FÍSICA

QUESTÃO 1

No instante t = 0, uma fonte sonora que gera um tom com freqüência de 500 Hz é arremessada verticalmente do solo com velocidade inicial de 40 m/s. Pede-se:

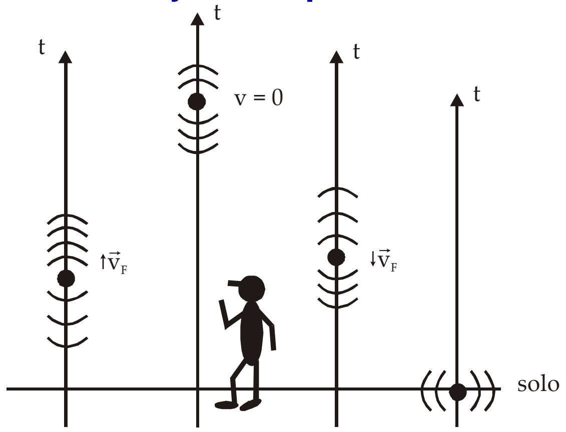
a) a maior e a menor freqüência do som ouvido por um observador estacionário situado muito próximo do local do arremesso;

b) um esboço do gráfico da freqüência ouvida pelo observador em função do tempo após o lançamento para 0 < t < 10 s.

Dados: aceleração da gravidade (g) = 10 m/s^2;
velocidade do som (v_s) = 340 m/s.

Obs.: despreze o atrito da fonte sonora com o ar e suponha que a fonte permaneça imóvel após atingir o solo.

Resolução da questão 1



fap = $f_F\left(\dfrac{v_s \pm v_{ob}}{v_s \mp v_F}\right)$

Observador em repouso: $v_{ob} = 0$

A menor freqüência ocorrerá no instante do lançamento.

$$f_{min} = 500\left(\frac{340}{340+40}\right) = 447\ \text{Hz}$$

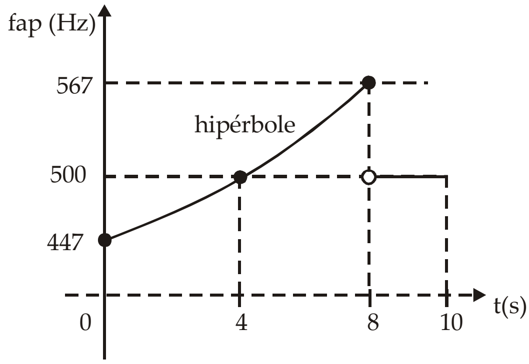
A maior freqüência ocorrerá ao retornar.

$$f_{máx} = 500\left(\frac{340}{340-40}\right) = 567\ \text{Hz}$$

A equação da velocidade da fonte fica:

v = 40 – 10t

fap = $500\left(\dfrac{340}{340+(40-10t)}\right) \Rightarrow \boxed{f_{ap} = \dfrac{17000}{38-t}}$



Obs.: Nessa resolução está sendo desprezado o tempo necessário para o som realizar o percurso entre a fonte e o observador, o que produziria um atraso máximo de cerca de 0,2 s (no tempo em que o observador ouve 500Hz)

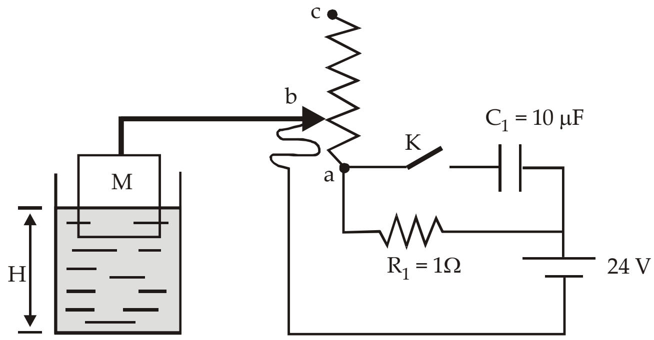
QUESTÃO 2

A figura ilustra um bloco M de madeira com formato cúbico, parcialmente submerso em água, ao qual está fixado um cursor metálico conectado a um circuito elétrico. Na situação inicial, a face do fundo do bloco se encontra a 48 cm da superfície da água, a chave K está aberta e o capacitor C_1 descarregado. O comprimento do fio resistivo entre a posição b do cursor metálico e o ponto a é 10 cm. A potência dissipada no resistor R_1 é 16 W.

Em determinado instante, a água é substituída por outro líquido mais denso, mantendo-se constante o nível H da coluna de água inicialmente existente. Fecha-se a chave K e observa-se que, após um longo intervalo de tempo, a energia armazenada em C_1 se estabiliza em 28,8 μJ.

Considerando que a resistência por unidade de comprimento do fio resistivo é constante, determine a massa específica do líquido que substituiu a água.

Dados: aceleração da gravidade (g) = 10 m/s^2;
massa específica da água (μ_a) = 1 g/cm^3.



