ITA – FÍSICA – 1981
(Folha de São Paulo – 17/12/1980 – págs. 15, 16, 17 e 18)
(Curso Etapa)

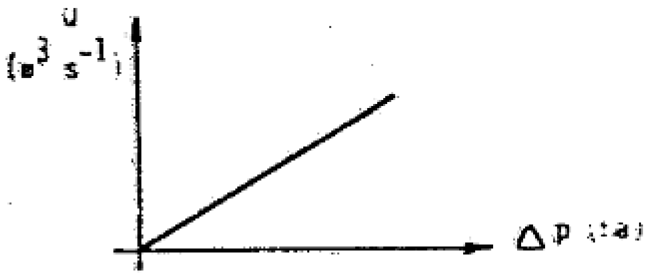
(Contém trechos pouco legíveis)

QUESTÃO 1

No estudo de escoamento de líquido através de tubos cilíndricos capilares, a viscosidade do fluido é dada por

$$\eta = \pi R^4 \Delta p/(8 L Q)$$

onde Δp é a diferença de pressão nos extremos de um tubo de raio R e comprimento L sendo Q a vazão. Considere o gráfico $Q \times \Delta p$



Qual das afirmações abaixo está correta:

a) $\eta = (\pi R^4/8L)$ cotg θ, onde θ é o ângulo entre o eixo Δp e a reta representativa da função, medido com um transferidor

b) $\eta = (\pi R^4/8L)$ tg θ, onde θ é definido como acima

c) $\eta = (8L/\pi R^4)$ tg β, onde β é o ângulo entre o eixo Q e a reta representativa da função, medido com transferidor

d) a reta não deveria passar pela origem dos eixos.

e) nenhuma das respostas acima é satisfatória.

alternativa e

Os ângulos θ e β, medidos como é sugerido na questão, não podem ser relacionados com as demais grandezas como foi apresentado.
Nada podemos dizer sobre a posição da reta representativa, pois não conhecemos as escalas utilizadas na construção do gráfico.

QUESTÃO 2

O fluxo de água através de um tubo capilar é dado pela expressão

$$Q = 0{,}393\,(P_1 - P_2)\,R^4 \eta^{-1}\, l^{-1}$$

onde P_1 e P_2 são os valores da pressão nas extremidades de um tubo cilíndrico de comprimento l e raio R. A viscosidade da água é dada por η.

Qual das afirmações está correta:

a) a vazão é diretamente proporcional ao comprimento do tubo

b) para um desvio $\pm \Delta R$ na medida de R o desvio relativo da função R^4 será: $\pm\, 4 R^3 \Delta R$

c) para um desvio Δl na medida de l o desvio da função l^{-1} será $\Delta l / l$

d) supondo que o desvio relativo na medida $(P_1 - P_2)$ seja muito maior que os demais desvios relativos então o desvio em Q será:
$\pm \Delta Q = 0{,}393\, R^4 \eta^{-1}\, l^{-1}\, \Delta (P_1 - P_2)$

e) nenhuma das respostas anteriores é satisfatória.

alternativa d

Na condição proposta em d temos:

$$\pm \frac{\Delta Q}{Q} = \frac{\Delta (P_1 - P_2)}{(P_1 - P_2)} \iff \pm \Delta Q = \frac{Q \cdot \Delta (P_1 - P_2)}{(P_1 - P_2)}$$

$$\Longrightarrow \quad \pm \Delta Q = \frac{0{,}393 \cdot \cancel{(P_1 - P_2)}\, R^4 \eta^{-1} \cdot l^{-1} \cdot \Delta (P_1 - P_2)}{\cancel{(P_1 - P_2)}}$$

$$\Longrightarrow \quad \boxed{\pm \Delta Q = 0{,}393\, R^4 \eta^{-1} \cdot l^{-1}\, \Delta (P_1 - P_2)}$$

QUESTÃO 3

Considere um sistema bate-estacas desses usados em construção civil. Seja H a altura de queda do martelo que tem massa m_M e seja m_E a massa da estaca a ser cravada. Desejamos aumentar a penetração a cada golpe e para isso podemos alterar H ou m_M. Considere o choque inelástico e despreze o atrito com o ar.

Qual das afirmativas está correta:

a) duplicando a altura de queda do martelo também duplicamos sua velocidade no instante no impacto

b) duplicando a massa do martelo estaremos duplicando a energia cinética do sistema martelo mais estaca imediatamente após o choque

c) a energia cinética do sistema é, após o choque, menor quando duplicamos a massa do que quando duplicamos a altura de queda

d) o fato de modificarmos H ou m_M não altera o poder de penetração da estaca

e) duplicando a massa do martelo estaremos duplicando a quantidade de movimento do sistema após o choque.

alternativa e

Imediatamente após o choque, a quantidade de movimento do sistema é igual à quantidade de movimento imediatamente antes; dobrando a massa do martelo, a quantidade de movimento do sistema dobra.

QUESTÃO 4

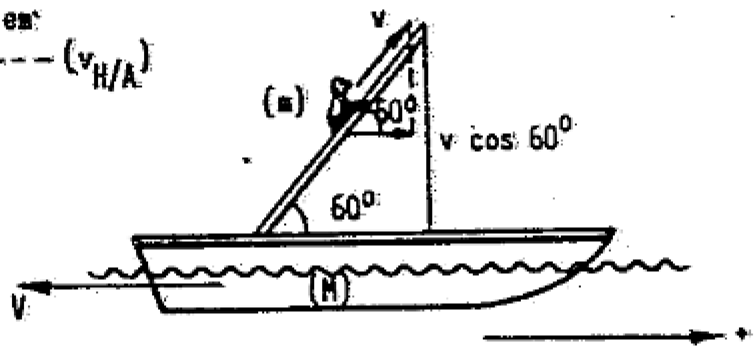
No barco da figura há um homem de massa 60 kg subindo uma escada solidária ao barco e inclinada de 60^o sobre o plano horizontal. Sabe-se que os degraus da escada estão distanciados de 20 cm um do outro e que o homem galga um degrau por segundo. A massa total do sistema barco mais escada é 300 kg. Sabendo que inicialmente o barco e o homem estavam em repouso em relação à água, podemos concluir que o barco passará a mover-se com velocidade de:

a) 10 cm/s b) 2,0 cm/s c) 2,5 cm/s

d) $10\sqrt{3}$ cm/s e) 1,66 cm/s

alternativa e

Sendo:
- massa do homem m = 60 kg
- velocidade do homem em relação ao barco ----- $v = \frac{\Delta S}{\Delta t} \Rightarrow v = \frac{20}{1} \Rightarrow v = 20$ cm/s
- massa do sistema barco mais escada ------ M = 300 kg
- velocidade do barco em relação a água ---- (V)
- velocidade do homem em relação a água ------- ($v_{H/A}$)



Na direção horizontal teremos:

$$\vec{v}_{H/A} = \vec{v} \cos 60^o + \vec{V} \Rightarrow v_{H/A} = 20 \cdot \frac{1}{2} + (-V) \Rightarrow v_{H/A} = 10 - V$$

Pelo princípio de conservação da quantidade de movimento, na direção horizontal vem:

$$-MV + m\, v_{H/A} = 0$$

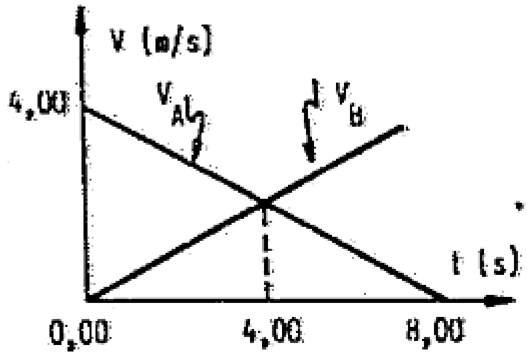
$$300\, V - 60\,(10 - V) = 0$$

$$300\, V - 600 + 60\, V = 0$$

$$\boxed{V = 1{,}66 \text{ cm/s}}$$

QUESTÃO 5

05. Dois móveis A e B percorrem uma mesma reta, no mesmo sentido, de tal maneira que, no instante $t = 0,00$ s a distância entre eles é de 10,0 m.
Os gráficos de suas velocidades são os da figura ao lado.
Sabe-se que os móveis passam um pelo outro num certo instante $t_E > 0$, no qual a velocidade de B em relação a A tem um certo valor V_{BA}.
Podemos concluir que:



a) $t_E = 8,00$ s e $V_{BA} = 4,00$ m . s^{-1}

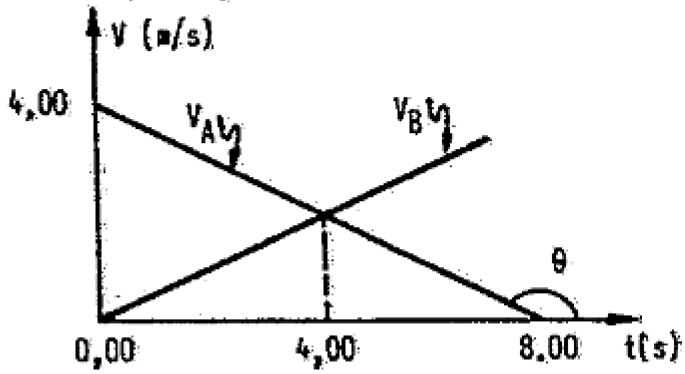
b) $t_E = 4,00$ s e $V_{BA} = 0,00$ m . s^{-1}

c) $t_E = 10,00$ s e $V_{BA} = 6,00$ m . s^{-1}

d) o problema como foi proposto não tem solução;

e) $t_E = 8,00$ s e $V_{BA} = 4,00$ m . s^{-1}

alternativa c



Para o móvel (A), teremos:

$S_{0A} = 10,0$ m

$V_{0A} = 4,00$ m . s^{-1}

$\alpha_A = tg\,\theta \implies \alpha_A = -\dfrac{4,00}{8,00} \implies \alpha_A = -0,500\ m/s^2$

Logo:

$$S_A = S_{0A} + V_{0A}t + \frac{\alpha_A t^2}{2}$$

$$V_A = V_{0A} + \alpha_A t$$

(1) $S_A = 10,0 + 4,00\,t - 0,250\,t^2$

(2) $V_A = 4,00 - 0,500\,t$

Para o móvel (B), teremos: $S_B = S_{0B} + V_{0B}t + \dfrac{\alpha_B t^2}{2}$

$S_{0B} = 0{,}00\ m$
$V_{0B} = 0{,}00\ m/s$

(3) $S_B = \dfrac{\alpha_B\ .\ t^2}{2}$

$V_B = V_{0B} + \alpha_B\ .\ t$

(4) $V_B = \alpha_B t$

No instante $t = 4{,}00\ s$ os móveis possuem a mesma velocidade

$V_A = V_B$

$4{,}00 - 0{,}500\ t = \alpha_B t$ (para $t = 4{,}00\ s$)

$4{,}00 - 0{,}500\ (4{,}00) = \alpha_B\ (4{,}00) \Longrightarrow \alpha_B = 0{,}500\ m/s^2$

Substituindo-se em (3) e (4) vem:

$S_B = 0{,}250\ t^2$ $V_B = 0{,}500\ t$

No instante t_E os móveis ocupam a mesma posição; logo: $S_A = S_B$

$10{,}0 + 4{,}00\ t_E - 0{,}250\ t_E^2 = 0{,}250\ t_E^2$

$0{,}500\ t_E^2 - 4{,}00\ t_E - 10{,}0 = 0$ Resolvendo: $\boxed{t_E = 10{,}00\ s}$

Nesse instante; $t_E = 10{,}00\ s$ teremos:

$V_A = 4{,}00 - 0{,}500\ (10{,}00) \Longrightarrow V_A = -1{,}00\ m/s$

$V_B = 0{,}500\ (10{,}00) \Longrightarrow V_B = 5{,}00\ m/s$

$V_{B/A} = V_B - V_A \Longrightarrow V_{B/A} = 5{,}00 - (-1{,}00) = 6{,}00 \Longrightarrow \boxed{V_{B/A} = 6{,}00\ m/s}$

QUESTÃO 6

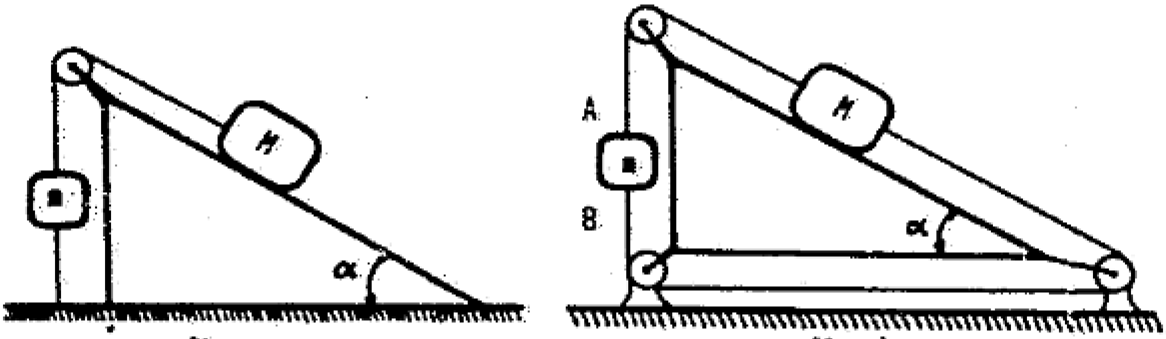


fig. a fig. b

A figura (a) representa um plano inclinado cujo ângulo de inclinação sobre o horizonte é α. Sobre ele pode deslizar, sem atrito, um corpo de massa M. O contrapeso tem massa m, e uma das extremidades do fio está fixa ao solo. Na figura (b) o plano inclinado foi suspenso, de modo a se poder ligar as massas m e M por meio de outro fio. Desprezando os atritos nos suportes dos fios, desprezando a massa dos fios e sendo dada a aceleração da gravidade g, podemos afirmar que:

a) No caso (a) a posição de equilíbrio estático do sistema ocorre se e somente se $M \operatorname{sen} \alpha = m$

b) Tanto no caso (a) como no caso (b) o equilíbrio se estabelece quando e somente quando $M = m$;

