MINISTÉRIO DO EXÉRCITO
DEP — CTEx
INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA

FÍSICA

1.º ANO

1983 / 1984

IME

COMISSÃO DE EXAME DE ESCOLARIDADE

1983/84

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 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!

IME - CEE 83/84	FÍSICA		FOLHA 1
1a. QUESTÃO			VALOR: 1,0

A massa de 2,0g de ar, inicialmente a 17^oC e 1,64 atm, é aquecida a pressão constante até que seu volume inicial seja triplicado.

Determinar:

a) O trabalho realizado

b) O calor cedido ao ar

c) A variação da energia interna do ar

DADOS: $R = 0,082$ atm.ℓ/gmol.K

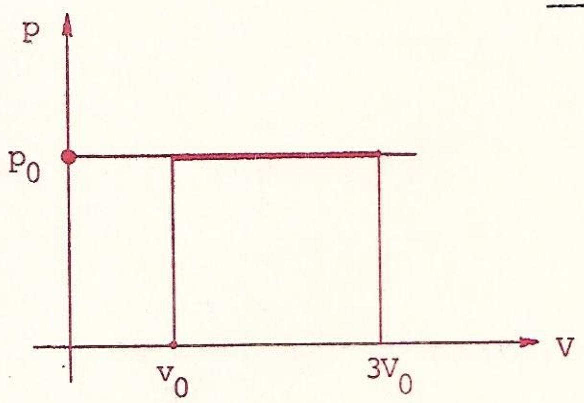
$Cp = 0,24$ kcal/kg.^oC

Massa molecular do ar = 29

1 cal ≅ 4,0J

1 kgf ≅ 10N

SOLUÇÃO



a) $W = p_0 \Delta V = 2\,p_0 V_0 \Rightarrow W = 2nRT_0$

$W = 2 \cdot \frac{2}{29} \cdot 0,082.(17+273) \Rightarrow W = 3,3 \text{ atm.ℓ} \Rightarrow \boxed{W = 3,3.10^2 J}$

b) $Q = m\,C_p \Delta T \Rightarrow Q = 2\,mC_p T_0 \Rightarrow Q = 2 \,.\, 2 \,.\, 0,24 \,.\, 290 \Rightarrow$

$\Rightarrow Q = 280 \text{ cal} \Rightarrow \boxed{Q = 1,1 \,.\, 10^3 J}$

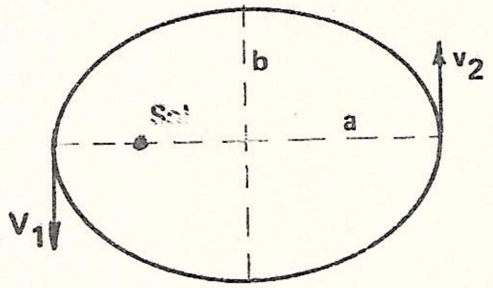
c) $Q - W = \Delta U$

$\Delta U = 1,1 \,.\, 10^3 - 3.3.10^2 \Rightarrow \boxed{\Delta U = 7,8 \,.\, 10^2 J}$

VALOR: 1,0

2a. QUESTÃO

Suponha um cometa em órbita elíptica em torno do Sol, com um semi-eixo maior a e um semi-eixo menor b. Determinar a razão entre as velocidades $\vec{v}_2$ e $\vec{v}_1$ (v_2/v_1) em função da excentricidade e da elipse.