Resolução da questão 2

Com a chave K aberta, o equilíbrio de forças no cubo fica:

$$E = P \Rightarrow V\rho g = M_g \Rightarrow h\ A\rho = M \qquad (1)$$

Com a chave K fechada, tem-se um novo valor para a densidade do líquido ρ' e um novo valor para a altura imersa h':

$$h'A\ \rho' = M \qquad (2)$$

Igualando-se (1) e (2) obtém-se:

$$\left.\begin{array}{l} h'\rho' = h\rho \\ h = 0,48\,m \\ \rho = 1\,g/cm^3 \end{array}\right\} \Rightarrow h'\rho' = 0,48\cdot 1 \qquad (3)$$

Com a chave K aberta, tem-se para o resistor R_1:

$$\left.\begin{array}{l} R_1 = 1\Omega \\ P = 16W \\ P = R_1 i^2 \\ U_1 = R_1 i \end{array}\right\} \Rightarrow \begin{array}{l} i = 4A \\ U_1 = 4V \end{array}$$

Consequentemente, para a resistência entre a e b:

$$\left.\begin{array}{l} R_{ab} = \dfrac{U_{ab}}{i} \\ U_{ab} + U_1 = 24V \\ i = 4A \\ U_1 = 4V \end{array}\right\} \Rightarrow R_{ab} = \frac{24-4}{4} = 5\Omega \qquad (4)$$

Com a chave K fechada, tem-se para o capacitor:

$$\varepsilon = \frac{CU^2}{2} \Rightarrow 28,8.10^{-6} = \frac{10^{-5}U_1'^2}{2} \Rightarrow U_1' = 2,4V$$

Para o resistor R_1:

$$\left.\begin{array}{l} R'_{ab} \\ U'_{ab} + U_1 = 24 \\ i = 2,4A \\ U_1 = 2,4V \end{array}\right\} \Rightarrow R'_{ab} = \frac{24-2,4}{2,4} \Rightarrow R'_{ab} = 9\Omega \qquad (5)$$

Usando (4), (5) e a Segunda Lei de Ohm:

$$\left.\begin{array}{l} \dfrac{R'_{ab}}{R_{ab}} = \dfrac{\rho'/A}{\rho/A} \\ l_{ab} = 10cm \end{array}\right\} \Rightarrow \frac{9}{5} = \frac{l'_{ab}}{10} \Rightarrow l'_{ab} = 18\,cm$$

A mudança no valor para a distância entre a e b (18 cm) significa que a altura imersa do cubo após a mudança de líquido reduz-se de 48cm para 40cm. Usando (3) tem-se:

$$\left.\begin{array}{l} h'\rho' = 0,48 \\ h' = 0,40 \end{array}\right\} \Rightarrow \boxed{\rho' = 1,2g/cm^3}$$

QUESTÃO 3

Um pequeno corpo é abandonado com velocidade inicial nula no ponto A de uma rampa, conforme ilustra a figura 1. No instante em que esse corpo passa pelo ponto P, um dispositivo provoca o fechamento da chave S1 do circuito elétrico apresentado na Figura 2.
No instante em que o resistor R_1 desse circuito atinge o consumo de 0,05 W . h, um percussor é disparado, perpendicularmente ao trecho plano B-C, com o objetivo de atingir o corpo mencionado. Sabe-se que ao percorrer a distância d mostrada na figura 1, o corpo tem sua velocidade reduzida a 1/3 da alcançada no ponto B. Considerando que os trechos A-B e P-C não possuem atrito e que o corpo permanece em contato com o solo até o choque, determine o ângulo de inclinação θ da rampa para que o corpo seja atingido pelo percussor.
Dado: aceleração da gravidade (g) = 10 m/s².

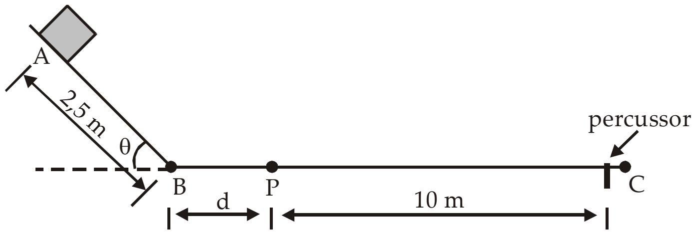


Figura 1

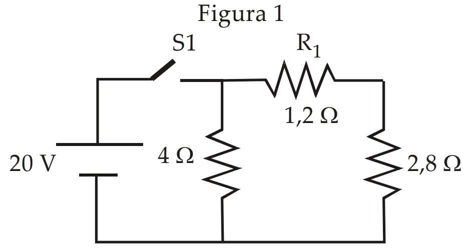


Figura 2

Resolução da questão 3

No circuito, a resistência equivalente será

$$R_{EQ} = \frac{4\cdot(1,2+2,8)}{4+(1,2+2,8)} = 2\Omega$$

Ao fecharmos a chave S_1, a corrente que aparece no circuito é $i = \frac{E}{R_{EQ}} = \frac{20}{2} = 10A$. Como ambos os trechos em paralelo no circuito possuem uma resistência igual (4Ω), a corrente será dividida igualmente entre os dois trechos, ou seja, cada resistor é percorrido por uma corrente de $5A$. Logo, a potência dissipada no resistor de $1,2\Omega$ é