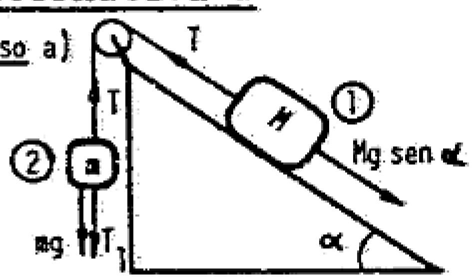
c) No caso (b) o corpo m é tracionado em A por uma força $T_A = (m + M \operatorname{sen} \alpha)\, g$;

d) No caso (b), a aceleração do corpo M é $g\,(M \operatorname{sen} \alpha - m) / (M + m)$ no sentido descendente;

e) No caso (a) não há nenhuma posição possível de equilíbrio estático.

alternativa d

caso a)



$$(1)\quad T = Mg\ \text{sen}\,\alpha$$
$$(2)\quad T = mg + T_1$$
$\Longrightarrow$

$T_1 = Mg\ \text{sen}\,\alpha - mg$

$T_1 = g\,(M\ \text{sen}\,\alpha - m)$

Logo, ocorre equilíbrio estático para $M\ \text{sen}\,\alpha > m$

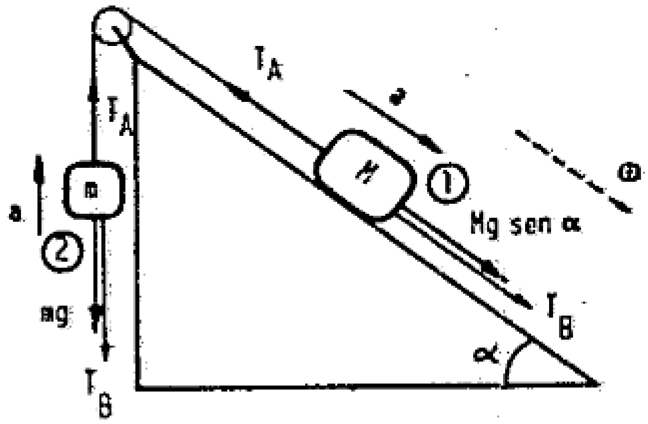
caso b)

$$\left.\begin{array}{l} T_B + Mg\ \text{sen}\,\alpha - T_A = Ma \\ T_A - T_B - mg = ma \end{array}\right] (+)$$

$$Mg\ \text{sen}\,\alpha - mg = a\,(M + m)$$

$$\boxed{a = g\,(M\ \text{sen}\,\alpha - m)/(M+m)}$$

(no sentido descendente)



"A intensidade da tração T_A fica indeterminada pois trata-se de um sistema hiperestático".

QUESTÃO 7

Um satélite artificial de dimensões desprezíveis gira em torno da Terra em órbita circular de raio R. Sua massa é m e a massa da Terra é M (muito maior que m). Considerando a Terra como uma esfera homogênea e indicando a constante de gravitação universal por G podemos afirmar que:

a) A aceleração normal do satélite é dirigida para o centro da Terra e sua aceleração tangencial vale GMR^{-2};

b) Se a atração gravitacional pudesse ser substituída pela ação de um cabo de massa desprezível, ligando o satélite ao centro da Terra, a tensão nesse cabo seria dada por $GmM/(2R^2)$;

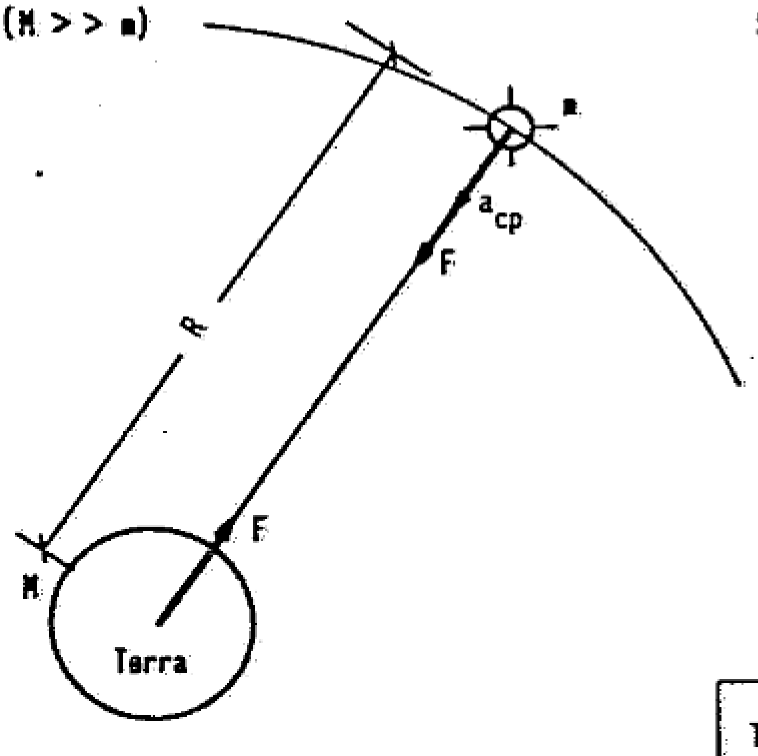
c) Em relação ao satélite, a Terra percorre uma circunferência de raio $\frac{mR}{M}$;

d) O período de rotação do satélite é $2\pi\sqrt{R^3/GM}$

e) A Terra é atraída pelo satélite com uma força de intensidade $\frac{m}{M}$ vezes menor que a força com a qual o satélite é atraído pela Terra.

alternativa d

$(M >> m)$



Supondo a Terra estacionária teremos:

$$F = m\,a_{cp}$$

$$\frac{GMm}{R^2} = m\omega^2 R$$

$$\frac{GM}{R^3} = \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2$$

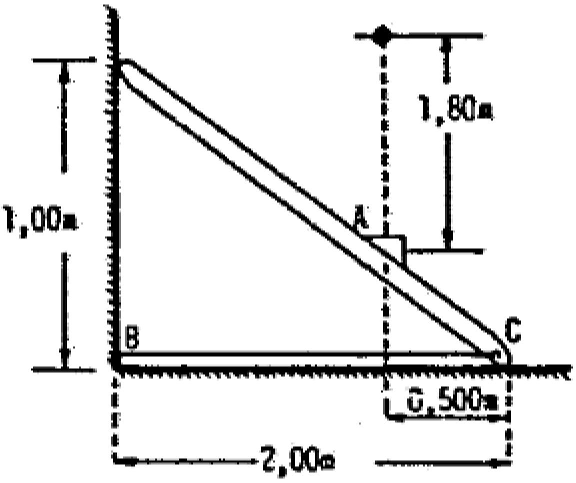
$$\frac{GM}{R^3} = \frac{4\pi^2}{T^2}$$

$$\boxed{T = 2\pi\sqrt{R^3/GM}}$$

QUESTÃO 8

Uma escada rígida de massa 15,0 kg está apoiada numa parede e no chão, lisos, e está impedida de deslizar por um cabo horizontal BC, conforme a figura.

Uma pedra de dimensões pequenas e massa 5,00 kg é abandonada de uma altura de 1,80 m acima do ponto A, onde sofre colisão elástica ricocheteando verticalmente. Sabendo-se que a duração do choque é de 0,03 s e que a aceleração da gravidade é de 10,0 $m.s^{-2}$, pode-se afirmar que a tensão no cabo durante a colisão valerá:



a) 1200 N; b) 1150 N; c) 2025 N; d) 1400 N; e) 900 N.

alternativa b

O módulo de velocidade com que a pedra atinge a escada é dado por

$$|\vec{v}| = \sqrt{2gh} \Rightarrow |\vec{v}| = \sqrt{2 \cdot 10,0 \cdot 1,80} \Rightarrow |\vec{v}| = 6,0 \text{ m/s}$$

O choque é elástico: após o choque a pedra tem velocidade vertical ascendente de módulo 6,0 m/s.

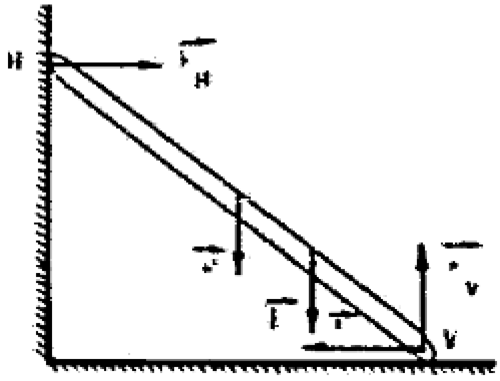
Variação do módulo de quantidade de movimento durante o choque $\left(|\Delta \vec{Q}|\right)$:

$$|\Delta \vec{Q}| = 2 \cdot m\,|\vec{v}| \Rightarrow |\Delta \vec{Q}| = 2 \cdot 5,0 \cdot 6,0 \Leftrightarrow |\Delta \vec{Q}| = 60,0 \text{ N.s}$$

A força média $\vec{F}$ sobre a escada durante o choque é tal que:

$$|\vec{F}| = \frac{|\Delta \vec{Q}|}{\Delta t} \Rightarrow |\vec{F}| = \frac{60,0}{0,03} \Rightarrow |\vec{F}| = 2\,000 \text{ N}$$

Forças sobre a escada durante o choque.



Temos:

$F_V = P + F \Rightarrow F_V = mg + F \Rightarrow$

$\Rightarrow F_V = 15,0 \cdot 10,0 + 2\,000 \Rightarrow$

$\Rightarrow F_V = 2150 \text{ N}$

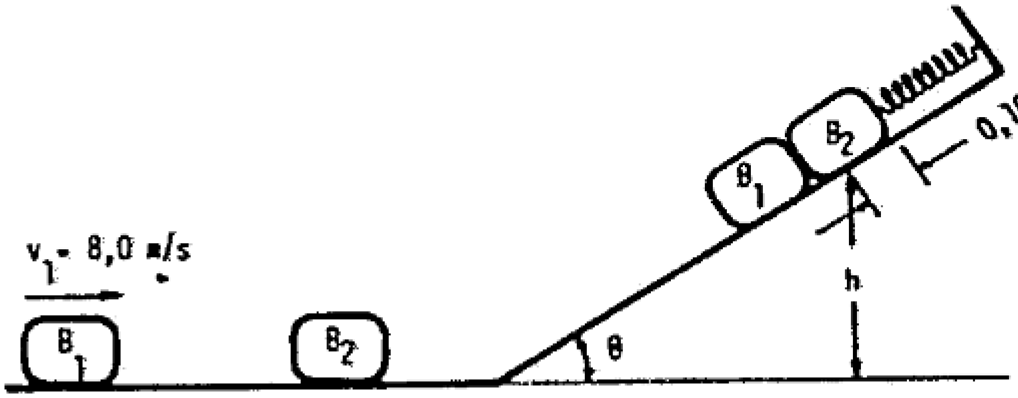
Para os momentos em relação a $\underline{H}$

$150 \cdot 1,00 + 2000 \cdot 1,50 + T \cdot 1,00 = 2150 \cdot 2,00 \Rightarrow$

$\Rightarrow \boxed{T = 1150 \text{ N}}$

QUESTÃO 9

O bloco B_1 de massa igual a 1,0 kg e velocidade de 8,0 $m.s^{-1}$ colide com um bloco idêntico B_2, inicialmente em repouso. Após a colisão ambos os blocos ficam grudados e sobem a rampa até comprimir a mola M de 0,10 m. Desprezando os atritos e considerando $g = 10\ m.s^{-2}$; $h = 0,50\ m$ e $\theta = 30^o$, pergunta-se qual o valor da constante da mola.



a) $1,2 \times 10^3\ N.m^{-1}$

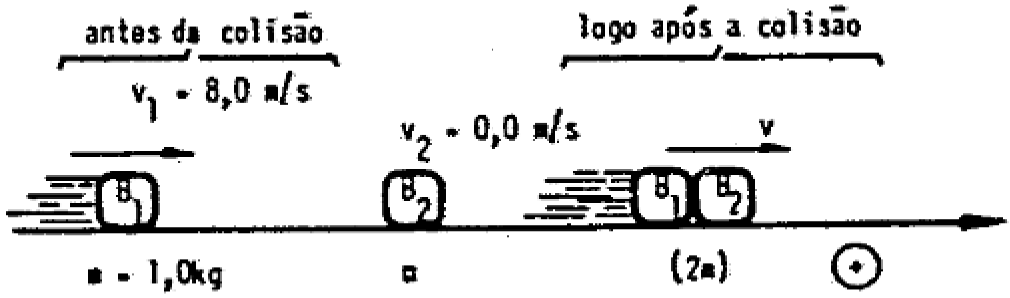
b) $1,0 \times 10^3\ N.m^{-1}$

c) $6,4 \times 10^3\ N.m^{-1}$

d) $3,2 \times 10^3\ N.m^{-1}$

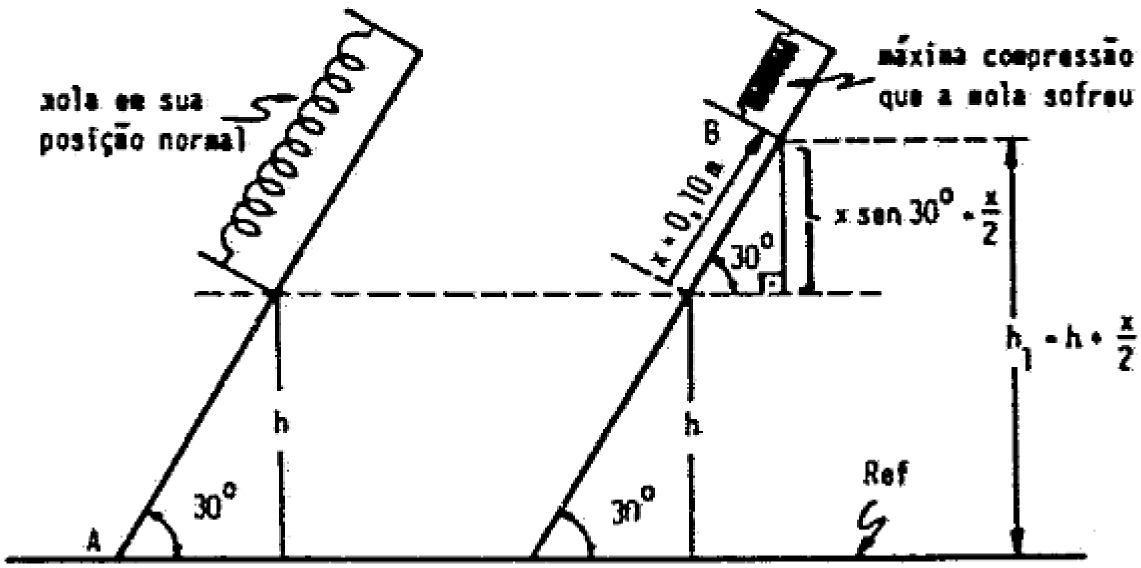
e) $1,1 \times 10^2\ N.m^{-1}$

alternativa b



do princípio de conservação da quantidade de movimento, teremos:

$$m\,v_1 = (2m)v \Longrightarrow v = \frac{v_1}{2} \Longrightarrow v = \frac{8{,}0}{2} \Longrightarrow v = 4{,}0\ m/s$$



Do princípio de conservação da energia mecânica para o referencial indicado, vem:

$$E_A = E_B$$

$$\frac{(2m)v^2}{2} = (2m)g\left(h + \frac{x}{2}\right) + \frac{k\,x^2}{2}$$

$$(2m)v^2 = (4m)gh + (2m)g\,x + k\,x^2$$

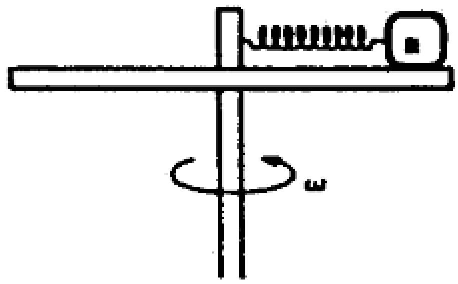
$$k = \frac{2m(v^2 - 2gh - gx)}{x^2}$$

$$k = \frac{2(1{,}0)\left[(4{,}0)^2 - 2.10(0{,}50) - 10.(0{,}10)\right]}{(0{,}10)^2}$$

$$\boxed{k = 1{,}0 \cdot 10^3\ N.m^{-1}}$$

QUESTÃO 10

A figura ao lado representa uma mesa horizontal muito lisa que gira em torno de um eixo vertical com velocidade angular ω constante. Um objeto de massa m apoiado sobre a mesa gira com a mesma velocidade angular, graças apenas à ação de uma mola de constante elástica K, de massa desprezível, e cujo comprimento é ℓ, quando não solicitada. Podemos afirmar que



a) ω é certamente maior que $(K/m)^{1/2}$

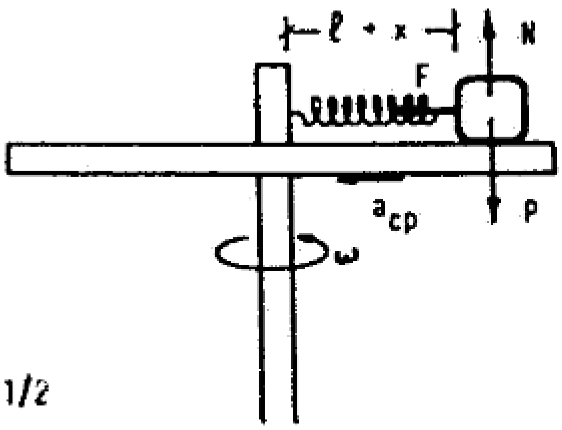
b) se ℓ for desprezível e $\omega = (K/m)^{1/2}$, o objeto pode estar localizado em qualquer ponto da mesa

c) a elongação da mola é $x = K\ell\,(m\omega^2)^{-1}$

d) a elongação da mola é proporcional a ω.

e) a aceleração tangencial do objeto é igual a $K\ell m^{-1}$.

alternativa b



$F = m\,a_{cp}$

$F = m\,\omega^2(\ell + x)$ lembrando que $F = Kx$,

teremos $Kx = m\,\omega^2(\ell + x)$

$$\omega = \left[\frac{Kx}{m(\ell + x)}\right]^{1/2}$$

Se "ℓ" for desprezível $\Longrightarrow$ $\omega = \left[\left(\frac{Kx}{mx}\right)\right]^{1/2}$

$$\boxed{\omega = \left(\frac{K}{m}\right)^{1/2}}$$

Com esta velocidade angular, ocorre o equilíbrio, em relação a mesa girante, com o objeto localizado em qualquer ponto da mesa.

QUESTÃO 11

Um cubo de 1,0 cm de lado, construído com material homogêneo de massa específica 10 $g.cm^{-3}$, está em equilíbrio no seio de dois líquidos, L_1 e L_2, de densidades respectivamente iguais a $\rho_{L_1} = 14\ g.cm^{-3}$ e $\rho_{L_2} = 2,0\ g.cm^{-3}$ de acordo com a figura 1. Posteriormente, L_2 é substituído por um líquido L_3 e o cubo assume nova posição de equilíbrio, como mostra a figura 2. As alturas h_1, h_2, e a densidade ρ_{L_3} são, respectivamente:

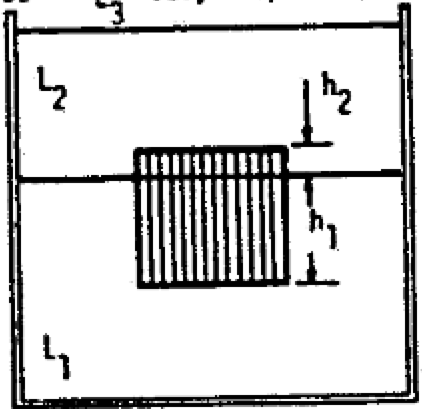


fig. 1

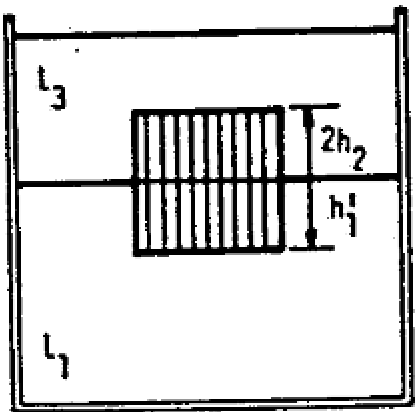


fig. 2

a) 2/3 cm; 1/3 cm; 9,0 $g.cm^{-3}$
b) 1/3 cm; 2/3 cm; 8,0 $g.cm^{-3}$
c) 0,4 cm; 0,6 cm; 8,0 $g.cm^{-3}$
d) 2/3 cm; 1/3 cm; 8,0 $g.cm^{-3}$
e) 0,4 cm; 0,6 cm; 9,0 $g.cm^{-3}$

alternativa d

Na situação 1 temos:

$$P_c = P_{L_1} + P_{L_2} \qquad \begin{array}{l} E_1 = P_{L_1} \text{ - peso do líquido 1 deslocado} \\ E_2 = P_{L_2} \text{ - peso do líquido 2 deslocado} \end{array}$$

$$m_c \cdot \cancel{g} = m_{L_1} \cdot \cancel{g} + m_{L_2} \cdot \cancel{g}$$

$$\rho \cancel{A} . (h_1 + h_2) = \rho_{L_1} \cdot \cancel{A}\, h_1 + \rho_{L_2} \cdot \cancel{A}\, h_2 \qquad \left\{ \begin{array}{l} A \text{ - área de base do cubo} \\ h_1 + h_2 = 1{,}0 \text{ cm} \\ h_2 = 1{,}0 - h_1 \end{array} \right.$$

Substituindo os valores

$$10 \times 1{,}0 = 14 . h_1 + 2 . h_2$$

$$14 h_1 + 2 . (1{,}0 - h_1) = 10 \Longleftrightarrow \boxed{h_1 = \frac{2}{3} \text{ cm}}$$

$$h_2 = 1{,}0 - h_1 \Longleftrightarrow \boxed{h_2 = \frac{1}{3} \text{ cm}}$$

Na situação 2 temos:

$$\rho (h_1' + 2 h_2) = \rho_{L_1}\, h_1' + 2\, \rho_{L_3}\, h_2 \qquad \left\{ \begin{array}{l} h_1' + 2 h_2 = 1{,}0 \text{ cm} \\ h_1' = \frac{1}{3} \text{ cm} \end{array} \right.$$

Substituindo temos

$$10 \times 1{,}0 = 14 . \frac{1}{3} + 2 \rho_{L_3} \cdot \frac{1}{3} \Longleftrightarrow \boxed{\rho_{L_3} = 8{,}0 \text{ g.cm}^{-3}}$$

QUESTÃO 12

Dois recipientes contêm, respectivamente, massas diferentes de um mesmo gás ideal, à mesma temperatura inicial. Fornecendo-se a cada um dos vasos, quantidades iguais de calor, constata-se que suas temperaturas passam a ser T_1 e T_2, diferentes entre si. Nessas circunstâncias, pode-se dizer que

a) as energias internas dos dois gases, que eram inicialmente iguais, após o fornecimento de calor continuam iguais.

b) as energias internas, que eram inicialmente diferentes, continuam diferentes.

c) as energias internas que eram iguais, agora são diferentes.

d) as energias internas variam.

e) faltam dados para responder algo a respeito da variação de energia interna.

alternativa d

As temperaturas variam; sendo a energia interna diretamente proporcional à temperatura absoluta do gás, concluímos que as energias internas variam.

QUESTÃO 13

Dentro de um calorímetro de capacidade térmica 50 $J.^oC^{-1}$, deixa-se cair um sistema de duas massas de 100 g cada uma, ligadas por uma mola de massa desprezível. A altura da qual o sistema é abandonado é de 1,0 m acima do fundo do calorímetro e a energia total de oscilação do sistema é, inicialmente, de 1,5 J. Dada a aceleração da gravidade g = 10 $m.s^{-2}$ e sabendo, que após um certo tempo, as duas massas se encontram em repouso no fundo do calorímetro, pode-se afirmar que a variação da temperatura, no interior do calorímetro, desprezando-se a capacidade térmica do sistema oscilante, é de

a) 0,07 °C. b) 0,04 °C. c) 0,10 °C. d) 0,03 °C e) 1,10 °C.

alternativa a

Na situação idealizada no problema, a energia potencial gravitacional E_p das massas em relação ao fundo do calorímetro mais a energia total de oscilação E se transforma em calor Q, que aquece o calorímetro.

Temos:

$E_p = mgh$; $Q = C.\Delta t$

$Q = E_p + E \longrightarrow C.\Delta t = mgh + E$

$\therefore \Delta t = \dfrac{mgh + E}{C}$

$\Delta t = \dfrac{0,200 . 10 . 1,0 + 1,5}{50}$

$\boxed{\Delta t = 0,07\ ^oC}$

QUESTÃO 14

Uma corda de 2,00 m de comprimento e massa igual a $2{,}00 \times 10^{-2}$ kg (uniformemente distribuída) está submetida a uma força de tração de $1{,}00 \times 10^{2}$ N. A corda é obrigada a vibrar de modo a realizar o modo normal correspondente à freqüência mais baixa. Calcular a freqüência de vibração dos pontos da corda.

a) 25 Hz b) 50 Hz c) $25/\sqrt{2}$ Hz d) $25\sqrt{2}$ Hz e) $50\sqrt{2}$ Hz

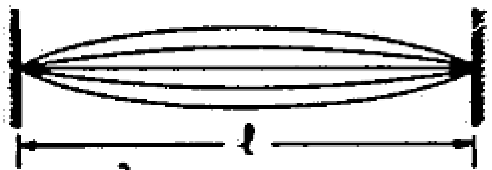
alternativa a

$m = 2{,}00 \cdot 10^{-2}$ kg

$\ell = 2{,}00$ m

$T = 1{,}00 \cdot 10^{2}$ N

Som fundamental



$$\ell = \frac{\lambda}{2} \Longrightarrow \lambda = 2\ell = 2 \cdot 2{,}00$$

$$\lambda = 4{,}00 \text{ m}$$

$$\left.\begin{array}{l} v = \sqrt{\dfrac{T}{\mu}} \\ \mu = \dfrac{m}{\ell} \end{array}\right| \Longrightarrow v = \sqrt{\frac{T\ell}{m}} = \sqrt{\frac{1{,}00 \cdot 10^{2} \cdot 2{,}00}{2{,}00 \cdot 10^{-2}}} \Longrightarrow v = 100 \text{ m/s}$$

Como $v = \lambda f$ vem: $100 = 4{,}00 f \Longrightarrow \boxed{f = 25 \text{ Hz}}$

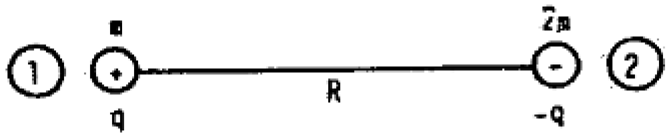
QUESTÃO 15

Duas partículas de massas m e 2m, respectivamente, têm cargas elétricas q de mesmo módulo mas de sinais opostos. Estando inicialmente separadas de uma distância R, são soltas a partir do repouso. Nestas condições, quando a distância entre as partículas for R/2, desprezando-se a ação gravitacional terrestre, se $k = 1/(4\pi\varepsilon_0)$, unidades SI, pode-se afirmar que:

a) ambas terão a mesma velocidade igual a $q\sqrt{k/3mR}$
b) ambas terão a mesma velocidade igual a $q\sqrt{k/mR}$
c) ambas terão a mesma velocidade igual a $2q\sqrt{k/3mR}$
d) uma terá velocidade $q\sqrt{k/mR}$ e outra velocidade $2q\sqrt{k/3mR}$
e) uma terá velocidade $q\sqrt{k/3mR}$ e outra velocidade $2q\sqrt{k/3mR}$

alternativa e

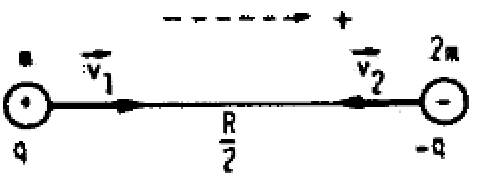
Admitiremos, sem prejuízo da solução; partícula (1) positiva e partícula (2) negativa.