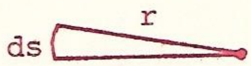


SOLUÇÃO

1ª Solução:

$$v_{areolar} = C^{\underline{te}}$$

$$v_{areolar} = \frac{dA}{dt} = \frac{1}{2}\, r\, \frac{ds}{dt} = \frac{1}{2}\, rv$$



$$\frac{1}{2}\, r_1 v_1 = \frac{1}{2}\, r_2 v_2 \Longrightarrow \frac{v_2}{v_1} = \frac{r_1}{r_2} \Longrightarrow \frac{v_2}{v_1} = \frac{a-c}{a+c} \Longrightarrow \boxed{\frac{v_2}{v_1} = \frac{1-e}{1+e}}$$

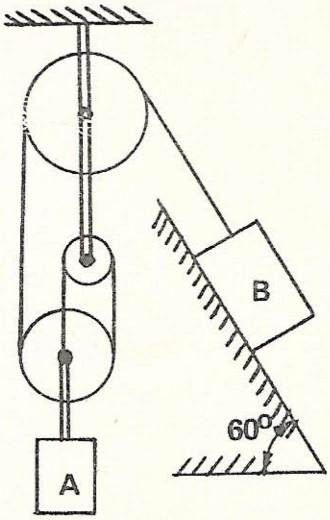
2ª Solução:

$$\left.\begin{array}{l} m\,\dfrac{v_1^2}{\rho} = G\,\dfrac{Mm}{r_1^2} \\[2em] m\,\dfrac{v_2^2}{\rho} = G\,\dfrac{Mm}{r_2^2} \end{array}\right\} \frac{v_1^2}{v_2^2} = \frac{r_2^2}{r_1^2} \Longrightarrow \frac{v_2}{v_1} = \frac{r_1}{r_2} \Longrightarrow \frac{v_2}{v_1} = \frac{a-c}{a+c} \Longrightarrow \boxed{\frac{v_2}{v_1} = \frac{1-e}{1+e}}$$

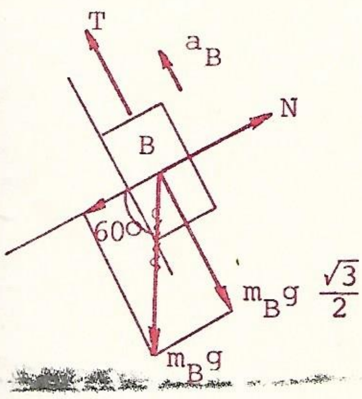
VALOR: 1,0

3a. QUESTÃO

Determinar a massa necessária ao bloco A para que o bloco B, partindo do repouso, suba 0,75m ao longo do plano inclinado liso, em um tempo t = 2,0s. Desprezar as massas das polias e dos tirantes e as resistências passivas ao movimento. A massa do bloco B vale 5,0 kg e a aceleração da gravidade deve ser considerada igual a $10 m/s^2$.

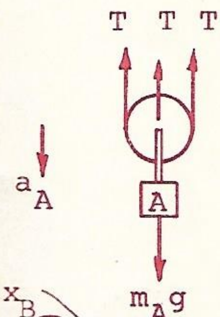


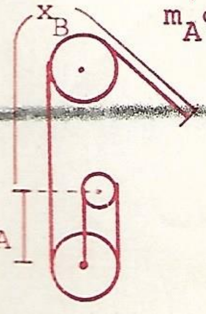
SOLUÇÃO



$$T - m_B g \frac{\sqrt{3}}{2} = m_B a_B \qquad (1)$$

$$m_A g - 3T = m_A a_A \qquad (2)$$





$$x_B + 3x_A = C^{te} \Longrightarrow A_B + 3a_A = 0 \Longrightarrow a_A = -\frac{a_B}{3} \Longrightarrow |a_A| = \frac{|a_B|}{3} \qquad (3)$$

