MINISTÉRIO DO EXÉRCITO

EME — CTEx

INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA

GABARITO

FÍSICA

1.º ANO

1984/1985

IME

COMISSÃO DE EXAME DE ESCOLARIDADE

1984/85

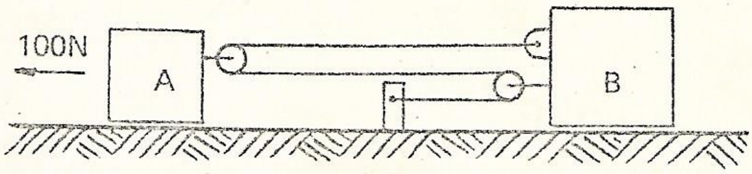
INSTRUÇÕES PARA A REALIZAÇÃO DA PROVA DE FÍSICA

1. NÃO ASSINE A PROVA.
2. Utilize a caneta esferográfica fornecida pelo Grupo de Aplicação e Fiscalização. As figuras julgadas necessárias deverão ser feitas a lápis preto. Não use lápis de outras cores.
3. O espaço destinado à solução de cada questão é suficiente para a solução da mesma, portanto, não será considerada resolução fora do local especificamente designado.
4. Não será fornecido material suplementar. A prova fornecida contém 5 (cinco) folhas de papel para rascunho, o qual poderá ser feito também no verso das folhas de questões. Note-se, no entanto, que o rascunho não será levado em conta para efeito de correção.
5. A interpretação das questões faz parte da resolução. São vedadas perguntas ao Grupo de Aplicação e Fiscalização.
6. A prova está sob a forma de caderno. Não é permitido destacar suas folhas. Ao entregar a prova devolva todo o material recebido.
7. Esta prova contém, além da capa e da presente folha de instruções, 20 (vinte) folhas numeradas de 1 (um) a 20 (vinte).
8. O tempo para solução desta prova é 4 (quatro) horas.
9. Leia os enunciados com atenção. Resolva as questões na ordem que mais lhe convier. Seja sucinto, evitando divagações.

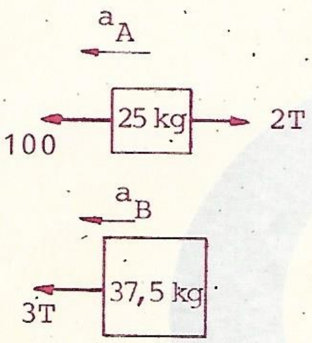
B O A S O R T E!

1a. QUESTÃO: VALOR: 1,0

Os dois blocos da figura deslizam sobre o plano horizontal sem atrito. Sabendo-se que os pesos dos blocos A e B são, respectivamente, 250N e 375N, determinar a aceleração relativa entre os blocos e a tensão no cabo. Adotar $g = 10\ m/seg^2$.



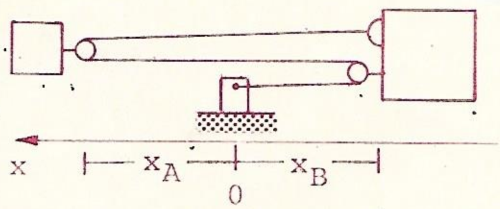
SOLUÇÃO



$$100 - 2T = 25\ a_A \quad (1)$$

$$3T = 37,5\ a_B \quad (2)$$

$$2x_A - 3x_B = K \Rightarrow 2a_A - 3a_B = 0 \quad (3)$$



$x_A > 0$ $x_B < 0$

$$\left\{\begin{array}{l} a_A = \frac{3}{2}\ a_B \\ 50 - T = \frac{25.3}{2.2}\ a_B = 18,75\ a_B \\ T = 12,5\ a_B \end{array}\right.$$