Energia Potencial elétrica do sistema em repouso.

$$E_{p_0} = q.V = \frac{q\,K(-q)}{R} = \frac{-Kq^2}{R}$$

Energia Potencial elétrica do sistema em movimento.



$$E_p = \frac{-2Kq^2}{R}$$

A diferença de energia potencial converteu-se em cinética.

$$E_{c_1} + E_{c_2} = E_{p_0} - E_p \Longrightarrow E_{c_1} + E_{c_2} = \frac{Kq^2}{R} \qquad (I)$$

Conservação da quantidade de movimento.

$$Q_f = Q_i \qquad mv_1 - 2mv_2 = 0 \qquad \underline{v_1 = 2v_2}$$

$$(I) \quad \frac{1}{2}mv_1^2 + mv_2^2 = \frac{Kq^2}{R} \qquad \frac{1}{2}m(2v_2)^2 + mv_2^2 = \frac{Kq^2}{R}$$

donde

$$\boxed{v_2 = q\sqrt{K/3mR}} \quad e \quad \boxed{v_1 = 2q\sqrt{K/3mR}}$$

QUESTÃO 16

Faz-se o pólo norte de um ímã aproximar-se da extremidade de um solenóide, em circuito aberto, conforme ilustra a figura abaixo. Nestas condições, durante a aproximação, aparece:

a) uma corrente elétrica que circula pela bobina;
b) um campo magnético paralelo ao eixo da bobina e contrário ao campo do ímã;
c) uma força eletromotriz entre os terminais da bobina;
d) um campo magnético perpendicular ao eixo da bobina;
e) um campo magnético paralelo ao eixo da bobina e de sentido oposto ao do ímã.

alternativa c

Quando o ímã se aproxima da bobina, devido a variação do fluxo magnético, teremos uma força eletromotriz induzida entre seus terminais (Lei de Faraday). O fato de termos circuito aberto, não nos permite garantir a existência de correntes, nem de campos magnéticos.

QUESTÃO 17

O átomo de hidrogênio é constituído de um próton e de um elétron e, para algumas finalidades, o elétron pode ser suposto em órbita circular ao redor do próton, com raio $a_0 = \hbar/me^2 = 0{,}53 \times 10^{-8}$ cm, com velocidade $v = e^2/\hbar$. Sabe-se que a carga do elétron vale $e = 1{,}6 \times 10^{-19}$ C, e que $\hbar = h/2\pi = 1{,}1 \times 10^{-34}$ J.s. Assim sendo, pode-se afirmar que a corrente elétrica, expressa em ampères, equivalente a esta carga em revolução, vale:

a) $1{,}1 \times 10^{-13}$;
b) $2{,}4 \times 10^{-13}$;
c) $1{,}1 \times 10^{-22}$;
d) $3{,}6 \times 10^{-23}$;
e) $2{,}4 \times 10^{-10}$

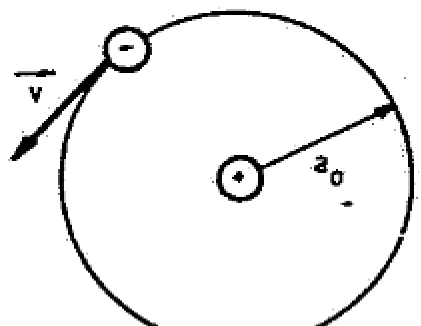
alternativa a

$a_0 = 0{,}53 \cdot 10^{-10}$ m

$e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C

$v = \dfrac{e^2}{\hbar}$

$\hbar = 1{,}1 \cdot 10^{-34}$ J.s



A intensidade da corrente é calculada por;

$i = \dfrac{e}{T}$ T é o período

$$T = \frac{2\pi a_0}{v} = \frac{2\pi a_0 \cdot \hbar}{e^2} \qquad i = \frac{e}{T} = \frac{e^3}{2\pi a_0 \hbar} \Longrightarrow$$

$$i = \frac{(1{,}6 \cdot 10^{-19})^3}{2 \cdot 3{,}14 \cdot 0{,}53 \cdot 10^{-10} \cdot 1{,}1 \cdot 10^{-34}} \Longrightarrow \boxed{i = 1{,}1 \cdot 10^{-13}\,\text{A}}$$

QUESTÃO 18

A diferença de potencial entre os terminais de uma bateria é 8,5 V, quando há uma corrente que a percorre, internamente, do terminal negativo para o positivo, de 3 A. Por outro lado, quando a corrente que a percorre internamente for de 2 A, indo do terminal positivo para o negativo, a diferença de potencial entre seus terminais é de 11 V. Nestas condições, a resistência interna da bateria, expressa em ohms, e a sua força eletromotriz, expressa em volts, são respectivamente:

a) 2 e 100 b) 0,5 e 10 c) 0,5 e 12 d) 1,5 e 10 e) 5 e 10

alternativa b

Bateria funcionando como gerador:

$U = E - r \cdot i$

I) $8,5 = E - r.3$

Bateria funcionando como receptor:

$U' = E + r.i'$

II) $11 = E + r \cdot 2$

De I e II, vem:

$\boxed{r = 0,5\,\Omega}$

$\boxed{E = 10\ V}$

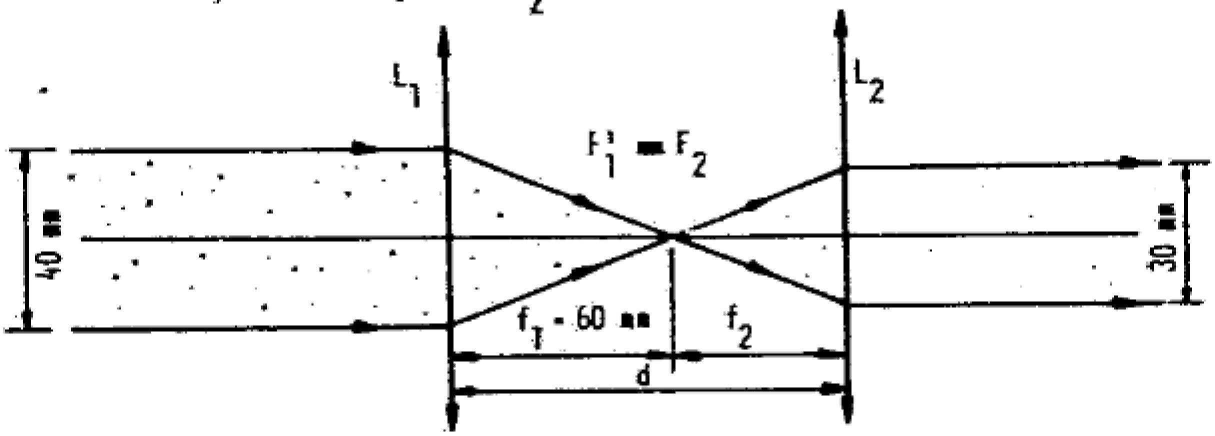
QUESTÃO 19

Um sistema ótico é composto por duas lentes esféricas, convergentes L_1 e L_2 dispostas coaxialmente. As distâncias focais são, respectivamente, f_1 e f_2 e a distância entre elas é d. Um feixe de luz cilíndrico de 40 mm de diâmetro incide sobre L_1, segundo o seu eixo, e emerge de L_2 como um feixe também cilíndrico de 30 mm de diâmetro. Se $f_1 = 60$ mm, pode-se afirmar que a distância d será:

a) 45 mm
b) 8 mm
c) 15 mm
d) 105 mm
e) qualquer valor pois o fenômeno citado independe da distância em consideração

alternativa d

Após a refração em L_1, para os raios emergirem de L_2 paralelos ao eixo óptico devem incidir pelo foco objeto de L_2



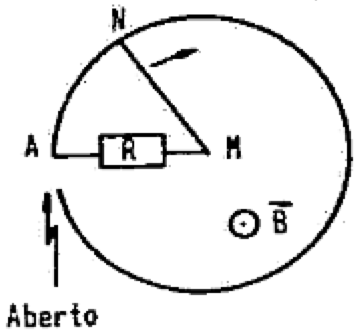
Pela semelhança dos triângulos: $\frac{40}{60} = \frac{30}{f_2} \Longrightarrow f_2 = 45$ mm

Como $d = f_1 + f_2 \Longrightarrow d = 60 + 45$

$$\boxed{d = 105 \text{ mm}}$$

QUESTÃO 20

O circuito da figura ao lado é constituído de um ponteiro metálico MN, com uma das extremidades pivotadas em M e a outra extremidade, N, deslizando sobre uma espira circular condutora de raio MN = 0,4 m. R é um resistor ligando os pontos M e A. A espira é aberta num ponto ao lado da extremidade A, e o circuito AMN é fechado. Há uma indução magnética uniforme B = 0,5 T, perpendicular ao plano do circuito, e cujo sentido aponta para fora desta folha. No instante inicial, o ponteiro tem sua extremidade N sobre o ponto A; se a partir de então descrever um movimento uniforme, com freqüência 0,2 Hz, no sentido horário, a força eletromotriz média, induzida no circuito fechado, será



a) 0,05 V e a corrente induzida circula de A para M.
b) 0,05 V e a corrente induzida circula de M para A.
c) 1,25 V e a corrente induzida circula de A para M.
d) 1,25 V e a corrente induzida circula de M para A.
e) 0,25 V e a corrente induzida circula de A para M.

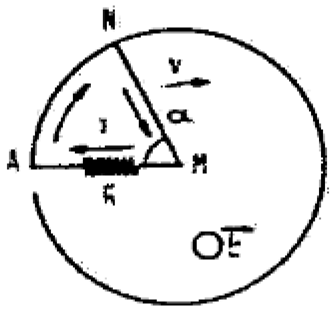
alternativa b

R = 0,4 m

B = 0,5 T

f = 0,2 Hz

E = ?



$\omega = 2\pi f$ $\qquad$ $\alpha = \omega \cdot t = 2\pi f \cdot t$

Área do setor circular:

$$S = \frac{\alpha}{2\pi}\pi R^2 = \frac{\alpha R^2}{2} = \frac{\cancel{2}\pi f t R^2}{\cancel{2}}$$

$\phi = B \cdot S$ $\qquad$ $\Delta\phi = B \cdot \Delta S = B \cdot \pi \cdot f \cdot \Delta t \cdot R^2$

$$E = \frac{\Delta\phi}{\Delta t} = B \pi f R^2 \qquad E = 0,5 \cdot 3,14 \cdot 0,2 \cdot (0,4)^2$$

$$\boxed{E = 0,05\ V}$$

A corrente induzida tem sentido de M para A (lei de Lenz).

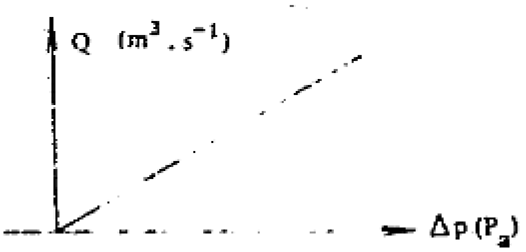
ITA – FÍSICA – 1981
(Folha de São Paulo – 9/12/1981, págs. 13, 15 e 16)
(Curso Objetivo)

(Contém trechos pouco legíveis)

01. No estudo de escoamento de líquido através de tubos cilíndricos capilares, a viscosidade do fluído é dada por:

$$\eta = \pi R^4 \Delta p/(8LQ)$$

onde Δp é a diferença de pressão nos extremos de um tubo de raio R e comprimento L sendo Q a vazão. Considere o gráfico Q x Δp



Qual das afirmações abaixo está correta.

a) $\eta = (\pi R^4/8L)$ cotgθ, onde θ é o ângulo entre o eixo Δ p e a reta representativa da função, medido com um transferidor;

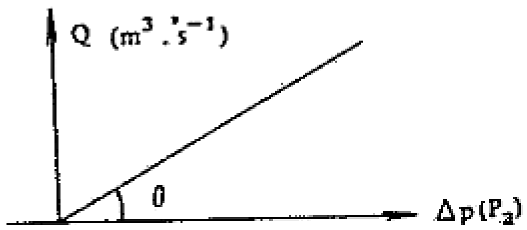
b) $\eta = (\pi R^4/8L)$tg θ, onde θ é definido como acima;

c) $\eta = (8L/\pi R^4)$ tg β, onde β é o ângulo entre o eixo Q e a reta representativa da função, medido com transferidor;

d) a reta não deveria passar pela origem dos eixos;

e) Nenhuma das respostas acima é satisfatória.

QUESTÃO 01 – RESPOSTA E



Sendo k_1 e k_2 os módulos de transformação, respectivamente, dos eixos das abscissas e das ordenadas, poderemos escrever:

$$\frac{Q}{\Delta p} = \frac{k_2}{k_1} . tg\,\theta \iff \frac{\Delta p}{Q} = \frac{k_1}{k_2} . cotg\,\theta$$

E tendo em vista que,

$$\eta = \frac{\pi R^4}{8L} . \frac{\Delta p}{Q}$$, vem:

$$\boxed{\eta = \frac{\pi R^4}{8L} . \frac{k_1}{k_2} . cotg\,\theta}$$

Como a questão *não* permite concluir que os módulos escolhidos, k_1 e k_2 são iguais, a alternativa A está incorreta.

02. O fluxo de água através de um tubo capilar é dado pela expressão $Q = 0{,}393\ (P_1 - P_2)\ R^4\ \eta^{-1}\ L^{-1}$ onde P_1 e P_2 são os valores da pressão nas extremidades de um tubo cilíndrico de comprimento L e raio R. A viscosidade da água é dada por η.

Qual das afirmações está correta:

a) a vazão é diretamente proporcional ao comprimento do tubo;

b) para um desvio $\pm\Delta R$ na medida de R o desvio relativo da função R^4 será $\pm 4R^3\,\Delta R$;

c) para um desvio ΔL na medida de L o desvio da função L^{-1} será $\Delta L/L$;

d) supondo que o desvio relativo na medida $(P_1 - P_2)$ seja muito maior que os demais desvios relativos então o desvio em Q será:
$\pm\Delta Q = 0{,}393\ R^4\ \eta^{-1}\ L^{-1}\ \Delta(P_1 - P_2)$

e) Nenhuma das respostas anteriores é satisfatória.

QUESTÃO 02 – RESPOSTA D

Na expressão:

$Q = 0{,}393\ .\ (P_1 - P_2)\ R^4\ \eta^{-1}\ L^{-1}$, o desvio relativo propagado para a vazão Q será:

$$\frac{\Delta Q}{Q} = \frac{\Delta(P_1 - P_2)}{(P_1 - P_2)} + \frac{\Delta(R^4)}{R^4} + \frac{\Delta\eta}{\eta} + \frac{\Delta L}{L}$$

Supondo-se que $\dfrac{\Delta(P_1 - P_2)}{(P_1 - P_2)}$ seja muito maior que os demais desvios relativos, estes últimos poderão ser desprezados. Teremos, então:

$$\frac{\Delta Q}{Q} = \frac{\Delta(P_1 - P_2)}{(P_1 - P_2)} \Rightarrow \Delta Q = Q\,\frac{\Delta(P_1 - P_2)}{(P_1 - P_2)}$$

$$\Delta Q = 0{,}393\,.(P_1 - P_2)\,R^4\,\eta^{-1}\,L^{-1}\,\frac{\Delta(P_1 - P_2)}{(P_1 - P_2)}$$

$$\boxed{\Delta Q = 0{,}393\,R^4\,\eta^{-1}\,L^{-1}\,\Delta(P_1 - P_2)}$$

03. Considere um sistema bate-estacas desses usados em construção civil. Seja H a altura de queda do martelo que tem massa m_M e seja m_E a massa da estaca a ser cravada. Desejamos aumentar a penetração a cada golpe e para isso podemos alterar H ou m_M. Considere o choque inelástico e despreze o atrito com o ar.
Qual das afirmativas está correta:

a) duplicando a altura de queda do martelo também duplicamos sua velocidade no instante do impacto;
b) duplicando a massa do martelo estaremos duplicando a energia cinética do sistema martelo mais estaca imediatamente após o choque;
c) a energia cinética do sistema é, após o choque, menor quando duplicamos a massa do que quando duplicamos a altura de queda;
d) o fato de modificarmos H ou m_M não altera o poder de penetração da estaca;
e) duplicando a massa do martelo estaremos duplicando a quantidade de movimentos do sistema após o choque.

QUESTÃO 3 - RESPOSTA E

a) Errada - A velocidade de impacto do martelo na estaca tem módulo V obtido pela conservação da energia mecânica antes da colisão.

$$E_{final} = E_{inicial}$$

$$\frac{m_M V^2}{2} = m_M g H \Rightarrow V = \sqrt{2gH}$$

Duplicando H, a velocidade V fica multiplicada por $\sqrt{2}$

b) Errada - Calculemos a energia cinética imediatamente após a colisão.
No ato da colisão, supondo o sistema isolado, haverá conservação da quantidade de movimento total:

$$Q_{final} = Q_{inicial}$$

$$(m_M + m_E) V_f = m_M V$$

$$V_f = \frac{m_M . V}{m_M + m_E}$$

$$E_{cin_f} = \frac{(m_M + m_E)}{2} V_f^2 = \frac{m_M + m_E}{2} \left(\frac{m_M . V}{m_M + m_E}\right)^2$$

$$E_{cin_f} = \frac{m_M^2 . V^2}{2(m_M + m_E)} \quad (1)$$

Duplicando a massa do martelo, V e m_E não se alteram e a nova energia cinética será dada por:

$$E'_{cin_f} = \frac{(2m_M)^2 . V^2}{2(2m_M + m_E)} \qquad (2)$$

Fazendo $\frac{(2)}{(1)} : \frac{E'_{cin_f}}{E_{cin_f}} = \frac{4(m_M + m_E)}{(2m_M + m_E)} > 2$

Isto é: $E'_{cin_f} > 2\,E_{cin_f}$

c) Errada - Se duplicamos apenas a altura de queda teremos $E''_{cin_f} = 2E_{cin_f}$, de acordo com a equação (1) pois $V^2 = 2gH$

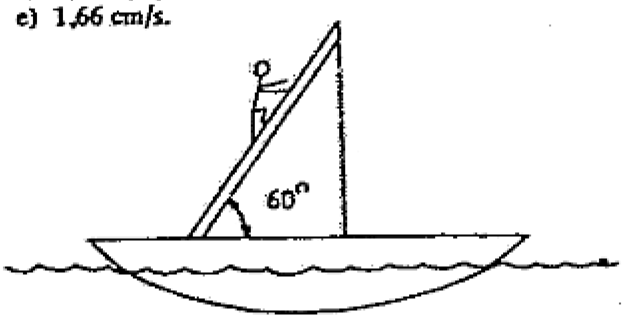
Como $E'_{cin_f} > 2E_{cin_f}$, vem $E'_{cin_f} > E''_{cin_f}$, isto é, quando duplicamos a massa a energia cinética final é maior do que quando duplicamos a altura.

d) Errada

e) Correta - Duplicando a massa do martelo duplicamos a quantidade de movimento no instante da colisão e como o sistema é suposto isolado, no ato da colisão, a quantidade de movimento do sistema imediatamente após a colisão também dobra de valor.

04. No barco da figura há um homem de massa 60kg subindo uma escada solidária ao barco e inclinada de 60^o sobre o plano horizontal. Sabe-se que os degraus da escada estão distanciados de 20 cm um do outro e que o homem galga um degrau por segundo. A massa total do sistema barco mais escada é 300kg. Sabendo que inicialmente o barco e o homem estavam em repouso em relação à água, podemos concluir que o barco passará a mover-se com velocidade de:

a) 10 cm/s;
b) 2,0 cm/s;
c) 2,5 cm/s;
d) $10\sqrt{3}$ cm/s;
e) 1,66 cm/s.



QUESTÃO 4 - RESPOSTA E

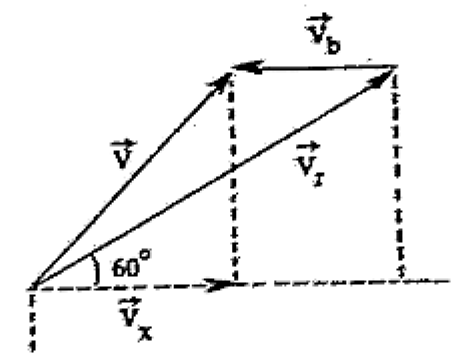
A velocidade do homem, relativa ao barco $\vec{V}r$, tem módulo Vr dado por:

$$Vr = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{20\ cm}{1{,}0\ s} = 20\ cm/s$$

Nota: Admitimos que a distância entre os degraus seja medida ao longo da linha de maior declive da escada.

Sendo $\vec{V}_b$ a velocidade do barco, a velocidade $\vec{V}$ do homem relativa às águas (supostas em repouso em relação a um sistema inercial ligado à Terra) será dada por

$$\vec{V} = \vec{V}_b + \vec{V}_r$$



A componente horizontal da velocidade $\vec{V}$ terá módulo V_x, dado por:

$$V_x = V_r \cdot \cos 60^o - V_b$$

- Como o sistema está isolado de forças horizontais, haverá conservação da quantidade de movimento horizontal do sistema, isto é, as quantidades de movimento horizontais adquiridas pelo homem e pelo conjunto barco-escada são iguais em módulo e de sentidos opostos:

$$m \cdot V_x = M \cdot V_b$$

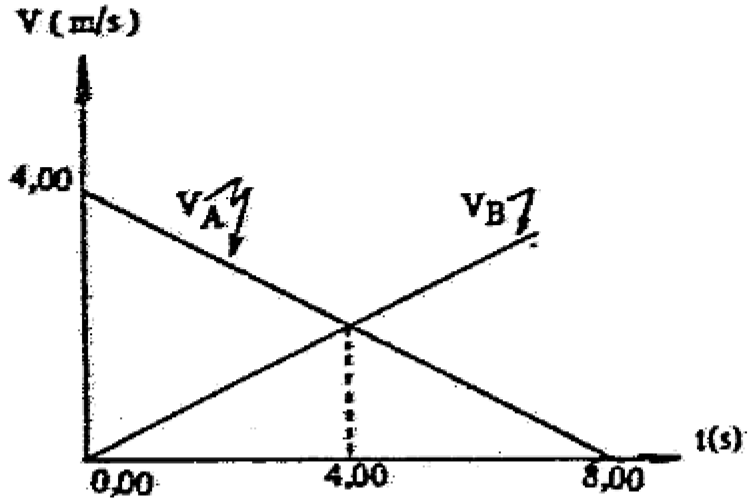
$$60\,(V_r \cdot \cos 60^o - V_b) = 300\ V_b$$

$$20 \cdot \frac{1}{2} - V_b = 5 \cdot V_b$$

$$6V_b = 10 \Rightarrow V_b \cong 1{,}7\ cm/s$$

Nota: Com dois algarismos significativos a resposta é 1,7 cm/s. Optamos pela alternativa E pelo fato das demais estarem obviamente afastadas do valor encontrado.

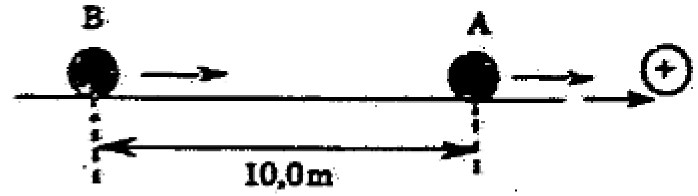
05. Dois móveis A e B percorrem uma mesma reta, no mesmo sentido, de tal maneira que, no instante $t=0,00s$ a distância entre eles é de 10,0m. Os gráficos de suas velocidades são os da figura abaixo. Sabe-se que os móveis passam um pelo outro num certo instante $t_E > 0$, no qual a velocidade de B em relação a A tem um certo valor V_{BA}.
Podemos concluir que:



a) $t_E = 8,00\ s$ e $V_{BA} = 4,00\ m.s^{-1}$
b) $t_E = 4,00\ s$ e $V_{BA} = 0,00\ m.s^{-1}$
c) $t_E = 10,00\ s$ e $V_{BA} = 6,00\ m.s^{-1}$
d) O problema como foi proposto não tem solução.
e) $t_E = 8,00\ s$ e $V_{BA} = 4,00\ m.s^{-1}$

QUESTÃO 5 - RESPOSTA D

No instante $t = 0,00\ s$ temos a seguinte situação:



Adotemos a origem dos espaços na posição inicial de B e orientemos a trajetória conforme a figura.

Do gráfico tiramos:

$$\begin{cases} \gamma_A = -0,50\ m/s^2 \\ Vo_A = +4,0\ m/s \end{cases} \qquad \begin{cases} \gamma_B = +\ 0,50\ m/s^2 \\ Vo_B = 0,0\ m/s \end{cases}$$

As equações horárias ficam:

$$S = So + Vo\,.\,t + \frac{\gamma}{2}\ t^2$$

$S_A = 10 + 4{,}0t - 0{,}25t^2$

$S_B = +0{,}25t^2$

O móvel (B) alcança o móvel (A) quando $S_B = S_A$

$0{,}25t^2 = 10 + 4{,}0t - 0{,}25t^2$

$0{,}50t^2 - 4{,}0t - 10 = 0$

$t^2 - 8{,}0t - 20 = 0$

$t_1 = +10\ s$

$t_2 = -2\ s$

Sendo $t_E > 0$ teríamos $t_E = +10\ s$

Suas velocidades ficariam:

$V_A = 4{,}0 - 0{,}50t$

$V_B = 0{,}50t$

Para $t = t_E = 10s \Rightarrow$ $V_A = -1{,}0\ m/s$

$V_B = +5{,}0\ m/s$

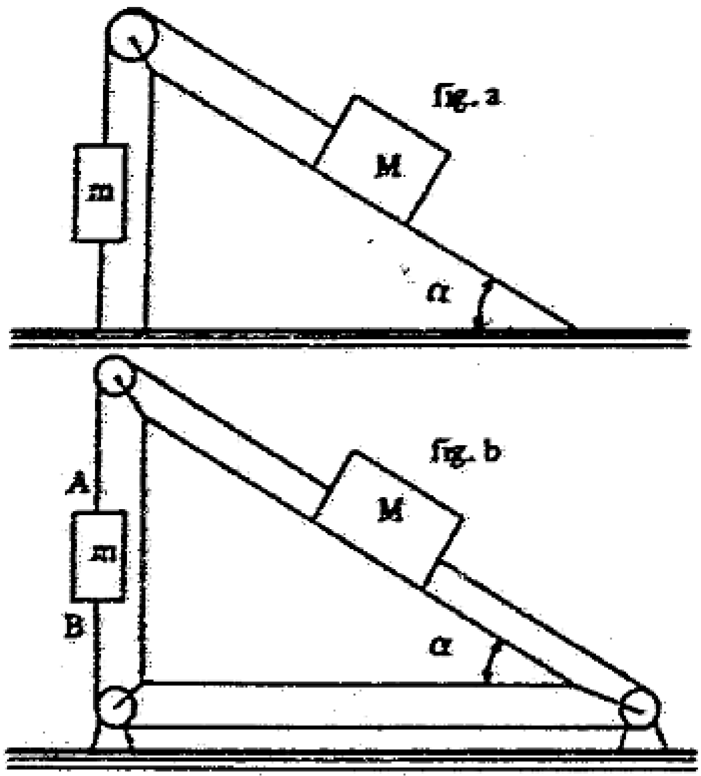
A velocidade de B em relação a A é $V_{BA} = V_B - V_A$

$V_{BA} = +6{,}0\ m/s$

Observação: A resposta, no entanto dever ser (D), pois nada podemos concluir a respeito dos movimentos após $t = 8{,}0\ s$.

Se invertêssemos as posições iniciais dos móveis, o (A) jamais alcançaria o (B).

06.



A figura (a) representa um plano inclinado cujo ângulo de inclinação sobre o horizonte é α. Sobre ele pode deslizar, sem atrito, um corpo de massa M. O contrapeso tem massa m, e uma das extremidades do fio está fixa ao solo. Na figura (b) o plano inclinado foi suspenso, de modo a se poder ligar as massas m e M por meio do outro fio. Desprezando os atritos nos suportes dos fios, desprezando a massa dos fios e sendo dada a aceleração da gravidade g, podemos afirmar que:

a) No caso (a) a posição de equilíbrio estático do sistema ocorre se e somente se $M \operatorname{sen} \alpha = m$.
b) Tanto no caso (a) como no caso (b) o equilíbrio se estabelece quando e somente quando $M = m$.
c) No caso (b) o corpo m é tracionado em A por uma força $T_A = (m + M \operatorname{sen} \alpha) g$.
d) No caso (b), a aceleração do corpo M é $g(M\operatorname{sen}\alpha - m)/(M+m)$ no sentido descendente.
e) No caso (a) não há nenhuma posição possível de equilíbrio estático.

QUESTÃO 06 – RESPOSTA D

Supondo que a fig. (a) pretenda representar uma situação do equilíbrio com os fios tensos, podemos concluir, que

$$P_t > P$$

onde P_t e a componente tangencial do peso do corpo (M) e P é o peso do corpo (m).

Assim:

$$M \operatorname{sen} \alpha > m$$

Isto posto, na fig. (b) o bloco (M) terá aceleração descendente e calculada por:

PFD (M + m) :

$$P_t - P = (M + m)\,a$$

$$Mg \operatorname{sen} \alpha - mg = (M + m)\,a$$

$$\boxed{a = \frac{g\,(M \operatorname{sen} \alpha - m)}{M + m}}$$

07. Um satélite artificial de dimensões desprezíveis gira em torno da Terra em órbita circular de raio R. Sua massa é m e a massa da Terra é M (muito maior que m). Considerando a Terra como uma esfera homogênea e indicando a constante de gravitação universal por G podemos afirmar que:

a) A aceleração normal do satélite é dirigida para o centro da Terra e sua aceleração tangencial vale GMR^{-2}
b) Se a atração gravitacional pudesse ser substituída pela ação de um cabo de massa desprezível, ligando o satélite ao centro da Terra, a tensão nesse cabo seria dada por $GmM/(2R^2)$;
c) Em relação ao satélite, a Terra percorre uma circunferência de raio mR/M.
d) O período de rotação do satélite é $2\pi\sqrt{R^3/GM}$
e) A Terra é atraída pelo satélite com uma força de intensidade m/M vezes menor que a força com a qual o satélite é atraído pela Terra.

QUESTÃO 07 – RESPOSTA D

No movimento do satélite a força gravitacional aplicada pela Terra sobre o satélite faz o papel de resultante centrípeta:

$$F_G = F_{cp}$$

$$\frac{G\,M\,m}{R^2} = \frac{m\,V^2}{R}$$

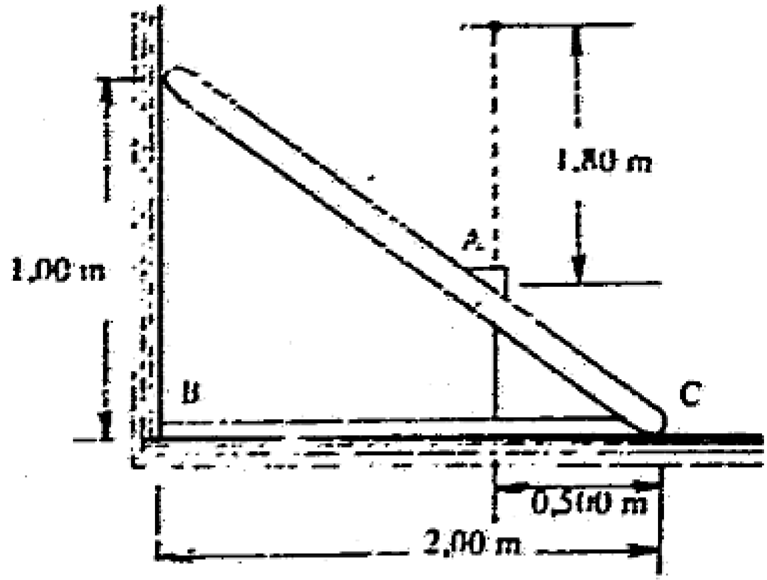
Donde: $$V = \sqrt{\frac{G\,M}{R}}$$

Como: $$V = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{2\pi R}{T}$$ **vem:**

$$\frac{2\pi R}{T} = \sqrt{\frac{GM}{R}} \therefore T = 2\pi R\sqrt{\frac{R}{GM}}$$

ou ainda: $$\boxed{T = 2\pi\sqrt{\frac{R^3}{GM}}}$$

08. Uma escada rígida de massa 15,0kg está apoiada numa parede e no chão, lisos, e está impedida de deslizar por um cabo horizontal BC, conforme a figura. Uma pedra de dimensões pequenas e massa 5,00 kg é abandonada de uma altura de 1,80m acima do ponto A, onde sofre colisão elástica ricocheteando verticalmente. Sabendo-se que a duração do choque é de 0,03s e que a aceleração da gravidade é de $10,0 m.s^{-2}$, pode-se afirmar que a tensão no cabo durante a colisão valerá:



a) 1200N;
b) 1150N;
c) 2025N;
d) 1400N;
e) 900N.

QUESTÃO 8 - RESPOSTA B

A variação da quantidade de movimento da pedra, no choque, tem módulo dado por:

$\Delta Q = 2\,m\,V \Rightarrow$ (m: massa da pedra)

onde V corresponde ao módulo da velocidade da pedra após cair em queda livre de um ponto situado a uma altura h. Assim, teremos:

$V = \sqrt{2gh}$

$\therefore \Delta Q = 2\,m\,V = 2m\sqrt{2gh}$

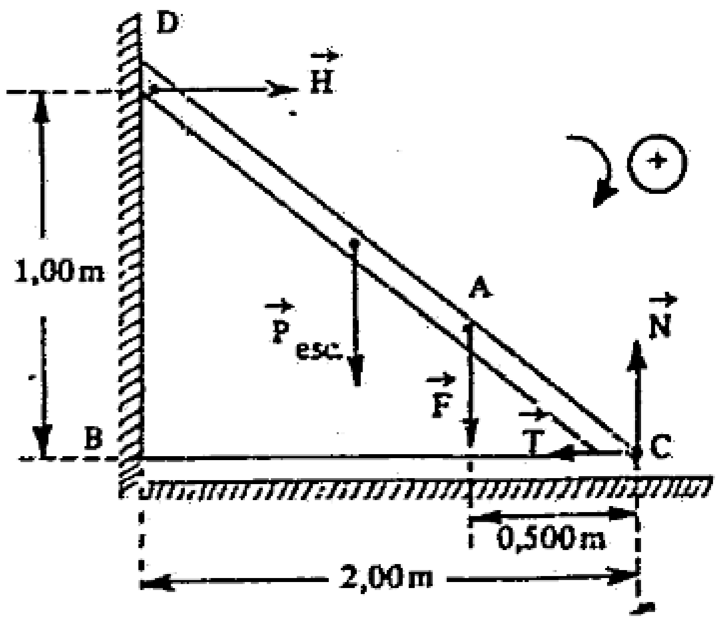
A intensidade da força média ($\vec{F}$) aplicada pela pedra na escada é obtida a partir do Teorema do Impulso

$$F \cdot \Delta t = \Delta Q \Rightarrow F = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \quad \Rightarrow F = \frac{2m\sqrt{2gh}}{\Delta t}$$

Numericamente, resulta que:

$$F = \frac{2 \cdot 5{,}00 \cdot \sqrt{2 \cdot 10{,}0 \cdot 1{,}80}}{0{,}03} \Rightarrow F = 2000\ N$$

As forças que atuam na escada durante o choque serão



$P_{ESC} = M \cdot g = 15{,}0 \times 10\ N = 150\ N$

Do equilíbrio, vem:

$N = P_{ESC} + F \Rightarrow N = 150 + 2000 \Rightarrow N = 2150\,N$

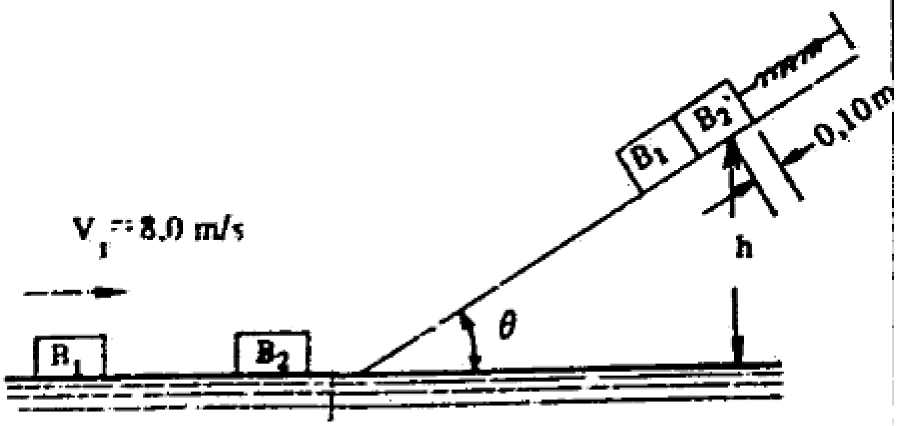
Calculando os momentos das forças em relação ao ponto D e impondo que $\Sigma M_D = 0$, resulta:

$+P \cdot 1 + F \cdot 1{,}5 - N \cdot 2 + T \cdot 1 = 0$

$T = 2N - 1{,}5F - P \Rightarrow T = 2 \cdot 2150 - 1{,}5 \cdot 2000 - 150$

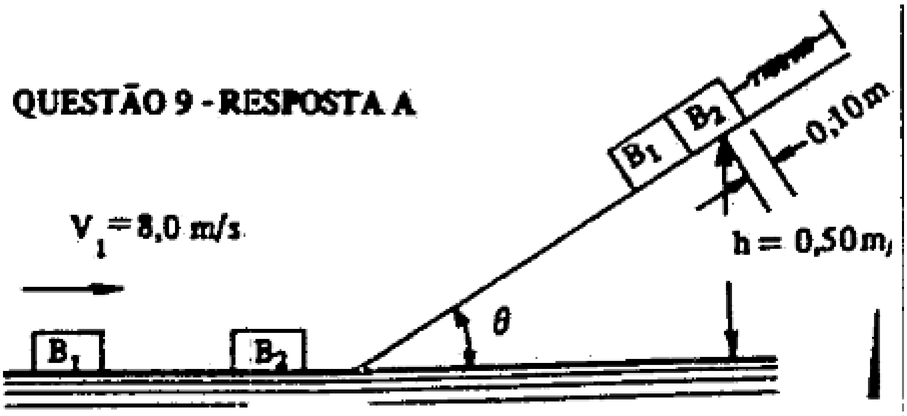
$\boxed{T = 1150\,N}$

09. O bloco B_1 de massa igual a 1,0kg e velocidade de 8,0 $m.s^{-1}$ colide com um bloco idêntico B_2, inicialmente em repouso. Após a colisão ambos os blocos ficam grudados e sobem a rampa até comprimir a mola M de 0,10m. Desprezando os atritos e considerando $g = 10\ m.s^{-2}$, $h = 0{,}50m$ e $\theta = 30^{o}$, pergunta-se qual o valor da constante da mola.



a) $1{,}2 \times 10^3 N.m^{-1}$;
b) $1{,}0 \times 10^3\ N.m^{-1}$;
c) $6{,}4 \times 10^3\ N.m^{-1}$;
d) $3{,}2 \times 10^3\ N.m^{-1}$;
e) $1{,}1 \times 10^2\ N.m^{-1}$.

QUESTÃO 9 - RESPOSTA A



A velocidade do conjunto (V'_1) após o choque é obtida a partir da conservação da quantidade de movimento para o sistema:

$$Q_{B_1} = Q_{(B_1+B_2)} \Rightarrow m.V_1 = 2m.V'_1 \Rightarrow V'_1 = \frac{V_1}{2}$$

$$V'_1 = 4{,}0\ m/s$$

Após o choque, a energia mecânica do sistema permanece constante; logo:

$$Em_{inicial} = Em_{final}$$

$$\begin{cases} Em_{inicial} = E_c = \dfrac{2m \cdot V_1'^2}{2} = m.V_1'^2 \\ Em_{final} = E_{P_{grav.}} + E_{P_{elast.}} = 2m.g.h + \dfrac{k.x^2}{2} \end{cases}$$

Teremos, então:

$$m.V_1'^2 = 2m.g.h + \frac{k.x^2}{2}$$

Numericamente:

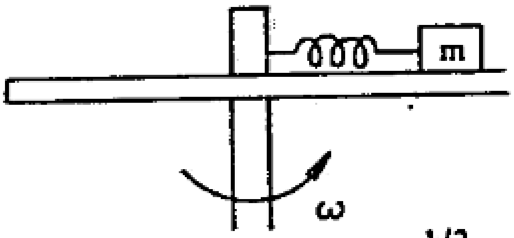
$$1{,}0 \times 4{,}0^2 = 2 \times 1{,}0 \times 10 \times 0{,}50 + \frac{k.(0{,}10)^2}{2}$$

$$16 = 10 + \frac{0{,}010 \cdot k}{2} \Rightarrow k = \frac{12}{0{,}010}$$

$$\boxed{k = 1{,}2 \cdot 10^3\ N \cdot m^{-1}}$$

10. A figura abaixo representa uma mesa horizontal muito lisa que gira em torno de um eixo vertical com velocidade angular ω constante. Um objeto de massa m

apoiado sobre a mesa gira com a mesma velocidade angular, graças apenas à ação de uma mola de constante elástica K, de massa desprezível, e cujo comprimento é ℓ, quando não solicitada. Podemos afirmar que:



a) ω é certamente maior que $(K/m)^{1/2}$
b) se ℓ for desprezível e $\omega=(K/m)^{1/2}$, o objeto pode estar localizadoem qualquer ponto da mesa.
c) a elongação da mola é $x=K\ell\,(m\,\omega^2)^{-1}$
d) a elongação da mola é proporcional a ω
e) a aceleração tangencial do objeto é igual a $K\ell\, m^{-1}$.

QUESTÃO 10 - RESPOSTA B

Seja $\Delta\ell$ a deformação sofrida pela mola. Nesta situação, o corpo estará executando uma trajetória de raio $(\ell + \Delta\ell)$ sob a ação de uma força centrípeta $k.\Delta\ell$

Logo:

$$m\,.\,\omega^2\,(\ell+\Delta\ell) = k\,.\,\Delta\ell$$

$$\omega^2 = \frac{k}{m}\cdot\frac{\Delta\ell}{(\ell+\Delta\ell)} \Rightarrow \omega = \left(\frac{k}{m}\right)^{1/2}.\left(\frac{\Delta\ell}{\ell+\Delta\ell}\right)^{1/2}$$

Se ℓ for desprezível, o raio da trajetória passará a ser $\Delta\ell$, do qual a velocidade angular ω não mais dependerá, pois,

$$\omega = \left(\frac{k}{m}\right)^{1/2}.\left(\frac{\Delta\ell}{\Delta\ell}\right)^{1/2} \Rightarrow \boxed{\omega = \left(\frac{k}{m}\right)^{1/2}}$$

Assim, para ℓ desprezível, o corpo poderá ocupar qualquer posição da mesa.

11. Um cubo de 1,0 cm de lado, construído com material homogêneo de massa específica 10 $g.cm^{-3}$., está em equilíbrio no seio de dois líquidos L_1 e L_2 de densidades, respectivamente, iguais a $\rho_{L_1} = 14 g.cm^{-3}$ e $\rho_{L_2} = 2,0 g.cm^{-3}$ de acordo com a figura 1. Posteriormente, L_2 é substituído por um líquido L_3 e o cubo assume nova posição de equilíbrio, como mostra a figura 2. As alturas h_1, h_2, e a densidade ρ_{L_3} são, respectivamente:

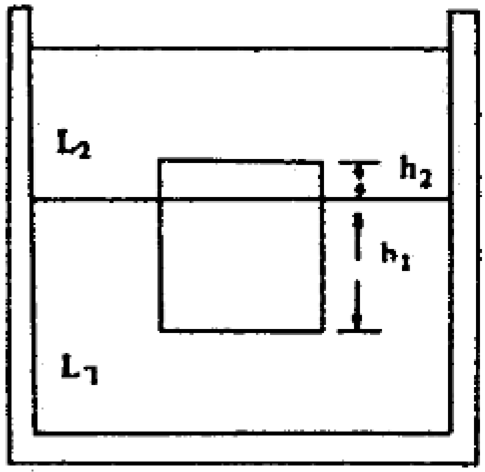


fig. 1

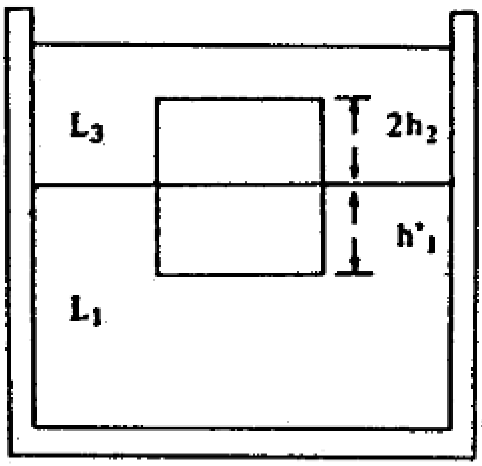


fig. 2

a) 2/3 cm ; 1/3 cm ; 9,0 $g.cm^{-3}$
b) 1/3 cm ; 2/3 cm ; 8,0 $g.cm^{-3}$
c) 0,4 cm ; 0,6 cm ; 8,0 $g.cm^{-3}$
d) 2/3 cm ; 1/3 cm ; 8,0 $g.cm^{-3}$
e) 0,4 cm ; 0,6 cm ; 9,0 $g.cm^{-3}$

QUESTÃO 11 - RESPOSTA D

A condição de equilíbrio do cubo nas condições da figura 1 é que:

$P = E_1 + E_2 \Rightarrow$

$\Rightarrow \rho_c . g . V = \rho_{L_1} . g . S . h_1 + \rho_{L_2} . g . S . h_2 \Rightarrow$

$\Rightarrow 10 g . 1,0 = 14 g . 1,0 h_1 + 2,0 g . 1,0 h_2 \Rightarrow$

$\Rightarrow 7,0 h_1 + h_2 = 5,0 \quad (1)$

Da figura (1) vem: $h_1 + h_2 = 1,0 \quad (2)$

Portanto:

$$\begin{cases} 7,0 h_1 + h_2 = 5,0 \\ h_1 + h_2 = 1,0 \end{cases} \Rightarrow h_1 = \frac{2}{3} \text{ cm} \quad h_2 = \frac{1}{3} \text{ cm}$$

Da figura (2) vem: $h'_1 + 2h_2 = 1,0 \Rightarrow h'_1 = \frac{1}{3}$ cm

A condição de equilíbrio do cubo nas condições da figura 2 é que:

$P = E'_1 + E_3 \Rightarrow$

$\Rightarrow \rho_c . g . V = \rho_{L_1} g S h'_1 + \rho_{L_3} g S 2 h_2 \Rightarrow$

$\Rightarrow 10 g . 1,0 = 14 g . 1,0 . \frac{1}{3} + \rho_{L_3} g . 1,0 . 2 . \frac{1}{3} \Rightarrow$

$\Rightarrow 10 = \frac{14}{3} + \rho_{L_3} . \frac{2}{3} \Rightarrow \boxed{\rho_{L_3} = 8,0 \text{ g.cm}^{-3}}$

12.

Dois recipientes contêm, respectivamente, massas di- rentes de um mesmo gás ideal, à mesma temperatura inicial. Fornecendo-se a cada um dos vasos, quantidades iguais de calor, constata-se que suas temperaturas passam a ser T_1 e T_2, diferentes entre si. Nessas circunstâncias, pode-se dizer que:

a) as energias internas dos dois gases, que eram inicialmente iguais, após o fornecimento de calor continuam iguais.
b) as energias internas, que eram inicialmente diferentes, continuam diferentes.
c) as energias internas que eram iguais, agora são diferentes.
d) as energias internas variam.
e) faltam dados para responder algo a respeito da variação da energia interna

ESTÃO 12 – RESPOSTA D

ergia interna (U) de um gás perfeito é dada por:

$$U = \frac{3}{2} nRT$$

do n_A e n_B os números de moles das massas consideradas,
os que $n_A \neq n_B$

ação Inicial:

$$\left.\begin{array}{l} = \frac{3}{2} n_A RT \\ \\ = \frac{3}{2} n_B RT \end{array}\right\} \xrightarrow{(n_A \neq n_B)} \boxed{U_A \neq U_B}$$

s o aquecimento:

$$= \frac{3}{2} n_A RT_1$$

$$= \frac{3}{2} n_B RT_2$$

do que U'_A e U'_B podem ser iguais ou diferentes, pois conhecemos as relações $\frac{n_A}{n_B}$ e $\frac{T_1}{T_2}$

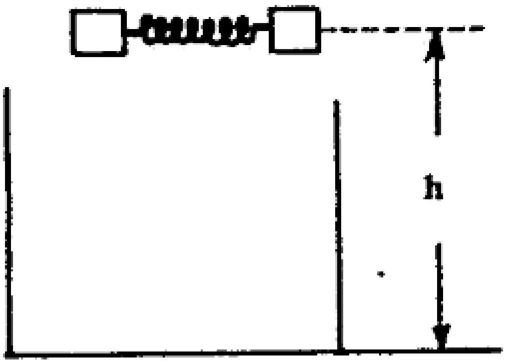
im, só podemos afirmar que as energias internas das duas ções do gás variaram.

13.

Dentro de um calorímetro da capacidade térmica $50\ J\ .\ ^oC^{-1}$, deixa-se cair um sistema de duas massas de 100 g cada uma, ligadas por uma mola de massa desprezível. A altura da qual o sistema é abandonado é de 1,0 m acima do fundo do calorímetro e a energia total de oscilação do sistema é, inicialmente, de 1,5 J. Dada a aceleração da gravidade $g = 10\ m\ .\ s^{-2}$ e sabendo, que após um certo tempo, as duas massas se encontram em repouso no fundo do calorímetro, pode-se afirmar que a variação da temperatura no interior do calorímetro, desprezando-se a capacidade térmica do sistema oscilante, é de:

a) $0{,}07^oC$
b) $0{,}04^oC$
c) $0{,}10^oC$
d) $0{,}03^oC$
e) $1{,}10^oC$

ESTÃO 13 – RESPOSTA A



nergia total do sistema oscilante, na situação inicial é dado
:

$$E_t = E_{p_{grav.}} + E_{oscil.}$$

$$\begin{cases} E_{p_{grav.}} = 2\,mgh = 2 \times 0{,}1 \times 10 \times 1 \Rightarrow E_{p_{grav.}} = 2{,}0\,J \\ E_{oscil.} = 1{,}5\,J \text{ (dado)} \end{cases}$$

$$\therefore \quad E_t = 3{,}5\ J$$

do toda energia do sistema absorvida pelo calorímetro na
na de calor, uma vez que a capacidade térmica do sistema
lante é desprezível, resulta que:

$$Q = E_t \rightarrow Q = 3{,}5\ J$$

s:

$$Q = B\,.\,\Delta\theta \rightarrow \Delta\theta = \frac{Q}{B} \rightarrow \Delta\theta = \frac{3{,}5}{50}$$

$$\boxed{\Delta\theta = 0{,}07\,^{o}C}$$

14.

Uma corda de 2,00 m de comprimento e massa igual a $2{,}00 \times 10^{-2}$ kg (uniformemente distribuída) está submetida a uma força de tração de $1{,}00 \times 10^{2}$ N. A corda é obrigada a vibrar de modo a realizar o modo normal correspondente à freqüência mais baixa. Calcular a freqüência de vibração dos pontos da corda.

a) 25 Hz
b) 50 Hz
c) $\frac{25}{\sqrt{2}}$ Hz
d) $25\sqrt{2}$ Hz
e) $50\sqrt{2}$ Hz

ESTÃO 14 – RESPOSTA A

requência do som fundamental é dada por:

$$f = \frac{V}{2L} \qquad (1)$$

de: V é a velocidade da onda na corda.
elocidade da onda na corda é dada por:

$$V = \sqrt{\frac{F}{\rho}} = \sqrt{\frac{F\,L}{m}} \qquad (2)$$

Substituindo 2 em 1 vem:

$$f = \frac{1}{2L}\sqrt{\frac{FL}{m}} = \frac{1}{2 \cdot 2{,}00}\sqrt{\frac{1{,}00 \cdot 10^{2} \cdot 2{,}00}{2{,}00 \cdot 10^{-2}}} = 25$$

$$\boxed{f = 25\text{ Hz}}$$

15. Duas partículas de massas m e 2m, respectivamente têm cargas elétricas q de mesmo módulo mas de sinais opostos. Estando inicialmente separadas de uma distância R, são soltas a partir do repouso. Nestas condições, quando a distância entre as partículas for R/2, desprezando-se a ação gravitacional terrestre, se $k = 1/(4\pi\varepsilon_0)$, unidades SI, pode-se afirmar que:

a) ambas terão a mesma velocidade igual a $q\sqrt{k/3mR}$

b) ambas terão a mesma velocidade igual a $q\sqrt{k/mR}$

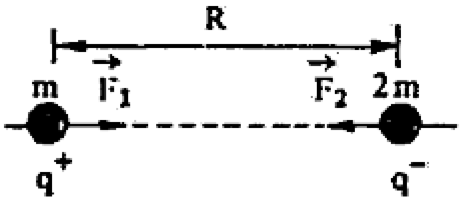
c) ambas terão a mesma velocidade igual a $2q\sqrt{k/3mR}$

d) uma terá velocidade $q\sqrt{k/mR}$ e a outra velocidade $2q\sqrt{k/3mR}$

e) uma terá velocidade $q\sqrt{k/3mR}$ e a outra $2q\sqrt{k/3mr}$

QUESTÃO 15 – RESPOSTA E

1) Situação Inicial:
(Sistema isolado)

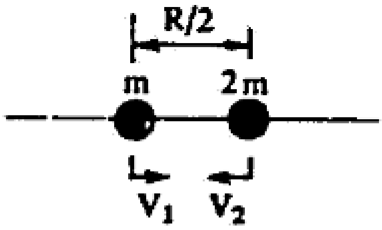


$$E_{pot_{inicial}} = -K \cdot \frac{q^2}{R}$$

$$E_{cin_{inicial}} = 0$$

$$Q_{inicial} = 0$$

2) Situação final:



$$E_{pot_{final}} = -K \cdot \frac{q^2}{\frac{R}{2}}$$

$$E_{cin_{final}} = \frac{m V_1^2}{2} + \frac{2 m V_2^2}{2}$$

$$Q_{final} = m V_1 + 2 m V_2$$

$$E_{mec_{inicial}} = -K \frac{q^2}{R}$$

$$E_{mec_{final}} = -K \frac{q^2}{\frac{R}{2}} + \frac{m V_1^2}{2} + \frac{2 m V_2^2}{2}$$

Sendo o sistema conservativo e isolado, temos:

$$E_{mec_{inicial}} = E_{mec_{final}} \qquad \text{(I)}$$

$$Q_{inicial} = Q_{final} \qquad \text{(II)}$$

Da (II) vem: $m V_1 + 2 m V_2 = 0 \rightarrow \boxed{V_1 = -2\ V_2 = V}$

Da (I) vem: $-K \dfrac{q^2}{R} = -K \dfrac{q^2}{\frac{R}{2}} + \dfrac{m(V)^2}{2} + \dfrac{2m\left(-\frac{V}{2}\right)^2}{2}$

ou

$$K \frac{q^2}{R} = \frac{mV^2}{2} + \frac{mV^2}{4} = \frac{3mV^2}{4} \rightarrow V^2 = \frac{4Kq^2}{3mR} \rightarrow$$

$$\rightarrow \boxed{V = 2q\sqrt{k/3\,mR}}$$

(Valor Absoluto)

$$\boxed{V_1 = 2q\sqrt{K/3mR}} \quad \text{e} \quad \boxed{V_2 = q\sqrt{k/3mR}}$$

16. Faz-se o polo norte de um imã aproximar-se da extremidade de um solenóide, em circuito aberto, conforme ilustra a figura ao lado. Nestas condições, durante a aproximação, aparece:

a) uma corrente elétrica que circula pela bobina.
b) um campo magnético paralelo ao eixo da bobina e contrário ao campo do imã.
c) uma força eletromotriz entre os terminais da bobina.
d) um campo magnético perpendicular ao eixo da bobina.
e) um campo magnético paralelo ao eixo da bobina e de sentido oposto ao do imã.

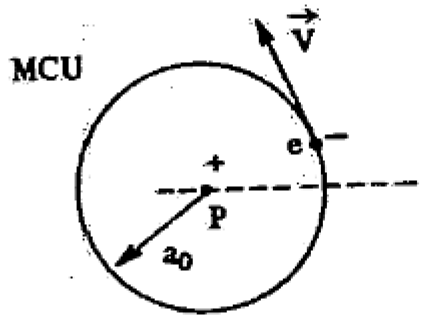
QUESTÃO 16 – RESPOSTA C

Quando o polo (Norte ou Sul) aproxima-se do solenóide (segundo a direção de seu eixo) o fluxo magnético concatenado com o solenóide varia, com o que, aparece entre os terminais da espira uma força eletromotriz (fenômeno da indução eletromagnética).
Como o solenóide está em circuito aberto, não circula corrente elétrica, e, consequentemente não há campo magnético opondo-se ao campo magnético indutor.

17. O átomo de hidrogênio é constituído de um próton e de um elétron e, para algumas finalidades, o elétron pode ser suposto em órbita circular ao redor do próton, com raio $a_o = \hbar/me^2 = 0{,}53 \times 10^{-8}$ cm, com velocidade $v = e^2/\hbar$. Sabe-se que a carga do elétron vale $e = 1{,}6 \times 10^{-19}$ C, e que $\hbar = h/2\pi = 1{,}1 \times 10^{-34}$ J.s. Assim sendo, pode-se afirmar que a corrente elétrica, expressa em ampères, equivalente a esta carga em revolução vale:

a) $1{,}1 \times 10^{-13}$
b) $2{,}4 \times 10^{-13}$
c) $1{,}1 \times 10^{-22}$
d) $3{,}6 \times 10^{-23}$
e) $2{,}4 \times 10^{-10}$

QUESTÃO 17 – RESPOSTA A



Indicando-se por T o período de movimento do elétron, em torno do próton, a intensidade de corrente que ele define é:

$$i = \frac{q}{T} = \frac{e}{T}$$

Sendo $T = \dfrac{2\pi a_o}{V}$, temos:

$$i = \frac{e \cdot V}{2\pi \cdot a_o}$$

Do texto tiramos: $V = e^2/\hbar$, com $\hbar = 1{,}1 \times 10^{-34}$ J.s, $a_o = 0{,}53 \times 10^{-10}$ m e $e = 1{,}6 \times 10^{-19}$ C, então:

$$i = \frac{e \cdot e^2}{2\pi a_o \cdot \hbar} = \frac{(1{,}6 \times 10^{-19})^3}{2\pi \times 0{,}53 \times 10^{-10} \times 1{,}1 \times 10^{-34}} = 1{,}1 \times 10^{-13}$$

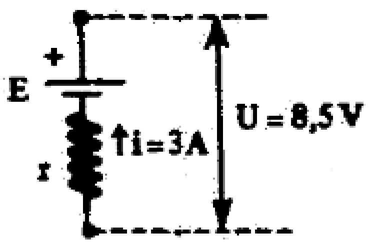
$$\boxed{i = 1{,}1 \times 10^{-13}\ \text{A}}$$

18. A diferença de potencial entre os terminais de uma bateria é 8,5 V, quando há uma corrente que a percorre, internamente, do terminal negativo para o positivo, de 3 A. Por outro lado, quando a corrente que a percorre internamente for de 2 A, indo do terminal positivo para o negativo, a diferença de potencial entre seus terminais é de 11 V. Nestas condições, a resistência interna da bateria, expressa em ohms, e a sua força eletromotriz, expressa em volts, são respectivamente:

a) 2 e 100
b) 0,5 e 10
c) 0,5 e 12
d) 1,5 e 10
e) 5 e 10

QUESTÃO 18 – RESPOSTA B

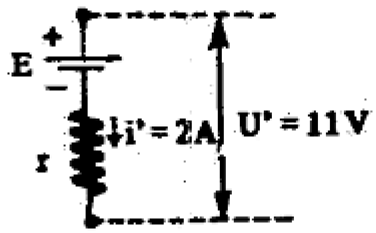
1º CASO: Pelo sentido da corrente, concluímos que a bateria funciona como gerador.



$U = E - r \cdot i$

$8{,}5 = E - 3r$ (1)

2º CASO: Pelo sentido da corrente concluímos que a bateria passa a funcionar como receptor, mantendo-se constantes os seus parâmetros (E) e (r).



$U' = E + r \cdot i'$

$11 = E + 2r$ (2)

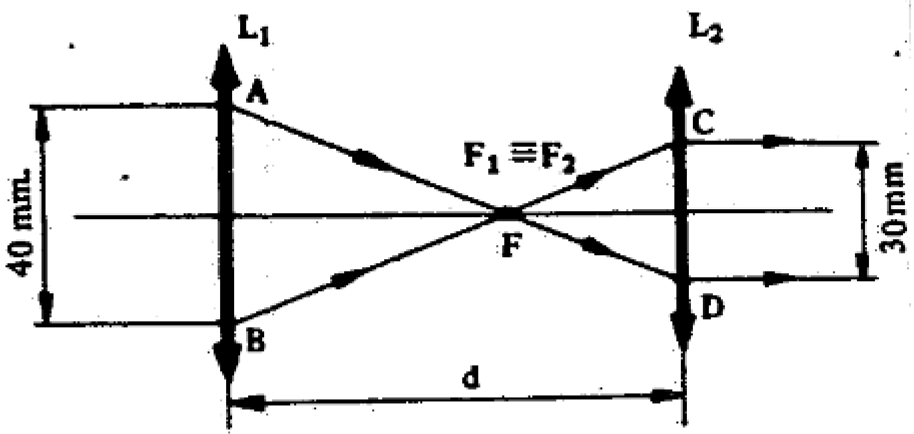
Resolvendo-se o sistema formado pelas equações (1) e (2), vem:

$\boxed{E = 10\,V}$ e $\boxed{r = 0{,}5\,\Omega}$

19. Um sistema ótico é composto por duas lentes esféricas, convergentes L_1 e L_2, dispostas coaxialmente. As distâncias focais são, respectivamente, f_1 e f_2 e a distância entre elas é d. Um feixe de luz cilíndrico de 40 mm de diâmetro incide sobre L_1, segundo o seu eixo, e emerge de L_2 como um feixe também cilíndrico de 30 mm de diâmetro. Se $f_1 = 60$ mm, pode-se afirmar que a distância d será:

a) 45 mm
b) 8 mm
c) 15 mm
d) 105 mm
e) qualquer valor, pois o fenômeno citado independe da distância em consideração.

QUESTÃO 19 – RESPOSTA D



O fenômeno descrito ocorre quando os focos F_1 e F_2 coincidem.

Da figura temos:

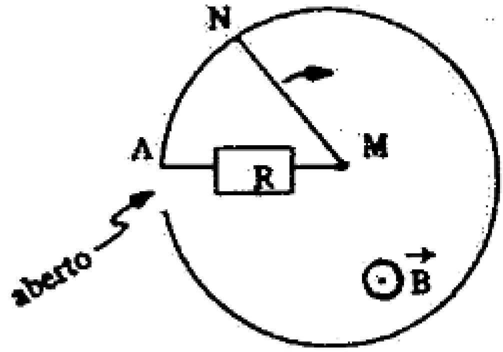
$$\Delta\, ABF \sim \Delta\, CDF \Rightarrow \frac{f_1}{f_2} = \frac{40}{30} \Rightarrow \frac{60}{f_2} = \frac{40}{30} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \quad f_2 = 45 \text{ mm.}$$

Mas: $f_1 + f_2 = d \quad \Rightarrow \quad d = 60 + 45$

$$\boxed{d = 105 \text{ mm.}}$$

20. O circuito da figura ao lado é constituído de um ponteiro metálico MN, com uma das extremidades pivotadas em M e a outra extremidade N, deslizando sobre uma espira circular condutora de raio MN = 0,4 m. R é um resistor ligando os pontos M e A. A espira é aberta num ponto ao lado da extremidade A e o circuito AMN é fechado. Há uma indução magnética uniforme B = 0,5 T, perpendicular ao plano do circuito e cujo sentido aponta para fora desta folha. No instante inicial, o ponteiro tem sua extremidade N sobre o ponto A e se a partir de então descrever um movimento uniforme, com freqüência 0,2 Hz, no sentido horário a força eletromotriz média, induzida no circuito fechado, será:



a) 0,05 V e a corrente induzida circula de A para M.
b) 0,05 V e a corrente induzida circula de M para A.
c) 1,25 V e a corrente induzida circula de A para M.
d) 1,25 V e a corrente induzida circula de M para A.
e) 0,25 V e a corrente induzida circula de A para M.

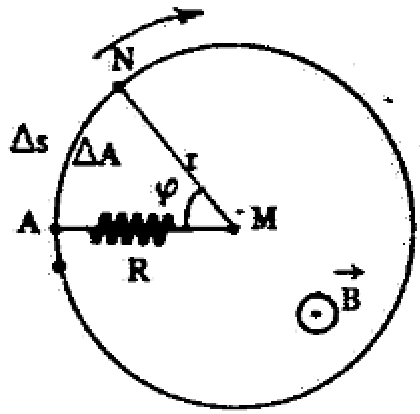
QUESTÃO 20 – RESPOSTA B

A lei de Faraday para o fenômeno da indução eletromagnética estabelece que:

$$E_m = -\frac{\Delta \phi}{\Delta t}$$

Como o sinal (–) refere-se à obtenção da polaridade da força eletromotriz média induzida (Lei de Lenz) (vide 2ª parte da resolução), vamos trabalhar com valor absoluto da E_m.

$$|E_m| = \frac{\Delta \phi}{\Delta t}$$



A variação do fluxo ($\Delta \phi$) magnético ocorre pela variação da área (ΔA), logo, com B perpendicular ao plano do setor circular, temos:

$$|E_m| = \frac{\Delta A \cdot B}{\Delta t} \qquad \text{(I)}$$

Sendo $\Delta A = \frac{\Delta s \cdot r}{2}$ e $\Delta s = \Delta \varphi \cdot r$ temos:

$$\Delta A = \frac{\Delta \varphi \cdot r^2}{2} \qquad \text{(II)}$$

Como a velocidade de angular é constante, temos:

$$\omega = \frac{\Delta \varphi}{\Delta t} = 2\pi f \rightarrow \Delta \varphi = 2\pi f \cdot \Delta t \qquad \text{(III)}$$

Levando (III) em (II) vem:

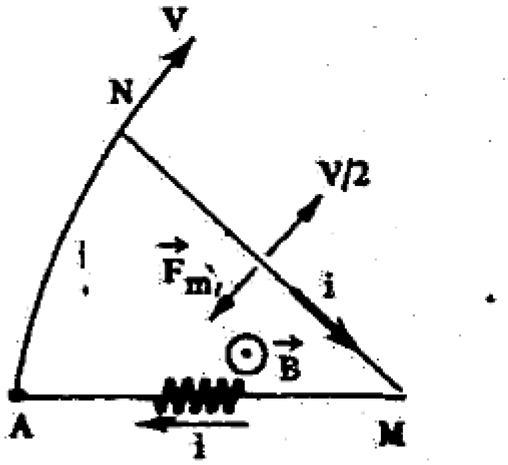
$$\Delta A = \frac{2\pi f \cdot \Delta t \cdot r^2}{2} \qquad \text{(IV)}$$

Levando (IV) em (I), vem:

$$|E_m| = \frac{2\pi f \cdot \Delta t \cdot r^2 \cdot B}{2 \cdot \Delta t} = \pi f r^2 B$$

Substituindo-se, numericamente, vem: $\boxed{|E_m| = 0{,}05V}$

O sentido da corrente elétrica induzida no resistor, obtém-se pela Lei de Lenz aplicada ao condutor NM, e pela régra da mão esquerda:



A corrente induzida, em R, circula de M para A.