De (1), (2) e (3):

$$m_A = \frac{3m_B\left(g \frac{\sqrt{3}}{2} + a_B\right)}{g - \frac{a_B}{3}}$$

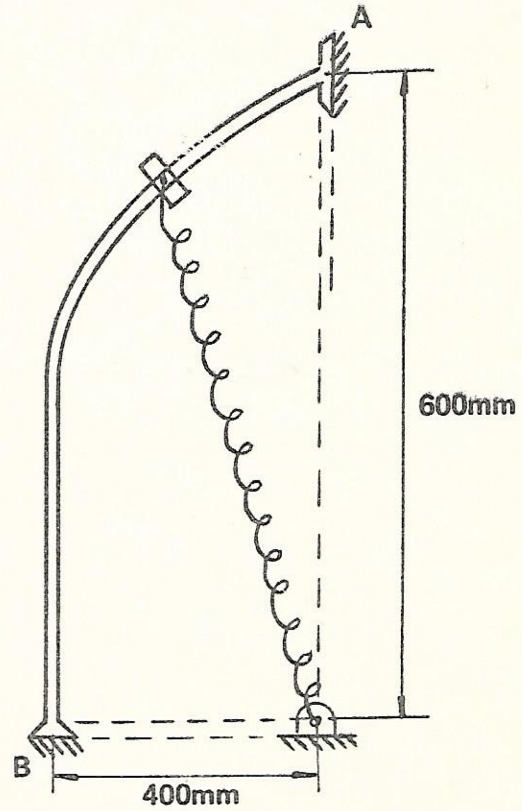
Como $0,75 = \frac{1}{2} a_B \cdot 2^2 \Longrightarrow a_B = 0,375$

$$m_A = \frac{15(5\sqrt{3} + 0,375)}{10 - \frac{0,375}{3}} \Longrightarrow \boxed{m_A = 14 \text{ kg}}$$

IME - CEE 83/84	FÍSICA		FOLHA 7

4a. QUESTÃO — VALOR: 1,0

Um cursor de dimensões desprezíveis e de massa $m = 0{,}250$ kg está ligado a uma mola cuja constante é $k = 150$ N/m e cujo comprimento livre vale 100mm. Se o cursor é liberado a partir do repouso em A e se desloca, ao longo da guia, sem atrito, determinar a velocidade com a qual ele atinge o ponto B.



SOLUÇÃO

1ª Solução:

Supondo a figura contida no plano horizontal:

$$\frac{1}{2}Kx_A^2 - \frac{1}{2}Kx_B^2 = \frac{1}{2}mv_B^2 \Longrightarrow v_B = \sqrt{\frac{K}{m}(x_A^2 - x_B^2)}$$

$$v_B = \sqrt{\frac{150}{0{,}25}(0{,}5^2 - 0{,}3^2)} \Longrightarrow \boxed{v_B = 9{,}80 \text{ m/s}}$$

2ª Solução:

Supondo a figura contida no plano vertical

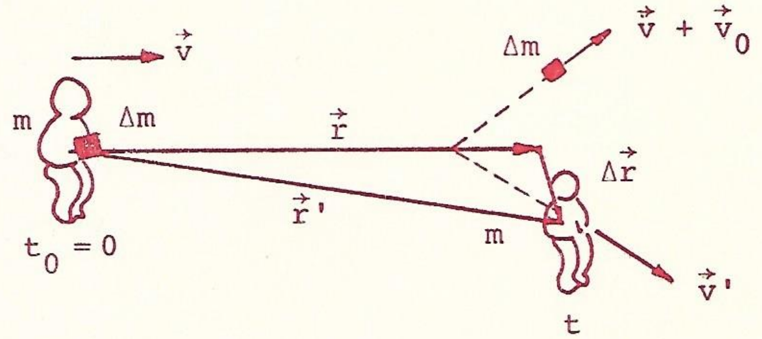
$$mgh + \frac{1}{2}Kx_A^2 - \frac{1}{2}Kx_B^2 = \frac{1}{2}mv_B^2 \Longrightarrow v_B \sqrt{\frac{K}{m}(x_A^2 - x_B^2) + 2gh}$$

$$v_B = \sqrt{\frac{150}{0{,}25}(0{,}5^2 - 0{,}3^2) + 2.10.0{,}6} \Longrightarrow \boxed{v_B = 10{,}4 \text{ m/s}}$$

VALOR: 1,0

5ª QUESTÃO

Um astronauta de massa $\underline{m}$ move-se no espaço interplanetário com velocidade uniforme $\vec{v}$. Ele segura um pequeno objeto de massa Δm. Num dado momento, o referido astronauta atira o objeto com velocidade $\vec{v}_0$, em relação ao seu movimento inicial. Determinar a distância da posição real do astronauta àquela que este ocuparia se não tivesse lançado o objeto, decorrido um tempo $\underline{t}$ após o lançamento.



$$(m + \Delta m)\vec{v} = \Delta m(\vec{v} + \vec{v}_0) + m\vec{v}' \Longrightarrow \vec{v}' = \vec{v} - \frac{\Delta m}{m}\vec{v}_0$$

$$\Delta\vec{r} = \vec{r}' - \vec{r} \Longrightarrow \Delta\vec{r} = \vec{v}'t - \vec{v}t \Longrightarrow \Delta\vec{r} = \vec{v}t - \frac{\Delta m}{m}\vec{v}_0 t - \vec{v}t \Longrightarrow$$

$$\Longrightarrow \Delta\vec{r} = -\frac{\Delta m}{m}\vec{v}_0 t$$

$$d = |\Delta\vec{r}| \Longrightarrow \boxed{d = \frac{\Delta m}{m} v_0 t}$$

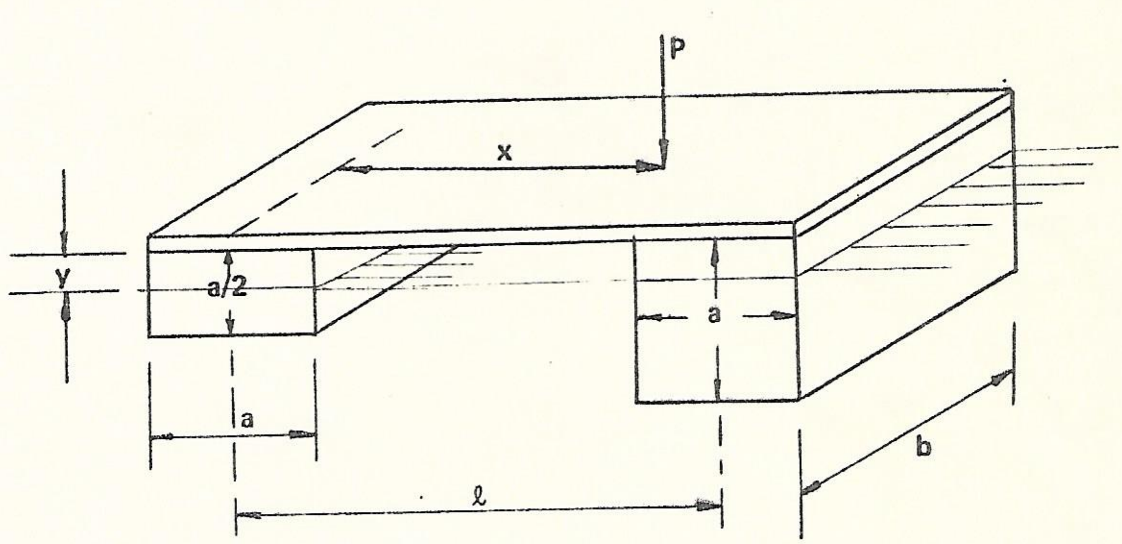
6a. QUESTÃO

O flutuador da figura é constituído de duas vigas de madeira de comprimento $\underline{b}$ e seções $\underline{a} \times \underline{a}$ e $\underline{a} \times \frac{a}{2}$, distantes $\underline{\ell}$ de centro a centro. Sobre as vigas existe uma plataforma de peso desprezível.

Determinar, em função de $\underline{a}$, $\underline{b}$, $\underline{\ell}$, $\underline{P}$ e $\underline{\gamma}$ a posição $\underline{x}$ da carga $\underline{P}$ para que a plataforma permaneça na horizontal.

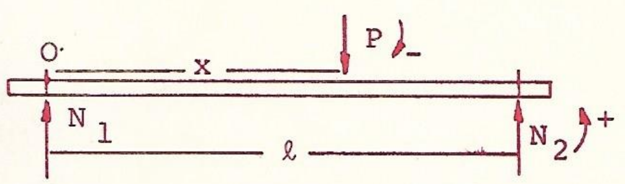
DADOS: $\gamma =$ peso específico da água.

Densidade da madeira em relação à água = 0,80.



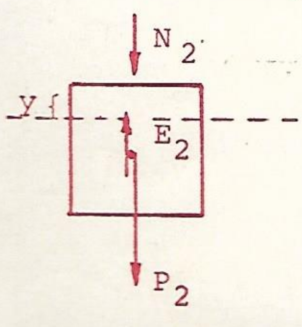
SOLUÇÃO

Isolando a plataforma:



$$\Sigma\tau_0 = 0 \Longrightarrow N_2\ell - Px = 0 \Longrightarrow x = N_2\frac{\ell}{P} \qquad (1)$$

Cálculo de N_2:

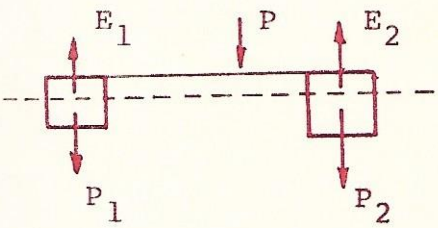


$$P_2 + N_2 = E_2 \Longrightarrow N_2 = E_2 - P_2 \Longrightarrow N_2 = \gamma ab(a-y) - 0,8\gamma\, aba \Longrightarrow$$

$$\Longrightarrow N_2 = \gamma ab(0,2\,a - y) \qquad (2)$$

6a. QUESTÃO (Continuação)

Cálculo de y:



$$E_1 + E_2 = P + P_1 + P_2$$

$$\gamma ab\left(\frac{a}{2} - y\right) + \gamma ab(a - y) = P + 0{,}8\ \gamma\ ab\frac{a}{2} + 0{,}8\ \gamma\ aba$$

$$\frac{a}{2} + a - 2y = \frac{P}{\gamma ab} + 0{,}8\ \frac{a}{2} + 0{,}8\ a$$

$$\frac{3a}{2} - 2y = \frac{P}{\gamma ab} + 1{,}2\ a$$

$$0{,}3a - \frac{P}{\gamma ab} = 2y \implies y = \frac{0{,}3a}{2} - \frac{P}{2\gamma ab} \qquad (3)$$

(3) em (2) e (2) em (1):

$$x = \frac{\ell}{P} \cdot \gamma ab\left(0{,}2a - \frac{0{,}3a}{2} + \frac{P}{2\gamma ab}\right) \implies$$

$$\implies x = \frac{\ell\gamma ab}{P}\left(\frac{0{,}1a}{2} + \frac{P}{2\gamma ab}\right) \implies x = \frac{\ell}{2P}(0{,}1\ \gamma a^2 b + P) \implies$$

$$\implies \boxed{x = \frac{\ell}{2}\left(\frac{0{,}1\ \gamma a^2 b}{P} + 1\right)}$$

7a. QUESTÃO

VALOR: 1,0

Duas fontes sonoras A e B irradiam uniformemente a uma freqüência de 600 Hz cada uma. A fonte A está parada enquanto que a B afasta-se da fonte A a 6,00 x 10 m/s. Um observador está entre as duas fontes, movendo-se, também para a direita, a 3,00 x 10 m/s. Calcular:

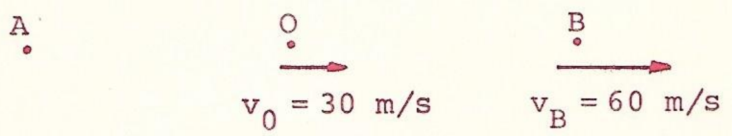
a) A freqüência do som ouvido pelo observador se a fonte A emitisse sozinha.

b) A freqüência do som ouvido pelo observador se a fonte B emitisse sozinha.

c) A freqüência de batimento do som ouvido pelo observador na emissão simultânea das duas fontes.

DADO: velocidade do som no ar $v = 330$ m/s.

SOLUÇÃO



a) $f_1 = f_A \dfrac{v - v_0}{v} \Longrightarrow 600 \dfrac{330 - 30}{330} \Longrightarrow \boxed{f_1 = 545 \text{ Hz}}$

b) $f_2 = f_A \dfrac{v + v_0}{v + v_F} \Longrightarrow f_2 = 600 \dfrac{330 + 30}{330 + 60} \Longrightarrow \boxed{f_2 = 554 \text{ Hz}}$

c) $f_{bat} = f_2 - f_1 \Longrightarrow f_{bat} = 554 - 545 \Longrightarrow \boxed{f_{bat} = 9{,}00 \text{ Hz}}$

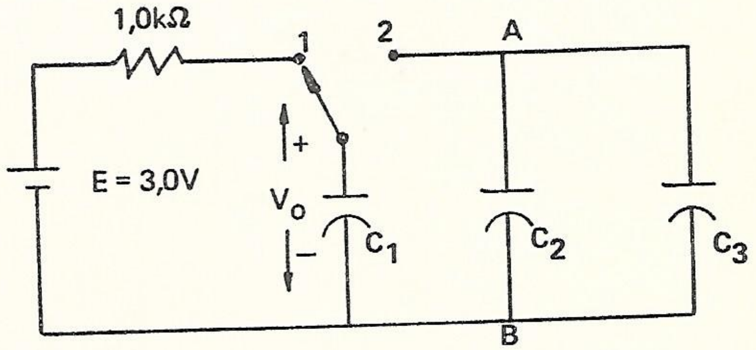
8a. QUESTÃO

No circuito da figura, onde $C_1=C_2=C_3= 1,0\mu F$, o capacitor C_1 é carregado com potencial $V_o = 3,0V$ pela bateria. Após um período de tempo suficientemente longo para que a carga de C_1 se complete, a chave é passada da posição 1 para a posição 2. Determinar.

a) A diferença de potencial entre os pontos A e B com a chave na posição 2.

b) A energia armazenada em C_1 quando a chave estava na posição 1.

c) A energia armazenada no sistema de capacitores com a chave na posição 2.



SOLUÇÃO

a) $Q_1 = C_1E \Longrightarrow Q_1 = 1,0 \,.\, 3,0 \Longrightarrow Q_1 = 3,0\ \mu C$

$Q = \frac{Q_1}{3} \Longrightarrow Q = 1,0\ \mu C$

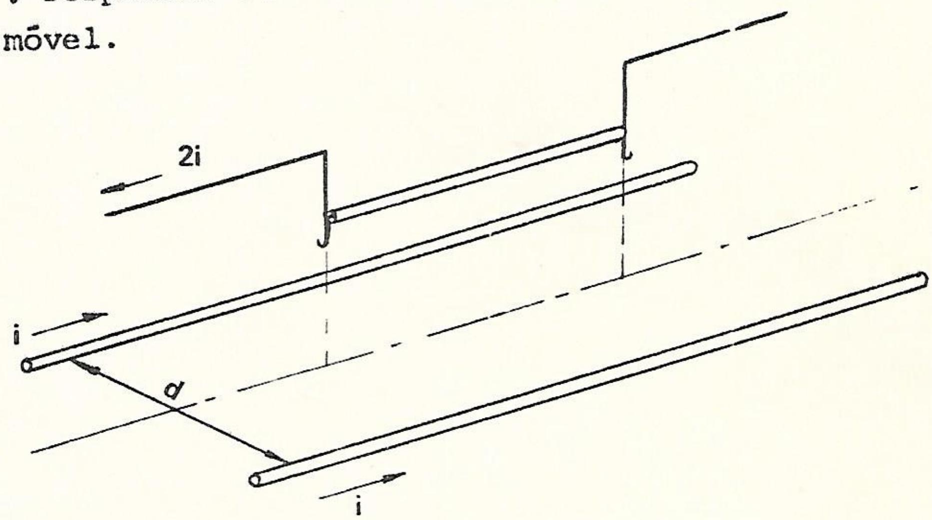
$V_{AB} = \frac{Q}{C} \Longrightarrow V_{AB} = \frac{1,0}{1,0} \Longrightarrow \boxed{V_{AB} = 1,0\ V}$

b) $U = \frac{1}{2}\ CE^2 \Longrightarrow U = \frac{1}{2}\ 1.9 \Longrightarrow \boxed{U = 4,5\ \mu J}$

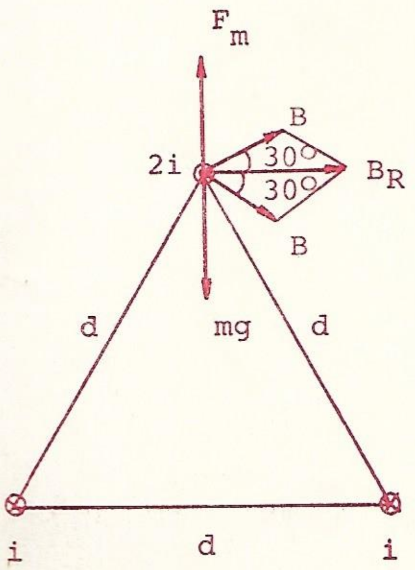
c) $U' = 3 \,.\, \frac{1}{2} C\ V_{AB}^2 \Longrightarrow U' = 3 \,.\, \frac{1}{2} \,.\, 1,0 \,.\, 1,0^2 \Longrightarrow \boxed{U' = 1,5\ \mu J}$

IME - CEE 83/84	FÍSICA		FOLHA 17
9a. QUESTÃO			VALOR: 1,0

Dois fios finos, longos, paralelos e distanciados de $d = 2,0\sqrt{3,0}$cm, são fixados em um plano horizontal ao ar livre e conduzem correntes de mesmo sentido e igual intensidade $\underline{i}$ amperes. Um terceiro condutor, de comprimento 20m e massa 40g, homogeneo e rígido. pode mover-se por guias condutoras sem atrito, em plano vertical simétrico aos condutores fixos, conduzindo corrente de sentido oposto à destes e de intensidade $\underline{2i}$ amperes. Calcular o valor da corrente $\underline{i}$ capaz de permitir o equilíbrio do condutor móvel em posição equidistante $2,0\sqrt{3,0}$cm dos condutores fixos. Usar $g = 10\ m/s^2$. Desprezar os efeitos das correntes das guias condutoras sobre o condutor móvel.



SOLUÇÃO



$$B_R = 2.B\cos 30^o \Longrightarrow B_R = 2.B\,\frac{\sqrt{3}}{2} \Longrightarrow B_R = B\sqrt{3}$$

$$B = \frac{\mu_0 i}{2\pi d} \Longrightarrow B_R = \frac{\mu_0 i\sqrt{3}}{2\pi d}$$

$$\left.\begin{array}{l} F_m = 2i\ell\, B_R \\ \\ F_m = mg \end{array}\right\} \cancel{2}i\ell \cdot \frac{\mu_0 i\sqrt{3}}{\cancel{2}\pi d} = mg$$

$$i^2 = \frac{\pi d m g}{\mu_0 \ell\sqrt{3}} \Longrightarrow i^2 = \frac{\pi.2\sqrt{3}.40.10^{-3}.10.10^{-2}}{4\pi.10^{-7}.20\sqrt{3}}$$