$$50 = 31,25\ a_B$$

$$\boxed{a_B = 1,60\ m/s^2}$$

$$a_A = \frac{3}{2} \cdot 1,60 \Rightarrow \boxed{a_A = 2,40\ m/s^2}$$

$$a_R = 2,40 - 1,60 \Rightarrow \boxed{a_R = 0,80\ m/s^2}$$

$$T = 12,5 \cdot 1,60$$

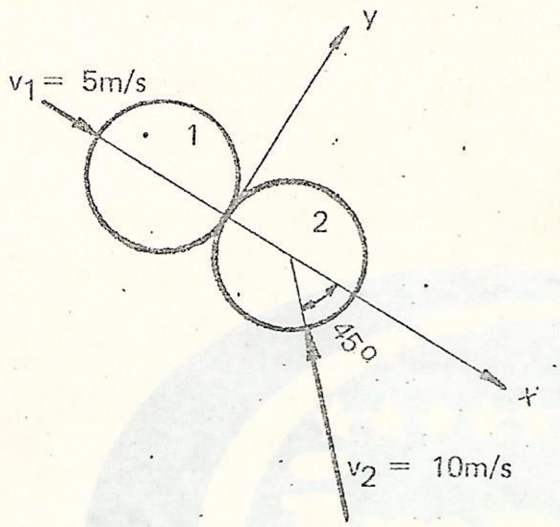
$$\boxed{T = 20\ N}$$

2a. QUESTÃO: VALOR: 1,0

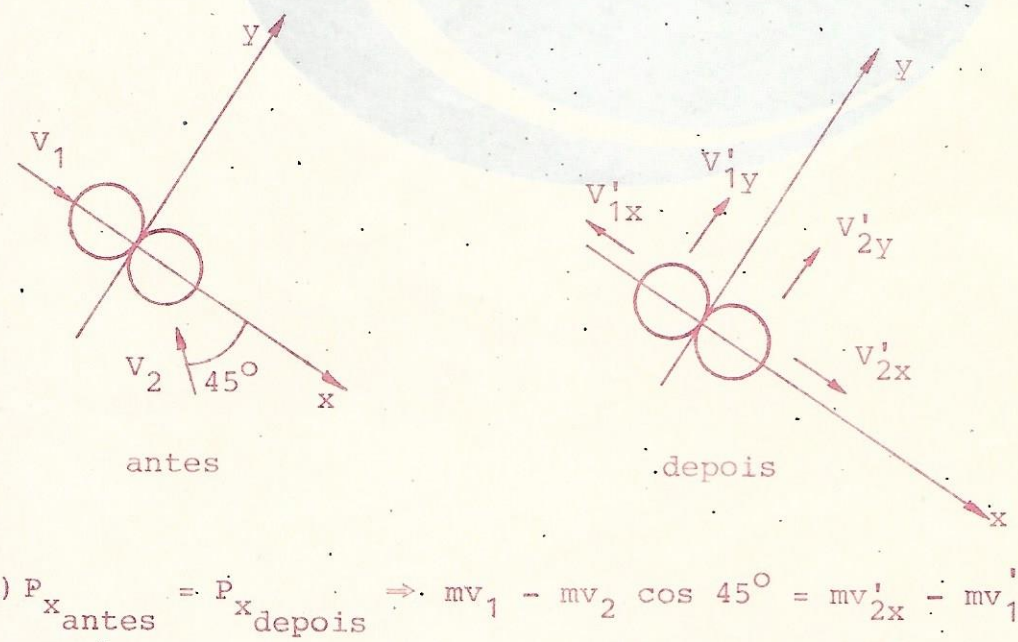
Duas bolas de bilhar, de mesmo tamanho e mesma massa colidem, no plano horizontal, com as velocidadesde aproximação e os sentidos mostrados na figura. Sabendo-se que o coeficiente de restituição é igual a 0,80, determinar:

a) as velocidades de separação das duas bolas;

b) a percentagem da energia mecânica dissipada no choque.



SOLUÇÃO



a) $P_{x_{antes}} = P_{x_{depois}} \Rightarrow mv_1 - mv_2 \cos 45^\circ = mv'_{2x} - mv'_{1x}$

$P_{y_{antes}} = P_{y_{depois}} \Rightarrow mv_2 \text{ sen } 45^\circ = mv'_{1y} + mv'_{2y}$

$P_{1y_{antes}} = P_{1y_{depois}} \Rightarrow 0 = mv'_{1y} \Rightarrow \boxed{v'_{1y} = 0}$

$$e = \frac{V_{af}}{V_{ap}} = \frac{V'_{1x} + V'_{2x}}{V_1 + V_2 \cos 45^\circ} = 0,8$$

2a. QUESTÃO (Continuação)

$$V'_{2x} - V'_{1x} = V_1 - V_2 \cos 45^o \qquad (1)$$

$$V'_{2x} + V'_{1x} = 0,8\ V_1 + 0,8\ V_2 \cos 45^0 \qquad (2)$$

$$V'_{2y} = V_2 \text{ sen } 45^o \Rightarrow \boxed{V'_{2y} = 5\sqrt{2} \text{ m/s}}$$