$$Pot = R\cdot\left(\frac{i}{2}\right)^2 = 1,2\cdot 5^2 = 30W$$

O tempo decorrido para que este resistor dissipe os $0,05W\cdot h$ é:

$$Pot = \frac{E_{DISSIP}}{\Delta t} \Rightarrow 30W = \frac{0,05W\cdot h}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{1}{600}h = \frac{1}{600}\cdot 3600s = 6s$$

Durante esse intervalo de tempo de 6 s o corpo deve percorrer o trecho PC, ou seja, deve percorrer 10 m. Assim, a velocidade no trecho PC é:

$$V_{PC} = \frac{PC}{\Delta t} = \frac{10}{6} = \frac{5}{3}m/s$$

Como $\frac{v_{PC}}{v_B} = \frac{1}{3} \Rightarrow v_B = 3\cdot v_{PC} = 5\ m/s$

Ou seja, partindo do repouso em A, o corpo acelera até o ponto B atingindo nesse ponto uma velocidade de 5 m/s.

Para descobrir a aceleração no trecho AB, vamos impor que a força resultante no plano inclinado sem atrito é a componente do peso na direção da rampa:

$$|\vec{F}_{RES}| = |\vec{P}|\cdot sen\theta \Rightarrow m\cdot|\vec{a}| = m\cdot|\vec{g}|\cdot sen\theta \Rightarrow |\vec{a}| = |\vec{g}|\cdot sen\theta$$

Como o movimento no trecho AB é uniformemente variado (aceleração constante), da equação de Torricelli:

$$v^2 = v_0^2 + 2\cdot a\cdot\Delta s \Rightarrow 5^2 = 0^2 + 2\cdot(10\cdot sen\theta)\cdot 2,5 \Rightarrow$$

$$sen\theta = \frac{1}{2} \Rightarrow \theta = 30°$$

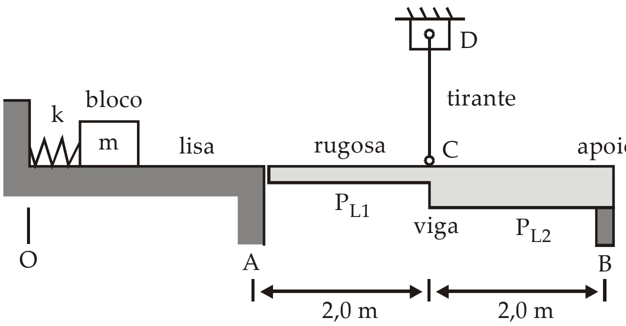
QUESTÃO 4

Uma mola com constante elástica k, presa somente a uma parede vertical, encontra-se inicialmente comprimida em 10 cm por um bloco de massa m = 4 kg, conforme apresenta a figura abaixo. O bloco é liberado e percorre uma superfície horizontal lisa OA sem atrito. Em seguida, o bloco percorre, até atingir o repouso, parte da superfície rugosa de uma viga com 4 m de comprimento, feita de material uniforme e homogêneo, com o perfil mostrado na figura. Sabendo que a força normal por unidade de área no tirante CD de seção reta 10 mm^2 é de 15 MPa na posição de repouso do bloco sobre a viga, determine o valor da constante elástica k da mola.

Dados: pesos por unidade de comprimento da viga (P_{L1}) = 20 N/m e (P_{L2}) = 40 N/m; coeficiente de atrito cinético (μ_c) = 0,50;

aceleração da gravidade (g) = 10 m/s^2;
1 Pa = 10^5 N/m^2.

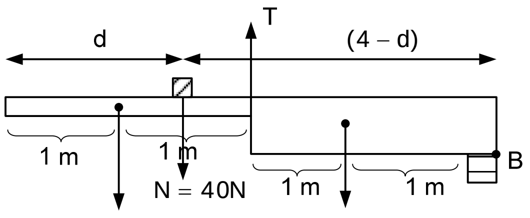
Obs.: o tirante não prejudica o movimento do bloco.



