MINISTÉRIO DO EXÉRCITO

DEP — CTEx

INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA

FÍSICA

1.º ANO

1981 / 1982

MINISTÉRIO DO EXÉRCITO
DEP — CTEx
INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA

IME

COMISSÃO DE EXAME DE ESCOLARIDADE

1981/82

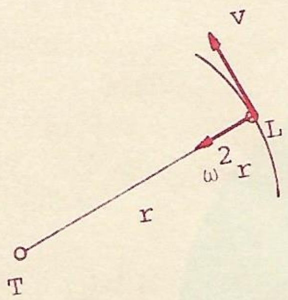
INSTRUÇÕES PARA A REALIZAÇÃO DA PROVA DE FÍSICA

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. 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, 10 (dez) questões em 13 (treze) folhas numeradas de 1 (um) a 13 (treze).
8. O tempo para a solução desta prova é 3 (três) 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

Mostre que o raio r da órbita da Lua pode ser determinado a partir do raio R da Terra, da aceleração da gravidade g na superfície da Terra e do tempo T necessário para a Lua descrever uma volta completa em torno da Terra, ou seja, r = f (g, R, T)

SOLUÇÃO



$$g_L = \frac{GM_T}{r^2}; \quad g = \frac{GM_T}{R^2}$$

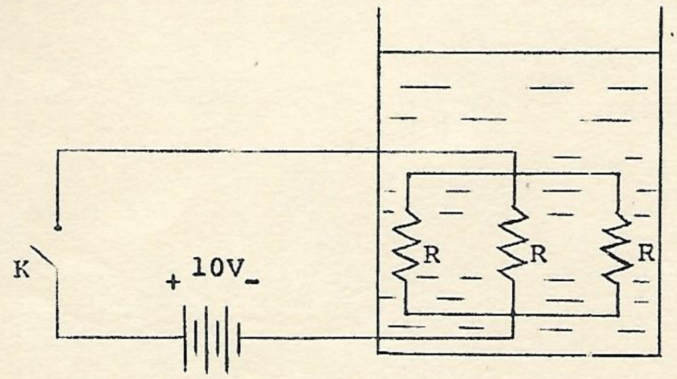
$$\frac{g_L}{g} = \frac{R^2}{r^2} \Longrightarrow g_L = g\,\frac{R^2}{r^2} \qquad (1)$$

$$\omega^2 r = g_L$$

$$\frac{4\pi^2}{T^2}\,r = g\,\frac{R^2}{r^2} \Longrightarrow r^3 = \frac{g\,R^2T^2}{4\pi^2} \Longrightarrow$$

$$\Longrightarrow \boxed{r = \sqrt[3]{\frac{g\,R^2T^2}{4\pi^2}}}$$

$2^{\underline{a}}$ QUESTÃO VALOR 1,0



A figura representa um aquecedor elétrico composto de um recipiente suposto adiabático e de um circuito cujas três resistências R são iguais.

100g de gêlo a $-10^{o}C$ são transformadas em água a $65^{o}C$, decorridos 10 minutos e 27 segundos após o fechamento da chave K.

Determine:

(Valor 0,6) a) o valor da resistência R

(Valor 0,4) b) o tempo em que se processaria a evolução citada se um dos resistores estivesse rompido.

Dados:

calor específico do gêlo.................................. 0,5 $cal/g^{o}C$

calor latente de fusão.................................... 80 cal/g

1 cal = 4,18J

Nota: despreze a capacidade térmica do recipiente.

SOLUÇÃO

a) $Q = mc_g\Delta\Theta_1 + mL + mc\Delta\Theta_2$

$Q = 100(0,5 \,.\, 10 + 80 + 65) \Longrightarrow Q = 15\ 000\ cal \Longrightarrow Q = 15\ 000 \,.\, 4,18\ J \Longrightarrow$

$\Longrightarrow Q = 62\ 700\ J \quad (1)$

$P = \dfrac{V^2}{R_{eq}} \Longrightarrow P = \dfrac{10^2 \,.\, 3}{R} \quad (2)$

$Q = Pt \Longrightarrow 62\ 700 = \dfrac{300}{R} \,.\, 627 \Longrightarrow \boxed{R = 3\ \Omega}$

b) $Q = P't'$

$62\ 700 = \dfrac{100}{1,5} \,.\, t' \Longrightarrow t' = 940,5\ s \Longrightarrow \boxed{t' = 15\ min\ 40,5\ s}$