(1) + (2):

$$V'_{2x} = 0,9\ V_1 - 0,1\ V_2 \cos 45^o \Rightarrow \boxed{V'_{2x} = 4,5 - 0,5\sqrt{2} = 3,79 \text{ m/s}}$$

(2) – (1):

$$V'_{1x} = 0,9\ V_2 \cos 45^o - 0,1\ V_1 \Rightarrow \boxed{V'_{1x} = 4,5\sqrt{2} - 0,5 = 5,86 \text{ m/s}}$$

b)

$$\frac{\Delta E_M}{E_{Mi}} = \frac{E_{Mi} - E_{Mf}}{E_{Mi}} = 1 - \frac{\frac{1}{2}\, m\, V'^{\,2}_{1x} + \frac{1}{2}\, m(V'^{\,2}_{2x} + V'^{\,2}_{2y})}{\frac{1}{2}\, m\, V_1^2 + \frac{1}{2}\, m\, V_2^2}$$

$$\frac{\Delta E_M}{E_{Mi}} = \frac{13,5 + 9\sqrt{2}}{125}$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta E_M}{E_{Mi}}\ (\%) = 10,8 + 7,2\sqrt{2}$$

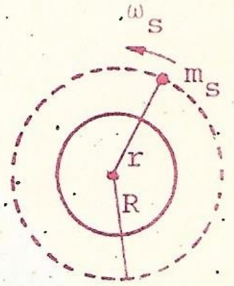
$$\boxed{\frac{\Delta E_M}{E_{Mi}}\ (\%) = 20,98\%}$$

3a. QUESTÃO: VALOR: 1,0

Um planeta hipotético, esférico e de massa homogênea, com massa específica de 2500 kg/m^3 e raio de 10000 km, completa seu movimento de rotação em 16 horas e 40 minutos.

Calcular a que altura deve ser colocado um satélite artificial para que mantenha, enquanto em órbita, distâncias constantes em relação a estações de rastreamento fixas na superfície do planeta. Considerar: $\Pi = 3,0$ e $K = 6400 \times 10^{-14} m^3/kgs^2$ (constante gravitacional).

SOLUÇÃO



$$\omega_{sat} = \omega_{planeta}$$

$$\cancel{m}\, \omega_s^2\, r = K \frac{M \cancel{m}}{r^2}$$

$$\omega_s = \sqrt{K \frac{M}{r^3}}$$

$$\omega_p = \frac{2\pi}{(16 \,.\, 3600) + (40 \,.\, 60)} = \frac{2\pi}{60000}$$

$$\omega_p = \frac{2\pi}{60000}$$

$$K \frac{M}{r^3} = \frac{4\pi^2}{6^2 \,.\, 10^8}$$

Mas

$$M = \frac{4}{3} \pi R^3 \,.\, \mu$$

$$M = \frac{4}{\cancel{3}} \,.\, \cancel{3} \,.\, (10^7)^3 \,.\, 2500$$

$$M = 10^{25} \text{ kg}$$

$$\frac{6400 \,.\, 10^{-14} \,.\, 10^{25}}{r^3} = \frac{4 \,.\, 3^2}{6^2 \,.\, 10^8}$$

$$r^3 = \frac{\cancel{36} \,.\, 10^8 \,.\, 6400 \,.\, 10^{11}}{\cancel{36}}$$

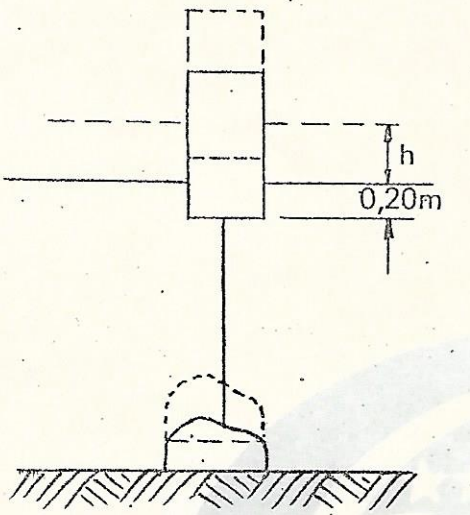
$$r^3 = 64 \,.\, 10^{21}$$

$$r = 4 \,.\, 10^7 \text{ m} = 40000 \text{ km}$$

$$h = r - R \Rightarrow h = 40000 - 10000 \Rightarrow \boxed{h = 30000 \text{ km}}$$

4a. QUESTÃO: VALOR: 1,0

Um cilindro pesando 500N, com 0,50 m^2 de base, flutua, na posição vertical, quando imerso em água ($\rho = 10^3$ kg/m^3), conforme indica a figura abaixo. Seu contrapeso é um bloco de 0,300 m^3 de concreto de massa específica igual a 2500 kg/m^3. Determinar quanto deverá subir o nível d'água para que o cilindro levante o contrapeso do fundo.