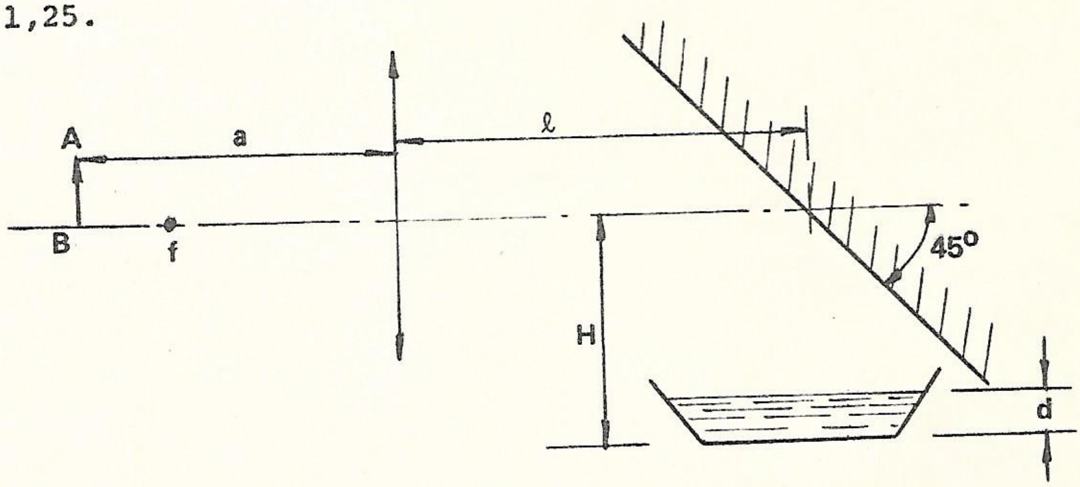
$$i^2 = 10^3 \Longrightarrow i = 10\sqrt{10} \Longrightarrow i = 31,6 \Longrightarrow$$

$$\Longrightarrow \boxed{i = 32\ A}$$

VALOR: 1,0

10a. QUESTÃO

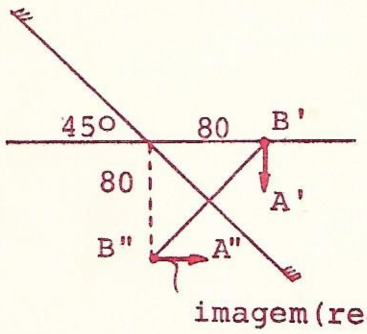
Um objeto AB encontra-se a uma distância $a=36$cm de uma lente com distância focal $f=30$cm. A uma distância $\ell = 1,0$m, após a lente, foi colocado um espelho plano, inclinado de 45^o em relação ao eixo ótico da lente. Determinar a distância H, entre o eixo ótico e o fundo de uma bacia com água, necessária para que se forme neste uma imagem nítida do objeto. A profundidade da água na bacia é $d= 20$cm. Sabe se que a camada de água, de espessura d, desloca a imagem de uma distância igual a $d(1 - \frac{1}{n})$, onde n é o índice de refração da água. Considerar o índice de refração da água $n= 1,25$.



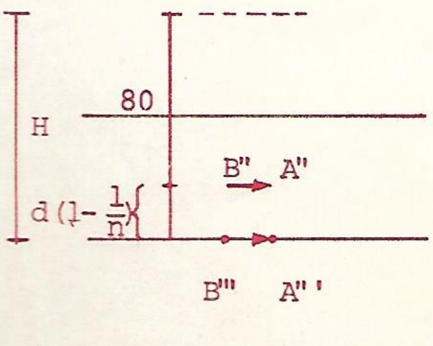
SOLUÇÃO

imagem fornecida pela lente

$\frac{1}{36} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{30} \Longrightarrow p' = 180$, esta imagem servirá como objeto virtual para o espelho



imagem(real) fornecida pelo espelho



$H = 80 + d(1 - \frac{1}{n})$

$H = 80 + 20(1 - \frac{1}{1,25})$

$\boxed{H = 84 \text{ cm}}$