3ª QUESTÃO VALOR 1,0

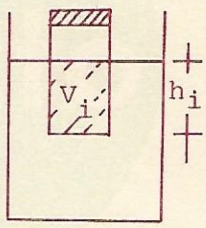
Em um recipiente cilíndrico de 40cm de diâmetro contendo um líquido de peso específico $10^5 N/m^3$, mergulha-se um cilindro de ferro de peso específico $7,8 \times 10^4 N/m^3$, altura de 10cm e raio 10cm, com uma das bases voltada para o fundo do recipiente. Sobre a base superior do cilindro coloca-se um disco metálico de peso específico $2 \times 10^5 N/m^3$, 10cm de raio e espessura 0,4cm.

Determine:

(Valor 0,4) a) A que profundidade x mergulha o cilindro no líquido tendo o disco sobre ele.

(Valor 0,6) b) A variação Δh do nível do líquido quando se retira o disco de sobre o cilindro e se coloca dentro do recipiente contendo o líquido.

SOLUÇÃO



a) $P_{total} = E$

$$\rho_c V_c + \rho_d V_d = \rho_L A_c h_i$$

$$h_i = \frac{\rho_c A_c H + \rho_d A_d h}{\rho_L A_c}$$

$$h_i = \frac{7,8 \,.\, 10^4 \,.\, 10.10^{-2} + 2.10^5 \,.\, 0,4 \,.\, 10^{-2}}{10^5} \Longrightarrow h_i = 0,086 \text{ m} \Longrightarrow \boxed{h_i = 8,6 \text{ cm}}$$

b) $V'_i \rightarrow V_i$

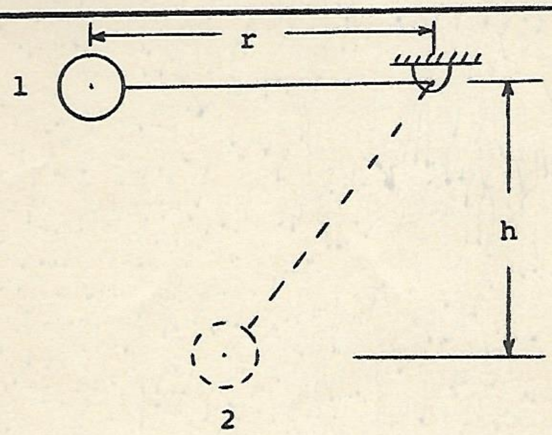
$$\Delta V = V_i - V_i' + V_d$$

$$A_R \Delta h = \frac{\rho_c V_c}{\rho_L} - \frac{\rho_c V_c + \rho_d V_d}{\rho_L} + V_d$$

$$A_R \Delta h = V_d - \frac{\rho_d}{\rho_L} V_d \Longrightarrow \Delta h = \frac{V_d}{A_R}\left(1 - \frac{\rho_d}{\rho_L}\right)$$

$$\Delta h = \frac{\pi \,.\, 10^2 \,.\, 0,4}{\pi \,.\, 20^2}\left(1 - \frac{2 \,.\, 10^5}{10^5}\right) \Longrightarrow \boxed{\Delta h = -\, 0,1 \text{ cm}}$$

IME – CEE 81/82	FÍSICA		FOLHA 6
$4^{\underline{a}}$ QUESTÃO			VALOR 1,0



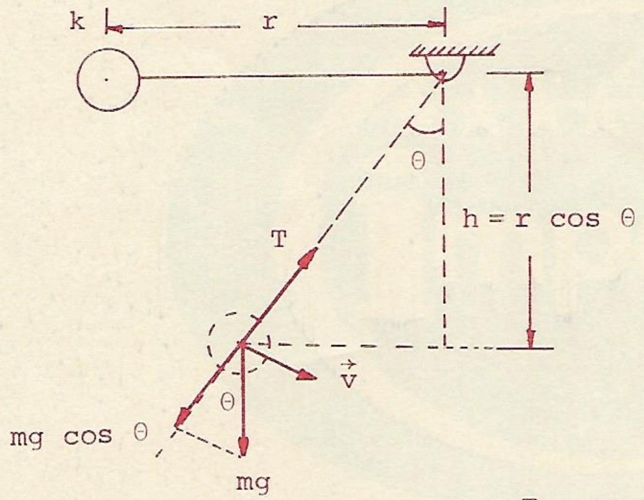
A esfera de um pêndulo tem uma massa de 0,2kg e é liberada do repouso na posição mostrada. Sabe-se que o cabo se rompe com uma tração de 5,0N.