SOLUÇÃO

$$P_1 + P_2 = E_1 + E_2$$

$$500 + 2500 \cdot 0{,}300\, g = \mu_A\, g\, V_i + \mu_A\, g\, 0{,}300$$

$$500 + 7500 = 10^4\,(V_i + 0{,}3)$$

$$\frac{8000}{10^4} = V_i + 0{,}3$$

$$V_i = 0{,}8 - 0{,}3$$

$$V_i = 0{,}5\ m^3$$

$$x_i = \frac{0{,}5}{0{,}5}$$

$$x_i = 1\ m$$

$$\boxed{\begin{array}{c}\Delta x_i = 0{,}8\ m \\ h \geq 0{,}8\ m\end{array}}$$

Uma arma dispara um projetil de chumbo, verticalmente, alcançando o mesmo a altura de 668 metros. Ao chocar-se com o solo, em seu retorno, o projetil está com uma velocidade de 100m/s e uma temperatura de 55°C. Sabendo-se que 3/4 do calor gerado por atrito com o ar atmosférico permanecem no projetil, determinar a temperatura do referido projetil no ponto mais alto de sua trajetória. Considerar $g = 10 m/s^2$, $J = 4,2$ Joule/cal, calor específico do Pb: 0,03 cal/g°C

SOLUÇÃO

$$E_{aquecimento} = \frac{3}{4} E_{atrito}$$

$$= \frac{3}{4} (E_{p_{alto}} - E_{c_{solo}})$$

$$\cancel{m} c \Delta\theta = \frac{3}{4} (\cancel{m}gh - \frac{1}{2} \cancel{m}v^2)$$

$$\Rightarrow \Delta\theta = \frac{3}{4c} (gh - \frac{1}{2} v^2)$$

$$= \frac{3 \cdot 10^{-3}}{4 \cdot 0,03 \cdot 4,2} (10.668 - \frac{1}{2} (100)^2)$$

$$= 10°C$$

$$\Rightarrow \boxed{\theta_{alto} = 45°C}$$

6a. QUESTÃO: VALOR: 1,0

Em uma cuba fechada mediu-se a respiração de uma suspensão de células, observando-se a queda de pressão do gás através da suspensão. O volume de gás na cuba é de $12cm^3$ e a variação de pressão é provocada pela absorção de oxigênio pelas células. Mediu-se a pressão com um manômetro de coluna d'água e regulou-se a temperatura do sistema por um termostato que a manteve em 27^oC. Durante o processo de medida, que durou 25 minutos, o fluido no ramo aberto do manômetro desceu 40mm. Considerando que existe apenas oxigênio na atmosfera da cuba e desprezando a solubilidade do oxigênio na suspensão, determinar a vazão de oxigênio absorvida pelas células, em mm^3/h de O_2 nas condições normais (0^oC e 760mm Hg). Considerar:

Constante universal dos gases $R \cong 8$ J/mol ^oK

Massa específica do Hg: $13,5\ g/cm^3$

SOLUÇÃO

$$\Delta p_{O_2} = 80 \text{ mm } H_2O$$

variação de pressão correspondente em coluna de Hg:

$$\mu_{Hg}\, h_{Hg} = \mu_{H_2O}\, h_{H_2O}$$

$$\Rightarrow \Delta p_{O_2} = \frac{\mu_{H_2O}\, h_{H_2O}}{\mu_{Hg}}$$

$$\Rightarrow \Delta n_{O_2} = \frac{\Delta p_{O_2}\, V_{O_2}}{RT_{O_2}}$$

$$\Rightarrow \text{nas CNTP:}\quad V_0 = \frac{\Delta n_{O_2}\, RT_0}{p_0} = \frac{\Delta p_{O_2}\, T_0}{p_0\, T_{O_2}}\, V_{O_2}$$

