinado por:

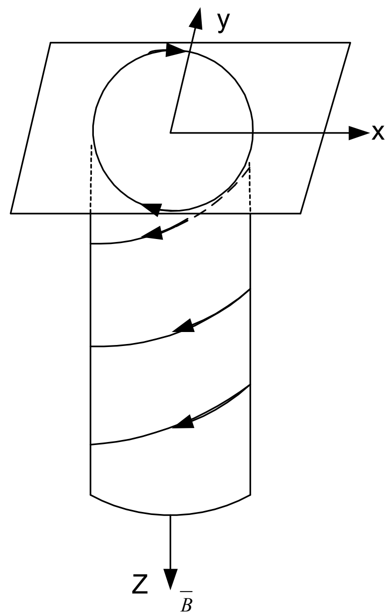
$$T = \frac{2\pi R}{v} \Rightarrow T = \frac{2\pi R}{\frac{R.e.B}{m\ sen\theta}} \Rightarrow T = \frac{2\pi m\ sen\theta}{eB}$$

Além disso, a componente da velocidade na direção de B permanece inalterada e o movimento é retilíneo e uniforme nessa direção.

c) A trajetória do elétron é a composição do MCU no plano perpendicular a B e MRU na direção de B, um movimento helicoidal.

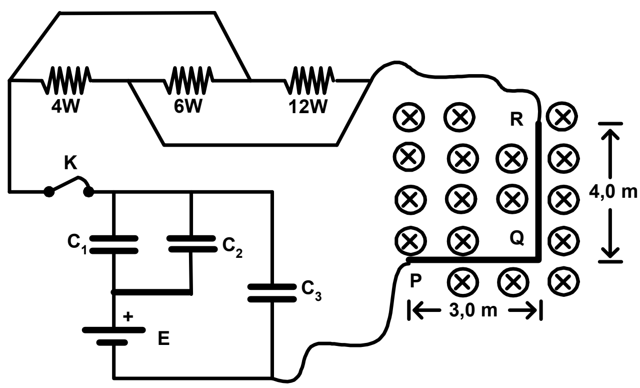
Veja a figura seguinte: vista superior no sentido horário.





---

03) (IME 2005) Um fio condutor rígido PQR, dobrado em ângulo reto, está ortogonalmente inserido em um campo magnético uniforme de intensidade B = 0,40 T. O fio está conectado a dois circuitos, um resistivo e o outro capacitivo.



Sabendo que o capacitor C_1 está carregado com 40 μC, determine a intensidade da força de origem magnética que atuará sobre o fio PQR no instante em que a chave K for fechada.

Dados: $C_1 = 1\ \mu F$, $C_2 = 2\ \mu F$ e $C_3 = 6\ \mu F$.

RESOLUÇÃO DA QUESTÃO 3:

Chave K aberta

Analisando o circuito capacitivo: $C_1 // C_2$

$$U_1=U_2 \Rightarrow \frac{Q_1}{C_2} = \frac{Q_2}{C_2} \Rightarrow \frac{40.10^{-6}}{1.10^{-6}} = \frac{Q_2}{2.10^{-6}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \quad Q_2 = 80.10^{-6}\,C$$

Daí a carga total na associação $C_1//C_2$ é $80.10^{-6}\,C + 40.10^{-6}\,C = 120.10^{-6}\,C$.
É possível então calcular as tensões elétricas entre as terminais dos capacitores:

$$U_1 = U_2 = \frac{Q_1}{C_1} = \frac{40.10^{-6}}{1.10^{-6}} = 40V$$

$$U_3 = \frac{Q_3}{C_3} = \frac{120.10^{-6}}{6.10^{-6}} = 20V$$

Chave K fechada

O circuito resistivo estará inicialmente submetido à tensão de 20V.

Daí $i = \frac{20V}{2\Omega} = 10A$

No fio $RQ : F_{rq} = B.i.l_{rq}.\text{sen}\,\theta = 4{,}0.10^{-1}.10.4{,}0.1{,}0 = 16N$

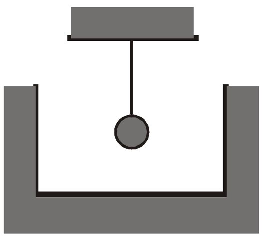
No fio $QP : F_{qp} = B.i.l_{qp}.\text{sen}\,\theta = 4{,}0.10^{-1}.10.3{,}0.1{,}0 = 12N$

Obtendo por Pitágoras a resultante no fio:

$R^2 = 16^2 + 12^2 \Rightarrow R = 20N$

---

04) (IME 2005) Uma corda é fixada a um suporte e tensionada por uma esfera totalmente imersa em um recipiente com água, como mostra a figura.

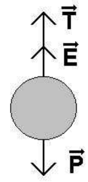


Desprezando o volume e a massa da corda em comparação com o volume e a massa da esfera, determine a velocidade com que se propaga uma onda na corda.

Dados: aceleração da gravidade $(g) = 10\ m/s^2$;
densidade linear da corda $(\mu) = 1{,}6\ g/m$;
massa da esfera (m) = 500 g;
volume da esfera $(V) = 0{,}1\ dm^3$;
massa específica da água $(d) = 1.000\ kg/m^3$.

RESOLUÇÃO DA QUESTÃO 4:

Do equilíbrio de forças, temos:



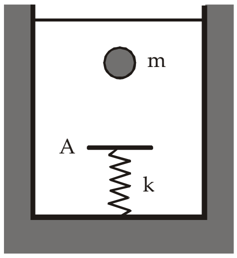
$$T = P - E = mg - dVg = 0{,}5 \cdot 10 - 10^3 \cdot 0{,}1 \cdot 10^{-3} \cdot 10 = 4N$$

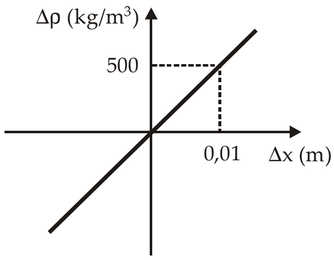
Aplicando a fórmula de Taylor, temos:

$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}} = \sqrt{\frac{4}{1{,}6 \cdot 10^{-3}}} = 50 m/s$ **Resposta:** $\boxed{v=50m/s}$.

---

05) (IME 2005) Um corpo de massa m e volume $v = 1\ m^3$, imerso em um líquido de massa específica ρ_0, é solto, inicia o movimento vertical, atinge o anteparo A e provoca uma deformação máxima x na mola de constante elástica k. Em seguida, o procedimento é repetido, porém com líquidos de massa específica ρ_1 diferente de ρ_0. O gráfico abaixo mostra a relação entre a variação da massa específica do líquido $\Delta\rho$ e a variação da deformação máxima da mola Δx.





a. Construa o gráfico da deformação máxima da mola x em função da diferença entre as massas específicas do corpo e do líquido $\Delta\rho_{CL}$.

b. Determine o valor de x para $\Delta\rho_{CL} = 1.000\ kg/m^3$.

Dado: aceleração da gravidade $(g) = 10\ m/s^2$.

RESOLUÇÃO DA QUESTÃO 5:

a) A partir das informações do gráfico tem-se a razão constante

$$\frac{\rho_1 - \rho_o}{x_1 + x_o} = \frac{500}{0{,}01} \Rightarrow \frac{\rho_1 - \rho_c - \rho_o + \rho_c}{x_1 - x_o} = 5.10^4$$

$$\Rightarrow (\rho_c + \rho_1) = -\rho_o + \rho_c - 5.10^4 (x_1 - x_o)$$

como $\Delta\rho_{CL} = \rho_c - \rho_1$

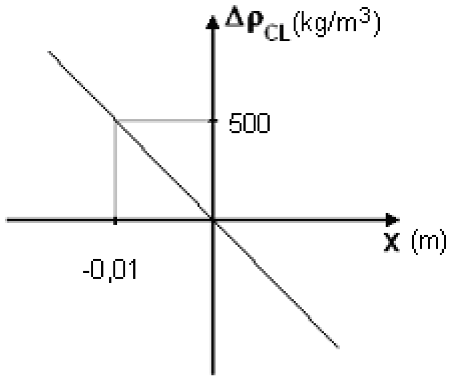
$\Delta\rho_{CL} = -\rho_o + \rho_c - 5.10^4\,(x_1 - x_o)$ (1)

Para o caso que a densidade do líquido e do corpo são iguais, deve-se ter $x_1 = 0$, pois o corpo não desce até a posição da mola, então (1) fica:

$0 = -\rho_o + \rho_c - 5.10^4\,(0 - x_o) \Rightarrow \rho_o + \rho_c - 5.10^4\,x_o$

$\Rightarrow \Delta\rho_{CL} = -5.10^4\,x_1$ (2)

O gráfico dessa expressão está indicado a seguir:



b) Substituindo $\Delta\rho_{CL}$ = 1000kg/m^3, na equação (2), segue que x = - 0,02 m

Observação relativa à solução da questão 2:

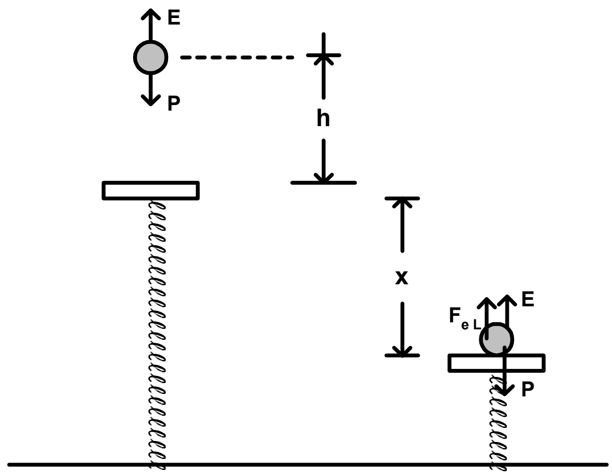
O estudante que tiver tentado equacionar o problema sem utilizar o gráfico deve ter encontrado problemas nesta questão, pois a equação geral que relaciona $\Delta\rho_{CL}$ com x é uma equação de segundo grau como veremos a seguir:
Se a força viscosa for desprezada, e usando o Teorema da Energia Cinética entre o ponto de abandono do copo e o ponto de deformação máxima da mola tem-se:

$$\tau_R = \underbrace{\frac{1}{2}mv_f^2}_{0} - \underbrace{\frac{1}{2}mv_i^2}_{0}$$

$$\tau_E + \tau_P + \tau_{Fel} = 0$$

$$-V\rho_e g\left(h+|x|\right) + V\rho_o g\left(h+|x|\right) - \frac{k|x|^2}{2} = 0$$

$$\Rightarrow \frac{k|x|^2}{2} + V\left(\rho_e - \rho_o\right)g|x| + V\left(\rho_e - \rho_o\right)g.h = 0$$



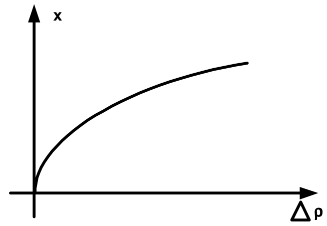
Isolando I x I é substituindo V = 1m^3 e g = 10 m/s^2, tem – se:

$$|x| = \frac{10\left(\rho_o - \rho_e\right)g}{k} + \sqrt{\left[\frac{10\left(\rho_o - \rho_e\right)g}{k}\right]^2 + 20\frac{\left(\rho_o - \rho_e\right)}{k}h} \quad (1)$$

$$|x| = \frac{10\Delta\rho_{CL}}{k} + \sqrt{\left(\frac{10}{k}\Delta\rho_{CL}\right)^2 + \frac{20h\Delta\rho_{CL}}{k}}$$

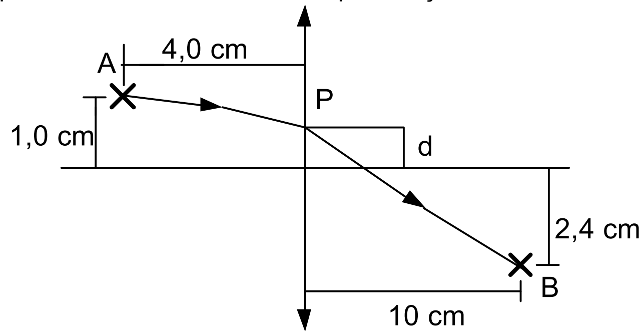
(*a raiz negativa não convém*)

Observando a expressão acima, nota-se que ela é a função inversa da função do segundo grau. O seu gráfico corresponde a uma parábola com o eixo de simetria horizontal:



Temos então uma equação de segundo grau que relaciona $\Delta\rho_{CL}$ com x, pois os outros valores são constantes. Na verdade, para que a questão faça sentido, devemos supor que o gráfico é uma linearização para pequenas variações de x.