Determine o valor de h para o ponto onde ocorrerá a ruptura.

Dados: $r = 0{,}75m$

$g = 9{,}81 m/s^2$

SOLUÇÃO



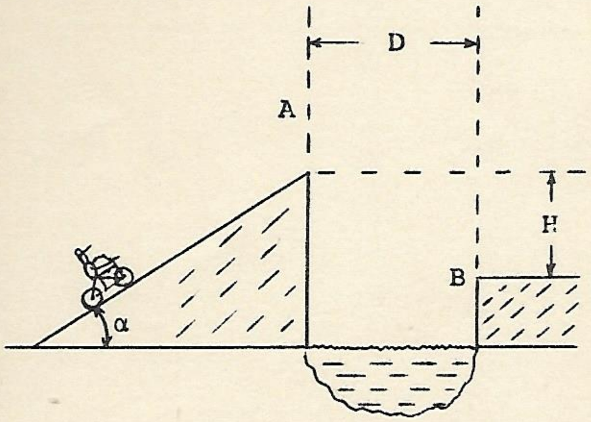
$$T - mg\cos\Theta = m\frac{v^2}{r} \qquad (1)$$

$$\frac{1}{2}\cancel{m}v^2 = \cancel{m}gr\cos\Theta \Longrightarrow v^2 = 2gr\cos\Theta \qquad (2)$$

$$T = mg\cos\Theta + 2\,mg\cos\Theta \Longrightarrow \cos\Theta = \frac{T}{3mg}$$

$$h = \frac{rT}{3mg} \Longrightarrow h = \frac{0{,}75\ .\ 5{,}0}{3.0{,}2.9{,}81} \Longrightarrow \boxed{h = 0{,}64\ m}$$

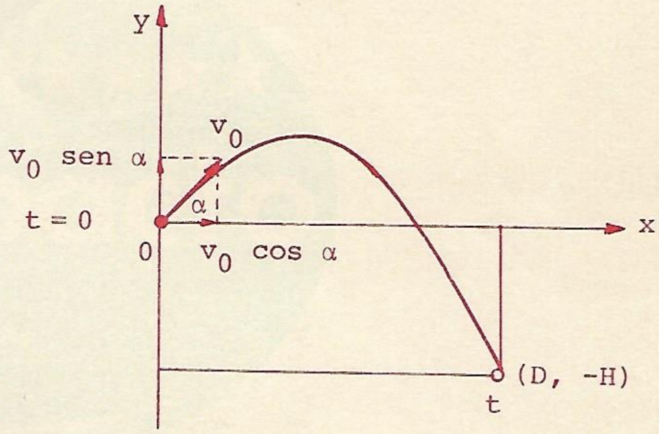
IME – CEE 81/82	FÍSICA		FOLHA 7
5ª QUESTÃO			VALOR 1,0



Um motociclista movimenta sua motocicleta e sobe a rampa de inclinação α da figura. Determine em função de $\underline{g}$, $\underline{\alpha}$, $\underline{H}$ e $\underline{D}$, o menor valor da velocidade que o motociclista deve ter em $\underline{A}$ para chegar em $\underline{B}$.

Nota: Considere o conjunto motociclista-motocicleta como uma partícula. Despreze a resistência do ar.