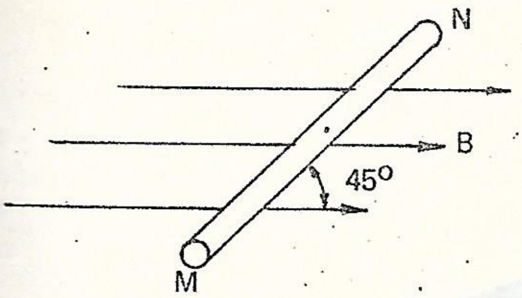
$$= \frac{\frac{1,00\ .\ 80}{13,5}\ .\ 273}{760\ .\ 300}\ .\ 12\ .\ 10^3\ mm^3$$

$$= 85,14\ mm^3\ O_2$$

$$\Rightarrow \text{assim: consumo} = \frac{85,14\ mm^3}{\frac{25}{60}\ h} \Rightarrow \boxed{\text{consumo} = 204\ mm^3\ O_2/h}$$

7a. QUESTÃO: VALOR: 1,0

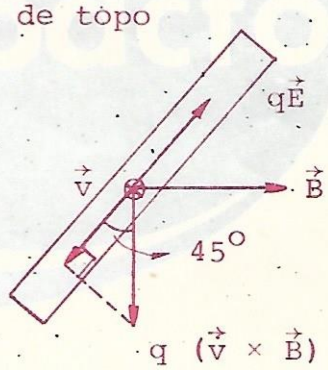
Um segmento MN de um fio condutor move-se na direção vertical, a uma velocidade constante, numa região onde existe um campo magnético constante, de direção horizontal, $B = 0,5\ Wb/m^2$, dirigido para a direita. O segmento MN mantém a posição horizontal e forma um ângulo de 45^o com a direção do campo magnético. Sabendo-se que nessas condições estabelece-se um campo elétrico de 1 N/C no condutor, com sentido de M para N, determinar o valor e o sentido da velocidade do condutor.



SOLUÇÃO

1ª SOLUÇÃO

vista de topo



$qE = q\ v\ B\ \cos\ \theta$

$\Rightarrow\ E = v\ B\ \cos\ \theta$

$\Rightarrow\ v = \dfrac{E}{B\ \cos\ \theta}$

$= \dfrac{1}{0,5\ \frac{\sqrt{2}}{2}}$

$\Rightarrow\ v = 2\sqrt{2}\ m/s$

$\Rightarrow\ \boxed{v \cong 2,8\ m/s, \text{ para baixo}}$

2ª SOLUÇÃO

$\phi = B\ L\ \Delta x\ \cos\ \theta \Rightarrow \varepsilon = \dfrac{d\phi}{dt} = B\ L\ v\ \cos\ \theta$

$E = \dfrac{\varepsilon}{L} = B\ v\ \cos\ \theta \Rightarrow 1 = 0,5 \times \dfrac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow$

$v = 2\sqrt{2}$ m/s, para baixo

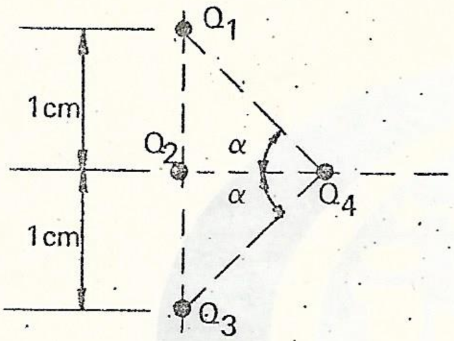
8a. QUESTÃO: VALOR:

Um sistema de cargas elétricas puntiformes é constituído de quatro pequenas esferas, de peso desprezível, dispostas na forma mostrada na figura, dotadas das seguintes cargas elétricas:

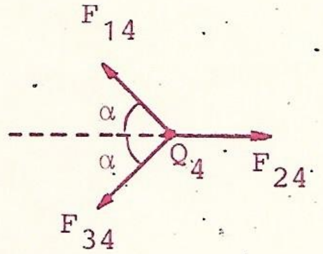
$$Q_1 = Q_3 = 4 \times 10^{-11} \text{ Coulombs}$$

$$Q_2 = Q_4 = -10^{-10} \text{ Coulombs}$$

Determinar o valor do ângulo α, diferente de zero, de posicionamento da esfera de carga Q_4, de modo que a força atuante nessa carga seja nula.



SOLUÇÃO



$$F_{R_4} = 2\,|F_{14}| \cos\alpha - |F_{24}|$$

considerando $F_{R_4} = 0$, vem

$$2\cos\alpha \, \frac{\cancel{K}\, Q_1 \cancel{Q_4}}{(r_{14})^2} = \frac{\cancel{K}\, Q_2 \cancel{Q_4}}{(r_{24})^2}$$

$$Q_1 \frac{2\cos\alpha}{\left(\frac{1}{\text{sen}\,\alpha}\right)^2} = Q_2 \frac{1}{\left(\frac{1}{\text{tg}\,\alpha}\right)^2}$$

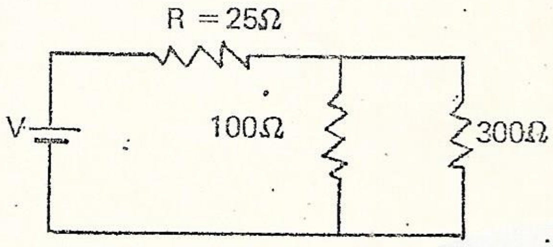
$$0{,}4 \,.\, 2\cos\alpha\,\text{sen}^2\alpha = 1\,\text{tg}^2\alpha$$

como $\text{sen}\,\alpha \neq 0$, $\cos^3\alpha = \frac{1}{0{,}8} = \frac{5}{4}$

$$\Rightarrow \cos\alpha = \sqrt[3]{\frac{5}{4}} > 1 \Rightarrow \boxed{\text{IMPOSSÍVEL}}$$

9a. QUESTÃO: VALOR: 1,0

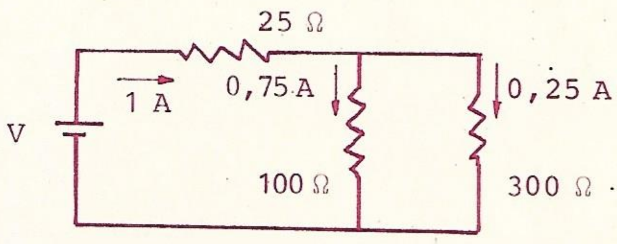
Deixa-se cair uma pedra pesando 10 Newtons de uma altura de 2,5 metros em um recipiente contendo água. Toda a energia cinética da pedra é transferida para a água, cuja temperatura, em conseqüência, aumenta de um valor ΔT. Em uma segunda experiência, o resistor R do circuito abaixo é mergulhado durante 1 segundo em um recipiente idêntico ao primeiro, também contendo água. Se o aumento da temperatura da água também é ΔT; determinar o valor da tensão V aplicada ao circuito. Desprezar o atrito da pedra com o ar.



SOLUÇÃO

$$E_{pedra} = mgh$$
$$= 25\ J$$
$$= E_{resistência}$$
$$= Ri^2 . \Delta t \ = \ Ri^2 . 1$$

$$\Rightarrow 25 = 25i^2 \Rightarrow i = 1A$$



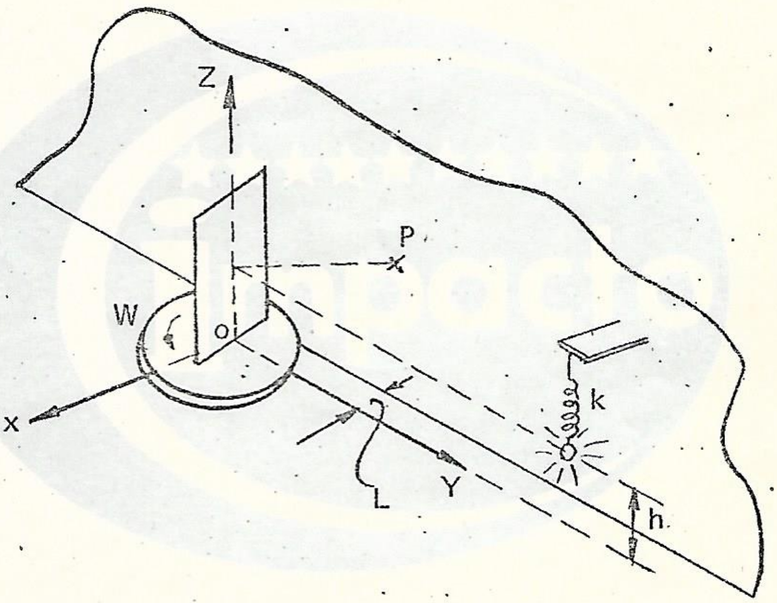
$$V = 25 + 75 = 100\ V \qquad \Rightarrow \boxed{V = 100\ V}$$

10a. QUESTÃO: VALOR: 1,0

Um espelho plano, de dupla face refletora, gira em torno de um eixo vertical Z, com velocidade angular constante W, conforme indica a figura. Ao mesmo tempo, um laser colimado na direção OY e com sentido $-\vec{j}$, de massa m, está preso a uma mola de constante elástica k. O laser oscila verticalmente com amplitude A. A velocidade angular de rotação do espelho é $W = \frac{1}{2}\sqrt{k/m}$. Sabendo-se que em $t = 0$ o espelho está paralelo ao plano XOZ e o laser encontra-se em sua posição mais elevada, definir, para o ponto luminoso P, projetado no anteparo:

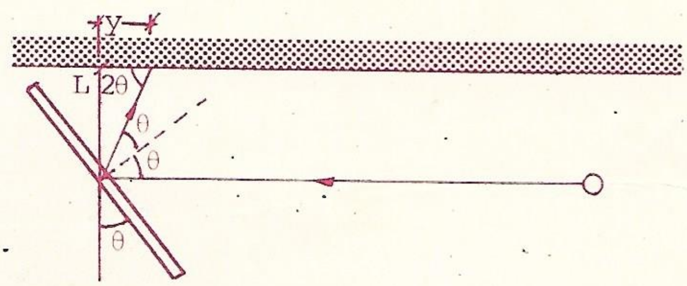
a) $Y = f(t, k, m, L)$, esboçando o gráfico para uma volta completa do espelho;

b) $Z = g(k, m, A, t)$, esboçando o gráfico para uma volta completa do espelho.



SOLUÇÃO

a)

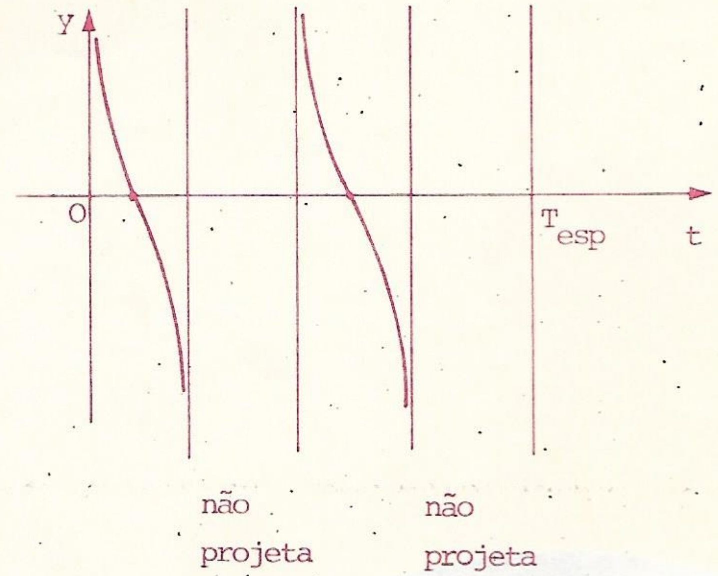


$tg\ 2\theta = \frac{L}{y} \Rightarrow y = \frac{L}{tg\ 2\theta} \Rightarrow y = L\ cotg\ 2\theta$

$\theta = Wt \Rightarrow \theta = \frac{1}{2}\sqrt{K/m}\ t$

$$\boxed{y = L\ cotg\ \sqrt{\frac{K}{m}}\ t}$$

10a. QUESTÃO (Continuação)



$$T_{esp} = \frac{2\pi}{W} = \frac{2\pi}{\frac{1}{2}\sqrt{\frac{K}{m}}}$$

$$T_{esp} = 4\pi\sqrt{\frac{m}{K}}$$

b) $ma = K\,\Delta z$

$$\begin{cases} a = \dfrac{K}{m}\,\Delta z \\ a = \omega^2\,\Delta z \end{cases}$$

$$\omega^2 = \frac{K}{m}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{K}{m}}$$

tomando $z = h$ na posição de equilíbrio ($a = 0$), vem:

$$z = h + A\cos\sqrt{\frac{K}{m}}\;t$$