Resolução da questão 4

$\tau_{F_R} = \Delta\varepsilon_{cin}(TEC) \Rightarrow \tau_{Fel} + \tau_{fat} = 0 \Rightarrow$

$\frac{\kappa x^2}{2} - \mu m g d = 0 \Rightarrow \frac{\kappa x^2}{2} = \mu m g d$ (I)



A barra esta em equilíbrio: $\sum \vec{M}_F = 0$ (eixo em B)

$|M_T| = |M_{P_1} + M_N + M_{P_2}| \Rightarrow T\,.\,2 = 40.3 + 40(4-d) + 80.1 \Rightarrow$

$2p.A = 200 + 40(4-d) \Rightarrow 2.15.10^6 + 10.10^{-6}$

$= 200 + 160 - 40d \Rightarrow d = 1,5m$ (II)

Substituindo (II) em (I) temos

$\frac{\kappa.(0,1)^2}{2} = 0,5.4.10.1,5 \Rightarrow \boxed{\kappa = 6000 N/m}$

QUESTÃO 5

A figura 1 ilustra uma bateria, modelada através de uma fonte de tensão elétrica V_F em série com um resistor R_S, conectado a um voltímetro V, cuja leitura indica 24 V. Essa bateria é ligada em série com o amperímetro A e com um circuito composto por uma resistência de aquecimento R_A em paralelo com uma resistência R_B, conforme mostra a Figura 2. A resistência R_A encontra-se imersa em 0,2 L de um líquido com massa específica de 1,2 g/cm^3.

Inicialmente, as chaves S1 e S2 da Figura 2 encontram-se abertas. A chave S1 é acionada. Observa-se que o amperímetro indica 2A e que a temperatura do líquido se eleva de 10 °C para 40 °C em 30 minutos. Em seguida, a chave S2 é fechada e o amperímetro passa a indicar 2,4 A. Considerando que não exista perda de energia no aquecimento da água e que o voltímetro e o amperímetro sejam ideais, determine:

a) a resistência R_A em ohms;
b) a resistência R_S em ohms;
c) a resistência R_B em oms.

Dados: calor específico do líquido (c) = 2 cal/(g .°C);
$1\ cal \cong 4J$

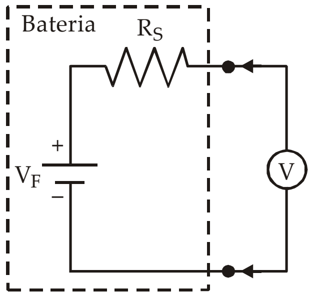


Figura 1

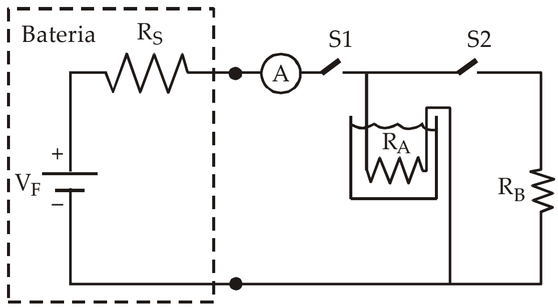


Figura 2

Resolução da questão 5

a) Chave S1 fechada:

Potência usada no aquecimento da água:

$Pot_A = \frac{Q}{\Delta t} \Rightarrow Pot_A = \frac{m.c.\Delta\theta}{\Delta t} = \frac{p.V_{ol}.C.\Delta\theta}{\Delta t} = \frac{1,2.200.30}{30.60}$

$= 8\,cal \Rightarrow Pot_A = 32J$

Potência dissipada pelo resistor R_A:

$Pot = R_A.i^2 \Rightarrow 32 = R_A.(2)^2 \Rightarrow \boxed{R_A = 8\Omega}$

b) Lei de Pouillet para a malha:

$v_F = (R_S + R_A).i \Rightarrow 24 = (R_S + 8).2 \Rightarrow \boxed{R_S = 4\Omega}$

c) Chave S2 fechada:
Lei de Puillet para a malha

$v_F = \left(R_S + \frac{R_A.R_B}{R_A + R_B}\right).i \Rightarrow 24 = \left(4 + \frac{8.R_B}{R_B + 8}\right).2,4$

$\Rightarrow \boxed{R_B = 24\Omega}$

QUESTÃO 6

Uma massa m de ar, inicialmente a uma pressão de 3 atm, ocupa 0,1 m^3 em um balão. Este gás é expandido isobaricamente até um volume de 0,2 m^3 e, em seguida, ocorre uma nova expansão através de um processo isotérmico, sendo o trabalho realizado pelo gás durante esta última expansão igual a 66000 J. Determine:

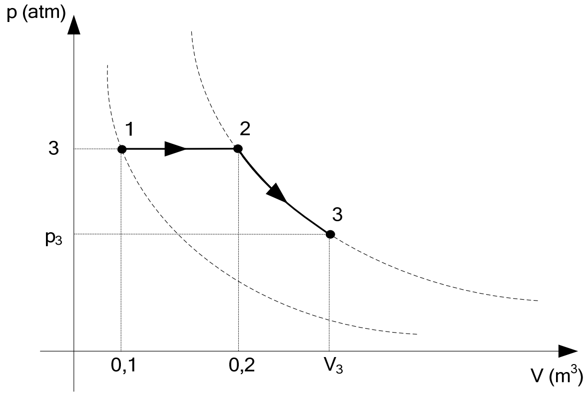
a) o trabalho total realizado em joules pelo gás durante todo o processo de expansão;

b) o calor total associado às duas expansões, interpretando fisicamente o sinal desta grandeza.

Dados: $1\ \text{atm} = 1\dfrac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$, $1\text{kgf} = 10\,\text{N}$ e $\gamma = \dfrac{C_p}{C_v} = 1{,}4$.

Obs.: suponha que o ar nestas condições possa ser considerado como gás ideal.

Resolução da questão 6



a) O trabalho total realizado durante todo o processo de expansão será dado por $\tau_{total} = \tau_{12} + \tau_{23}$

onde:

τ_{12} é o trabalho da transformação isobárica;

τ_{23} é o trabalho da transformação isotérmica.

Logo:

$$\tau_{12} = P.\,\Delta V = 3\ \text{atm}\cdot 0{,}1\,\text{m}^3 = 3\cdot 10^5\,\frac{\text{N}}{\text{m}^2}\cdot 0{,}1\,\text{m}^3 \Rightarrow \tau_{12} = 30\ \text{kJ}$$

Considerando $\tau_{23} = 66\ \text{kJ}$ (do enunciado), temos

$$\tau_{total} = 30 + 66 \Rightarrow \tau_{total} = 96\ \text{kJ}$$

b) O calor total trocado durante todo o processo de expansão será dado por $Q_{total} = Q_{12} + Q_{23}$

onde:

Q_{12} é o calor trocado na transformação isobárica;

Q_{23} é o calor trocado na transformação isotérmica.

Logo:

$$Q_{12} = n\cdot C_p\cdot \Delta T$$

Do gráfico temos:

$$\begin{cases} P_1\cdot V_1 = n\cdot R\cdot T_1 \\ P_2\cdot V_2 = n\cdot R\cdot T_2 \end{cases} \Rightarrow \text{Como } P_1 = P_2 \Rightarrow \Delta T = \frac{P\cdot\Delta V}{n\cdot R}$$

Considerando $C_p - C_v = R$:

$$Q_{12} = n\cdot C_p\cdot\frac{P\cdot\Delta V}{n\cdot R} = n\cdot C_p\cdot\frac{P\cdot\Delta V}{n\cdot(C_p - C_v)} \Rightarrow$$

$$Q_{12} = n\cdot C_p\cdot\frac{P\,.\,\Delta V}{n\cdot C_p\cdot\left(1-\dfrac{C_v}{C_p}\right)} \Rightarrow Q_{12} = \frac{P\cdot\Delta V}{\left(1-\dfrac{C_v}{C_p}\right)} = \frac{30\ \text{kJ}}{\left(1-\dfrac{1}{1{,}4}\right)}$$

$$Q_{12} = 105\ \text{kJ}$$

Como no processo 2-3 não temos alteração da energia interna, pela 1ª. lei da termodinâmica:

$$Q_{23} = \tau_{23} \Rightarrow Q_{23} = 66\ \text{kJ}$$

Então o calor total trocado será:

$$Q_{total} = 105 + 66 \Rightarrow Q_{total} = +\,171\,\text{kJ}$$

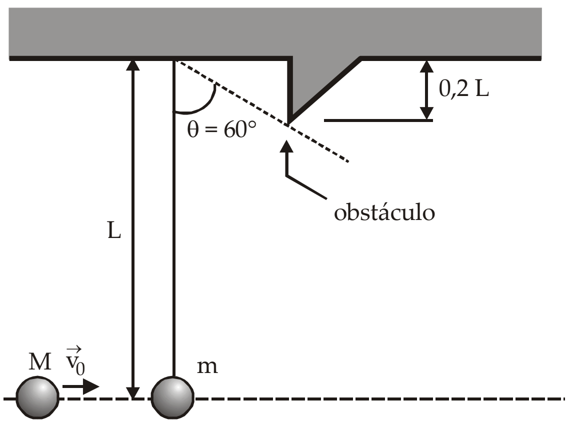
O **sinal positivo** do calor total informa que neste processo de expansão a massa de ar contida no balão, **recebeu** calor do meio externo.

QUESTÃO 7

Um pêndulo com comprimento L = 1m, inicialmente em repouso, sustenta uma partícula com massa m = 1kg. Uma segunda partícula com massa M = 1kg movimenta-se na direção horizontal com velocidade constante v_0 até realizar um choque perfeitamente inelástico com a primeira. Em função do choque, o pêndulo entra em movimento e atinge um obstáculo, conforme ilustrado na figura. Observa-se que a maior altura alcançada pela partícula sustentada pelo pêndulo é a mesma do ponto inferior do obstáculo. O fio pendular possui massa desprezível e permanece sempre esticado. Considerando a aceleração da gravidade g = 10 m/s^2 e a resistência do ar desprezível, determine:

a) a velocidade v_0 da partícula com massa M antes do choque;

b) a força que o fio exerce sobre a partícula de massa m imediatamente após o fio bater no obstáculo.



Resolução da questão 7

a) Como o choque é perfeitamente inelástico, a partícula ficará “colada” ao pêndulo após a colisão, assim:

$$Mv_0 + m.0 = (M+m)v_1$$

onde v_1 é a velocidade do conjunto imediatamente após o choque. Como M = m = 1 kg, logo:

$$v_1 = v_0/2 \qquad (I)$$

Pela conservação de energia:

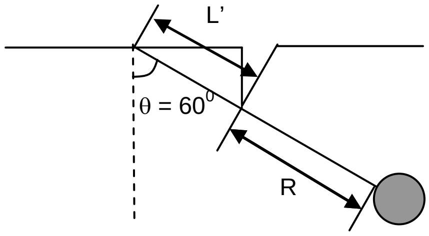
$$E_{c1} = E_{p2}$$

onde 1 é o momento imediatamente após o choque e 2 é o instante em que o conjunto atinge a altura máxima. Assim, substituindo os valores:

$$\frac{(M+m)v_1^2}{2} = (M+m)g(L-0{,}2L) \Rightarrow v_1^2 = 1{,}6gL \Rightarrow v_1 = 4\ m/s \quad (II)$$

Substituindo (II) em (I): $\mathbf{v_0 = 8\ m/s}$.

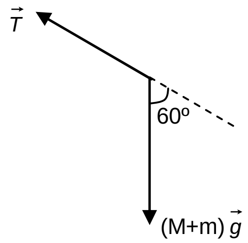
b) Logo após bater no obstáculo, temos um movimento circular de raio R, como ilustra a figura:



Na figura, temos: L'cos60º = 0,2L ⇒ L'= 0,4L, logo:

$$R = L - 0{,}4L = 0{,}6L$$

Montando o diagrama de forças para a situação dada, temos:



Da figura, vem:

$$T - (M+m)g.\cos 60^\circ = Rcp = \frac{(M+m)v_2^2}{R} \Rightarrow$$

$$T = (M+m)\left(\frac{v_2^2}{R} + \frac{g}{2}\right) \quad (III)$$

Mas v_2 pode ser calculado pela conservação de energia entre os instantes 1 e 2:

$$\frac{(M+m)v_1^2}{2} = \frac{(M+m)v_2^2}{2} + (M+m)g(L - L\cos 60^0) \Rightarrow$$

$$\frac{v_2^2}{2} = \frac{v_1^2}{2} - \frac{gL}{2} \Rightarrow v_2^2 = 16 - 10 = 6\ (m/s)^2 \quad (IV)$$

De (III) e (IV): $T = 2\left(\frac{6}{0{,}6} + 5\right)(N) \Rightarrow \mathbf{T = 30N}$

QUESTÃO 8

Uma partícula de massa m e carga elétrica q é arremessada com velocidade escalar v numa região entre duas placas de comprimento d, onde existe um campo elétrico uniforme $\vec{E}$, conforme ilustra a figura. Ao sair da região entre as placas, a partícula entra numa região sujeita a um campo magnético uniforme $\vec{B}$ e segue uma trajetória igual a uma semicircunferência, retornando à região entre as placas. Pede-se:

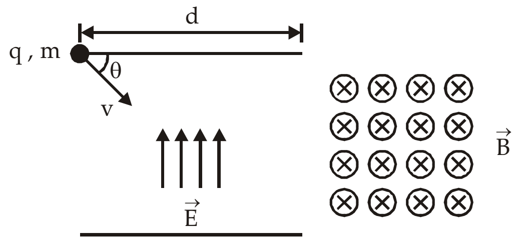
a) o ângulo θ de arremesso da partícula indicado na figura;

b) a energia cinética da partícula no instante de seu retorno à região entre as placas;

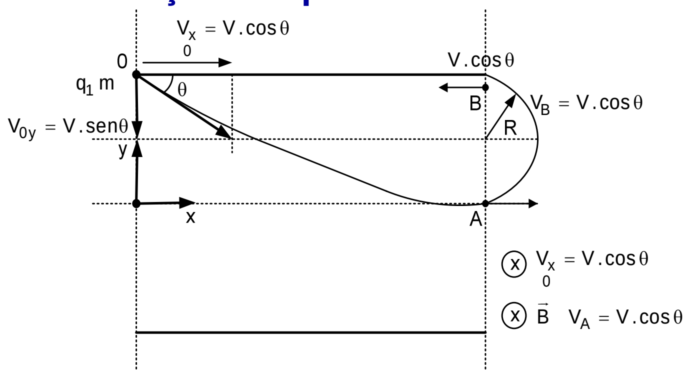
c) a faixa de valores de $|\vec{B}|$ para que a partícula volte à região entre as placas;

d) verificar, justificando, se existe a certeza da partícula se chocar com alguma das placas após regressar à região entre as placas.

Obs.: desconsidere a ação da gravidade.



Resolução da questão 8



a) **Eixo y:** Movimento Uniformemente Variado

Para que a trajetória seja um semicircunferência na região de campo magnético uniforme $\vec{B}$ é preciso que no ponto A a velociadade em y seja nula.

Para o eixo y:

$$\vec{F}_{Ry} = m\vec{\alpha}_y \Rightarrow q.E = m\alpha_y \Rightarrow \alpha_y = \frac{q.E}{m} \quad (I)$$

Para o eixo x: Movimento Uniforme

$$d = V.\cos\theta.t_A \Rightarrow t_A = \frac{d}{V.\cos\theta} \quad (II)$$

Para o eixo y:

$$V_y = V.\text{sen}\theta - \alpha_y.t_A = 0 \quad (III) \quad \text{ponto A}$$

Substituindo (I) e (II) em (III) teremos

$$0 = V.\text{sen}\theta - \frac{qE}{m}.\frac{d}{V\cos 0}$$

$$\Rightarrow \text{sen}\theta.\cos\theta = \frac{qEd}{mV^2} \Rightarrow \text{sen}(2\theta) = \left(\frac{2qEd}{mV^2}\right)$$

$$\Rightarrow \boxed{\theta = \frac{1}{2}\text{arc sen}\left(\frac{2qEd}{mV^2}\right)}$$

b) $$\varepsilon_{\underset{(B)}{cin}} = \frac{mV^2}{2} \Rightarrow \boxed{\varepsilon_{\underset{(B)}{cin}} = \frac{m.V^2\cos^2\theta}{2}}$$

c) Na região de campo $\vec{B}$:

$$\vec{F}_{MAG} = \vec{F}_{CENT} \Rightarrow |q|.V_A B.\text{sen}\alpha = \frac{mV^2}{R}$$

$$\Rightarrow q.V\cos\theta.B.1 = \frac{mV^2}{R}$$

$$R = \frac{m.V\cos\theta}{qB} \quad (IV)$$

Na região de campo $\vec{E}$:

$$V_y^2 = (V\,\text{sen}\,\theta)^2 - 2\alpha.\Delta y = 0 \quad (V) \quad \text{ponto A}$$

Substituindo (I) em (V) temos:

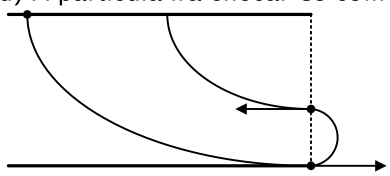
$$\Delta y = \frac{(V_0 \operatorname{sen}\theta)^2}{2\frac{qE}{m}} = \frac{(V \operatorname{sen}\theta)^2 m}{2qE} \qquad (VI)$$

Para que a partícula volte para região entre as palavras
$2R < \Delta y$ (VII)

Substituindo (IV) e (VI) em (VII)

$$2.\frac{m V \cos\theta}{qB} < \frac{V^2 \operatorname{sen}^2\theta . m}{2qE} \Rightarrow \boxed{B > \frac{4E\cos\theta}{V.\operatorname{sen}^2\theta}}$$

d) A partícula irá chocar-se com as placas



QUESTÃO 9

Um explorador espacial sofreu um acidente e encontra-se em um planeta desconhecido. Entre seus equipamentos, ele dispõe de um telescópio, um dinamômetro, um bloco de massa M conhecida e um fio de comprimento L. O telescópio é composto por uma objetiva e uma ocular com distância focais f e f', respectivamente. O explorador observou a existência de um satélite no céu deste planeta e o telescópio apresentou uma imagem de diâmetro máximo 2r'. Medidas anteriores ao acidente indicavam que o raio deste satélite era, na realidade, R. O astronauta determinou que o período de revolução do satélite em torno do planeta era equivalente a 5000 períodos de um pêndulo improvisado com o bloco e o fio. Se o dinamômetro registra que este bloco causa uma força F sob efeito da gravidade na superfície do planeta, determine:

a) a massa M em função dos parâmetros fornecidos;
b) o diâmetro D deste planeta em função dos parâmetros fornecidos.

Dado: constante de gravitação universal = G.

Resolução da questão 9

a) Se a massa M pedida for a massa do bloco, esse item não faz sentido, pois o enunciado diz que M é conhecida.
Se a massa pedida for a massa do planeta, o que faria mais sentido, mesmo assim ela não poderia ser isolada em função dos dados, pois a imagem de diâmetro máximo 2r’ de uma luneta não existe (ou se for preferível dizer: é infinito), impossibilitando a determinação de uma relação para a distância entre a luneta e o satélite (h) e o seu raio R:

$$\frac{G M_P M_S}{d^2} = M_S\left(\frac{2\pi}{T_S}\right)^2 d$$

$$\Rightarrow T_S = 2\pi\sqrt{\frac{d}{\left(\frac{GM_P}{d^2}\right)}} \quad \text{(período do satélite)} \qquad (1)$$

Na qual M_P é a massa do planeta, M_S é a massa do satélite e d a distância entre os centros do planeta e do satélite.

$$T_P = 2\pi\sqrt{\frac{L}{\left(\frac{F}{M}\right)}} \quad \text{(período do pêndulo)} \qquad (2)$$