SOLUÇÃO



$$\begin{cases} x = v_0 t \cos\alpha \implies t = \dfrac{x}{v_0 \cos\alpha} \\ y = v_o t \,\text{sen}\,\alpha - \dfrac{1}{2} g t^2 \end{cases}$$

$$y = \frac{v_0 \,\text{sen}\,\alpha}{v_0 \cos\alpha} x - \frac{1}{2} g \frac{x^2}{v_0^2 \cos^2\alpha}$$

$$-H = D\,\text{tg}\,\alpha - \frac{g D^2}{2 v_0^2 \cos^2\alpha}$$

$$\frac{g D^2}{2 v_0^2 \cos^2\alpha} = H + D\,\text{tg}\,\alpha \implies v_0^2 = \frac{g D^2}{2 \cos^2\alpha (H + D\text{tg}\,\alpha)} \implies$$

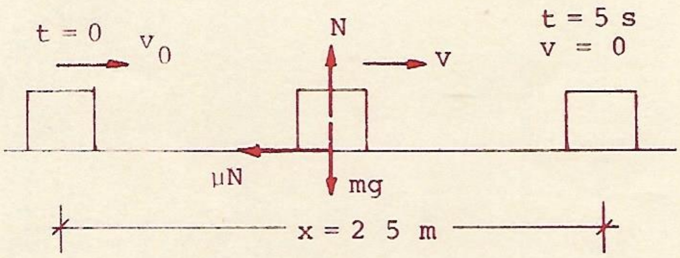
$$\implies \boxed{v_0 = D \sec\alpha \sqrt{\frac{g}{2(H + D\text{tg}\,\alpha)}}}$$

6ª QUESTÃO — VALOR 1,0

Um corpo que repousa sobre uma superfície rugosa horizontal, recebe um impacto horizontal e desliza sobre a referida superfície durante 5 segundos, quando pára tendo percorrido 25m. Determine o coeficiente de atrito entre o corpo e a superfície horizontal.

Nota: Considere $g = 10m/s^2$

SOLUÇÃO



$$\mu N = ma$$
$$N = mg$$
$$\mu = \frac{a}{g} \qquad (1)$$

$$\begin{cases} 0 = v_0^2 - 2ax \implies 2ax = v_0^2 \implies v_0 = \sqrt{2ax} \\ x = v_0 t - \frac{1}{2} at^2 \end{cases}$$

$$x = t\sqrt{2ax} - \frac{1}{2} at^2 \implies 2x + at^2 = 2t\sqrt{2ax} \implies$$

$$\implies 50 + 25a = 10\sqrt{50a}$$

$$10 + 5a = 2\sqrt{50a}$$

$$100 + 25a^2 + 100a = 200a$$

$$100 + 25a^2 - 100a = 0$$

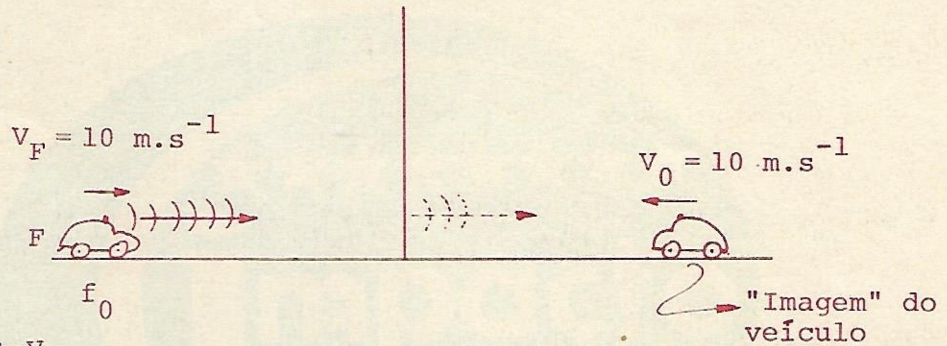
$$(10 - 5a)^2 = 0 \implies 10 = 5a \implies a = 2\ m.s^{-2} \qquad (2)$$

$$\mu = \frac{2}{10} \implies \boxed{\mu = 0,2}$$

Um veículo aproxima-se de uma parede extensa, perpendicular à trajetória, com velocidade constante de 10m/s. Ao mesmo tempo uma sirene no veículo emite um som simples de frequência igual a 400Hz. A velocidade do som no ar é 340m/s.

Determine a frequência do som refletido recebido pelo motorista do veículo.

