MINISTÉRIO DO EXÉRCITO

DEP — DPET

INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA

FÍSICA E QUÍMICA

CICLO BÁSICO

1975

IME INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA

COMISSÃO DE EXAME DE ESCOLARIDADE

1975/76

INSTRUÇÕES PARA REALIZAÇÃO DA PROVA DE FÍSICA

1. *NÃO ASSINE A PROVA.*
2. *Utilize a caneta esferográfica fornecida pela Comissão Fiscalizadora. As figuras julgadas necessárias deverão ser feitas a lápis preto. Não use lápis de outras cores.*

   O espaço destinado à solução de cada item das questões propostas é suficiente para a solução dos mesmos. Portanto, não será considerada resolução fora do local especificamente designado. Coloque a resposta no retângulo indicado, quando for o caso.
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 veda perguntas à Comissão Fiscalizadora.*
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, 14 (catorze) folhas numeradas de 1 (um) a 14 (catorze).*
8. *A soma do grau desta prova com o da prova de Química, que é aplicada junto com a presente, constituirá o grau da prova de Física e Química. O tempo para resolução das duas provas é 4 (quatro) horas.*
9. *Leia os enunciados com atenção. Resolva os itens na ordem que mais lhe convier. Seja sucinto, evitando divagações.*

BOA SORTE

1a. QUESTÃO
ITEM 1 (0,6 pontos)

ENUNCIADO:

Uma bomba submersa no fundo de um rio de 4m de profundidade descarrega água sobre a margem através de tubulação de 40mm de diâmetro com uma velocidade de 60m/s. Achar a potência da bomba em CV, para os seguintes casos:

a) Não há perdas;

b) O rendimento é de 65%.

Considere o pêso específico da água 1000 kgf/m³.

SOLUÇÃO

a) $$P = \frac{W}{\Delta t} = \frac{1}{2}\,\frac{m}{\Delta t}\,v^2 + \frac{m}{\Delta t}\,g\,h$$

$$P = \frac{m}{\Delta t}\left(\frac{v^2}{2} + g\,h\right)$$

$$m = \rho.V \Longrightarrow m = 1000\ .\ \frac{\pi.0,04^2}{4}\ .\ 4$$

$$h = v\Delta t \Longrightarrow \Delta t = \frac{4}{60} = \frac{1}{15}$$

$$P = 1000.\pi.0,04^2.15\left(\frac{60^2}{2} + 9,8.4\right)\ J/s$$

$$P = 1,39.10^5\ \text{watt} \longrightarrow \boxed{P = 188,7\ CV}$$

b) $$P_T = \frac{188,7 \times 100}{65} = 290,3\ CV$$

RESPOSTA:

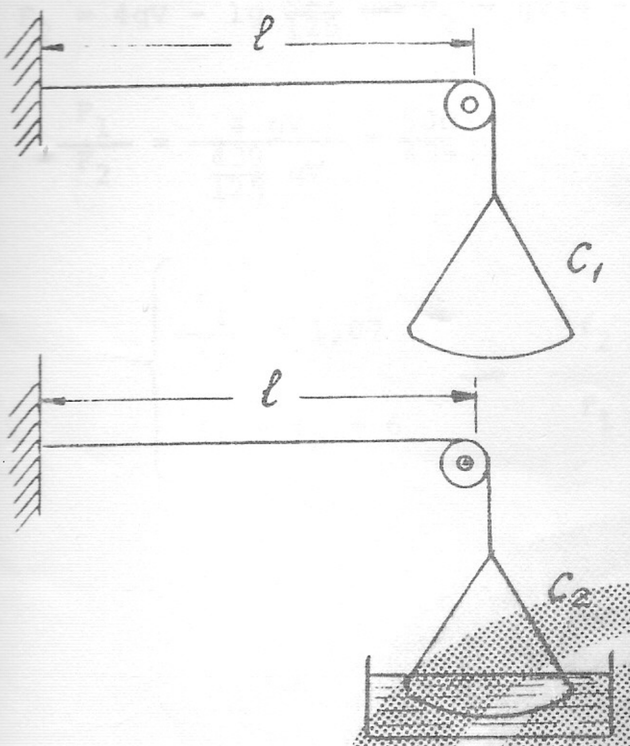
a) P = 188,7 CV

b) P = 290,3 CV

1a. **QUESTÃO**

ITEM *2* (*0,6* pontos)

ENUNCIADO:

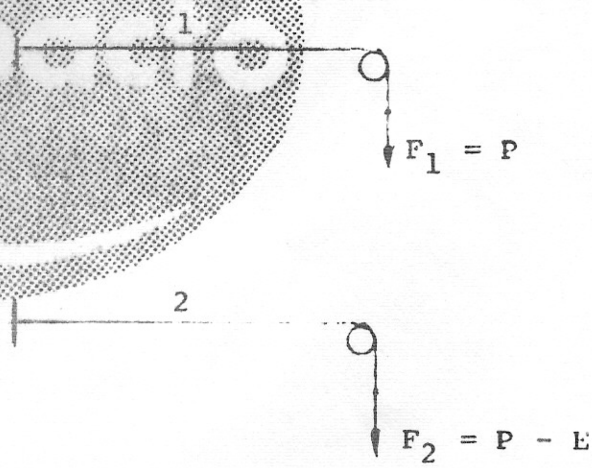


Duas cordas metálicas, de idêntico material e igual comprimento l, são esticadas por dois cones maciços, iguais e de mesmo peso, ambos feitos com uma liga de densidade 4 g/cm³.

O cone C_2 (ver figura) é mergulhado em água destilada e a 4^oC, de modo que 1/5 de sua altura fica imerso no líquido. Nesse instante, percutem-se os dois fios e ouvem-se 6 batimentos; calcule as frequências dos dois fios.

SOLUÇÃO

$$\begin{cases} f_1 = \dfrac{v_1}{2\ell} \\ f_2 = \dfrac{v_2}{2\ell} \end{cases} \qquad v_1 = \sqrt{\dfrac{F_1}{\mu}} \qquad v_2 = \sqrt{\dfrac{F_2}{\mu}}$$



$$\begin{cases} \dfrac{f_1}{f_2} = \sqrt{\dfrac{F_1}{F_2}} \\ f_1 - f_2 = 6 \end{cases}$$

$$F_1 = P \Longrightarrow F_1 = \mu c g V \Longrightarrow F_1 = 4gV$$

$$F_2 = P - E \Longrightarrow F_2 = \mu c g V - \mu g V i$$

$$Vi = \frac{1}{3} Bh - \frac{1}{3} B'h'$$

$$\frac{B'}{B} = \frac{h'^2}{h^2} \Longrightarrow \frac{B'}{B} = \frac{16/25\ h^2}{h^2} \Longrightarrow B' = \frac{16}{25} B$$

$$Vi = \frac{1}{3}(Bh - \frac{16}{25} B \cdot \frac{4}{5} h) \Longrightarrow Vi = \frac{Bh}{3}(1 - \frac{64}{125}) = \frac{61V}{125}$$

(Continuação da solução da 1a. Questão, Item 2)

$$F_2 = 4gV - 1g\,\frac{61V}{125} \Longrightarrow F_2 = gV\left(4 - \frac{61}{125}\right) \Longrightarrow F_2 = \frac{439}{125}\,gV$$

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{4\,gV}{\frac{439}{125}\,gV} = \frac{500}{439}$$

$$\left\{\begin{array}{l} \dfrac{f_1}{f_2} = 1{,}07 \\ f_1 - f_2 = 6 \end{array}\right. \Longrightarrow \begin{array}{l} f_2 \simeq 85{,}7 \text{ Hz} \\ f_1 \simeq 91{,}7 \text{ Hz} \end{array}$$

RESPOSTA:

$f_2 = 85{,}7$ Hz

$f_1 = 91{,}7$ Hz

1a. QUESTÃO

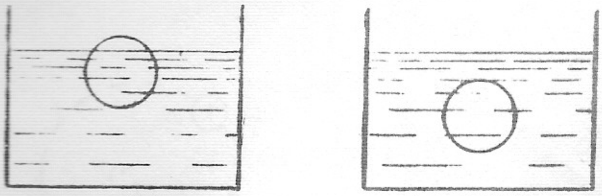
ITEM 3 (0,6 pontos)

ENUNCIADO:

Uma esfera ôca, metálica, construída de material praticamente indilatável, flutua num líquido, mantendo submerso 80% do seu volume, quando a temperatura do líquido é 0^o C e massa específica $\rho_o = 1,25 g/cm^3$. Aquece-se o líquido e verifica-se que a 25^o C a esfera fica toda submersa, sem afundar. (Ver figura). Determinar:

a) o coeficiente de dilatação do líquido;

b) O diâmetro interno da esfera, sabendo-se que o diâmetro externo vale 6 cm e a densidade do metal é 27/19.



A 0° C   A 25° C

SOLUÇÃO

a) $\rho = \frac{m}{V} = \frac{m}{V_o(1+\gamma\Delta\theta)} \longrightarrow \rho = \frac{\rho_o}{1+\gamma\Delta\theta}$

$$\rho = \frac{1,25}{1 + 25\gamma} \qquad (1)$$

$$\frac{\rho esf}{\rho_o} = \frac{V_i}{V} = 80\% \Longrightarrow \rho esf = 0,8\,\rho_o \Longrightarrow$$

$$\Longrightarrow \rho esf = 0,8 \times 1,25 \Longrightarrow$$

$$\Longrightarrow \rho esf = 1\ g/cm^3$$

Como após o aquecimento $\rho = \rho esf$.

$$1 = \frac{1,25}{1 + 25\gamma} \Longrightarrow \gamma = 0,01\ {}^oC^{-1}$$

b) $\rho metal = \frac{m}{V_{total} - V_{oco}}$

$$\frac{27}{19} = \frac{m}{\frac{4}{3}\pi(3^3 - r^3)}$$

$$m = \rho esf \,.\, V_{total}$$

$$\frac{27}{17} = \frac{1 \times \frac{4}{3}\pi \,.\, 3^3}{\frac{4}{3}\pi(3^3 - r^3)} \longrightarrow 27 - r^3 = 19 \longrightarrow r^3 = 8 \longrightarrow r = 2\ cm$$

$$\boxed{D_{interno} = 4\ cm}$$

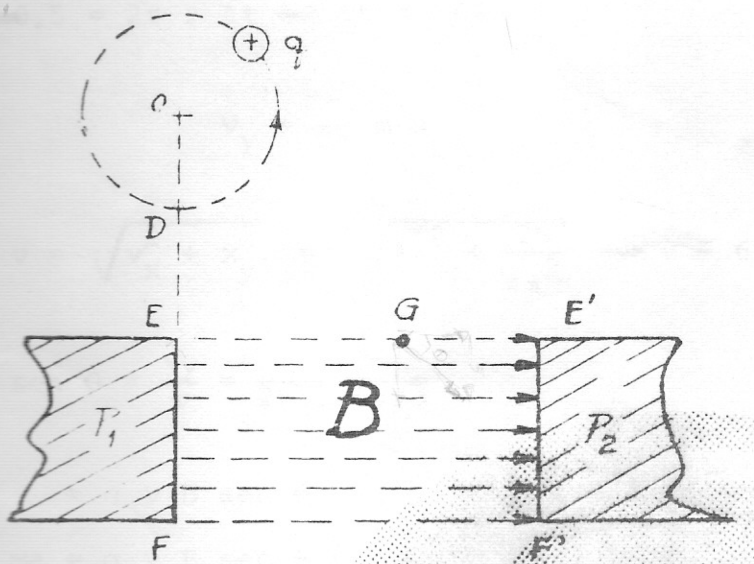
RESPOSTA: a) $\gamma = 0,01\ {}^oC^{-1}$

b) d = 4cm

1a. QUESTÃO

ITEM 4 (0,6 pontos)

ENUNCIADO:

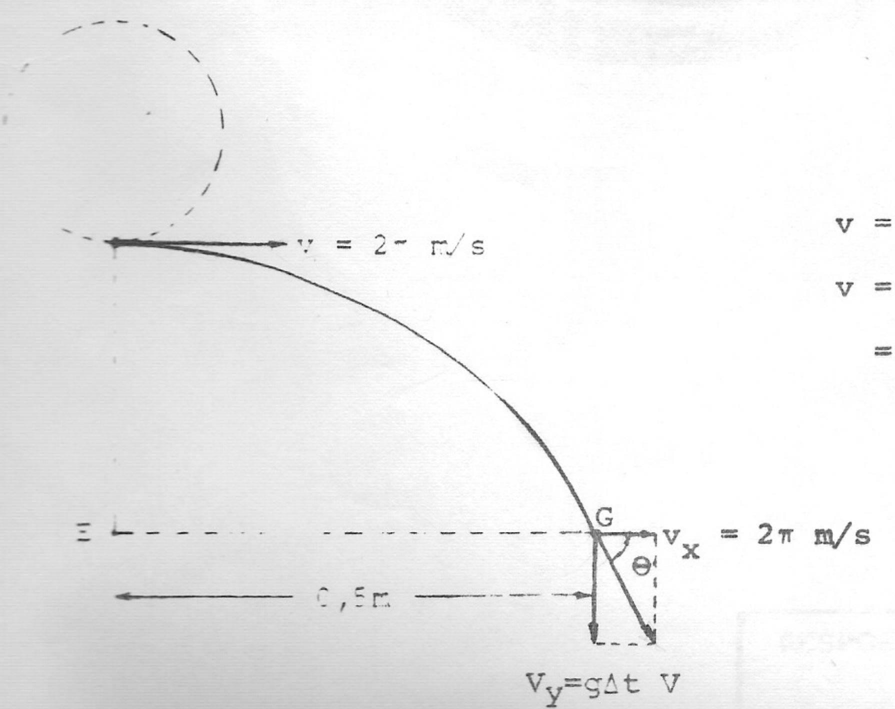


Uma carga puntual de 0,2 Coulomb e massa 0,4 g descreve 5 rotações por segundo numa circunferência de raio OD = 20 cm cujo centro está no prolongamento da direção D-E-F perpendicular à direção de um campo magnético B gerado por dois polos P_1 e P_2. Em determinado instante, a carga escapa tangencialmente da circunferência no ponto D, acabando por penetrar no campo magnético no ponto G, sendo EG = 50 cm. Calcule a aceleração de origem magnética que a carga sofrerá no ponto G.

Dados:

- Intensidade de B: 0,1 Weber/m^2
- Aceleração da gravidade: $g = 10$ m/s^2
  $\pi \cong 3,14$
- Desprezar a resistência do ar.

SOLUÇÃO



$v = 2\pi f r \longrightarrow$

$v = 2\pi . 5 . 0,2 =$

$= 2\pi$ m/s

(Continuação da solução da *1a.* Questão, Item *4*)

$$EG = v \times \Delta t$$

$$0,5 = 2\pi \ . \ \Delta t \Longrightarrow \Delta t = \frac{0,5}{2\pi}$$

$$v_y = \frac{5}{2\pi} \text{ m/s}$$

$$v = \sqrt{v_x^2 + x_y^2} = \sqrt{4\pi^2 + \frac{25}{4\pi^2}} \Longrightarrow v \simeq 6,33 \text{ m/s}$$

$$\text{sen } \theta = \frac{v_y}{v} = \frac{5}{2\pi \ . \ 6,33}$$

$$= q \ v \ B \ \text{sen } \theta$$

$$ma = q \ v \ B \ \text{sen } \theta$$

$$a = \frac{q \ v \ B}{m} \text{ sen } \theta \Longrightarrow a = \frac{0,2 \times 6,33 \times 0,1}{0,4 \ . \ 10^{-3}} \ . \ \frac{5}{2\pi \ . \ 6,33}$$

$$a = 39,8 \text{ m/s}^2.$$

RESPOSTA:

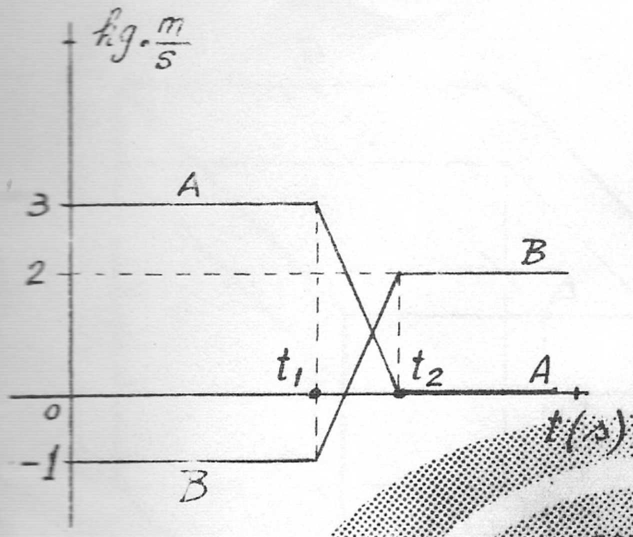
$$a = 39,8 \text{ m/s}^2$$

2a. QUESTÃO

ITEM 1 (0,5 pontos)

ENUNCIADO:

O choque entre 2 esferas A e B, levou ao traçado do gráfico ao lado.



Sendo dados:

$m_A = 0,15\ kg$

$m_B = 0,2\ kg$

$t_2 - t_1 = 0,001s$, *determinar*

1) o coeficiente de restituição

2) a natureza do choque

3) a força de impulsão

<u>SOLUÇÃO</u>

1) $e = \dfrac{v_{af}}{v_{ap}}$

$$\left.\begin{array}{l} m_A\ v'_A = 0 \Longrightarrow v'_A = 0 \\ m_B\ v'_B = 2 \Longrightarrow v'_A = \dfrac{2}{0,2} = 10\ m/s \end{array}\right\} \quad v_{af} = 10\ m/s$$

$$\left.\begin{array}{l} m_A\ v_A = 3 \Longrightarrow v_A = \dfrac{3}{0,15} \Longrightarrow v_A = 20\ m/s \\ m_B\ v_B = -1 \Longrightarrow v_B = -\dfrac{1}{0,2} \Longrightarrow v_B = -5\ m/s \end{array}\right\} \quad v_{ap} = 25\ m/s$$

$$e = \frac{10}{25} \Longrightarrow \boxed{e = 0,4}$$

2) REAL

3) $F\Delta t = \Delta Q$

$F \times 0,001 = 3 \Longrightarrow \boxed{F = 3000\ N}$

RESPOSTA:

$e = 0,4$

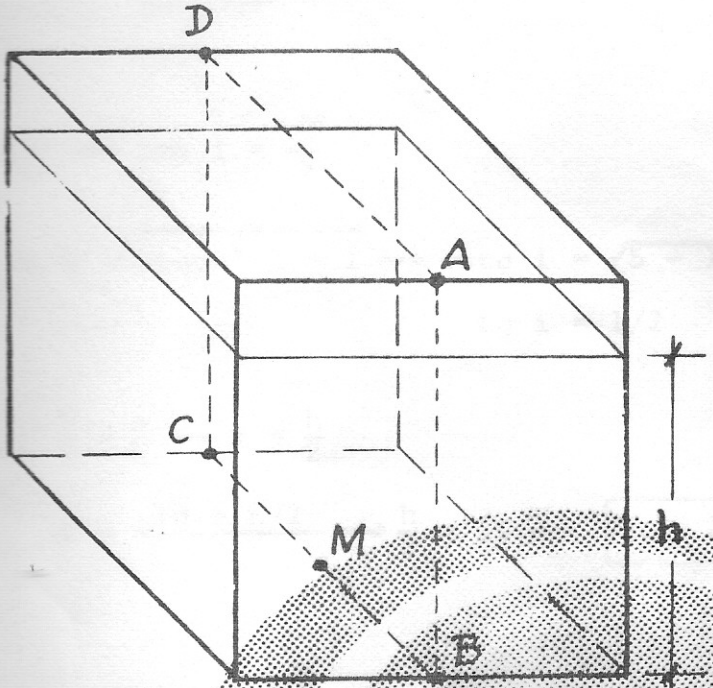
Real

$F = 3000\ N$

IME-CEE/1975/6	FÍSICA		Fôlha 8

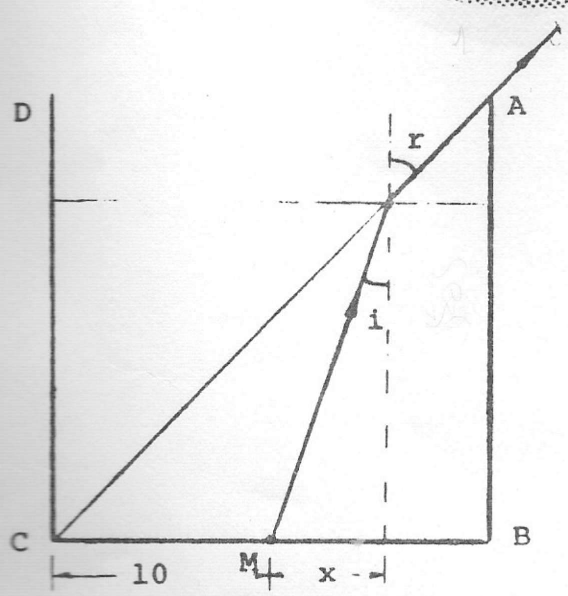
2a. QUESTÃO
ITEM 2 (0,5 pontos)

ENUNCIADO:



Um vaso cúbico de 20 cm de aresta está colocado sobre um plano horizontal. Seja ABCD um corte vertical do vaso conforme a figura. Um observador se coloca de tal forma que o raio visual que parte do seu ôlho, tangencie o ponto A do bordo do vaso, incidindo sobre o ponto C na aresta oposta no fundo do vaso, em diagonal com o ponto A. No centro M sobre a base do vaso e no mesmo plano do corte vertical, coloca-se um objeto luminoso puntiforme. Calcular a altura h do líquido contido no vaso, de índice de refração $n = \sqrt{10}/2$, para que a direção do raio refratado emergente coincida com a direção do raio visual do observador, permitindo ao mesmo ver a imagem do objeto luminoso em M.

SOLUÇÃO



$$\begin{cases} \dfrac{\text{sen } i}{\text{sen } r} = \dfrac{2}{\sqrt{10}} = \dfrac{\sqrt{10}}{5} \\ \text{tg } r = \dfrac{10 + x}{h} \\ \text{tg } i = x/h \end{cases}$$

(Continuaçao da solução da 2ª. Questão, Item 2)

$$r = 45^{\circ} \Longrightarrow \text{sen } i = \frac{\sqrt{5}}{5}$$

$$\text{cotg } i = \sqrt{\text{cosec}^2 i - 1} \Longrightarrow \text{cotg } i = \sqrt{5 - 1} = 2$$

$$\text{tg } i = 1/2$$

$$\frac{1}{2} = \frac{x}{h} \Longrightarrow x = \frac{h}{2}$$

$$1 = \frac{10 + h/2}{h} \Longrightarrow \frac{h}{2} = 10 \Longrightarrow \boxed{h = 20 \text{ cm}}$$

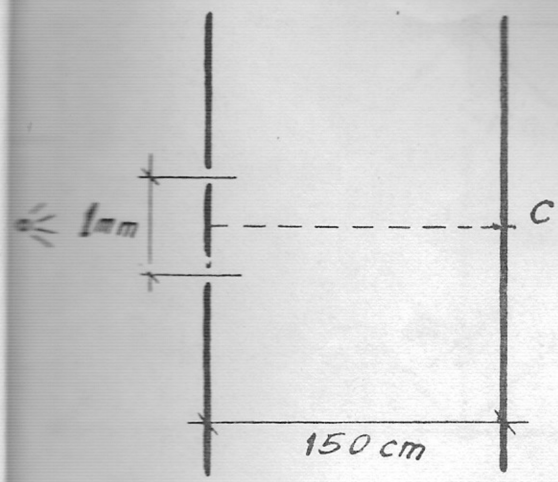
RESPOSTA:

$h = 20$ cm

3a. QUESTÃO APOSTILA 3

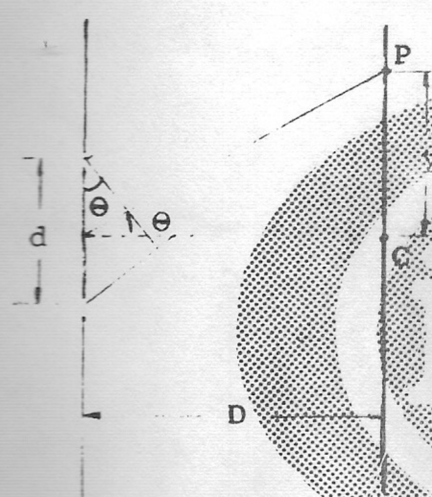
ITEM 1 (0,4 pontos)

ENUNCIADO:



Em uma experiência de "YOUNG" utilizaram-se duas fendas separadas de 1 mm, as quais foram iluminadas por uma luz contendo dois comprimentos de onda, 4500 e 6000 Å respectivamente. Colocando-se uma tela a 1,50 m das fendas, deseja-se saber a que distância mínima do centro C uma franja brilhante de uma configuração de interferência coincidirá com uma franja brilhante da outra configuração.

SOLUÇÃO



$$d \text{ sen } \theta = m\,\lambda_1$$

$$d \text{ sen } \theta = n\,\lambda_2$$

$$\frac{m}{n} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1}$$

$$\frac{m}{n} = \frac{6000}{4500} \longrightarrow \frac{m}{n} = \frac{4}{3} \qquad \begin{cases} m = 4 \\ n = 3 \end{cases}$$

$$\begin{cases} \text{sen } \theta = \dfrac{m\lambda_1}{d} \\ \text{sen } \theta \simeq \text{tg } \theta = y/D \end{cases}$$

$$\frac{m\,\lambda_1}{d} = \frac{y}{D} \longrightarrow y = \frac{m\,\lambda_1\,D}{d}$$

$$y = \frac{4 \,.\, 4500 \,.\, 10^{-10} \,.\, 1,5}{10^{-3}}$$

$$\boxed{y \simeq 2,7 \text{ mm}}$$

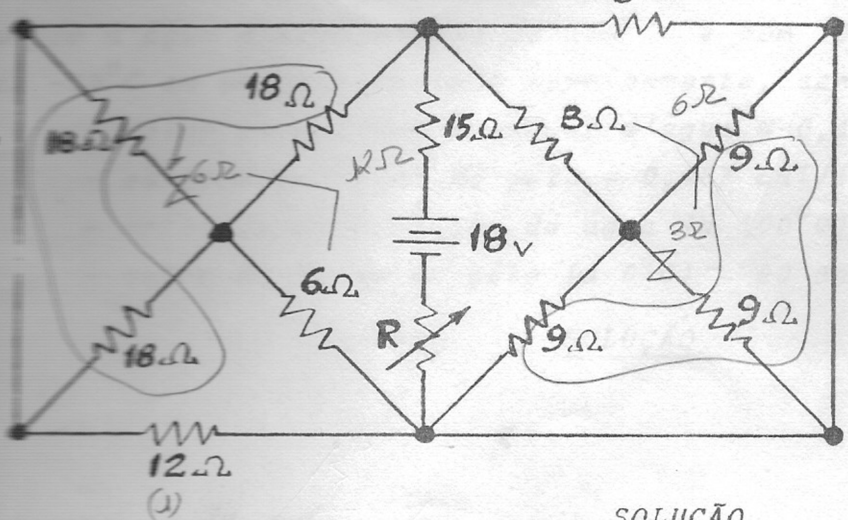
RESPOSTA:

$y \simeq 2,7$ mm

IME-CEE/1975/6	FÍSICA		Fôlha 11

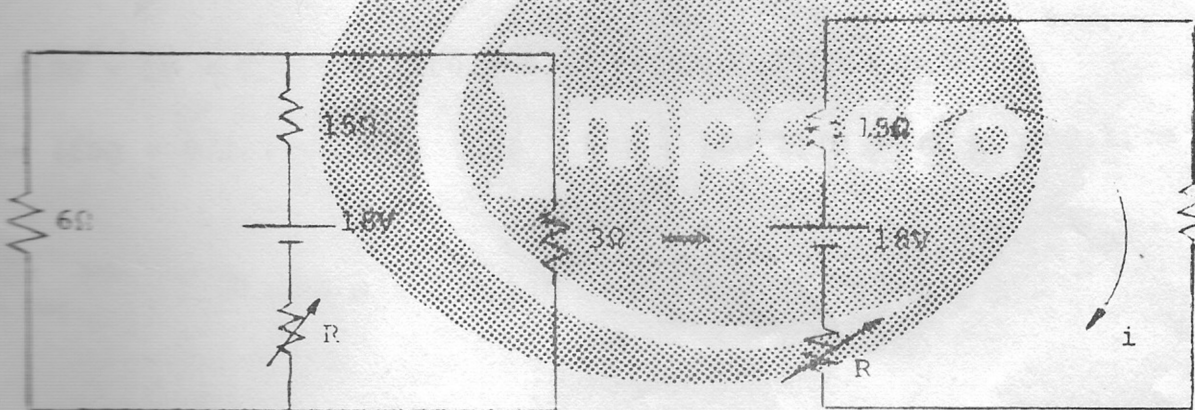
3a. QUESTÃO
ITEM 2 (0,4 pontos)

ENUNCIADO:



Dado o circuito ao lado determine o valor para o qual deve ser ajustado o resistor variável R a fim de que a corrente fornecida pela bateria seja de 1A.