Substituindo-se (1) e (2) em $T_S = 5000T_P$, obtém-se:

$$M_P = \frac{F\, d^3}{5000^2\, G L M}$$

Mas $d = h + \frac{D}{2}$ e h não pode ser determinado com as informações referentes à luneta.

b) A partir da intensidade do campo gravitacional na superfície

$$\left.\begin{aligned} g_{sup} &= \frac{GM_P}{\left(\frac{D}{2}\right)^2} \\ g_{sup} &= \frac{F}{M} \end{aligned}\right\} \Rightarrow D = 2\sqrt{\frac{GM_P M}{F}}$$

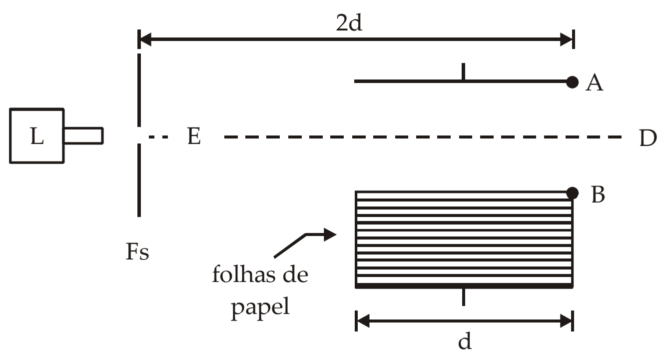
Como MP não pode ser determinado pelos motivos apresentados no item a esse item também fica sem solução.

QUESTÃO 10

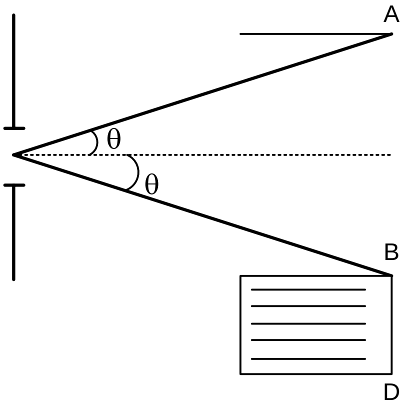
A figura ilustra uma empacotadora de papel que utiliza um capacitor de placas quadradas e paralelas para empilhar a quantidade exata de folhas contidas em cada embalagem. Ao atingir a altura limite do bloco de papel, o laser L acoplado à fenda simples Fs projeta os mínimos de intensidade de difração de primeira ordem nos pontos A e B, eqüidistantes da linha tracejada ED. Sabendo que cada folha de papel possui uma espessura e_f, determine o número de folhas contidas em cada embalagem.

Dados: comprimento de onda do laser = λ ;
largura da fenda simples = a;
distância entre a fenda e a reta AB = 2d;
área da superfície das placas do capacitor = d^2;
permissividade do vácuo = ε_0;
permissividade do papel = ε ;
capacitância do capacitor com o limite máximo de folhas de papel = C.

Obs.: despreze o efeito da borda do capacitor.



Resolução da questão 10



Como A e B são mínimos de 1ª ordem, tem-se:

$$\left.\begin{array}{l} a\,\text{sen}\theta = m\lambda \\ m = 1 \text{ (mínimo de 1ª ordem)} \end{array}\right\} \Rightarrow \text{sen}\theta = \frac{\lambda}{a}$$

No caso: $\text{tg}\theta \simeq \text{sen}\theta = \frac{\lambda}{a}$ (1)

A partir da figura: $AB = 2\,\text{tg}\theta . 2d$

Substituindo-se (1), tem-se

$$AB = 4d\frac{\lambda}{a} \quad (2)$$

A capacitância equivalente do capacitor pode ser escrita como:

$$C = \frac{\frac{\varepsilon_0 d^2}{AB} \cdot \frac{\varepsilon\ d^2}{BD}}{\frac{\varepsilon_0 d^2}{AB} + \frac{\varepsilon\ d^2}{BD}} \Rightarrow BD = \frac{\varepsilon_0 d^2}{C} - \frac{\varepsilon\ AB}{\varepsilon_0} \quad (3)$$

O número de folhas N pode ser determinado a partir de (2), (3) e:

$$N = \frac{BD}{e_f} \Rightarrow N = \frac{\varepsilon_0 d^2}{e_f C} - \frac{\varepsilon\ AB}{\varepsilon_0 e_f} \Rightarrow N = \frac{\varepsilon_0 d^2}{e_f C} - \frac{\varepsilon\ 4d\frac{\lambda}{a}}{\varepsilon_0 e_f}$$

ou

$$N = \frac{d}{e_f}\left[\frac{\varepsilon_0 d}{C} - 4\frac{\varepsilon}{\varepsilon_0}\frac{\lambda}{a}\right] \quad (4)$$

Comentário da Prova

A prova estava bem elaborada com enunciados claros e objetivos. Algumas questões exigiram um certo trabalho, mas eram bem mais fáceis que as provas anteriores. Entretanto, a questão 9 apresenta um sério problema de enunciado.