FÍSICA

1 B

Sobre um corpo de 2,5kg de massa atuam, em sentidos opostos de uma mesma direção, duas forças de intensidades 150,40N e 50,40N, respectivamente. A opção que oferece o módulo da aceleração resultante com o número correto de algarismos significativos é

a) $40{,}00\,m/s^2$. b) $40\,m/s^2$. c) $0{,}4 \cdot 10^2\,m/s^2$.

d) $40{,}0\,m/s^2$. e) $40{,}000\,m/s^2$.

Resolução

2ª Lei de Newton

$F_R = ma$

$150{,}40 - 50{,}40 = 2{,}5a$

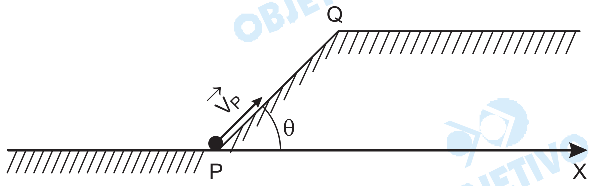
$100{,}00 = 2{,}5a$

Como a massa está expressa com dois algarismos significativos, o valor da aceleração deve ser expresso com dois algarismos significativos:

$\boxed{a = 40\ m/s^2}$

A partir do nível P, com velocidade inicial de 5 m/s, um corpo sobe a superfície de um plano inclinado PQ de 0,8m de comprimento. Sabe-se que o coeficiente de atrito cinético entre o plano e o corpo é igual a 1/3. Considere a aceleração da gravidade g = 10 m/s^2, sen θ = 0,8, cos θ = 0,6 e que o ar não oferece resistência. O tempo mínimo de percurso do corpo para que se torne nulo o componente vertical de sua velocidade é

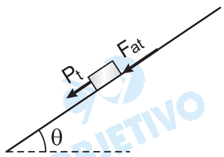
a) 0,20s. b) 0,24s. c) 0,40s.
d) 0,44s. e) 0,48s.



Resolução

A velocidade vertical vai anular-se quando o corpo atingir o ponto mais alto de sua trajetória parabólica após abandonar o plano em Q.

1) Cálculo do módulo da aceleração no plano inclinado:



PFD: $P_t + F_{at} = ma$

$mg \text{ sen } \theta + \mu \text{ mg} \cos \theta = ma$

$a = g(\text{sen } \theta + \mu \cos \theta)$

$a = 10(0,8 + \frac{1}{3} 0,6) \text{ (m/s}^2)$

$\boxed{a = 10 \text{ m/s}^2}$

2) Cálculo da velocidade em Q:

$V_Q^2 = V_P^2 + 2 \gamma \Delta s$ (MUV)

$V_Q^2 = 25 + 2(-10) \,.\, 0,8 = 9,0 \Rightarrow \boxed{V_Q = 3,0 \text{ m/s}}$

3) Cálculo do tempo entre P e Q:

$V_Q = V_P + \gamma t$ (MUV)

$3,0 = 5,0 - 10 t_1 \Rightarrow \boxed{t_1 = 0,2 \text{ s}}$

4) Cálculo do tempo de subida após abandonar o plano inclinado:

$V_y = V_{Q_y} + \gamma_y t$ (MUV)

$0 = 3,0 \,.\, 0,8 - 10 t_2$

$10t_2 = 2,4 \Rightarrow \boxed{t_2 = 0,24\text{s}}$

5) O tempo total de subida será dado por:

$T_s = t_1 + t_2$

$T_s = 0{,}2 + 0{,}24 \text{ (s)}$

$\boxed{T_s = 0{,}44 \text{ s}}$

3 **E**

A figura mostra uma pista de corrida A B C D E F, com seus trechos retilíneos e circulares percorridos por um atleta desde o ponto A, de onde parte do repouso, até a chegada em F, onde pára. Os trechos BC, CD e DE são percorridos com a mesma velocidade de módulo constante.

Considere as seguintes afirmações:

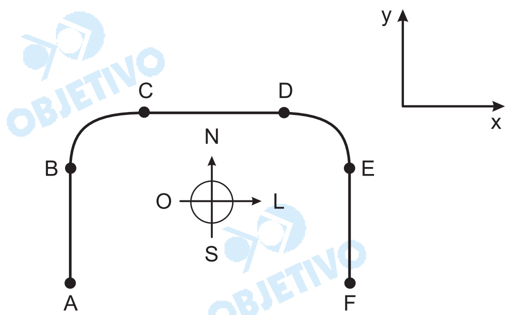
I. O movimento do atleta é acelerado nos trechos AB, BC, DE e EF.

II. O sentido da aceleração vetorial média do movimento do atleta é o mesmo nos trechos AB e EF.

III. O sentido da aceleração vetorial média do movimento do atleta é para sudeste no trecho BC, e, para sudoeste, no DE.

Então, está(ão) correta(s)

a) apenas a I.
b) apenas a I e II.
c) apenas a I e III.
d) apenas a II e III.
e) todas.



Resolução

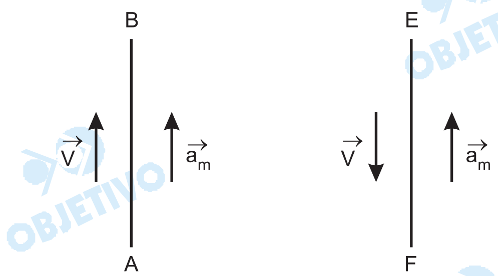
I) (?) A questão admite duas interpretações para a expressão "movimento acelerado".

Se entendermos "movimento acelerado" como aquele em que o atleta tem aceleraçao não-nula, concluímos que o movimento será acelerado nos trechos AB, BC, DE e EF, o que torna correta a opção I.

Se entendermos "movimento acelerado" como aquele em que o módulo da velocidade aumenta, então o movimento será acelerado apenas no trecho AB e a opção I seria falsa.

II) (V) No trecho AB, o módulo da velocidade aumenta e a aceleração vetorial média tem o mesmo sentido do movimento, isto é, é orientada do sul para o norte.

No trecho EF, o módulo da velocidade diminui (movimento retardado) e a aceleração vetorial média tem sentido oposto ao do movimento, isto é, orientada do sul para o norte.

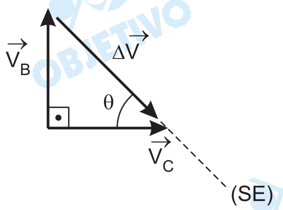


III)(V) A aceleração vetorial média tem o mesmo senti-

do da variação de velocidade vetorial

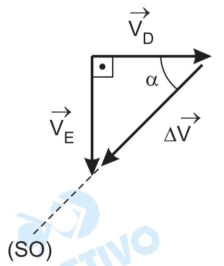
$$\boxed{\vec{a}_m = \frac{\Delta \vec{V}}{\Delta t}}$$

No trecho BC, temos:



$$|\vec{V}_B| = |\vec{V}_C| \Rightarrow \theta = 45°$$

No trecho DE, temos:

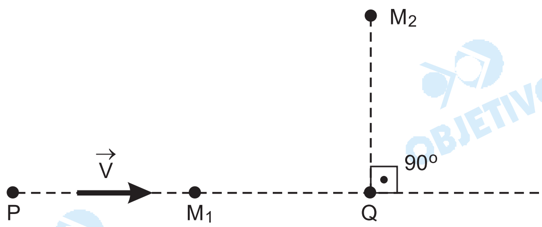


$$|\vec{V}_D| = |\vec{V}_E| \Rightarrow \alpha = 45°$$

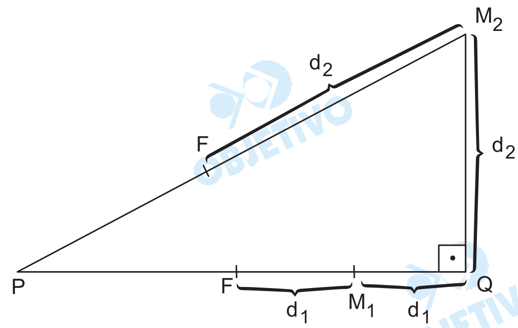
Admitindo-se que a primeira interpretação de movimento acelerado seja a pretendida pelo examinador, optamos pela resposta E.

Considere que num tiro de revólver, a bala percorre trajetória retilínea com velocidade V constante, desde o ponto inicial P até o alvo Q. Mostrados na figura, o aparelho M_1 registra simultaneamente o sinal sonoro do disparo e o do impacto da bala no alvo, o mesmo ocorrendo com o aparelho M_2. Sendo V_S a velocidade do som no ar, então a razão entre as respectivas distâncias dos aparelhos M_1 e M_2 em relação ao alvo Q é

a) $V_S (V - V_S) / (V^2 - V_S^2)$.
b) $V_S (V_S - V) / (V^2 - V_S^2)$.
c) $V (V - V_S) / (V_S^2 - V^2)$.
d) $V_S (V + V_S) / (V^2 - V_S^2)$.
e) $V_S (V - V_S) / (V^2 + V_S^2)$.



Resolução
Considere a figura:



F é a posição da frente de onda emitida no instante do disparo, quando a bala atinge o alvo em Q.
Seja T o intervalo de tempo que a bala percorre o trecho $\overline{PQ}$.
Então:

$\overline{PF} = V_S T$ e $\overline{PQ} = VT$

Como a frente de onda do som do disparo atinge M_1 no mesmo instante que a frente de onda do som emitido pelo impacto da bala no alvo, temos:

$\overline{FM_1} = \overline{M_1Q} = d_1$

Analogamente: $\overline{FM_2} = \overline{QM_2} = d_2$

Então:

$\overline{PQ} = d_1 + d_1 + PF \Rightarrow VT = 2d_1 + V_S T$

$$\boxed{d_1 = \frac{T(V - V_S)}{2}}$$

Pelo Teorema de Pitágoras:

$(\overline{PM_2})^2 = (\overline{PQ})^2 + (\overline{QM_2})^2$

$(\overline{PF} + d_2)^2 = (\overline{PQ})^2 + (\overline{QM_2})^2$

$(V_S T + d_2)^2 = (VT)^2 + d_2^2$

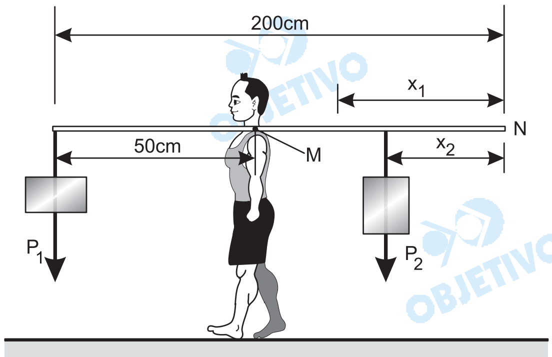
$$V_S^2 T^2 + 2d_2 V_S T + d_2^2 = V^2 T^2 + d_2^2$$

$$\boxed{d_2 = \frac{T(V^2 - V_S^2)}{2V_S}}$$

Assim:

$$\boxed{\frac{d_1}{d_2} = \frac{V_S(V - V_S)}{V^2 - V_S^2}}$$

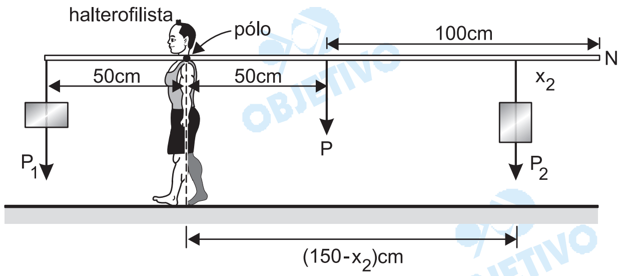
Na experiência idealizada na figura, um halterofilista sustenta, pelo ponto M, um conjunto em equilíbrio estático composto de uma barra rígida e uniforme, de um peso P_1 = 100 N na extremidade a 50 cm de M, e de um peso P_2 = 60 N, na posição x_2 indicada. A seguir, o mesmo equilíbrio estático é verificado dispondo-se, agora, o peso P_2 na posição original de P_1, passando este à posição de distância $x_1 = 1{,}6\,x_2$ da extremidade N.



Sendo de 200 cm o comprimento da barra e g = 10 m/s^2 a aceleraçao da gravidade, a massa da barra é de

a) 0,5 kg. b) 1,0 kg. c)1,5 kg.
d) 1,6 kg. e) 2,0 kg.

Resolução



Na configuração inicial, tomando-se o ombro do halterofilista com o pólo dos momentos, temos:

$50P_1 = 50 \,.\, P + (150 - x_2) \,.\, P_2$

em que P é o peso da barra.

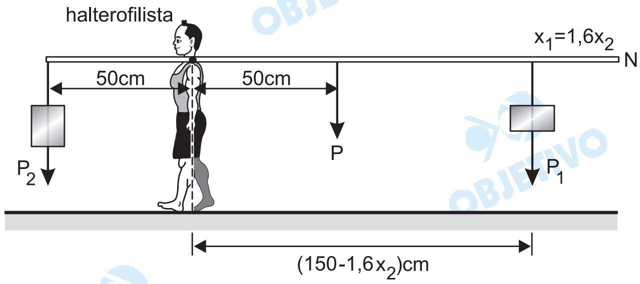
$50 \,.\, 100 = 50 \,.\, P + (150 - x_2) \,.\, 60 \qquad (\div 10)$

$500 = 5P + (150 - x_2)\, 6$

$500 = 5P + 900 - 6x_2$

$\boxed{400 + 5P = 6x_2}$ ①

Nova configuração:



Tomando-se, novamente, o ombro do halterofilista como pólo dos momentos, temos:

$50 \,.\, P_2 = 50P + (150 - 1{,}6x_2) \,.\, P_1$

$50 \,.\, 60 = 50P + (150 - 1{,}6x_2) \,.\, 100 \qquad (\div 10)$

$300 = 5P + (150 - 1{,}6x_2) \,.\, 10$

$300 = 5P + 1500 - 16x_2$

$\boxed{1200 + 5P = 16x_2}$ ②

Juntando-se as duas equações ① e ②

$$\begin{cases} 1200 + 5P = 16x_2 \\ 400 + 5P = 6x_2 \end{cases} \quad -$$

$800 + 0 = 10x_2$

$x_2 = 80\ cm$

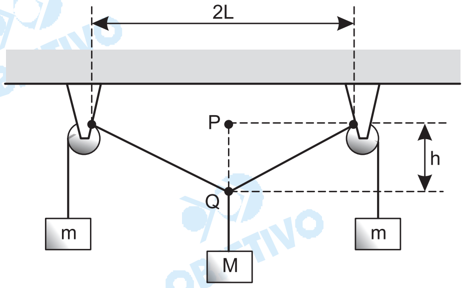
Voltando-se à equação ①
$400 + 5P = 6 \cdot 80$
$5P = 80$
$P = 16N \Rightarrow m \cdot g = 16$

$m = \dfrac{16}{10}\ (kg)$

$\boxed{m = 1{,}6kg}$

6 A

No arranjo mostrado na figura com duas polias, o fio inextensível e sem peso sustenta a massa M e, também, simetricamente, as duas massas m, em equilíbrio estático.



Desprezando o atrito de qualquer natureza, o valor h da distância entre os pontos P e Q vale

a) $ML/\sqrt{4m^2 - M^2}$.

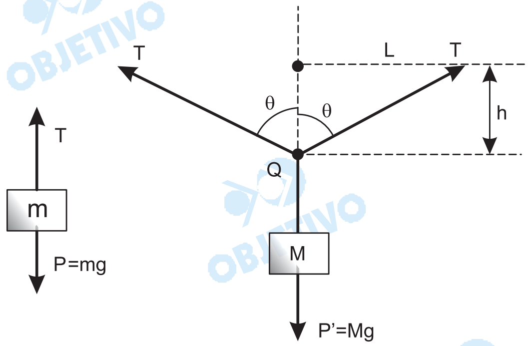
b) L

c) $ML/\sqrt{M^2 - 4m^2}$.

d) $mL/\sqrt{4m^2 - M^2}$.

e) $ML/\sqrt{2m^2 - M^2}$.

Resolução



1) Para o equilíbrio do bloco m:

$T = P = mg$

2) Para o equilíbrio do bloco M:

$2T \cos\theta = P'$

$2\,mg \cos\theta = Mg$

$$\boxed{\cos\theta = \frac{M}{2m}} \quad (1)$$

3) Da figura:

$$\cos\theta = \frac{h}{\sqrt{h^2 + L^2}} \quad (2)$$

Comparando-se (1) e (2), vem:

$$\frac{M}{2m} = \frac{h}{\sqrt{h^2 + L^2}}$$

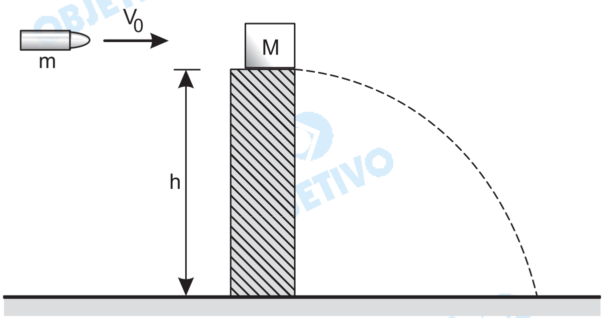
$$\frac{M^2}{4m^2} = \frac{h^2}{h^2 + L^2}$$

$$h^2 M^2 + M^2 L^2 = h^2\,4m^2$$

$$h^2(4m^2 - M^2) = M^2 L^2$$

$$\boxed{h = \frac{M\,L}{\sqrt{4m^2 - M^2}}}$$

Uma bala de massa m e velocidade V_0 é disparada contra um bloco de massa M, que inicialmente se encontra em repouso na borda de um poste de altura h, conforme mostra a figura. A bala aloja-se no bloco que, devido ao impacto, cai no solo.



Sendo g a aceleração da gravidade, e não havendo atrito e nem resistência de qualquer outra natureza, o módulo da velocidade com que o conjunto atinge o solo vale

a) $\sqrt{\left(\dfrac{mv_0}{m + M}\right)^2 + 2gh}$.

b) $\sqrt{v_0^2 + \dfrac{2\,g\,h\,m^2}{(m + M)^2}}$.

c) $\sqrt{v_0^2 + \dfrac{2\,m\,g\,h}{M}}$.

d) $\sqrt{v_0^2 + 2g\,h}$.

e) $\sqrt{\dfrac{m\,v_0^2}{m + M} + 2gh}$.

Resolução

1) No ato da colisão, a quantidade de movimento se conserva:

$$(M + m)\,V_1 = m\,V_0$$

$$\boxed{V_1 = \frac{m\,V_0}{M + m}}$$

2) Usando-se a conservação da energia mecânica após a colisão, vem:

$$(M + m)\,\frac{V^2}{2} = \frac{(M + m)}{2}\,V_1^2 + (M + m)\,g\,h$$

$$V^2 = \frac{m^2\,V_0^2}{(M + m)^2} + 2\,g\,h$$

$$\boxed{V = \sqrt{\left(\frac{mV_0}{(M + m)}\right)^2 + 2gh}}$$

8 C

Projetado para subir com velocidade média constante a uma altura de 32 m em 40 s, um elevador consome a potência de 8,5 kW de seu motor. Considere seja de 370 kg a massa do elevador vazio e a aceleração da gravidade g = 10 m/s^2. Nessas condições, o número máximo de passageiros, de 70 kg cada um, a ser transportado pelo elevador é

a) 7. b) 8. c) 9. d) 10. e) 11.

Resolução

1) A velocidade escalar média é dada por:

$$V_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{32m}{40s} = 0{,}8\ m/s \quad ①$$

2) A potência média é dada por:

$Pot_m = F \,.\, V_m$

$F = P_{total}\ (M + n\ m)g$

$F = (370 + n\ 70)g$

Portanto:

$8{,}5 \,.\, 10^3 = (370 + n\ 70) \,.\, 10 \,.\, 0{,}8$

$\frac{8{,}5}{8{,}0} \,.\, 10^3 = 370 + n\ 70$

$370 + n\ 70 = 1062{,}5$

$n \cong 9{,}89$

Como n é um número inteiro, o seu máximo valor deve ser 9.

Um corpo indeformável em repouso é atingido por um projétil metálico com a velocidade de 300 m/s e a temperatura de 0°C. Sabe-se que, devido ao impacto, 1/3 da energia cinética é absorvida pelo corpo e o restante transforma-se em calor, fundindo parcialmente o projétil. O metal tem ponto de fusão t_f = 300°C, calor específico c = 0,02 cal/g°c e calor latente de fusão L_f = 6 cal/g. Considerando 1 cal ≅ 4 J, a fração x da massa total do projétil metálico que se funde é tal que

a) x < 0,25. b) x = 0,25. c) 0,25 < x < 0,5.
d) x = 0,5. e) x > 0,5.

Resolução

1) Cálculo da energia cinética inicial do projétil:

$$E_{c_i} = \frac{m\,V_0^2}{2} = \frac{m\,(300)^2}{2} \quad (J)$$

Observe que a massa m do projétil está em kg.

2) Calor absorvido pelo projétil:

$$Q = \frac{2}{3}\,E_{c_i} = \frac{2}{3} \cdot \frac{m\,(300)^2}{2} \cdot \frac{1}{4} \quad (cal)$$

$$Q = 7500m \ (cal)$$

3) Essa energia foi absorvida pelo projétil provocando seu aquecimento e fusão parcial. Assim:

$$Q = mc\Delta\theta + m'L_F$$
$$7500m = m \cdot 10^3 \cdot 0{,}02 \cdot (300 - 0) + m' \cdot 10^3 \cdot 6$$
$$7500m = 6000m + 6000m'$$
$$1500m = 6000m'$$

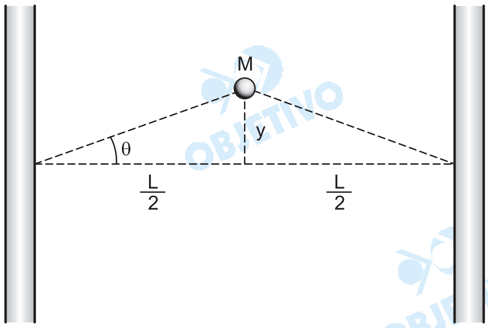
A fração pedida é obtida por:

$$x = \frac{m'}{m} = \frac{1500}{6000} = 0{,}25$$

$$\boxed{x = 0{,}25}$$

10 B

Uma bolinha de massa M é colada na extremidade de dois elásticos iguais de borracha, cada qual de comprimento L/2, quando na posição horizontal. Desprezando o peso da bolinha, esta permanece apenas sob a ação da tensão T de cada um dos elásticos e executa no plano vertical um movimento harmônico simples, tal que sen θ ≅ tg θ. Considerando que a tensão não se altera durante o movimento, o período deste vale



a) $2\pi\sqrt{\dfrac{4ML}{T}}$.

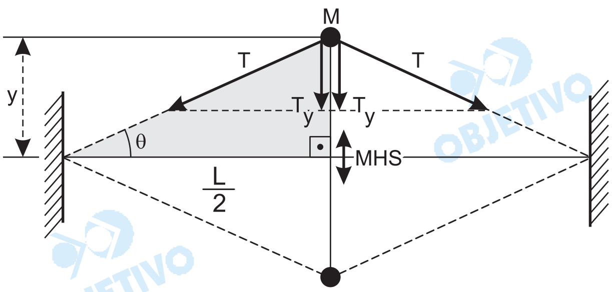
b) $2\pi\sqrt{\dfrac{ML}{4T}}$.

c) $2\pi\sqrt{\dfrac{ML}{T}}$.

d) $2\pi\sqrt{\dfrac{ML}{2T}}$.

e) $2\pi\sqrt{\dfrac{2ML}{T}}$.

Resolução



I) $tg\,\theta = \dfrac{y}{\frac{L}{2}} \Rightarrow \boxed{y = \dfrac{L}{2}\,tg\,\theta}$ *(1)*

II) A intensidade da força elástica (restauradora) responsável pelo movimento harmônico simples é expressa por:

$F_e = 2T_y \Rightarrow ky = 2\,T\,sen\,\theta$ *(2)*

(1) em (2): $k\,\dfrac{L}{2}\,tg\,\theta = 2\,T\,sen\,\theta$

Sendo sen θ ≅ tg θ, vem:

$k\,\dfrac{L}{2} = 2\,T \Rightarrow \boxed{k = \dfrac{4\,T}{L}}$ *(3)*

III) O período P de oscilação do sistema fica então determinado por:

$P = 2\pi\sqrt{\dfrac{M}{k}}$ *(4)*

(3) em (4): $P = 2\pi\sqrt{\dfrac{M}{\dfrac{4T}{L}}}$ (4)

Da qual:

$$\boxed{P = 2\pi\sqrt{\frac{ML}{4T}}}$$

11 D

Numa cozinha industrial, a água de um caldeirão é aquecida de 10°C a 20°C, sendo misturada, em seguida, à água a 80°C de um segundo caldeirão, resultando 10ℓ de água a 32°C, após a mistura. Considere haja troca de calor apenas entre as duas porções de água misturadas e que a densidade absoluta da água, de 1 kg/ℓ não varia com a temperatura, sendo, ainda, seu calor específico c = 1,0 cal $g^{-1}°C^{-1}$. A quantidade de calor recebida pela água do primeiro caldeirão ao ser aquecida até 20°C é de

a) 20 kcal. b) 50 kcal. c) 60 kcal.
d) 80 kcal. e) 120 kcal.

Resolução

1) Cálculo do calor recebido pela água do primeiro caldeirão:

$Q_1 = m_1\, c\, \Delta\theta$

Como:

$$d = \frac{m}{V} \Rightarrow m = d\,V$$

e $d_{água} = 1kg/\ell = 1 \,.\, 10^3\, g/\ell$

então:

$Q_1 = 1 \,.\, 10^3 \,.\, V_1 \,.\, 1{,}0\,(20 - 10)\,(cal)$

$Q_1 = 1{,}0 \,.\, 10^4\, V_1\,(cal)$

2) Misturando-se as águas dos caldeirões, temos:

$Q_{cedido} + Q_{recebido} = 0$

$(m_2\, c\, \Delta\theta)_{cedido} + (m_1\, c\, \Delta\theta)_{recebido} = 0$

$1 \,.\, 10^3 \,.\, V_2 \,.\, 1{,}0 \,.\, (32 - 80) + 1 \,.\, 10^3 \,.\, V_1 \,.\, 1{,}0 \,.\, (32 - 20) = 0$

$-48 \,.\, 10^3 V_2 + 12 \,.\, 10^3\, V_1 = 0$

$12\, V_1 = 48\, V_2$

$V_1 = 4\, V_2$

Como:

$V_1 + V_2 = 10\ell$

temos:

$$V_1 + \frac{V_1}{4} = 10\ell$$

$$\frac{5}{4}\, V_1 = 10\ell \Rightarrow V_1 = 8{,}0\ell$$

Assim:

$Q_1 = 1{,}0 \,.\, 10^4 \,.\, 8{,}0\, cal = 80 \,.\, 10^3\, cal$

$$\boxed{Q_1 = 80\, kcal}$$

A água de um rio encontra-se a uma velocidade inicial V constante, quando despenca de uma altura de 80 m, convertendo toda a sua energia mecânica em calor. Este calor é integralmente absorvido pela água, resultando em um aumento de 1K de sua temperatura. Considerando 1 cal ≅ 4J, aceleração da gravidade g = 10 m/s^2 e calor específico da água c = 1,0 calg^{-1}°C^{-1}, calcula-se que a velocidade inicial da água V é de

a) $10\sqrt{2}$m/s. b) 20 m/s. c) 50 m/s.
d) $10\sqrt{32}$ m/s. e) 80 m/s.

Resolução

1) *Cálculo da energia mecânica que irá transformar-se em calor:*

$$E_m = E_c + E_p = \frac{m\,V^2}{2} + m\,g\,h$$

$$E_m = \frac{m\,V^2}{2} + m \cdot 10 \cdot 80$$

(J)

2) *Essa energia é totalmente absorvida pela água, provocando um aquecimento de 1K, que equivale à variação de 1°C. Assim:*

$Q = m \cdot 10^3\, c\, \Delta\theta$

$Q = m \cdot 10^3 \cdot 1{,}0 \cdot 1$ *(cal)*

Observe que a massa m está na unidade kg.

$Q = m \cdot 10^3 \cdot 4$ *(J)*

Portanto:

$$m \cdot 4000 = \frac{m\,V^2}{2} + 800 \cdot m$$

$$4000 = \frac{V^2}{2} + 800$$

$8000 = V^2 + 1600$

$6400 = V^2$

$\boxed{V = 80\ m/s}$

13 D

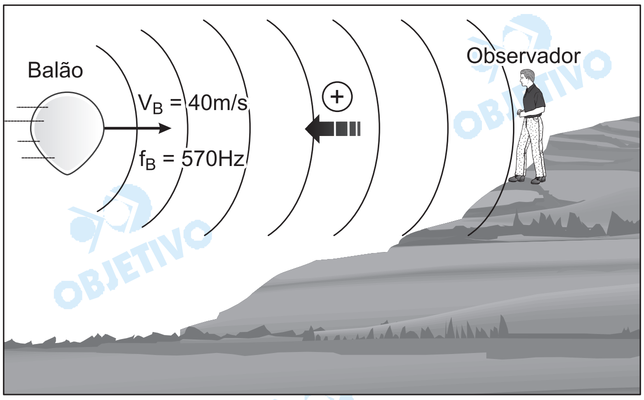
Numa planície, um balão meteorológico com um emissor e receptor de som é arrastado por um vento forte de 40 m/s contra a base de uma montanha. A freqüência do som emitido pelo balão é de 570 Hz e a velocidade de propagação do som no ar é de 340 m/s. Assinale a opção que indica a freqüência refletida pela montanha e registrada no receptor do balão.

a) 450 Hz b) 510Hz c) 646 Hz

d) 722 Hz e) 1292 Hz

Resolução

I) A freqüência aparente f_O captada por um suposto observador em repouso na encosta da montanha é calculada pela equação do Efeito Doppler, como fazemos abaixo.

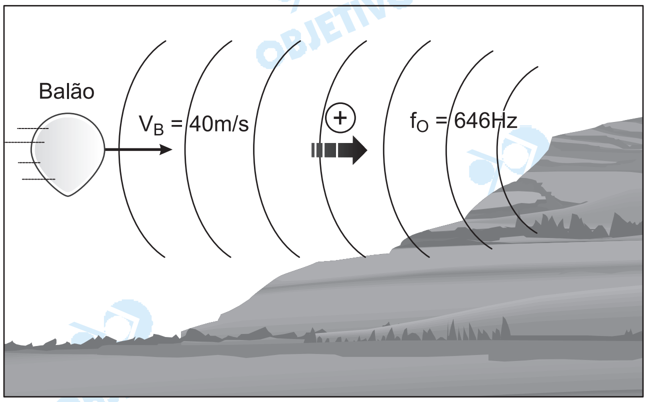


$$\frac{f_O}{V \pm V_O} = \frac{f_B}{V \pm V_B}$$

$$\frac{f_O}{340 + 0} = \frac{570}{340 - 40} \Rightarrow f_O = \frac{340 \,.\, 570}{300} (Hz)$$

Da qual: $\boxed{f_O = 646 \text{ Hz}}$

II) A encosta da montanha comporta-se como uma fonte de ondas de freqüência f_O = 646 Hz, haja vista que reflete as ondas provenientes do balão. Assim, o receptor existente no balão capta uma freqüência aparente f'_O, também calculada pela equação do Efeito Doppler.

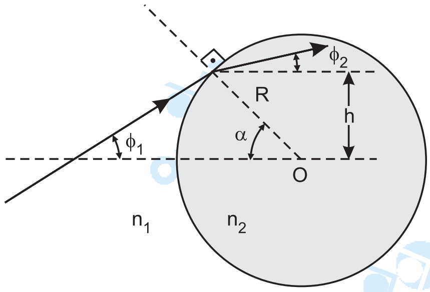


$$\frac{f'_O}{V \pm V_B} = \frac{f_O}{V \pm V_0}$$

$$\frac{f'_O}{340 + 40} = \frac{646}{340 + 0} \Rightarrow f'_O = \frac{646 \cdot 380}{340} (Hz)$$

Da qual: $\boxed{f'_O = 722\ Hz}$

A figura mostra um raio de luz propagando-se num meio de índice de refração n_1 e transmitido para uma esfera transparente de raio R e índice de refração n_2. Considere os valores dos ângulos α, ϕ_1 e ϕ_2 muito pequenos, tal que cada ângulo seja respectivamente igual à sua tangente e ao seu seno. O valor aproximado de ϕ_2 é de



a) $\phi_2 = \dfrac{n_1}{n_2}(\phi_1 - \alpha)$

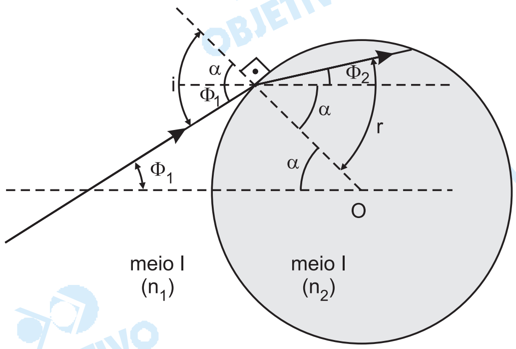
b) $\phi_2 = \dfrac{n_1}{n_2}(\phi_1 + \alpha)$

c) $\phi_2 = \dfrac{n_1}{n_2}\phi_1 + \left(1 - \dfrac{n_1}{n_2}\right)\alpha$

d) $\phi_2 = \dfrac{n_1}{n_2}\phi_1$

e) $\phi_2 = \dfrac{n_1}{n_2}\phi_1 + \left(\dfrac{n_1}{n_2} - 1\right)\alpha$

Resolução



Aplicando-se a Lei de Snell à refração da luz do meio I para o meio II, vem:

n_2 *sen r* $= n_1$ *sen i*

$n_2 \text{ sen } (\Phi_2 + \alpha) = n_1 \text{ sen } (\Phi_1 + \alpha)$

$n_2 (\text{sen } \Phi_2 \cos \alpha + \text{sen } \alpha \cos \Phi_2) =$

$= n_1 (\text{ sen } \Phi_1 \cos \alpha + \text{sen } \alpha \cos \Phi_1)$

Observando-se que, conforme o enunciado, os ângulos Φ_1, Φ_2 *e* α *são pequenos, valem as aproximações:* $\text{sen } \Phi_1 \cong \Phi_1$, $\text{sen } \Phi_2 \cong \Phi_2$, $\text{sen } \alpha \cong \alpha$, $\cos \Phi_1 \cong 1$, $\cos \Phi_2 \cong 1$ *e* $\cos \alpha \cong 1$.

Assim, a expressão anterior reduz-se a:

$n_2 (\Phi_2 \,.\, 1 + \alpha \,.\, 1) = n_1 (\Phi_1 \,.\, 1 + \alpha \,.\, 1)$

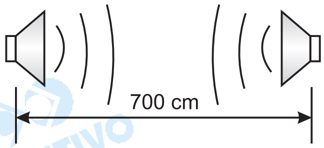
Da qual: $\Phi_2 + \alpha = \dfrac{n_1}{n_2}\Phi_1 + \dfrac{n_1}{n_2}\alpha$

Logo: $$\boxed{\Phi_2 = \frac{n_1}{n_2}\ \Phi_1 + \left(\frac{n_1}{n_2} - 1\right)\ \alpha}$$

15 E

A figura mostra dois auto-falantes alinhados e alimentados em fase por um amplificador de áudio na freqüência de 170 Hz. Considere desprezível a variação da intensidade do som de cada um dos alto-falantes com a distância e que a velocidade do som é de 340m/s. A maior distância entre dois máximos de intensidade da onda sonora formada entre os alto-falantes é igual a

a) 2m b) 3m
c) 4m d) 5m
e) 6m



Resolução

As ondas sonoras emitadas pelos dois alto-falantes interferem nas vizinhanças deles, determinando em algumas posições ***reforço*** *(interferência construtiva) e em outras,* ***anulamento*** *(interferência destrutiva).*
Para que haja ***reforço*** *entre os dois sons, a diferença de percursos entre eles (Δx) deve ser um múltiplo par de meio comprimento de onda.*

$$\Delta x = p \frac{\lambda}{2} \Rightarrow \Delta x = p \frac{V}{2f}$$

(p = 2; 4; 6…)

Sendo V = 340 m/s e f = 170 Hz, vem:

$$\Delta x = p \frac{340}{2 \cdot 170} (m) \Rightarrow \boxed{\Delta x = p \cdot 1{,}0\ (m)}$$

com p = 2: $\Delta x = 2 \cdot 1{,}0$ m = 2,0 m
com p = 4: $\Delta x = 4 \cdot 1{,}0$ m = 4,0 m
com p = 6: $\Delta x = 6 \cdot 1{,}0$ m = 6,0 m
com p = 8: $\Delta x = 8 \cdot 1{,}0$ m = 8,0 m
⋮ ⋮

Como a distância entre os alto-falantes é 700cm = 7,0m, a maior distância entre dois máximos de intensidade é Δx = 6,0m, com uma posição a 0,50m do alto-falante da esquerda e outra posição a 0,50m do alto-falante da direita.

O circuito da figura é composto de duas resistências, $R_1 = 1{,}0 \times 10^3\ \Omega$ e $R_2 = 1{,}5 \times 10^3 \Omega$, respectivamente, e de dois capacitores, de capacitâncias $C_1 = 1{,}0 \times 10^{-9}$ F e $C_2 = 2{,}0 \times 10^{-9}$ F, respectivamente, além de uma chave S, inicialmente aberta. Sendo fechada a chave S, a variação da carga ΔQ no capacitor de capacitância C_1, após determinado período, é de

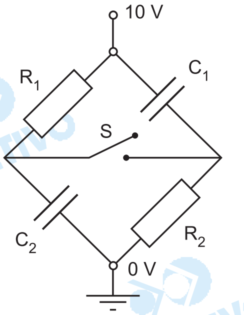
a) $-8{,}0 \times 10^{-9}$ C.

b) $-6{,}0 \times 10^{-9}$ C.

c) $-4{,}0 \times 10^{-9}$ C.

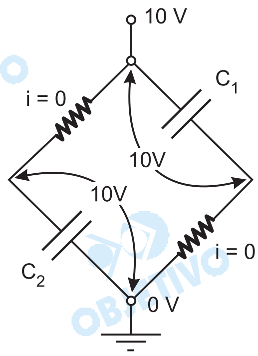
d) $+4{,}0 \times 10^{-9}$ C.

e) $+8{,}0 \times 10^{-9}$C.



Resolução

Chave aberta



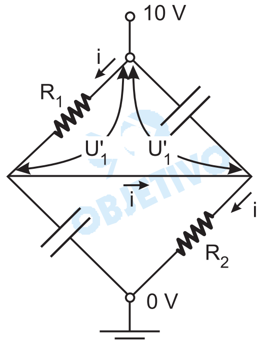
Cálculo da carga inicial no capacitor C_1:

$Q_1 = C_1 U_1$

$Q_1 = 1{,}0 \cdot 10^{-9} \cdot 10\ (C)$

$\boxed{Q_1 = 10 \cdot 10^{-9} C}$

Chave fechada



Cálculo da intensidade de corrente elétrica que percorre R_1 e R_2:

$U = (R_1 + R_2)\, i$

$10 = (1{,}0 \cdot 10^3 + 1{,}5 \cdot 10^3)\, i$

$i = 4{,}0 \cdot 10^{-3} A$

Cálculo da diferença de potencial em R_1:

$U'_1 = R_1\, i$

$U'_1 = 1{,}0 \cdot 10^3 \cdot 4{,}0 \cdot 10^{-3}\ (V)$

$U'_1 = 4{,}0V$

No capacitor C_1, a diferença de potencial também é 4,0V, assim, podemos determinar a carga final nele armazenada.

$Q'_1 = C_1 U'_1$

$Q'_1 = 1{,}0 \cdot 10^{-9} \cdot 4{,}0\ (C)$

$$\boxed{Q'_1 = 4{,}0 \cdot 10^{-9} C}$$

A variação de carga ΔQ será dada por:

$$\boxed{\Delta Q = Q'_1 - Q_1 = -6{,}0 \cdot 10^{-9} C}$$

17 D

No circuito da figura, têm-se as resistências R, R_1, R_2 e as fontes V_1 e V_2 aterradas, A corrente i indicada é

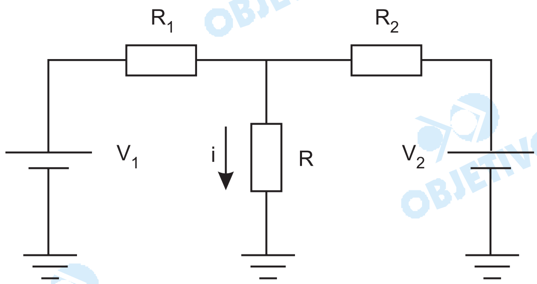
a) $\dfrac{(V_1R_2 - V_2R_1)}{(R_1R_2 + R\,R_2 + R\,R_1}$.

b) $\dfrac{(V_1R_1 + V_2R_2)}{(R_1R_2 + R\,R_2 + R\,R_1}$.

c) $\dfrac{(V_1R_1 - V_2R_2)}{(R_1R_2 + R\,R_2 + R\,R_1}$.

d) $\dfrac{(V_1R_2 + V_2R_1)}{(R_1R_2 + R\,R_2 + R\,R_1}$.

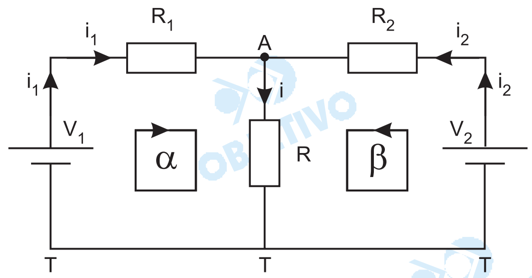
e) $\dfrac{(V_2R_1 - V_1R_2)}{(R_1R_2 + R\,R_2 + R\,R_1}$.



Resolução

Nó A:

$i = i_1 + i_2$ ①



Malha α

$-V_1 + R_1i_1 + Ri = 0$

$V_1 = R_1i_1 + Ri$ ②

Malha β

$-V_2 + R_2i_2 + Ri = 0$

$V_2 = R_2i_2 + Ri$ ③

De ②: $i_1 = \dfrac{V_1 - R\,i}{R_1}$

De ③: $i_2 = \dfrac{V_2 - R\,i}{R_2}$

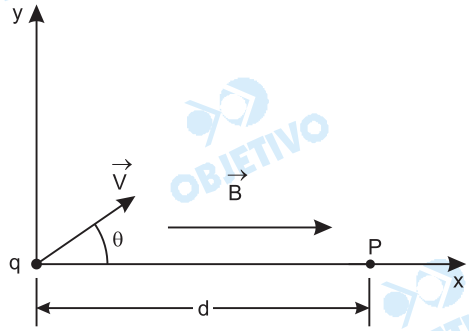
Em ①: $i = \dfrac{V_1 - R\,i}{R_1} + \dfrac{V_2 - R\,i}{R_2}$

$R_1R_2i = V_1R_2 - R\,.\,R_2i + V_2R_1 - R\,.\,R_1i$

$R_1R_2i + R\,.\,R_2i + R\,.\,R_1i = V_1R_2 + V_2R_1$

$$\boxed{i = \dfrac{V_1R_2 + V_2R_1}{R_1R_2 + R\,R_2 + R\,R_1}}$$

A figura mostra uma partícula de massa m e carga q > 0, numa região com campo magnético $\vec{B}$ constante e uniforme, orientado positivamente no eixo x. A partícula é então lançada com velocidade inicial $\vec{v}$ no plano xy, formando o ângulo θ indicado, e passa pelo ponto P, no eixo x, a uma distância d do ponto de lançamento.



Assinale a alternativa correta.

a) O produto d q B deve ser múltiplo de 2 π m v cos θ.

b) A energia cinética da partícula é aumentada ao atingir o ponto P.

c) Para θ = 0, a partícula desloca-se com movimento uniformemente acelerado.

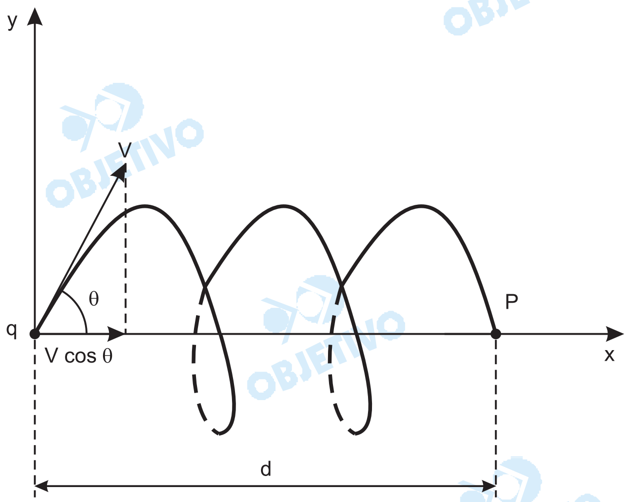
d) A partícula passa pelo eixo x a cada intervalo de tempo igual a m/qB.

e) O campo magnético não produz aceleração na partícula.

Resolução

a) Correta

A partícula descreve um movimento helicoidal uniforme de período $T = \dfrac{2\pi m}{qB}$



Ao atingir o ponto P, transcorreu um intervalo de tempo Δt, que é múltiplo do período T:

$\Delta t = K \,.\, T \ (K \in \mathbb{Z})$

A distância d é percorrida com velocidade v . cos θ no intervalo de tempo Δt:

$d = v \,.\, \cos\theta \,.\, \Delta t$

$d = v \,.\, \cos\theta \,.\, K \,.\, T$

$$d = v \,.\, \cos\theta \,.\, K \,.\, \frac{2\pi m}{qB}$$

$dqB = K \,.\, 2\pi m \,.\, v \,.\, \cos\theta$

Portanto, o produto dqB é um múltiplo de
2π m . v . cos θ

b) *Errada*
Sendo o movimento uniforme, concluímos que a energia cinética da partícula é constante.

c) *Errada.*
Para θ = 0, o movimento é retilíneo e uniforme.

d) *Errada.*
A partícula passa pelo eixo x a cada intervalo de tempo igual a um período $\left(T = \dfrac{2\pi m}{qB}\right)$.

e) *Errada.*
A aceleração da partícula é centrípeta.

19 C

Considere uma sala à noite iluminada apenas por uma lâmpada fluorescente. Assinale a alternativa correta.

a) A iluminação da sala é proveniente do campo magnético gerado pela corrente elétrica que passa na lâmpada.

b) Toda potência da lâmpada é convertida em radiação visível.

c) A iluminação da sala é um fenômeno relacionado a ondas eletromagnéticas originadas da lâmpada.

d) A energia de radiação que ilumina a sala é exatamente igual à energia elétrica consumida pela lâmpada.

e) A iluminação da sala deve-se ao calor dissipado pela lâmpada.

Resolução

As lâmpadas fluorescentes contêm um gás rarefeito (a baixa pressão) que é ionizado pela ação de elétrons provenientes dos terminais da lâmpada. Nessa ionização, produz-se radiação invisível, na faixa do ultravioleta. Essa radiação incide sobre uma fina película de fósforo existente na parede interna da ampola, excitando os elétrons dessa substância. Esses elétrons, por sua vez, ao retornarem a níveis de menor energia, emitem radiação (ondas eletromagnéticas) na faixa visível, o que possibilita a iluminação do ambiente.

O átomo de hidrogênio no modelo de Bohr é constituído de um elétron de carga $-e$ e massa m, que se move em órbitas circulares de raio r em torno do próton, sob a influência da atração coulombiana. O raio r é quantizado, dado por $r = n^2 a_o$, onde a_o é o raio de Bohr e n = 1, 2, ... O período orbital para o nível n, envolvendo a permissividade do vácuo ε_o, é igual a

a) $e / (4\pi a_o n^3 \sqrt{\varepsilon_o m a_o})$.

b) $(4\pi a_o n^3 \sqrt{\varepsilon_o m a_o}) / e$.

c) $(\pi a_o n^3 \sqrt{\pi \varepsilon_o m a_o}) / e$.

d) $(4\pi a_o n^3 \sqrt{\pi \varepsilon_o m a_o}) / e$.

e) $e / (4\pi a_o n^3 \sqrt{\pi \varepsilon_o m a_o})$.

Resolução

A estabilidade do átomo de hidrogênio, no modelo de Bohr, depende de dois postulados:

I. Considerar a força de atração coulombiana ($\vec{F}_e$) entre o próton e o elétron como a resultante centrípeta ($\vec{F}_{cp}$).

II. Quantizar os raios das órbitas ($r = n^2 a_o$) para evitar a emissão de energia radiante.

Dessa forma, temos:

$$F_e = F_{cp}$$

$$\frac{1}{4\pi \varepsilon_o} \cdot \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{r^2} = m\,\omega^2 r$$

$$\frac{1}{4\pi \varepsilon_o} \cdot \frac{e \cdot e}{r^2} = m \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 r$$

$$\frac{1}{4\pi \varepsilon_o} \cdot \frac{e^2}{r^2} = m\,\frac{4\pi^2}{T^2}\,r$$

$$T^2 = \frac{16\pi^3 r^3 \varepsilon_o m}{e^2}$$

$$T = \sqrt{\frac{16\pi^3 r^3 \varepsilon_o m}{e^2}}$$

$$T = \sqrt{\frac{16\pi^3 (n^2 a_o)^3 \varepsilon_o m}{e^2}}$$

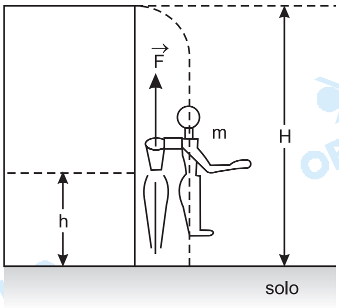
$$T = \sqrt{\frac{16\pi^3 n^6 a_o^3 \cdot \varepsilon_o \cdot m}{e^2}}$$

$$\boxed{T = \frac{4\pi a_o n^3 \sqrt{\pi \varepsilon_o m a_o}}{e}}$$

AS QUESTÕES DISSERTATIVAS, NUMERADAS DE 21 A 30, DEVEM SER RESPONDIDAS NO CADERNO DE SOLUÇÕES.

21

Equipado com um dispositivo a jato, o homem-foguete da figura cai livremente do alto de um edifício até uma altura h, onde o dispositivo a jato é acionado. Considere que o dispositivo forneça uma força vertical para cima de intensidade constante F. Determine a altura h para que o homem pouse no solo com velocidade nula. Expresse sua resposta como função da altura H, da força F, da massa m do sistema homem-foguete e da aceleração da gravidade g, desprezando a resistência do ar e a alteração da massa m no acionamento do dispositivo.



Resolução

Teorema da energia cinética

$\tau_{total} = \Delta E_{cin}$

$\tau_P + \tau_F = 0$

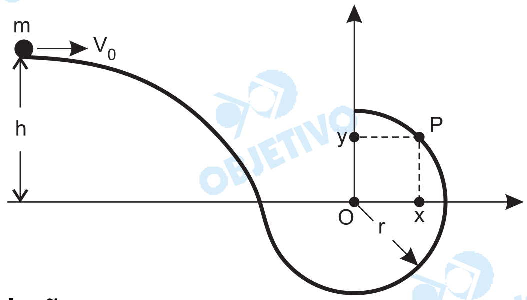
$m\,g\,H - F\,h = 0$

$m\,g\,H = F\,h$

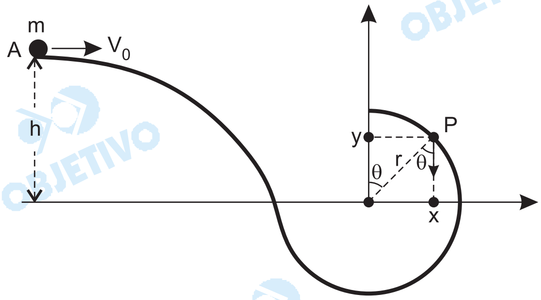
$$\boxed{h = \frac{m\,g\,H}{F}}$$

Resposta: $\boxed{h = \frac{m\,g\,H}{F}}$

Um corpo de massa m e velocidade V_0 a uma altura h desliza sem atrito sobre uma pista que termina em forma de semicircunferência de raio r, conforme indicado na figura. Determine a razão entre as coordenadas x e y do ponto P na semicircunferência, onde o corpo perde o contato com a pista. Considere a aceleração da gravidade g.



Resolução



1) *Usando-se a conservação da energia mecânica entre A e P, vem:*

$$\boxed{E_P = E_A}$$

(referência em P)

$$\frac{m\,V_P^2}{2} = \frac{m\,V_0^2}{2} + m\,g\,(h - y)$$

$$m\,V_P^2 = m\,V_0^2 + 2\,m\,g\,(h - y)$$

$$\frac{m\,V_P^2}{r} = \frac{m\,V_0^2}{r} + \frac{2\,m\,g}{r}\,(h - y) \qquad ①$$

2) *Na condição de desligamento, a força normal se anula e a componente normal do peso faz o papel de resultante centrípeta:*

$$m\,g\cos\theta = \frac{m\,V_P^2}{r} \qquad ②$$

Comparando-se ① e ②, vem:

$$m\,g\cos\theta = \frac{m\,V_0^2}{r} + \frac{2\,m\,g}{r}\,(h - y)$$

Sendo $\cos\theta = \dfrac{y}{r}$ *, vem:*

$$g \cdot \frac{y}{r} = \frac{V_0^2}{r} + \frac{2\,g}{r}\,(h - y)$$

$$gy = V_0^2 + 2g\,(h - y)$$

$$gy = V_0^2 + 2gh - 2gy$$

$3gy = V_0^2 + 2gh$

$$\boxed{y = \frac{V_0^2}{3g} + \frac{2h}{3}} \quad ①$$

3) Da figura, temos:

$tg\theta = \dfrac{x}{y}$

Como $\cos\theta = \dfrac{y}{r}$, vem

$$sen\theta = \sqrt{1 - \frac{y^2}{r^2}} = \frac{\sqrt{r^2 - y^2}}{r}$$

$$tg\theta = \frac{sen\theta}{\cos\theta} = \frac{\sqrt{r^2 - y^2}}{y}$$

$$\boxed{tg\theta = \sqrt{\frac{r^2}{y^2} - 1}} \quad ②$$

Substituindo-se ① em ②, vem:

$$\frac{x}{y} = \sqrt{\frac{r^2}{\left(\frac{V_0^2}{3g} + \frac{2}{3}h\right)^2} - 1}$$

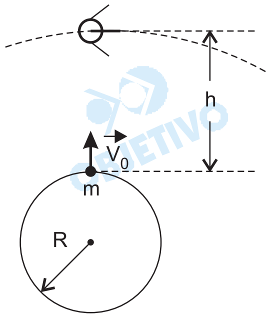
$$\frac{x}{y} = \sqrt{\frac{r^2}{\left(\frac{V_0^2 + 2gh}{3g}\right)^2} - 1}$$

$$\boxed{\frac{x}{y} = \sqrt{\frac{9g^2 r^2}{(V_0^2 + 2gh)^2} - 1}}$$

Resposta: $\boxed{\dfrac{x}{y} = \sqrt{\dfrac{9g^2 r^2}{(V_0^2 + 2gh)^2} - 1}}$

23

Lançado verticalmente da Terra com velocidade inicial V_0, um parafuso de massa m chega com velocidade nula na órbita de um satélite artificial, geoestacionário em relação à Terra, que se situa na mesma vertical. Desprezando a resistência do ar, determine a velocidade V_0 em função da aceleração da gravidade g na superfície da Terra, raio da Terra R e altura h do satélite.



Resolução

Não levando em conta a rotação da Terra, temos:

$E_{final} = E_{inicial}$

$$\frac{-GMm}{R+h} = \frac{mV_0^2}{2} - \frac{GMm}{R}$$

$$\frac{V_0^2}{2} = -\frac{GM}{R+h} + \frac{GM}{R}$$

$$V_0^2 = 2\,GM\left(\frac{1}{R} - \frac{1}{R+h}\right)$$

$$V_0^2 = 2\,GM\,\frac{(R+h-R)}{R\,(R+h)}$$

$$V_0^2 = \frac{2GM\,h}{R\,(R+h)}$$

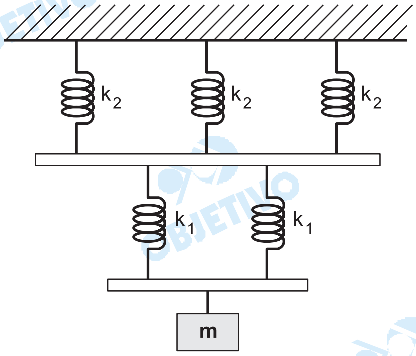
Sendo $g = \frac{GM}{R^2}$, *vem:* $GM = g\,R^2$

$$V_0^2 = \frac{2\,g\,R^2h}{R\,(R+h)} \Rightarrow \boxed{V_0 = \sqrt{\frac{2g\,R\,h}{R+h}}}$$

Resposta: $\boxed{V_0 = \sqrt{\frac{2g\,R\,h}{R+h}}}$

24

Um sistema massa-molas é constituído por molas de constantes k_1 e k_2, respectivamente, barras de massas desprezíveis e um corpo de massa m, como mostrado na figura. Determine a freqüência desse sistema.



Resolução

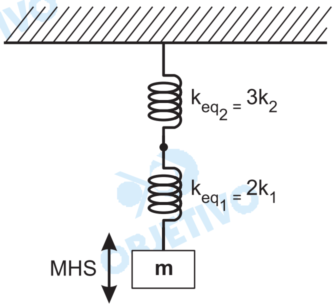
I) As duas molas do constante elástica k_1 estão associadas em paralelo, sendo equivalentes a uma mola única de constante elástica k_{eq_1}, dada por:

$$k_{eq_1} = k_1 + k_1 \Rightarrow \boxed{k_{eq_1} = 2k_1}$$

II) As três molas da constante elástica k_2 também estão associadas em paralelo, sendo equivalentes a uma mola única de constante elástica k_{eq_2}, dada por:

$$k_{eq_2} = k_2 + k_2 + k_2 \Rightarrow \boxed{k_{eq_2} = 3k_2}$$

III) O sistema reduz-se, portanto, ao que esquematizamos abaixo com as molas k_{eq_1} e k_{eq_2} associadas em série.



A constante elástica equivalente do oscilador (k) é calculada por

$$k = \frac{k_{eq_1} \cdot k_{eq_2}}{k_{eq_1} + k_{eq_2}}$$

$$k = \frac{2k_1 \cdot 3k_2}{2k_1 + 3k_2} \Rightarrow \boxed{k = \frac{6k_1k_2}{2k_1 + 3k_2}}$$

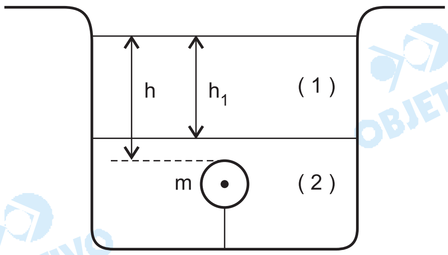
IV) A freqüência (f) de oscilação do sistema fica então *determinada fazendo-se:*

$$f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow \boxed{f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{6k_1k_2}{m(2k_1 + 3k_2)}}}$$

Resposta: $\boxed{f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{6k_1k_2}{m(2k_1 + 3k_2)}}}$

25

A figura mostra uma bolinha de massa m = 10 g presa por um fio que a mantém totalmente submersa no líquido (2), cuja densidade é cinco vezes a densidade do líquido (1), imiscível, que se encontra acima. A bolinha tem a mesma densidade do líquido (1) e sua extremidade superior se encontra a uma profundidade h em relação à superfície livre. Rompido o fio, a extremidade superior da bolinha corta a superfície livre do líquido (1) com velocidade de 8,0 m/s. Considere aceleração da gravidade g = 10 m/s^2, h_1 = 20 cm, e despreze qualquer resistência ao movimento de ascensão da bolinha, bem como o efeito da aceleração sofrida pela mesma ao atravessar a interface dos líquidos. Determine a profundidade h.



Resolução

Como a densidade do corpo é a mesma do líquido (1), no interior do referido líquido o empuxo vai equilibrar o peso, a força resultante será nula e a velocidade permanecerá constante.

Portanto, basta calcularmos a velocidade com que a bolinha penetra no líquido (1).

Teorema da energia cinética:

$$\tau_P + \tau_{E_2} = \frac{mV^2}{2}$$

$$-mg\,(h - h_1) + \rho_2\,Vg\,(h - h_1) = \frac{mV^2}{2}\ (1)$$

$$\rho_1 = \frac{m}{V} \text{ e } \rho_2 = 5\,\rho_1$$

$$\rho_2 = \frac{5m}{V}\ (2)$$

(2) em (1), vem:

$$-mg\,(h - h_1) + 5\,mg\,(h - h_1) = \frac{mV^2}{2}$$

$$\frac{V^2}{2} = 4g\,(h - h_1)$$

$$\frac{V^2}{8g} = h - h_1$$

$$h = h_1 + \frac{V^2}{8g}$$

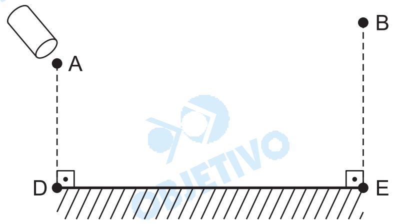
$$h = 0{,}20 + \frac{(8{,}0)^2}{80}\ (m)$$

$$\boxed{h = 1{,}0m}$$

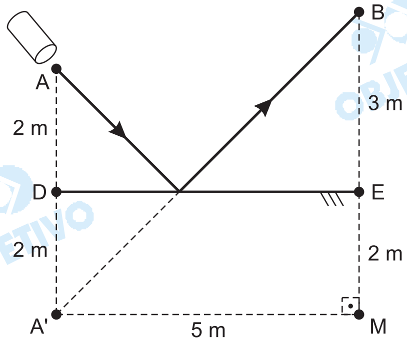
Resposta: $\boxed{h = 1,0m}$

26

Um raio de luz de uma lanterna acesa em A ilumina o ponto B, ao ser refletido por um espelho horizontal sobre a semi-reta DE da figura, estando todos os pontos num mesmo plano vertical. Determine a distância entre a imagem virtual da lanterna A e o ponto B. Considere AD = 2 m, BE = 3 m e DE = 5 m.



Resolução



Usando o triângulo retângulo A'MB, temos:

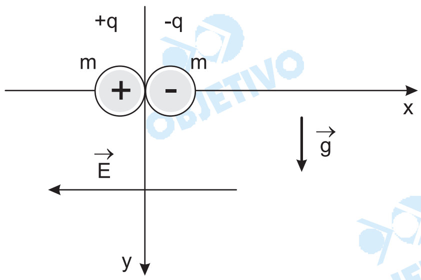
$(A'B)^2 = (A'M)^2 + (BM)^2$ *(Pitágoras)*

$(A'B)^2 = 5^2 + 5^2 = 2 \cdot 5^2$ *(m)*

$\boxed{(A'B) = 5\sqrt{2}\ m}$

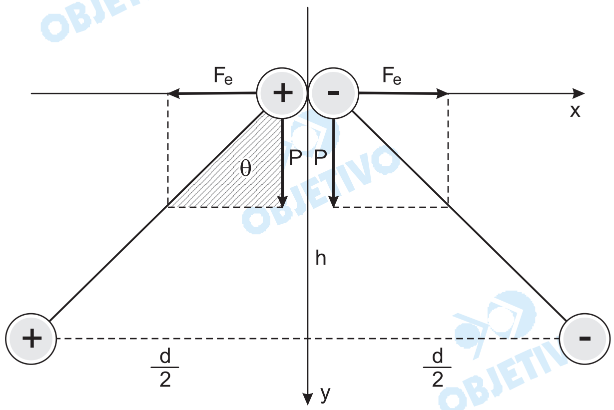
Resposta: $\boxed{5\sqrt{2}\ m}$

Duas cargas pontuais +q e –q, de massas iguais m, encontram-se inicialmente na origem de um sistema cartesiano xy e caem devido ao próprio peso a partir do repouso, bem como devido à ação de um campo elétrico horizontal e uniforme $\vec{E}$, conforme mostra a figura. Por simplicidade, despreze a força coulombiana atrativa entre as cargas e determine o trabalho realizado pela força peso sobre as cargas ao se encontrarem separadas entre si por uma distância horizontal d.



Resolução

A composição de dois movimentos uniformemente variados com velocidade inicial nula nos fornece o esquema abaixo.



No triângulo hachurado, temos:

$$tg\ \theta = \frac{F_e}{P}$$

$$mas,\ tg\ \theta = \frac{d/2}{h}$$

Assim,

$$\frac{F_e}{P} = \frac{d/2}{h}$$

$$\frac{qE}{mg} = \frac{d}{2h} \Rightarrow h = \frac{mg\,d}{2\,q\,E}$$

O trabalho realizado pela força peso sobre as ***duas*** *cargas será dado por:*

$\tau = 2\,m\,g\,h$

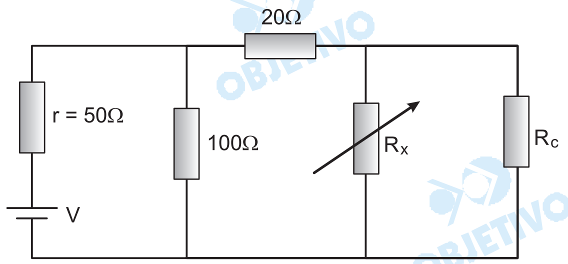
$$\tau = 2\,m\,g\,\frac{mg\,d}{2\,q\,E}$$

$$\boxed{\tau = \frac{m^2g^2d}{qE}}$$

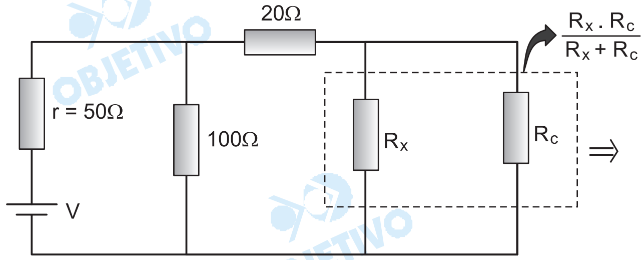
Resposta: $\boxed{\dfrac{m^2g^2d}{qE}}$

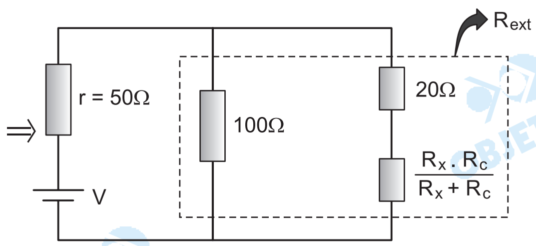
28

Sabe-se que a máxima transferência de energia de uma bateria ocorre quando a resistência do circuito se iguala à resistência interna da bateria, isto é, quando há o casamento de resistências. No circuito da figura, a resistência de carga R_c varia na faixa $100\Omega \le R_c \le 400\Omega$. O circuito possui um resistor variável, R_x, que é usado para o ajuste da máxima transferência de energia. Determine a faixa de valores de R_x para que seja atingido o casamento de resistências do circuito.



Resolução





$$R_{ext} = \frac{\left(\dfrac{R_x \,.\, R_c}{R_x + R_c} + 20\right) .\ 100}{\dfrac{R_x \,.\, R_c}{R_x + R_c} + 120}$$

Sendo $R_{ext} = r = 50\Omega$*, vem:*

$$\frac{\left(\dfrac{R_x \,.\, R_c}{R_x + R_c} + 20\right) .\ 100}{\dfrac{R_x \,.\, R_c}{R_x + R_c} + 120} = 50$$

$$2\ .\ \left(\frac{R_x \,.\, R_c}{R_x + R_c} + 20\right) = \frac{R_x \,.\, R_c}{R_x + R_c} + 120$$

$$2R_x R_c + 40R_x + 40R_c = R_x \,.\, R_c + 120R_x + 120R_c$$

$$R_x \,.\, R_c - 80R_x = 80R_c$$

$$\boxed{R_x = \frac{80R_c}{R_c - 80}}$$

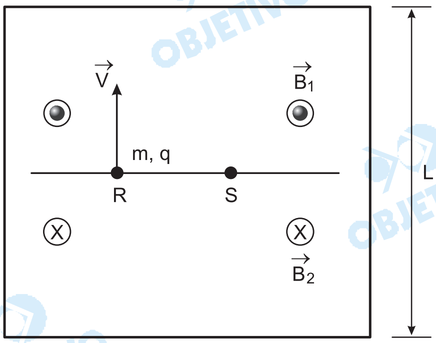
Para $R_c = 100\Omega$, vem: $R_x = 400\Omega$ e para $R_c = 400\Omega$, temos $R_x = 100\Omega$.

Portanto, temos: $\boxed{100\Omega \le R_x \le 400\Omega}$

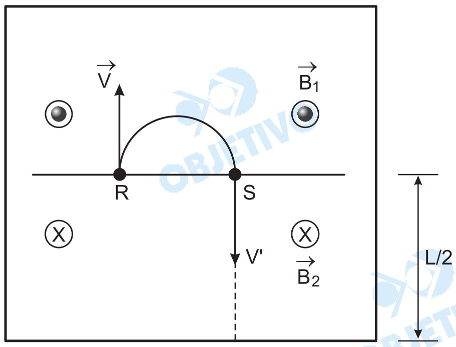
Resposta: $\boxed{100\Omega \le R_x \le 400\Omega}$

29

A figura mostra uma região de superfície quadrada de lado L na qual atuam campos magnéticos B_1 e B_2 orientados em sentidos opostos e de mesma magnitude B. Uma partícula de massa m e carga q > 0 é lançada do ponto R com velocidade perpendicular às linhas dos campos magnéticos. Após um certo tempo de lançamento, a partícula atinge o ponto S e a ela é acrescentada uma outra partícula em repouso, de massa m e carga –q (choque perfeitamente inelástico). Determine o tempo total em que a partícula de carga q > 0 abandona a superfície quadrada.



Resolução



Na região superior, a partícula descreve uma semicircunferência em um intervalo de tempo Δt_1 dado por:

$$\Delta t_1 = \frac{T}{2} = \frac{2\pi m / |q| B}{2}$$

$$\boxed{\Delta t_1 = \frac{\pi m}{q\,B}}$$

No choque inelástico, temos:

$Q_{antes} = Q_{depois}$

$m\,v = (m + m)\,v'$

$v' = v/2$

Após o choque inelástico, a carga total do sistema é nula e as partículas realizarão um movimento retilíneo uniforme, percorrendo $\dfrac{L}{2}$ *em um intervalo de tempo* Δt_2.

$$\Delta t_2 = \frac{L/2}{v'}$$

$$\Delta t_2 = \frac{L/2}{v/2}$$

$$\boxed{\Delta t_2 = \frac{L}{v}}$$

Assim, o intervalo do tempo total para a partícula abandonar a superfície quadrada é:

$\Delta t_{total} = \Delta t_1 + \Delta t_2$

$$\boxed{\Delta t_{total} = \frac{\pi m}{q\,B} + \frac{L}{v}}$$

Nota: *Admitimos que a linha que passa pelos pontos R e S divide a caixa ao meio.*

Resposta: $\boxed{\Delta t_{total} = \frac{\pi m}{q\,B} + \frac{L}{v}}$

Aplica-se instantaneamente uma força a um corpo de massa $m = 3,3$ kg preso a uma mola, e verifica-se que este passa a oscilar livremente com a freqüência angular $\omega = 10$ rad/s. Agora, sobre esse mesmo corpo preso à mola, mas em repouso, faz-se incidir um feixe de luz monocromática de freqüência $f = 500 \cdot 10^{12}$ Hz, de modo que toda a energia seja absorvida pelo corpo, o que acarreta uma distensão de 1 mm da sua posição de equilíbrio. Determine o número de fótons contido no feixe de luz. Considere a constante de Planck $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$ J s.

Resolução

O período T de oscilação do sistema, formado pela massa m e pela mola de constante elástica k, é dado por:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \qquad (1)$$

A freqüência angular ω do sistema é dada por:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \quad (2)$$

Substituindo (1) em (2), vem:

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

$$\boxed{k = m\omega^2}$$

O feixe de luz monocromática, de freqüência f, contém n fótons cuja energia total E_n é transformada em energia elástica $E_{e\ell}$ que acarreta uma distensão x em relação à posição de equilíbrio do sistema massa-mola. Assim, temos:

$$E_n = E_{e\ell}$$

$$nhf = \frac{kx^2}{2} \Rightarrow nhf = \frac{m\omega^2x^2}{2} \Rightarrow n = \frac{m\omega^2x^2}{2hf}$$

$$n = \frac{3,3 \cdot (10)^2 \cdot (1,0 \cdot 10^{-3})^2}{2 \cdot 6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 500 \cdot 10^{12}}$$

$$\boxed{n = 5,0 \cdot 10^{14}}$$

Resposta: $\boxed{5,0 \cdot 10^{14} \text{ fótons}}$

COMENTÁRIO E GRÁFICO

O Exame de Física do ITA 2007 foi difícil, como era de se esperar. A maioria das questões exigiu dos candidatos profundo conhecimento dos temas abordados, propondo soluções criativas e conceituais.

Houve predominância de Mecânica (40%), seguindo-se de Termologia, Óptica e Ondas (33%), Eletricidade (20%) e Física Moderna (7%).

A prova deverá selecionar, entretanto, os melhores candidatos, que fizeram uma preparação específica para esta contenda.