SOLUÇÃO



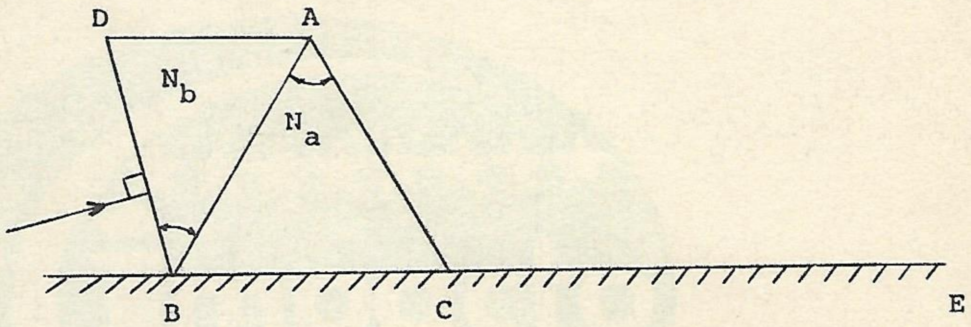
$$f = f_0 \frac{V + V_0}{V - V_F}$$

$$f = 400 \frac{340 + 10}{340 - 10} \implies \boxed{f = 424\ Hz}$$

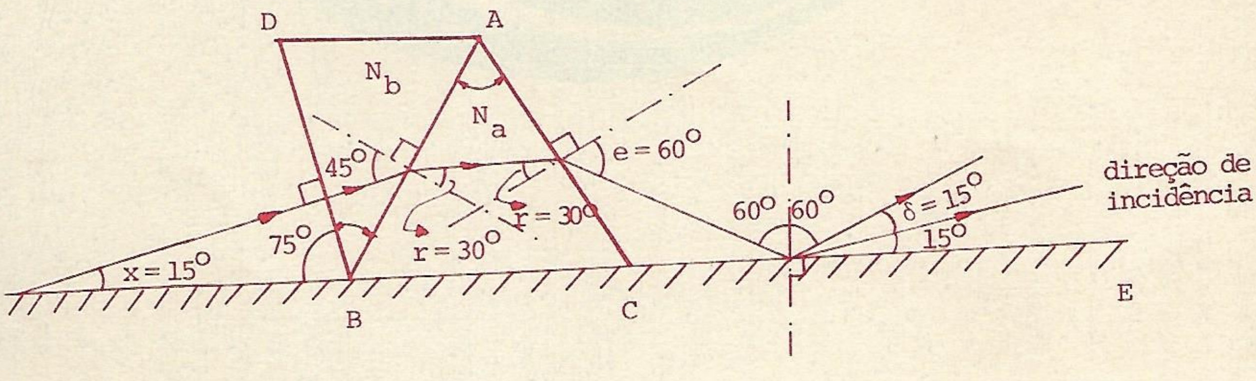
8ª QUESTÃO — VALOR 1,0

Um prisma com ângulo $A = 60^o$ e índice de refração $N_a = \sqrt{3}$ é justaposto a um prisma invertido com ângulo $B = 45^o$ e índice de refração $N_b = \sqrt{\frac{3}{2}}$. O prisma ABC é equilátero e sua base BC apoia-se em um espelho plano. Um raio de luz incide normalmente na face do prisma ADB, conforme figura. O sistema está imerso no ar.

Indique o percurso do raio de luz colocando os valores de todos os ângulos e calcule o desvio resultante do sistema prismas-espelho.



SOLUÇÃO



$$\frac{\text{sen } 45^o}{\text{sen } r} = \frac{N_a}{N_b} \Longrightarrow \frac{\sqrt{2}/2}{\text{sen } r} = \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{3}/\sqrt{2}} \Longrightarrow \text{sen } r = \frac{1}{2} \Longrightarrow r = 30^o$$

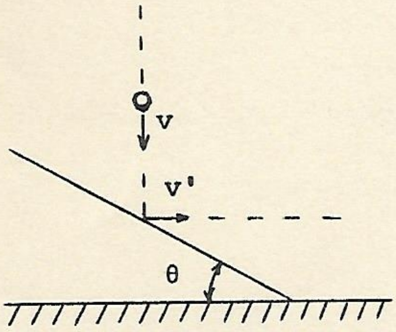
$$\frac{\text{sen } 30^o}{\text{sen } e} = \frac{1}{N_a} \Longrightarrow \frac{1/2}{\text{sen } e} = \frac{1}{\sqrt{3}} \Longrightarrow \text{sen } e \Longrightarrow \frac{\sqrt{3}}{2} \Longrightarrow e = 60^o$$

$$\delta = 30^o - x$$

$$x = 90^o - (180^o - 60^o - 45^o) \Longrightarrow x = 90 - 75 \Longrightarrow x = 15^o$$