06) (IME 2005) Determine a ordenada d de um ponto P, localizado sobre a lente convergente de distância focal 6 cm, no qual deve ser mirado um feixe laser disparado do ponto A, com o intuito de sensibilizar um sensor ótico localizado no ponto B. Considere válidas as aproximações de Gauss.



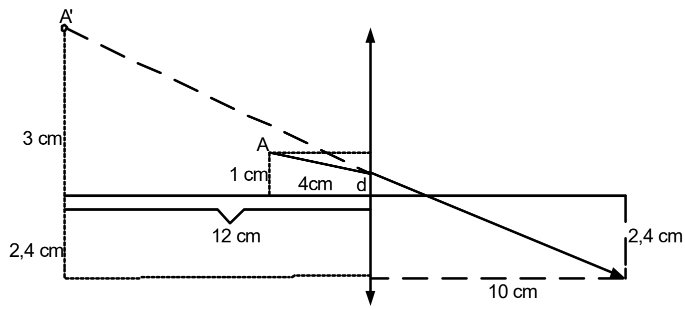
RESOLUÇÃO DA QUESTÃO 6:
A: ponto objeto real p = 4 cm f = 6 cm

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'} \Rightarrow \frac{1}{6} = \frac{1}{4} + \frac{1}{p'} \Rightarrow \text{p' = -12 cm}$$

(ponto imagem virtual: A')

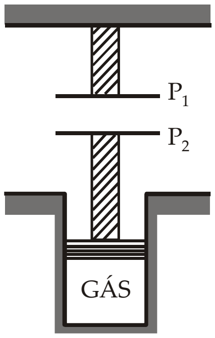
$$\frac{i}{\theta} = -\frac{p'}{p} \Rightarrow \frac{i}{1} = -\frac{(-12)}{4} \Rightarrow \text{i = 3 cm}$$

(distância de A' ao eixo principal)



$$\frac{3+2,4}{12+10} = \frac{d+2,4}{10} \Rightarrow \frac{54}{22} = d + 2,4 \Rightarrow \text{d = 0,05 cm}$$

07) (IME 2005) Um gás ideal encontra-se, inicialmente, sob pressão de 1,0 atmosfera e ocupa um volume de 1,0 litro em um cilindro de raio $R = 5/\pi$ m, cujo êmbolo mantém a placa P_2 de um capacitor afastada 10 cm da placa paralela P_1. Nessa situação, existe uma energia de 171,5 μJ armazenada no capacitor, havendo entre suas placas a tensão de 5,0 V.



Determine o valor da capacitância quando o êmbolo for levantado, reduzindo a pressão isotermicamente para 0,8 atm .

RESOLUÇÃO DA QUESTÃO 7:

1ª solução:
Dados:

$P_0 = 1{,}0 \text{ atm} \rightarrow P = 0{,}8 \text{ atm}$

$v_o = 1{,}0\ \ell$

$R = \dfrac{5}{\pi} m$

$d_0 = 10 \text{ cm} = 1{,}0\ .\ 10^{-1} \text{ m}$

$E_0 = 171{,}5\ \mu J = 171{,}5\ \ 10^{-6}\ J$

$V_0 = 5{,}0\ V$

Transformação isotérmica

$$P_0 v_o = P v \Rightarrow \frac{v}{v_o} = \frac{P_0}{P} \Rightarrow \frac{\Delta v}{v_o} = \frac{P_0 - P}{P}$$

$$\boxed{\Delta v = \frac{v_o}{P}(P_0 - P)} \qquad \text{(I)}$$

Como $\Delta v = \pi R^2\ \Delta h \Rightarrow \Delta h = \dfrac{\Delta v}{\pi R^2}$ (II) e

$$\boxed{d = d_o = \Delta h} \qquad \text{(III)}$$

$$\begin{cases} C = \dfrac{\varepsilon A}{d} \\ C_0 = \dfrac{\varepsilon A}{d_o} \end{cases}$$; dividindo membro a membro

$$\frac{C}{C_0} = \frac{d_o}{d} \Rightarrow \boxed{C = \frac{C_o d_o}{d}} \qquad \text{(IV)}$$

$$E_0 = \frac{C_0 V_0^2}{2} \Rightarrow C_0 = \frac{2\,E_0}{V_0^2}$$ (V); substituindo:

$$C = \frac{2\,d_o E_o}{V_0^2\left[d_o - \dfrac{v_o(P_0 - P)}{\pi\,R^2 P}\right]}$$

$$C = \frac{2\,E_o}{V_0^2\left[1 - \dfrac{v_o(P_0 - P)}{\pi\,d_o R^2 P}\right]}$$; substituindo os valores.

$$\boxed{C = 13{,}72\ \mu F}$$

Acreditamos que não era a intenção da banca colocar o raio do cilindro com um valor comparativamente grande em relação ao volume inicial do gás. Talvez a unidade fosse centímetro ao invés de metro.

2ª solução: Dados:
pressão inicial P_0 = 1atm
volume inicial V_0 = 1l = 1dm^3 = 10^{-3}m^3
raio do embolo R = 5/π m
área do êmbolo S = πR^2 = 25/π m^2
Pressão final P_f = 0,8atm
processo isotérmico: $T_0 = T_f$
distância entre as placas do capacitor d_0 = 10.10^{-2}m

Transformação gasosa:

$$\frac{P_0 V_0}{n_0 T_0} = \frac{P_f V_f}{n_f T_f} \Rightarrow P_0 V_0 = P_f V_f \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 1\text{atm}.10^{-3}\text{m}^3 = 0{,}8\text{atm}.V_f \Rightarrow$$

Vf = 1,25 . 10^{-3}m^3

Deslocamento do êmbolo x:
ΔV = S.x $\Rightarrow$ (V_f - V_0) = S.x $\Rightarrow$ x = (V_f - V_0)/S $\Rightarrow$
x = π(1,25 - 1,00).10^{-3}/25 m = 3,14.10^{-5}m

Distância final entre as placas:

d_f = d_0 - x $\Rightarrow$ d_f = (10.10^{-2} - 3,14.10^{-5})m $\Rightarrow$
$\Rightarrow$ d_f = (10 - 0,0031)cm $\Rightarrow$ d_f = 9,9968 cm

Capacitância inicial pela energia: E = $C_0U^2/2$
$C_0 = 2E/U^2 \Rightarrow C_0$ = 2.(171,5.10^{-6}/5^2) = 13,72 10^{-6} F

Da relação C = εA/d $\Rightarrow$ $C_0d_0 = C_fd_f \Rightarrow$

$C_f = C_0d_0/d_f$ = (13,72 10^{-6} F).(10cm)/(9,9968cm)$\Rightarrow$
$\Rightarrow$ $\boxed{\mathbf{C_f = 13{,}72\ 10^{-6}\ F}}$

08) **(IME 2005)** A Figura 1 mostra um cilindro de raio R = 0,2 m em repouso e um bloco de massa m = 0,1 kg, suspenso por uma mola de constante elástica k. Junto ao bloco existe um dispositivo que permite registrar sua posição no cilindro. Em um determinado instante, o bloco é puxado para baixo e solto. Nesse mesmo instante, o cilindro começa a girar com aceleração angular constante $\gamma = 0{,}8\ rad/s^2$ de tal maneira que a posição do bloco é registrada no cilindro conforme a Figura 2.

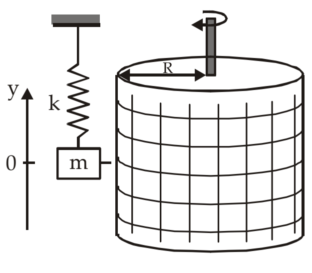


Figura 1

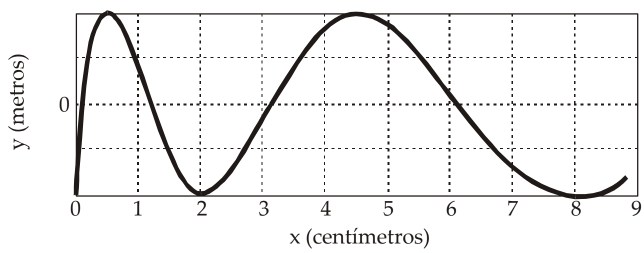


Figura 2

Determine:
a. o período T de oscilação do bloco em segundos;

b. o valor da constante elástica k da mola em N/m;
c. a deformação da mola em metros antes de o bloco ter sido puxado;
d. a amplitude total em metros do movimento de oscilação, apresentado no gráfico da Figura 2, sabendo que a energia potencial elástica máxima do conjunto bloco-mola é de 2,0 J.

Dados: aceleração da gravidade $(g) = 10\ m/s^2$; $\pi^2 \cong 10$.

RESOLUÇÃO DA QUESTÃO 8:

1ª Solução: Dados:

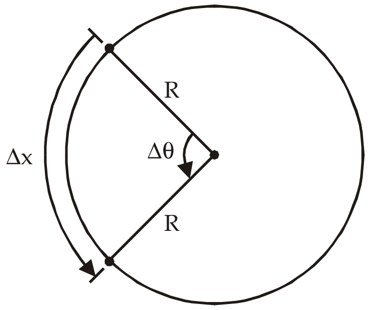
R = 0,2 m = 20 cm

$\omega_o = 0$

$m_{bloco} = 0{,}1\ kg$

$\gamma = 0{,}8\ \frac{rad}{s^2}$

a. vista superior do cilindro



$\Delta x = R\Delta\theta \Rightarrow x - x_o = R\ .\left(\omega_o t + \frac{\gamma t^2}{2}\right)$

Fazendo: $x_o \Rightarrow$

$x = \frac{R\gamma t^2}{2}$, pelo gráfico: x = 2 cm

$2 = \frac{20\ .\ 0{,}8\ .\ t^2}{2} \Rightarrow t = 0{,}5$ s; correspondente ao período do sistema massa-mola oscilante. $\boxed{t = 0{,}5\ s}$

b. $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow 0{,}5 = 2\pi\sqrt{\frac{0{,}1}{k}} \Rightarrow k = 0{,}8\pi^2\ N/m\ \boxed{k \cong 16\ N/m}$

c. $\Delta x_o = \frac{F_{el}}{k} = \frac{m|g|}{k} = \frac{0{,}1\ .\ 10}{16} = 0{,}0625\ m\ \boxed{\Delta x_o = 6{,}25\ cm}$

d. $E_{pel_{máx}} = E_{mecânica} = \frac{k\Delta x^2{}_{máx}}{2} \Rightarrow 2{,}0 = \frac{16\ .\ \Delta x^2{}_{máx}}{2} \Rightarrow$

$\boxed{\Delta x_{máx} = 0{,}50\ m}$

$A \rightarrow$ Amplitude

$A = \Delta x_{máx} - \Delta x_o \Rightarrow A = 50 - 6{,}25 \Rightarrow \boxed{A = 43{,}75\ cm}$

2ª Solução

a) O cilindro executa um MRUV: $\Delta\theta = (\gamma/2).t^2$

$\Delta x = R.\Delta\theta = R.(\gamma/2).t^2 \Rightarrow \Delta x = 0{,}2.(0{,}8//2).t^2 \Rightarrow \Delta x = 0{,}08.t^2$ m

Do gráfico na primeira oscilação: $\Delta x = 0{,}02$m e t = T

$0{,}02 = 0{,}08.T^2 \Rightarrow T = 0{,}5$s

b) Período do sistema massa-mola: $T = 2\pi\sqrt{M/K} \Rightarrow$

$K = 4\pi^2 M/T^2 \Rightarrow K = 4.10.0{,}1/0{,}5^2 \Rightarrow K = 16$ N/m

c) A deformação inicial corresponde a condição de equilíbrio:

$P = Fel \Rightarrow Mg = Kx_0 \Rightarrow x_0 = Mg/K = 0{,}1.10/16 \Rightarrow x_0 = 1/16$ m
$\Rightarrow x_0 = 6{,}25\ .\ 10^{-2}$ m

d) Amplitude do movimento A:

$E_{max} = K(A+x_0)^2/2 \Rightarrow A = \sqrt{\frac{2E_{max}}{K}} - x_0 \Rightarrow$

$A = \sqrt{\frac{2.2{,}0}{16}} - 1/16 \Rightarrow A = 7/16$ m $\Rightarrow A = 43{,}75$ cm.

Entende-se por amplitude a máxima distância A da massa M ao equilíbrio y = 0. Amplitude total pode ser entendida como a distância de y = -A ao ponto y = +A. Neste caso 2A = 0,875 m

---

09) **(IME 2005)** Um objeto foi achado por uma sonda espacial durante a exploração de um planeta distante. Esta sonda possui um braço ligado a uma mola ideal presa a garras especiais. Ainda naquele planeta, observou-se no equilíbrio um deslocamento $x_p = 0{,}8\ .\ 10^{-2}$ m na mola, com o objeto totalmente suspenso. Retornando à Terra, repetiu-se o experimento observando um deslocamento $x_T = 2{,}0\ .\ 10^{-2}$ m. Ambos os deslocamentos estavam na faixa linear da mola.

Esse objeto foi colocado em um recipiente termicamente isolado a 378 K em estado sólido. Acrescentou-se 200 g de gelo a 14 ºF. Usando um termômetro especial, graduado em uma escala E de temperatura, observou-se que o equilíbrio ocorreu a 1,5 ºE, sob pressão normal. Determine:

a. a razão entre o raio do planeta de origem e o raio da Terra;
b. o calor especifico do objeto na fase sólida.

Dados: a massa do planeta é 10% da massa da Terra;
aceleração da gravidade na Terra $(g) = 10\ m/s^2$;
temperatura de fusão da água sob pressão normal na escala E: - 12 ^{O}E;
temperatura de ebulição da água sob pressão normal na escala E : 78 °E;
calor específico do gelo: 0,55 cal / g °C;
calor específico da água na fase liquida: 1,00 cal / g °C;
calor latente de fusão da água: 80 cal/g;
massa especifica da água: 1 g / cm^3;
constante elástica da mola (k) = 502,5 N/m.

RESOLUÇÃO DA QUESTÃO 9:

Seja m a massa do objeto, g_P a gravidade no planeta, g_T a gravidade na Terra, R_P o raio do planeta, R_T o raio da Terra, M_P a massa do planeta, M_T a massa da Terra.

Tanto na Terra quando no planeta distante, o equilíbrio é caracterizado pela igualdade dos módulos dos respectivos pesos do objeto e das forças elásticas.

Assim:

$m.\ g_P = K.x_P \Rightarrow m.\frac{G.M_P}{R_P^2} = K\ .\ 0{,}8.10^{-2}$ (I)

$m.\ g_T = K.x_T \Rightarrow m.\frac{G.M_T}{R_T^2} = K\ .\ 2.10^{-2}$ (II)

Dividindo (II) por (I): $\frac{M_T.R_P^2}{M_P.R_T^2} = 2{,}5$

Do enunciado segue que MT / MP = 10, ou seja:

$$\left(\frac{R_P}{R_T}\right)^2 = 0{,}25 \Rightarrow \frac{R_P}{R_T} = 0{,}5 \text{ (item a)}$$

Usando a equação (II) m. g_T = K.x_T e substituindo valores: m.g_T = 502,5. 2.10^{-2}, onde g_T é a gravidade na superfície da Terra.

Assim, m = 10,05/ g_T kg. Considerando g_T=10m/s^2, m=1005 g

Conversão da escala E para a escala Celsius:

$$\frac{T_C}{100} = \frac{T_E-(-12)}{78-(-12)} \Rightarrow \frac{T_C}{10} = \frac{T_E+12}{9}$$

Para T_E = 1,5°E, T_C = 15°C (temperatura final do sistema)

Temperatura inicial do gelo = 14º F = $5.\dfrac{14-32}{9}$ = -10ºC

Temperatura inicial do objeto = 378 K = 105º C (admitindo que houve tempo suficiente para troca térmica entre o objeto e o recipiente).

O calor cedido pelo objeto é absorvido pelo gelo (considerando a capacidade térmica do recipiente desprezível):

m.c.(105-15) = m_g.c_g.(0-(-10)) + m_g.L_g + m_g.c_l.(15-0),

onde c é o calor específico do objeto, m_g é a massa do gelo, L_g é o calor latente de fusão do gelo, c_l é o calor específico da água na fase líquida, c_g é o calor específico do gelo.

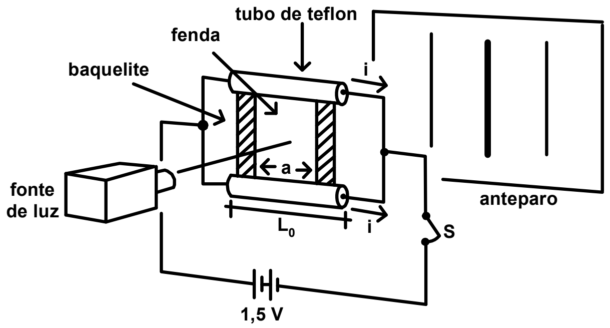
Assim, usando os dados do enunciado:

1005.c.90 = 200.0,55.10 + 200.80 + 200.1.15 ⇒

⇒ 1005.9.c = 2100 ⇒ **c = 2/9 cal/g°C = 0,22 cal/g°C**

---

10) (IME 2005) Um feixe de luz monocromática incide perpendicularmente aos planos da fenda retangular e do anteparo, como mostra a figura.



A fenda retangular de largura inicial **a** é formada por duas lâminas paralelas de baquelite, fixadas em dois tubos de teflon, que sofrem dilatação linear na direção de seus comprimentos. Estes tubos envolvem dois filamentos de tungstênio, que estão ligados, em paralelo, a uma fonte de 1,5 V.

Após o fechamento da chave S, uma corrente i = 500 mA atravessa cada tubo de teflon fazendo com que a figura de difração, projetada no anteparo, comece a se contrair. Considerando que a energia dissipada no filamento de tungstênio seja totalmente transmitida para o tubo de teflon, determine o tempo necessário para que o segundo mínimo de difração ocupe a posição onde se encontrava o primeiro mínimo.

Dados: calor específico do teflon = 1050 J/kg . K;
coeficiente de dilatação linear do teflon = $216 \cdot 10^{-6}$ °C^{-1};
massa do tubo de teflon = 10 g;
comprimento inicial da barra de teflon (L_0) = 10a, onde "a" é a largura inicial da fenda.

RESOLUÇÃO DA QUESTÃO 10:

Da condição de mínimo na difração de fenda única de abertura a:

$$\frac{a}{2}sen\theta = n\frac{\lambda}{2}$$

1º mínimo (n = 1): $\dfrac{a_0}{2}sen\theta_0 = \dfrac{\lambda}{2}$

2º mínimo (n = 2): $\dfrac{a_1}{2}sen\theta_1 = 2\dfrac{\lambda}{2}$

Para que o 2º mínimo ocupe a posição do 1º mínimo $\theta_1 = \theta_0$

$$\left.\begin{matrix} a_0 sen\theta_0 = 1\lambda \\ a_1 sen\theta_1 = 2\lambda \end{matrix}\right\} \Rightarrow a_1 = 2a_0 \Rightarrow a_1 - a_0 = a_0$$

Portanto: $\Delta a = a_0$

Como $\Delta a = \alpha.a_0.\Delta T \Rightarrow a_0 = \alpha.a_0\Delta T$

Então $\Delta T = \dfrac{1}{\alpha} = \dfrac{1}{216}\cdot 10^6\ {}^oC$

O calor necessário para aquecer o tubo de teflon é dado por:

$$Q = m.c.\Delta T = 10^{-2}kg.1050\frac{J}{kg\ {}^oC}\cdot\frac{1}{216}\cdot 10^6\ {}^oC$$

Portanto Q = (1050/216) . 10^4 J

Potência dissipada em cada tubo:

P = i . U ⇒ P = 500.10^{-3}.1,5 W

$$\therefore \Delta t = \frac{Q}{P} \Rightarrow \Delta t = \frac{1050}{216}\cdot 10^4\cdot\frac{1}{500.10^{-3}.1{,}5}$$

$$\boxed{\therefore \Delta t = 64815s}$$

Cortesia: Resoluções Alferes Vestibulares