SOLUÇÃO



$$18 = (17 + R)i$$

$$i = 1\ A \Longrightarrow \boxed{R = 1\Omega}$$

RESPOSTA:

R = 1Ω

3a. QUESTÃO
Item 3 (0,4 pontos)

ENUNCIADO:

Determine a temperatura final obtida, misturando-se 1500g d'água a 50º C, com 100 g de vapor d'água a temperatura de 150° C e com 100 g de gêlo a temperatura de -20°C em um vaso isolado termicamente, sendo dados:

- *calor específico do vapor d'água = 0,45 cal/(g°C)*
- *calor específico do gêlo = 0,487 cal/(g°C)*
- *calor de vaporização da água (a 100°C) = 539 cal/g*
- *calor de fusão do gêlo (a 0°C) = 80 cal/g*

SOLUÇÃO

$$Q_{perdido} = Q_{ganho}$$

$$(100 \times 50 \times 0{,}45) + (100 \times 539) + 100.1.(100 - \theta) =$$

$$= (100 \times 0{,}487 \times 20) + (100 \times 80) + 100.1.(\theta - 0) + 1500.1.(\theta - 50)$$

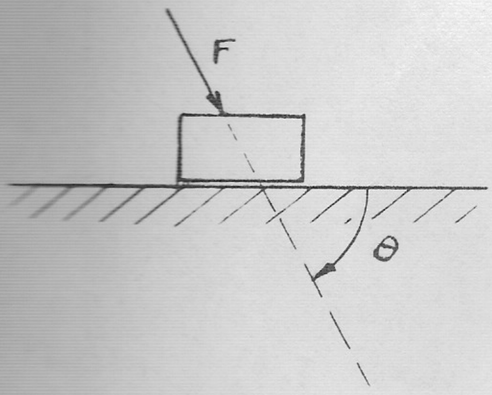
$$1700\ \theta = 132.176 \implies \boxed{\theta \cong 77{,}75^{o}C}$$

RESPOSTA:

$\theta \cong 77{,}75\ ^{o}C$

Nº QUESTÃO
ÍTEM 4 (0,4 pontos)

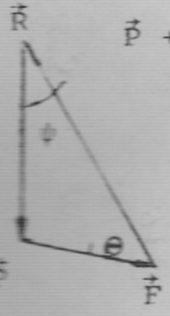
ENUNCIADO:



Um bloco de peso P repousa sobre uma superfície horizontal. O coeficiente de atrito estático entre o bloco e a superfície horizontal é μ. Empurra-se o bloco com uma força F que forma um ângulo Θ com a horizontal conforme esquematizado na figura. A partir destes dados, estabeleça uma expressão para o ângulo Θ além do qual não é possível mover o bloco, por maior que seja a força F.

1ª SOLUÇÃO

Para equilíbrio ⟶

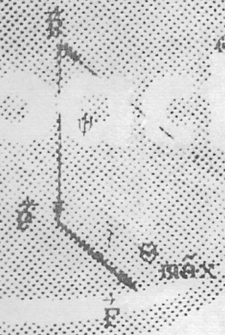


$\vec{P} + \vec{R} + \vec{F} = 0$

dir. limite de $\vec{R}$

$\psi = \text{arc tg } \mu$

Na situação limite:

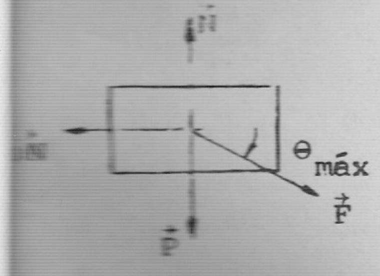


$\Theta_{máx} + \psi = 90^\circ$

$\text{cotg } \Theta_{máx} = \mu$

$\boxed{\Theta_{máx} = \text{arccotg}\mu}$

2ª SOLUÇÃO



$$F \cos \Theta_{máx} \leq \mu(F \text{ sen } \Theta_{máx} + P)$$

$$\cos \Theta_{máx} - \mu \text{sen } \Theta_{máx} \leq \mu P/F$$

Para que se verifique qqs F

$$\cos \Theta_{máx} - \mu \text{sen } \Theta_{máx} = 0$$

$$\text{cotg } \Theta_{máx} = \mu$$

$$\boxed{\Theta_{máx} = \text{arc cotg}\mu}$$

RESPOSTA:

$\Theta_{máx} = \text{arc cotg } \mu$