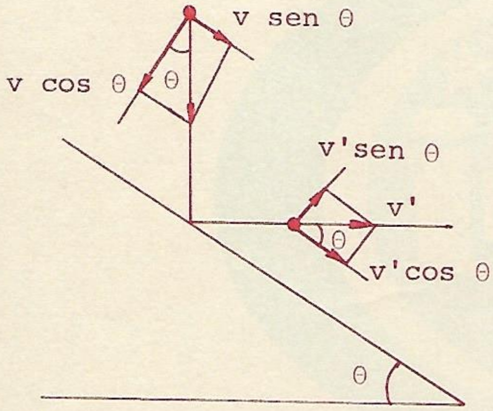
$$\delta = 30^o - 15^o \Longrightarrow \boxed{\delta = 15^o}$$

IME – CEE 81/82	FÍSICA		FOLHA 12
9ª QUESTÃO			VALOR 1,0



Calcule o ângulo θ em relação ao plano horizontal que deve formar uma placa rígida lisa e fixa na posição mostrada na figura, para que uma esfera ao cair verticalmente sobre ela seja rebatida horizontalmente. O coeficiente de restituição entre a placa e a esfera é e.

SOLUÇÃO



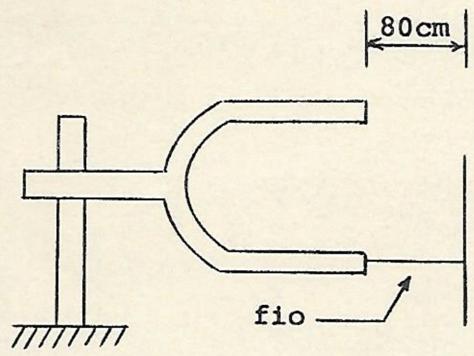
$$e = \frac{v_{af}}{v_{ap}} \Longrightarrow e = \frac{v' \text{sen}\,\theta}{v\cos\theta} \Rightarrow e = \frac{v'}{v}\,\text{tg}\,\theta \qquad (1)$$

Como o plano é liso a projeção do momento linear na direção paralela ao plano é conservada:

$$mv\,\text{sen}\,\theta = mv'\cos\theta \Longrightarrow \frac{v'}{v} = \frac{\text{sen}\,\theta}{\cos\theta} = \text{tg}\,\theta$$

$$e = \text{tg}^2\theta \Longrightarrow \text{tg}\,\theta = \sqrt{e} \Longrightarrow$$

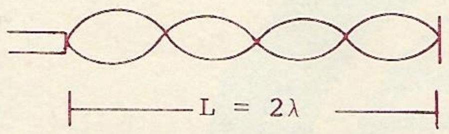
$$\Longrightarrow \boxed{\theta = \text{arc tg}\,\sqrt{e}}$$



Um fio de 80cm de comprimento e 0,2g de massa está ligado a um dos extremos de uma diapasão que vibra a 250Hz.

Determine a tração que faça o fio vibrar à frequência do quarto harmônico. Considere a frequência fundamental igual à frequência do primeiro harmônico.

SOLUÇÃO



$$L = 2\lambda \Longrightarrow L = 2\,\frac{v}{f} \Longrightarrow f = 2\,\frac{v}{L}$$

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \; ; \; \mu = \frac{m}{L}$$

$$\mu = \frac{0,2\ .\ 10^{-3}}{0,8} \Longrightarrow \mu = 2,5\ .\ 10^{-4}\ \frac{kg}{m}$$

$$250 = \frac{2}{0,8}\sqrt{\frac{F}{2,5\ .\ 10^{-4}}}$$

$$100 = \sqrt{\frac{F}{2,5\ .\ 10^{-4}}}$$

$$F = 2,5\ .\ 10^{-4}\ .\ 10^{4}$$

$$\Longrightarrow \boxed{F = 2,5\ N}$$

SOMA

1	2	3	4	5
6	7	8	9	10
11	12	13	14	15
16	17	18	19	20
21	22	23	24	25

TOTAL: