Quando precisar use os seguintes valores para constantes: Constantes da gravitação universal G = 7 x 10^{-11} m^3 /kg.s^2. Aceleração da gravidade g = 10 m/s^2. Velocidade do som no ar = 340 m/s. Raio da Terra R = 6400 km. Constante dos gases R = 8,3 J/mol.K. Índice adiabático do ar $\Upsilon = C_p/C_v$ = 1,4. Massa molecular do ar M_{ar} = 0,029 kg/mol. Permeabilidade magnética do vácuo $\mu 0 = 4\pi$ x 10^{-7} N/A^2. Pressão atmosférica 1,0 atm = 100 kPa. Massa específica da água = 1,0 g/cm^3

Questão 01

Considere uma estrela de nêutrons com densidade média de 5 x 10^{14} g/cm^3, sendo que sua frequência de vibração radial υ é função do seu raio R, de sua massa m e da constante da gravitação universal G. Sabe-se que υ é dada por uma expressão monomial, em que a constante adimensional de proporcionalidade vale aproximadamente 1. Então o valor de v é da ordem de

A) ( ) 10^{-2} Hz.
B) ( ) 10^{-1} Hz.
C) ( ) 10^{0} Hz.
D) ( ) 10^{2} Hz.
E) ( ) 10^{4} Hz.

Resolução:

$\rho = 5.10^{14}$ g/cm^3 = 5.10^{17} kg/m^3

$\upsilon = k \,.\, R^a . m^b . G^c ;\ k \cong 1$ (adimensional) (i)

$[\upsilon] = H_Z = 5^{-1}$

$[R] = m$

$[m] = kg$

$[G] = m^3 \cdot kg^{-1} \cdot 5^{-2}$

Da expressão (i):

$5^{-1} = m^a \cdot kg^b \cdot m^{3c} \cdot kg^{-c} \cdot 5^{-2c}$

$5^{-1} = m^{a+3c} \cdot kg^{b-c} \cdot 5^{-2c}$

$$\left.\begin{matrix} a+3c=0 \\ b-c=0 \\ -2c=-1 \end{matrix}\right\} \Rightarrow (a,b,c) = \left(-\frac{3}{2}, \frac{1}{2}, \frac{1}{2}\right)$$

(ii)

De (i) e (ii), temos:

$$\upsilon = R^{-3/2} . m^{1/2} . G^{1/2} = \sqrt{\frac{G \cdot m}{R^3}} = \sqrt{\frac{G \cdot m}{\left(4\pi/3\right) R^3} \cdot (4\pi/3)}$$

$$\upsilon = \sqrt{\frac{4\pi \cdot}{3} G \cdot \rho}$$

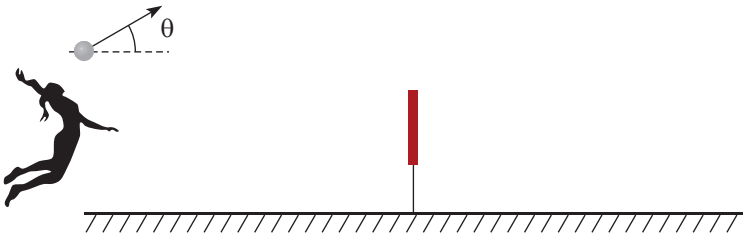
$$\upsilon = \sqrt{\frac{4\pi \cdot}{3} 7 \cdot 10^{-11} \cdot 5 \cdot 10^{17}}$$

$$\upsilon \cong 1,2 \cdot 10^4 \, Hz$$

Alternativa E

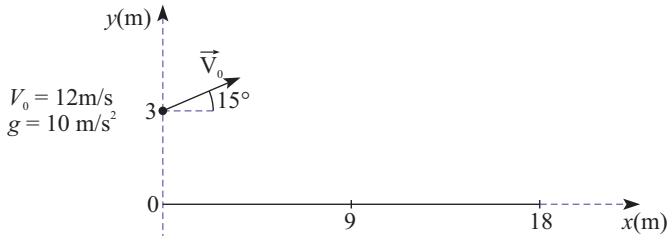
Questão 02

Numa quadra de vôlei de 18 m de comprimento, com rede de 2,24 m de altura, uma atleta solitária faz um saque com a bola bem em cima da linha de fundo, a 3,0 m de altura, num ângulo θ de 15° com a horizontal, conforme a figura, com trajetória num plano perpendicular à rede. Desprezando o atrito, pode-se dizer que, com 12 m/s de velocidade inicial, a bola



A) ( ) bate na rede.
B) ( ) passa tangenciando a rede.
C) ( ) passa a rede e cai antes da linha de fundo.
D) ( ) passa a rede e cai na linha de fundo.
E) ( ) passa a rede e cai fora da quadra.

Resolução:



- Eixo x: MU

$$x = x_0^0 + V_x \cdot t \rightarrow x = V_0 \cdot \cos 15^\circ \cdot t \rightarrow \boxed{t = \frac{x}{12} \cdot \cos 15^\circ} \qquad \text{(i)}$$

- Eixo y: MUV

$$y = y_0 + V_{0y} \cdot t - \frac{gt^2}{2} \rightarrow y = 3 + 12 \cdot sen15^\circ \cdot \frac{x}{12\cos 15^\circ} - \frac{10}{2} \cdot \frac{x^2}{144\cos^2 15^\circ} \qquad \text{(ii)}$$

$$\boxed{y = 3 + x\,tg15^\circ - \frac{5}{144} \cdot \frac{x^2}{\cos^2 15^\circ}}$$

- Arco metade de 30°

$$\cos\theta = \sqrt{(\cos(2\theta)+1)/_2} \rightarrow \cos 15^\circ = \sqrt{(\cos 30^\circ + 1)/_2} \rightarrow$$

$$\rightarrow \cos 15^\circ = \sqrt{\frac{1}{2}\left(\sqrt{\frac{3}{2}} + 1\right)} \rightarrow \boxed{\cos 15^\circ = \frac{\sqrt{\sqrt{3}+2}}{2}} \qquad \text{(iii)}$$

$$tg\,\theta = \sqrt{\frac{1-\cos(2\theta)}{1+\cos(2\theta)}}$$

$$tg15^\circ = \sqrt{\frac{(2-\sqrt{3})}{(2+\sqrt{3})}} = \sqrt{\frac{(2-\sqrt{3})}{(2+\sqrt{3})} \cdot \frac{(2-\sqrt{3})}{(2-\sqrt{3})}} = \sqrt{\frac{(2-\sqrt{3})^2}{4-3}}$$

$$\boxed{tg15^\circ = 2-\sqrt{3}}$$

(iv)

- De (ii), (iii) e (iv), temos:

$$y = 3 + x(2-\sqrt{3}) - x^2 \cdot \frac{5}{144} \cdot \frac{4}{(\sqrt{3}+2)} \cdot \frac{(2-\sqrt{3})}{(2-\sqrt{3})}$$

$$\boxed{y = 3 + x(2-\sqrt{3}) - x^2 \cdot \frac{5(2-\sqrt{3})}{36}}$$

- Analisando na rede (x = 9m):

$$y(9)=3+9(2-\sqrt{3})-\frac{9^2\cdot 5(2-\sqrt{3})}{36} \rightarrow \boxed{y(9)\cong 2,4m}$$

Passa da rede

- Analisando na linha de fundo (x = 18m):

$$y(18)=3+18(2-\sqrt{3})-\frac{18^2\cdot 5(2-\sqrt{3})}{36}$$

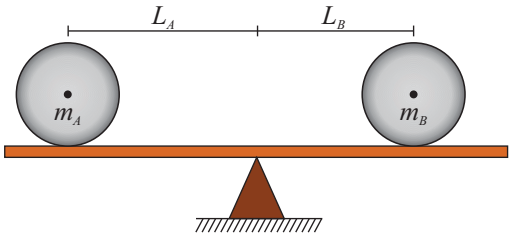
$$y(18)=3+18(2-\sqrt{3})-18\cdot\frac{5}{2}(2-\sqrt{3}) \rightarrow \boxed{y(18)\cong -4,2m}$$

Não passa da linha de fundo

Alternativa C

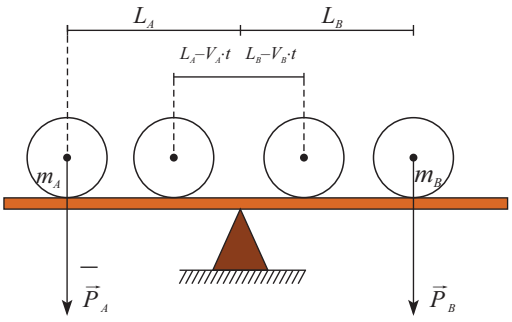
Questão 03

Sobre uma prancha horizontal de massa desprezível e apoiada no centro, dois discos, de massa m_A e m_B, respectivamente, rolam com as respectivas velocidades υ_A e υ_B, constantes, em direção ao centro, do qual distam L_A e L_B, conforme a figura. Com o sistema em equilíbrio antes que os discos colidam, a razão υ_A/υ_B é dada por



A) ( ) 1.
B) ( ) m_A/m_B.
C) ( ) m_B/m_A.
D) ( ) L_Am_A/L_Bm_B.
E) ( ) L_Bm_B/L_Am_A.

Resolução:



A condição de equilíbrio, em qualquer um dos instantes, indica que o torque resultante é igual a zero ($M_R=0$). Fazendo em relação ao ponto 0:

- Início: $M_R=0 \rightarrow P_A\cdot L_A=P_B\cdot L_B \rightarrow \boxed{m_AL_A=m_BL_B}$

- Qualquer instante depois:

$$M_R=0 \rightarrow P_A\cdot(L_AV_A\cdot t)=P_B\cdot(L_B-V_B\cdot t)$$

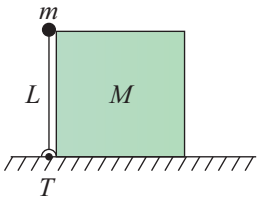
$$m_A\cdot L_A-m_A\cdot V_A\cdot t=m_B\cdot L_B-m_BV_B\cdot t$$

$$\boxed{\frac{V_A}{V_B}=\frac{m_B}{m_A}}$$

Alternativa C

Questão 04

Uma haste vertical de comprimento L, sem peso, é presa a uma articulação T e dispõe em sua extremidade de uma pequena massa m que, conforme a figura, toca levemente a quina de um bloco de massa M. Após uma pequena perturbação, o sistema movimenta-se para a direita. A massa m perde o contato com M no momento em que a haste perfaz um ângulo de π/rad com a horizontal. Desconsiderando atritos, assinale a velocidade final do bloco.



A) ( ) $\sqrt{\frac{mgL}{M}}$

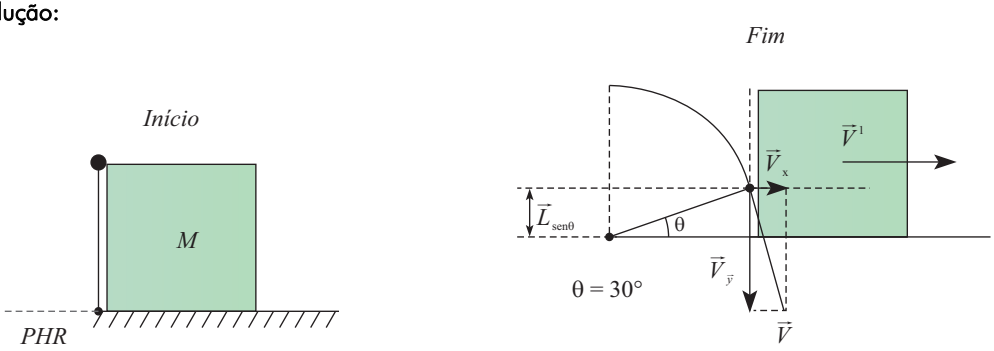
B) ( ) $\sqrt{\frac{mgL}{M+4m}}$

C) ( ) $\sqrt{\frac{mgL}{M+4m/3}}$

D) ( ) $\sqrt{\frac{2mgL}{M}}$

E) ( ) $\sqrt{gL}$

Resolução:



Durante todo o tempo em que as massas estão em contato, a velocidade das duas se mantém igual na horizontal. Portanto, na condição final:

V^1 (da massa "M") = Vx (horizontal do "m")

$V^1 = V$. sen $\theta \rightarrow V^1 = V \cdot \frac{1}{2} \rightarrow \boxed{V = 2V^1}$ (i)

Como foi dito que não há atrito, o trabalho das forças não conservativas é igual a zero e, por isso, podemos conservar a energia mecânica:

$$E_{mi} = E_{mF}$$

$$E_{\rho gi} = E_{\rho gF} + E_{Cm} + E_{CM}$$

$$mgL = mg \cdot L \cdot sen\theta + \frac{mV^2}{2} + \frac{M(V^1)^2}{2}$$

$$mgL = mg\ \frac{L}{2} + \frac{m}{2} \cdot (2V^1)^2 + \frac{M \cdot (V^1)^2}{2}$$

$$\frac{mgL}{2} = \frac{4m(V^1)^2}{2} + \frac{M(V^1)^2}{2}$$

$$mgL = (4m + M)(V^1)^2$$

$$\boxed{V^1 = \sqrt{\frac{mgL}{M+4m}}}$$

Alternativa B

Questão 05

Em queixa à polícia, um músico depõe ter sido quase atropelado por um carro, tendo distinguido o som em Mi da buzina na aproximação do carro e em Ré, no seu afastamento. Então, com base no fato de ser de 10/9 a relação das frequências $\upsilon_{Mi}/\upsilon_{Ré}$, a perícia técnica conclui que a velocidade do carro, em km/h, deve ter sido aproximadamente de

A) ( ) 64.
B) ( ) 71.
C) ( ) 83.
D) ( ) 102.
E) ( ) 130.

Resolução:

Nas duas situações apresentadas ocorreu o Efeito Doppler:

- Aproximação $\rightarrow$ $f_{Mi} = f_o \cdot \left(\dfrac{\upsilon_5}{\upsilon_5 - \upsilon f} \right)$

- Afastamento $\rightarrow$ $f_{Ré} = f_o \cdot \left(\dfrac{\upsilon_5}{\upsilon_5 + \upsilon f} \right)$

Onde:

$\upsilon_5 = 340\, m/s$

$f_0 \rightarrow$ *frequência real da buzina*

$\upsilon f \rightarrow$ velocidade do carro

Se $\dfrac{f_{Mi}}{f_{Ré}} = \dfrac{10}{9}$, então:

$$f_0 \left(\frac{\upsilon_5}{340 - \upsilon f} \right) \cdot \frac{1}{f_0} \left(\frac{340 \cdot \upsilon f}{\upsilon_5} \right) = \frac{10}{9}$$

$$9 \cdot (340 + \upsilon f) = 10 \cdot (340 - \upsilon f)$$

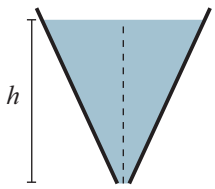
$$19 \,.\, \upsilon f = 340$$

$$\upsilon f = 17{,}9\, m/s \quad \text{ou} \quad \upsilon f = 64{,}4\, km/h$$

Alternativa A

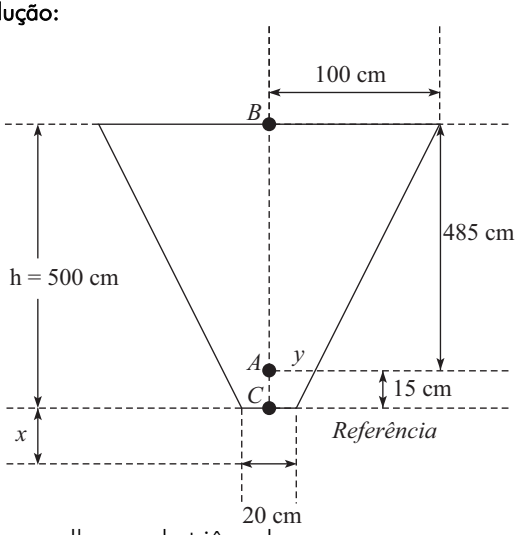
Questão 06

Na figura, o tanque em forma de tronco de cone, com 10,0 cm de raio da base, contém água até o nível de altura h = 500 cm, com 100 cm de raio da superfície livre. Removendo-se a tampa da base, a água começa a escoar e, nesse instante, a pressão no nível a 15,0 cm de altura é de



A) ( ) 100 kPa.
B) ( ) 102 kPa.
C) ( ) 129 kPa.
D) ( ) 149 kPa.
E) ( ) 150 kPa.

Resolução:



* Por semelhança de triângulos:

$$\frac{100}{500+x}=\frac{10}{x}$$

$$x=\frac{500}{g}cm \qquad \text{(i)}$$

$$\frac{100}{y}=\frac{500+500/g}{15+500/g} \qquad \text{(ii)}$$

$$y=\frac{127}{10}cm$$

* Relação entre as razões:

$Z_A = Z_B \rightarrow y^2 . V_A = 100^2 . V_B \rightarrow V_B = V_A . 0{,}016$ (iii)

$Z_B = Z_C \rightarrow 100^2 . V_B = 10^2 . V_C \rightarrow V_C = 100\, V_B \rightarrow V_C = 1{,}6\, V_A$ (iv)

* Equações de Bernoulli (pontos B e C)

$$\overset{atm}{\cancel{P}}_3+\rho g h_B+\frac{\rho V^2_B}{2}=\overset{atm}{\cancel{P}}_c+\rho g \cancel{h_c}^0+\frac{\rho V_c^2}{2}$$

$$\cancel{\rho}\left(ghB+\frac{(0{,}016V_A)^2}{2}\right)=\cancel{\rho}\frac{(1{,}6V_A)^2}{2} \qquad \text{(v)}$$

$$10\cdot 5\,\frac{0{,}016^2}{2}\cdot V_A=\frac{1{,}6^2V_A^2}{2} \rightarrow V_A^2=\frac{100}{2{,}56}m/s$$

* Equações de Bernoulli (pontos A e C):

$$P_A+\rho g h_A+\frac{\rho V^2_A}{2}=P_c+\rho g \cancel{h_c}^0+\frac{\rho V_c^2}{2}$$

$$P_A=P_C+\rho\left(\frac{1{,}6^2V_A^2}{2}-\frac{VA^2}{2}-g\cdot h_A\right) \qquad \text{(iv)}$$

$$P_A=10^5+10^3\left[\left(\frac{2{,}56}{2}-\frac{1}{2}\right)\frac{100}{2{,}56}-10\cdot 0{,}15\right]$$

$$P_A=129kPa$$

Alternativa C

Questão 07

A partir de um mesmo ponto a uma certa altura do solo, uma partícula é lançada sequencialmente em três condições diferentes, mas a mesma velocidade inicial horizontal v_0. O primeiro lançamento é feito no vácuo e o segundo, na atmosfera com ar em repouso. O terceiro é feito na atmosfera com ar em movimento cuja velocidade em relação ao solo é igual em módulo, direção e sentido à velocidade v_0. Para os três lançamentos, designando-se respectivamente de t_1, t_2 e t_3 os tempos de queda da partícula e de v_1, v_2 e v_3 os módulos de suas respectivas velocidades ao atingir o solo, assinale a alternativa correta.

A) ( ) $t_1 < t_3 < t_2;\ v_1 > v_3 > v_2$
B) ( ) $t_1 < t_2 = t_3;\ v_1 > v_3 > v_2$
C) ( ) $t_1 = t_3 < t_2;\ v_1 = v_3 > v_2$
D) ( ) $t_1 < t_2 < t_3;\ v_1 = v_3 > v_2$
E) ( ) $t_1 < t_2 = t_3;\ v_1 > v_2 = v_3$

Resolução:

Em relação aos tempos de queda, temos que:

- No vácuo, o tempo é mínimo.
- No ar em repouso e em movimento os tempos são iguais, pois a ação resistiva do ar na vertical é a mesma, e são maiores que o tempo no vácuo.

Portanto:

$t_2 = t_3 > t_1$

Quanto às velocidades, temos que:

- No vácuo, a velocidade será máxima, pois não há resistência do ar na horizontal nem na vertical.
- No ar em repouso, a velocidade será mínima, pois há resistência nas duas direções, horizontal e vertical.
- No ar em movimento horizontal, a componente horizontal será maior que no ar em repouso e, portanto, a velocidade total será maior que na situação do ar em repouso.

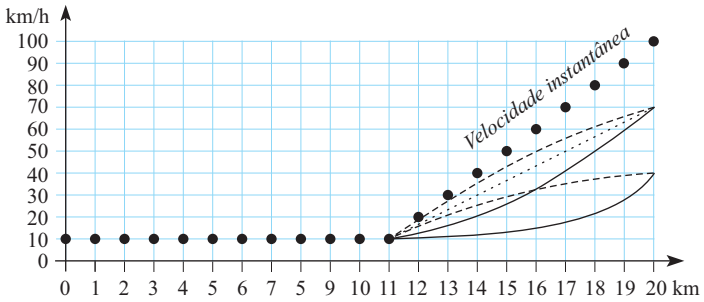
Logo:

$v_1 > v_3 > v_2$

Alternativa B

Questão 08

Os pontos no gráfico indicam a velocidade instantânea, quilômetro a quilômetro, de um carro em movimento retilíneo. Por sua vez, o computador de bordo do carro calcula a velocidade média dos últimos 9 km por ele percorridos. Então, a curva que melhor representa a velocidade média indicada no computador de bordo entre os quilômetros 11 e 20 é



A) ( ) a tracejada que termina acima de 50 km/h.
B) ( ) a cheia que termina acima de 50 km/h.
C) ( ) a tracejada que termina abaixo de 50 km/h.
D) ( ) a pontilhada.
E) ( ) a cheia que termina abaixo de 50 km/h.

Resolução:

A função matemática que relacionaria as velocidades médias de forma exata não é viável de ser feita em tempo de prova. Porém, façamos uma relação para alguns dos pontos dados, utilizando a aproximação que indica como velocidade constante entre cada trecho de 1 km. Assim:

- Para x = 20 km:

$$Vm = \frac{9}{\frac{1}{15}+\frac{1}{25}+\frac{1}{35}+\frac{1}{45}+\frac{1}{55}+\frac{1}{65}+\frac{1}{75}+\frac{1}{85}+\frac{1}{95}}$$

$\boxed{Vm \cong 40\ km/h}$ → agora estamos entre "C" e "E"

- Para x = 14 km:

$$Vm = \frac{9}{\frac{1}{10}+\frac{1}{10}+\frac{1}{10}+\frac{1}{10}+\frac{1}{10}+\frac{1}{10}+\frac{1}{15}+\frac{1}{25}+\frac{1}{35}}$$

$\boxed{Vm \cong 12\ km/h}$

Alternativa E

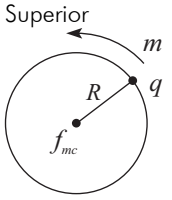
Questão 09

Uma massa m de carga q gira em órbita circular de raio R e período T no plano equatorial de um ímã. Nesse plano, a uma distância r do ímã, a intensidade do campo magnético é $B(r) = \mu / r^3$, em que μ é uma constante. Se fosse de $4R$ o raio dessa órbita, o período seria de

A) ( ) $T/2$.
B) ( ) $2T$.
C) ( ) $8T$.
D) ( ) $32T$.
E) ( ) $64T$.

Resolução:

Vista Superior



$$F_R = m_{acp}$$

$$qvB\,\text{sen}90° = \frac{mv^2}{R}$$

$$\frac{q}{m}\cdot\frac{m}{R^3}\cdot R = v$$

$$\frac{q}{m}\cdot\frac{m}{R^2} = v$$

$$\frac{qm}{mR^2} = \frac{2\pi}{T}\cdot R$$

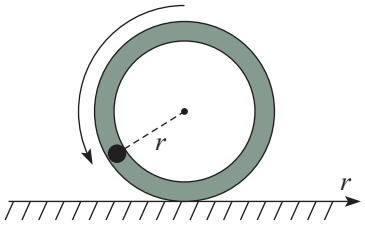
$$T = \frac{2\pi m}{q\mu}\cdot R^3$$

$$se\ R' = 4R \Rightarrow T' = 4^3 T = 64T$$

Alternativa E

Questão 10

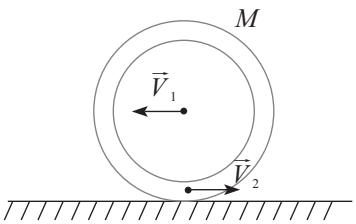
Um tubo fino de massa 1225 g e raio r = 10,0 cm encontra-se inicialmente em repouso sobre um plano horizontal sem atrito. A partir do ponto mais alto, um corpo de massa 71,0 g com velocidade inicial zero desliza sem atrito pelo interior do tubo no sentido anti-horário, conforme a figura. Então, quando na posição mais baixa, o corpo terá uma velocidade relativa ao tubo, em cm/s, igual a



A) ( ) -11,3.
B) ( ) -206.
C) ( ) 11,3.
D) ( ) 206.
E) ( ) 194.

Resolução:

Conservação do momento linear, no fim temos:



$$\vec{Q}_i = \vec{Q}_F$$
$$O = m \cdot V_2 + M(-V_1)$$
$$\boxed{V_1 = V_2 \cdot \frac{71}{1225}}$$

Como não há atrito, não haverá rotação já que, em qualquer instante, todas as forças exercidas sobre o tubo passam pelo seu centro, não gerando torque. Assim, conservando a energia mecânica do sistema, temos:

$$E_{Minicio} = E_{MFim}$$
$$E_{pg} = E_{c1} + E_{c2}$$
$$mgh = \frac{MV_1^2}{2} + \frac{MV_2^2}{2}$$
$$0{,}071 \cdot 10 \cdot 0{,}2 = \frac{1{,}225}{2} \cdot V_2^2 \cdot \left(\frac{71}{1225}\right)^2 + \frac{0{,}071}{2} \cdot V_2^2$$
$$\boxed{V_2 \cong 194{,}5 \ cm/s}$$
$$V_1 = V_2 \cdot \frac{71}{1225} \rightarrow \boxed{V_1 \cong 11{,}3 \ cm/s} \Bigg\} \therefore \boxed{V_{rel} = +206 \ cm/s}$$

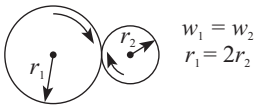
Alternativa D

Questão 11

Num plano horizontal liso, presas cada qual a uma corda de massa desprezível, as massas m_1 e m_2 giram em órbitas circulares de mesma frequência angular uniforme, respectivamente com raios r_1 e $r_2 = r_1/2$. Em certo instante essas massas colidem frontal e elasticamente e cada qual volta a perfazer um movimento circular uniforme. Sendo iguais os módulos da velocidade de m_1 e m_2 após o choque, assinale a relação m_2/m_1.

A) ( ) 1
B) ( ) 3/2
C) ( ) 4/3
D) ( ) 5/4
E) ( ) 7/5

Resolução:



$w_1 = w_2$
$r_1 = 2r_2$

$$\vartheta_{01} = w_1 r_1 = 2wr_2$$
$$\vartheta_{02} = wr_2$$
$$V_{final} = V = V_{f1} = V_{f2}$$
$$e = 1 \Rightarrow \vartheta_{01} + \vartheta_{02} = V_{f1} + V_{f2} = 2V$$
$$2wr_2 + wr_2 = 2V$$
$$2V = 3wr_2$$

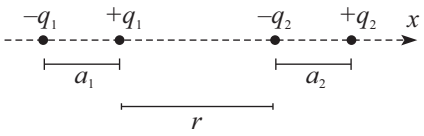
Conservação da quantidade de movimento:

$$m_1\vartheta_{01} - m_2\vartheta_{02} = m_2V - m_1V$$
$$m_1 \cdot (2wr_2) - m_2(wr_2) = (m_2 - m_1)V$$
$$wr_2(2m_1 - m_2) = (m_2 - m_1)\frac{3wr_2}{2}$$
$$4m_1 - 2m_2 = 3m_2 - 3m_1$$
$$5m_2 = 7m_1$$
$$\frac{m_2}{m_1} = \frac{7}{5}$$

Alternativa E

Questão 12

Considere quatro cargas fixadas sobre o eixo x orientado para a direita. Duas delas, $-q_1$ e $+q_1$, separadas por uma distância a_1, formam o sistema 1 e as outras duas, $-q_2$ e $+q_2$, separadas por uma distância a_2, formam o sistema 2. Considerando que ambos os sistemas estão separados por uma distância r muito maior que a_1 e a_2, conforme a figura, e que $(1+z)^{-2} \simeq 1 - 2z + 3z^2$ para $z \ll 1$, a força exercida pelo sistema 1 sobre o sistema 2 é



A) ( ) $\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1q_2}{r^2}$

B) ( ) $-\frac{2}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1q_2}{r^2}$

C) ( ) $-\frac{2}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1q_2\,a_1a_2}{r^4}$

D) ( ) $-\frac{6}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1q_2\,a_1a_2}{r^4}$

E) ( ) $\frac{8}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1q_2\,a_1a_2}{r^4}$

Resolução:

O sistema 2 sofre 4 forças elétricas horizontais, sendo 2 para a esquerda e 2 para a direita. A maior delas é atrativa (para a esquerda).

$$F_2 = \frac{K|q_1 \cdot q_2|}{r^2} + \frac{K|q_1 \cdot q_2|}{(r+\alpha_1+\alpha_2)^2} - \frac{K|q_1 \cdot q_2|}{(r+\alpha_1)^2} - \frac{K|q_1 \cdot q_2|}{(r+\alpha_2)^2}$$

$$F_2 = K|q_1 \cdot q_2| \cdot \left[\frac{1}{r^2} + \frac{1}{r^2\left(1+\frac{\alpha_1+\alpha_2}{r}\right)^2} = \frac{1}{r^2\left(1+\frac{\alpha_1}{r}\right)^2} - \frac{1}{r^2\left(1+\frac{\alpha_2}{r}\right)^2} \right]$$

$$F_2 = \frac{K|q_1 \cdot q_2|}{r^2}\left[1+\left(\frac{\alpha_1+\alpha_2}{r}\right)^{-2} - \left(1+\frac{\alpha_1}{r}\right)^{-2} - \left(1+\frac{\alpha_2}{r}\right)^{-2} \right]$$

Utilizando a aproximação dada, o termo entre colchetes se reduz a $\frac{6\alpha_1 \cdot \alpha_2}{r^2}$. Logo:

$$F_2 = \frac{K q_1 \cdot q_2}{r^2} \cdot \frac{6\alpha_1 \cdot \alpha_2}{r^2} = \boxed{\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{6 q_1\, q_2\, \alpha_1 \alpha_2}{r^4}}$$

Como essa força está orientada para a esquerda, acrescenta-se o sinal negativo à resposta.

$$-\frac{6}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1 q_2\, a_1 a_2}{r^4}$$

Alternativa D

Questão 13

Quatro corpos pontuais, cada qual de massa m, atraem-se mutuamente devido à interação gravitacional. Tais corpos encontram-se nos vértices de um quadrado de lado L girando em torno do seu centro com velocidade angular constante. Sendo G a constante de gravitação universal, o período dessa rotação é dado por

A) ( ) $2\pi\sqrt{\frac{L^3}{Gm}\left(\frac{4-\sqrt{2}}{2}\right)}$

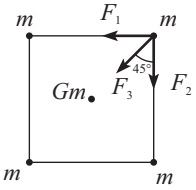
B) ( ) $\frac{4\pi}{3}\sqrt{\frac{\sqrt{2}L^3}{3Gm}}$

C) ( ) $\sqrt{\frac{L^3}{Gm}\left(\frac{4+\sqrt{2}}{7}\right)}$

D) ( ) $2\pi\sqrt{\frac{L^3}{Gm}\left(\frac{4-\sqrt{2}}{7}\right)}$

E) ( ) $\sqrt{\frac{L^3}{Gm}\left(\frac{4+\sqrt{2}}{2}\right)}$

Resolução:



$$F_1 = F_2 = \frac{\tau m^2}{L^2} = F$$

$$F_3 = \frac{\tau m^2}{(2\sqrt{2})^2} = \frac{\tau m^2}{2L^2}$$

Força centrípeta é igual a somatória das forças gravitacionais:

$$m\omega^2 \cdot \frac{L\sqrt{2}}{2} = 2F\cos 45^\circ + F_3$$

$$m\omega^2 \cdot \frac{L\sqrt{2}}{2} = \frac{2\tau m^2}{L^2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} + \frac{\tau m^2}{2L^2}$$

$$\omega^2 \cdot L\sqrt{2} = \frac{\tau m}{L^2}\left(2\sqrt{2}+1\right)$$

$$\omega^2 = \frac{\tau m}{L^3}\left(2+\sqrt{\frac{2}{2}}\right)$$

$$\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 = \frac{\tau m}{L^3}\left(2+\sqrt{\frac{2}{2}}\right)$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L^3}{\tau m}\left(\frac{2}{4+\sqrt{2}}\right)}$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L^3}{\tau m} \cdot \frac{2(4-\sqrt{2}}{16-2}}$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L^3}{\tau m} \cdot \frac{(4-\sqrt{2})}{7}}$$

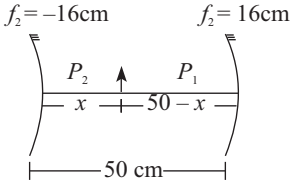
Alternativa D

Questão 14

Dois espelhos esféricos interdistantes de 50 cm, um côncavo, E_1, e outro convexo, E_2, são dispostos coaxialmente tendo a mesma distância focal de 16 cm. Uma vela é colocada diante dos espelhos perpendicularmente ao eixo principal, de modo que suas primeiras imagens conjugadas por E_1 e E_2 tenham o mesmo tamanho. Assinale a opção com as respectivas distâncias, em cm, da vela aos espelhos E_1 e E_2.

A) ( ) 25 e 25
B) ( ) 41 e 9
C) ( ) 34 e 16
D) ( ) 35 e 15
E) ( ) 40 e 10

Resolução:



$$A_1 = \frac{16}{16-(50-x)} < 0$$

$$|A_1| = \frac{16}{34-x}$$

$$A_2 = \frac{-16}{-16-x} > 0$$

$$A_2 = \frac{16}{16+x}$$

$|A_1| = A_2$

$$\frac{16}{34-x} = \frac{16}{16+x}$$

$$16+x = 34-x$$

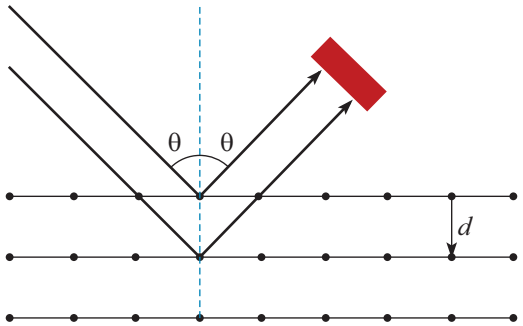
$$2x = 18$$

$$x = 9\text{cm}$$

Alternativa B

Questão 15

Com um certo material, cujas camadas atômicas interdistam de uma distância d, interage um feixe de radiação que é detectado em um ângulo θ conforme a figura. Tal experimento é realizado em duas situações: (I) o feixe é de raios X monocromáticos, com sua intensidade de radiação medida por um detector, resultando numa distribuição de intensidade em função de θ, com valor máximo para $\theta = \alpha$, e (II) o feixe é composto por elétrons monoenergéticos, com a contagem do número de elétrons por segundo para cada ângulo medido, resultando no seu valor máximo para $\theta = \beta$. Assinale a opção com possíveis mudanças que implicam a alteração simultânea dos ângulos α e β medidos.



A) ( ) Aumenta-se a intensidade do feixe de raio X e diminui-se a velocidade dos elétrons.
B) ( ) Aumenta-se a frequência dos raios X e triplica-se o número de elétrons no feixe.
C) ( ) Aumentam-se o comprimento de onda dos raios X e a energia cinética dos elétrons.
D) ( ) Dobram-se a distância entre camadas d (pela escolha de outro material) e o comprimento de onda dos raios X. Além disso, diminui-se a velocidade dos elétrons pela metade.
E) ( ) Diminui-se a intensidade dos raios X e aumenta-se a energia dos elétrons.

Resolução:

Situação I

Na difração dos raios X temos a Lei de Bragg:

$$2d\,sen\theta = n \cdot \lambda$$

Onde: $n \rightarrow$ número inteiro

$\lambda \rightarrow$ comprimento de onda do feixe

Assim, a mudança de λ modifica o valor de sen θ e, portanto, de θ.

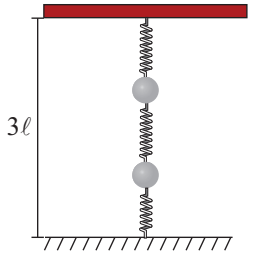
Situação II

Para o feixe de elétrons, de acordo com o princípio da dualidade onda-partícula, o aumento da energia cinética dos elétrons aumenta a quantidade de movimento e varia o comprimento de onda λ e, portanto, o ângulo θ.

Alternativa C

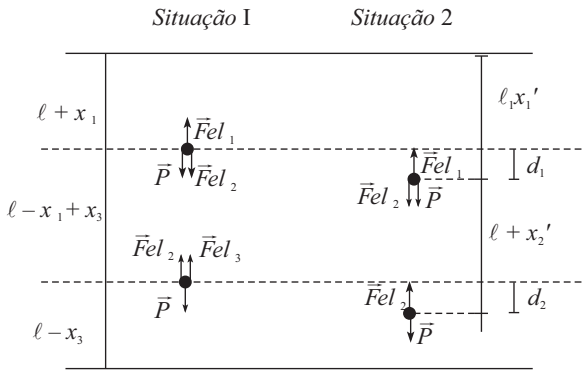
Questão 16

Três molas idênticas, de massas desprezíveis e comprimemntos naturais ℓ, são dispostas verticalmente entre o solo e o teto a 3ℓ de altura. Conforme a figura, entre tais molas são fixadas duas massas iguais. Na sigturação inicial de equilíbrio, retira-se a mola inferior (ligada ao solo) resultando no deslocamento da massa superior de uma distância d_1 para baixo, e da inferior, de uma distância d_2 também para baixo, alcançando-se nova posição de equilíbrio. Assinale a razão d_2/d_1.



A) 2
B) 3/2
C) 5/3
D) 4/3
E) 5/4

Resolução:



$$\frac{d_2}{d_1} = 2$$

Eq. da esfera superior (I)

$$P + F_{el2} + F_{el1}$$
$$mg + Kx_2 = Kx_1$$
$$x_1 - x_2 = \frac{mg}{K}$$

Eq. da esfera superior (II)

$$F_{el1}^{1} = P + F_{el2}^{1}$$
$$Kx_1^1 = mg + Kx_2^1$$

Eq. da esfera inferior

$$mg = Kx_2 + Kx_3$$
$$x_2 - x_3 = \frac{mg}{K}$$

Vínculo

$$x_1 + x_2 - x_3 = 0$$

Eq. da esfera inferior

$$F_{el2}^{1} = P$$
$$Kx_2^1 = mg$$
$$x_1^1 = \frac{mg}{K}$$
$$x_2^1 = \frac{2mg}{K}$$

Logo

$$x_1 - x_2 = \frac{mg}{K}$$

$$2x_2 - x_1 = \frac{mg}{K}$$

$$\begin{matrix} 3x_2 = 0 \\ x_2 = 0 \end{matrix} \Rightarrow x_1 = x_3 = \frac{mg}{K}$$

Logo

$$\ell + x_1^1 - \ell = d_1$$

$$\frac{2mg}{K} - \frac{mg}{K} = d_1$$

$$d_1 = \frac{mg}{K}$$

$$\ell + x_1^1 + \ell + x_2^1 - (\ell + x_1 + \ell - x_1$$

$$\frac{3mg}{K} - \frac{mg}{K} = d_2$$

$$d_2 = \frac{2mg}{K}$$

Alternativa A

Questão 17

No livro *Teoria do Calor* (1871), Maxwell, escreveu referindo-se a um recipiente cheio de ar:

> "... iniciando com uma temperatura uniforme, vamos supor que um recipiente é dividido em duas partes por uma divisória na qual existe um pequeno orifício, e que um ser que pode ver as moléculas individualmente abre e fecha esse orifício de tal modo que permite somente a passagem de moléculas rápidas de A para B e somente as lentas de B para A. Assim, sem realização de trabalho, ele aumentará a temperatura de B e diminuirá a temperatura de A em contradição com...".

Assinale a opção que melhor completa o texto de Maxwell.

A) a primeira lei da termodinâmica.
B) a segunda lei da termodinâmica.
C) a lei zero da termodinâmica.
D) o teorema da energia cinética.
E) o conceito de temperatura.

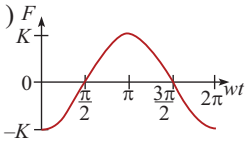
Resolução:

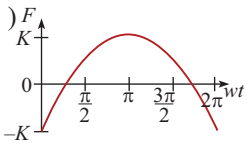
Como não há transferência de energia entre o sistema e o meio e há a separação entre partículas de maior e menor energia em regiões diferentes (ou seja, diminuição de entropia), o experimento mental conhecido como "Demônio de Maxwell" parece violar a 2ª Lei da Termodinâmica.

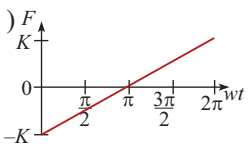
Alternativa B

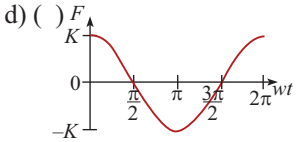
Questão 18

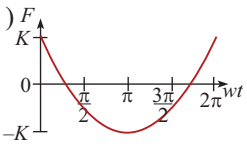
Dois fios longos de comprimento L conduzem correntes iguais, I. O primeiro fio é fixo no eixo x do sistema de referência enquanto o segundo gira lentamente com frequência angular w num plano paralelo ao plano xy, com seu ponto médio fixo em $z = d$, sendo $d > 0$. Supondo que os dois fios sejam paralelos com correntes no mesmo sentido em $t = 0$, e definindo $K = \mu_0 I^2 L/(2\pi d)$, assinale a opção com a figura que melhor representa a dependência temporal da força F que o fio fixo exerce sobre o outro.

a) ( ) 

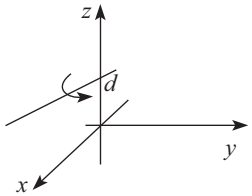
b) ( ) 

c) ( ) 

d) ( ) 

e) ( ) 

Resolução:



Em $f = 0$ atração, logo $f < 0$

$$|F| = \frac{\mu \cdot i^2}{2\pi d} L = K$$

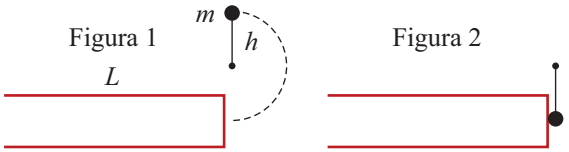
Como de maneira geral, $F = B \cdot i \cdot L \cdot \text{sen}\theta$ e $\theta = \frac{3\pi}{2} + wt$

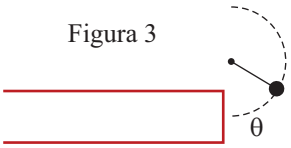
$$F = K \cdot sen\left(\frac{3\pi}{2} + wt\right)$$

Alternativa A

Questão 19

Um pêndulo simples de massa m e haste rígida de comprimento h é articulado em torno de um ponto e solto de uma posição vertical, conforme a Figura 1. Devido à gravidade, o pêndulo gira atingindo uma membrana ligada a um tubo aberto em uma das extremidades, de comprimento L e área da seção transversal S (Figura 2). Após a colisão de reduzida duração, Δt, o pêndulo recua atingindo um ângulo máximo θ (Figura 3). Sejam ρ a densidade de equilíbrio do ar e c a velocidade do som. Supondo que energia tenha sido transferida somente para a harmônica fundamental da onda sonora plana no tubo, assinale a opção com a amplitude da oscilação das partículas do ar.





A) $\frac{2L}{\pi c}\sqrt{\frac{2mgh(1+\cos\theta)}{\rho Sc\Delta t}}$

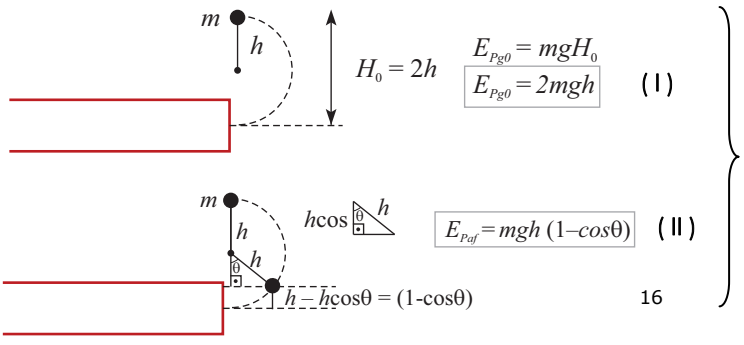
B) $\frac{L}{c}\sqrt{\frac{2mgh(1+\cos\theta)}{\rho SL}}$

C) $\frac{2L}{\pi c}\sqrt{\frac{2mgh(1+\cos\theta)}{\rho SL}}$

D) $\frac{2L}{\pi c}\sqrt{\frac{2mgh(1-\cos\theta)}{\rho Sc\Delta t}}$

E) $\frac{L}{\pi c}\sqrt{\frac{2mgh(1-\cos\theta)}{\rho Sc\Delta t}}$

Resolução:



Energia repassada à onda:

$$E_\theta = 2mgh - mgh(1-\cos\theta)$$

$$E_\theta = 2mgh\left[2-(1-\cos\theta)\right]$$

$$\boxed{E_\theta = 2mgh\,(1+\cos\theta)} \quad \text{(III)}$$

$$I=\frac{P^2}{2\rho c} \qquad \boxed{I=\frac{E_\theta}{\Delta tS}}$$

$$\frac{P^2}{2\rho c}=\frac{mgh(1+\cos\theta)}{\Delta tS} \Rightarrow P^2=2\rho c\, m$$

$$C=7F \qquad L=\frac{7}{4}\therefore \boxed{7=4L}$$

$$C=4LF$$

$$\omega=\frac{2\pi}{T}$$

$$\omega=2\pi F$$

$$\omega=\frac{2\pi c}{4L}$$

$$\boxed{\omega=\frac{\pi c}{2L}}$$

$$I=\frac{1}{2}\rho c\omega^2 Sm^2$$

$$I=\frac{1}{2}\rho c\cdot\frac{\pi^2c^2}{4L^2}Sm^1=\frac{mgh(1+\cos\theta)}{\Delta tS}$$

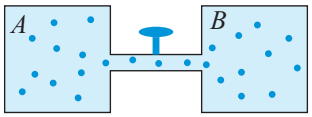
$$Sm^2=\frac{8L^2\,mgh(1+\cos\theta)}{\rho c\pi^2c^2\Delta tS}$$

$$Sm=\frac{2L}{\pi c}\sqrt{\frac{2mgh(1-\cos\theta)}{\rho Sc\Delta t}}$$

Alternativa D

Questão 20

Dois recipientes A e B de respectivos volumes V_A e $V_B = \beta V_A$, constantes, contêm um gás ideal e são conectados por um tubo fino com válvula que regula a passagem do gás, conforme a figura. Inicialmente o gás em A está na temperatura T_A sob pressão P_A e em B, na temperatura T_B sob pressão P_B. A válvula é então aberta até que as pressões finais P_{Af} e P_{Bf} alcancem a proporção
$P_{Af}/P_{Bf} = \alpha$, mantendo as temperaturas nos seus valores iniciais. Assinale a opção com a expressão de P_{Af}.



A) $\left[\left(\frac{P_B}{P_A}\frac{T_A}{T_B}+\beta\right)/\left(\beta+\frac{1}{\alpha}\frac{T_A}{T_B}\right)\right]P_A$

B) $\left[\left(1+\beta\frac{P_B}{P_A}\frac{T_A}{T_B}\right)/\left(1-\frac{\beta}{\alpha}\frac{T_A}{T_B}\right)\right]P_A$

C) $\left[\left(1+\beta\frac{P_B}{P_A}\frac{T_A}{T_B}\right)/\left(1+\frac{\beta}{\alpha}\frac{T_A}{T_B}\right)\right]P_A$

D) $\left[\left(1+\beta\frac{P_B}{P_A}\frac{T_A}{T_B}\right)/\left(\alpha+\beta\frac{T_A}{T_B}\right)\right]P_A$

E) $\left[\left(\beta\frac{P_B}{P_A}\frac{T_A}{T_B}-1\right)/\left(\alpha+\beta\frac{T_A}{T_B}\right)\right]P_A$

Resolução:

Conservando a quantidade total de matéria, temos:

$$(n_A + n_B)_{início} = (n_A + n_B)_{fim}$$

$$\frac{P_A V_A}{R \cdot T_A} + \frac{P_B V_B}{R \cdot T_B} = \frac{P_{Af} \cdot V_A}{R \cdot T_A} + \frac{P_{Bf} \cdot V_B}{R \cdot T_B} \quad (i)$$

Agora utilizaremos as duas condições do exercício:

$$\left.\begin{array}{l} V_B = \beta V_A \\ P_{Bf} = \dfrac{P_{Af}}{\alpha} \end{array}\right\} \xrightarrow{(i)} \frac{P_A \cdot V_A}{T_A} + \frac{P_B V_A \cdot \beta}{T_B} = \frac{P_{Af} \cdot V_A}{T_A} + \frac{P_{Af} \cdot V_A \cdot \beta}{\alpha \cdot T_B}$$

$$P_{Af}\left(\frac{1}{T_A} + \frac{\beta}{\alpha \cdot T_B}\right) = \frac{P_A}{T_A} + \frac{\beta \cdot P_B}{T_B}$$

$$P_{Af} = \frac{P_A\left[\dfrac{1}{T_A}\left(1 + \beta \cdot \dfrac{P_B}{P_A} \cdot \dfrac{T_A}{T_B}\right)\right]}{\left[\dfrac{1}{T_A}\left(1 + \dfrac{\beta}{\alpha} \cdot \dfrac{T_A}{T_B}\right)\right]}$$

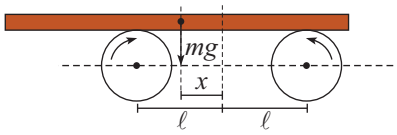
$$P_{Af} = P_A\left[\left(1 + \beta \cdot \frac{P_B}{P_A} \cdot \frac{T_A}{T_B}\right) / \left(1 + \frac{\beta}{\alpha} \cdot \frac{T_A}{T_B}\right)\right]$$

Alternativa C

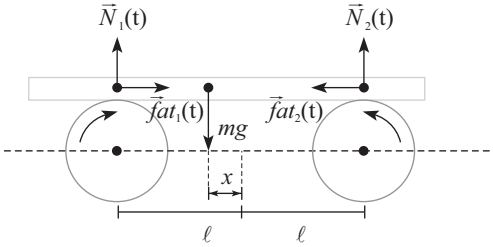
As questões dissertativas, numeradas de 21 a 30, devem ser desenvolvidas, justificadas e respondidas no caderno de soluções

Questão 21

Uma prancha homogênea de massa m é sustentada por dois roletes, interdistantes de 2ℓ, que giram rapidamente em sentidos opostos, conforme a figura. Inicialmente o centro de massa da prancha dista x da linha intermediária entre os roletes. Sendo μ o coeficiente de atrito cinético entre os roletes e a prancha, determine a posição do centro de massa da prancha em função do tempo.



Resolução:



O deslizamento dos dois roletes modificará as normais e, consequentemente, as forças de atrito.

Situação inicial: $N_1(t) > N_2(t)$

$F_R = 0$: $N_1 + N_2 = mg$

$$\sum M = 0: mg(\ell - x) - N_2 . 2\ell = 0$$

$$N_2 = mg\frac{(\ell - x)}{2\ell} \quad \text{e}$$

$$N_1 = mg\frac{(\ell + x)}{2\ell}$$

A prancha sofrerá uma aceleração horizontal:

$$F_R = ma \Rightarrow fat_1 - fat_2 = ma$$
$$\mu \cdot (N_1 - N_2) = ma$$
$$\mu\left[mg\frac{(\ell+x)}{2\ell} - mg\frac{(\ell-x)}{2\ell}\right] = ma$$
$$\alpha = \frac{\mu g}{2\ell}\cdot 2x \Rightarrow \alpha = \frac{\mu g}{\ell}\cdot X$$

Como a aceleração do CM depende da posição X, o mesmo executará um MHS até a colisão dos dois roletes.
Neste MHS:

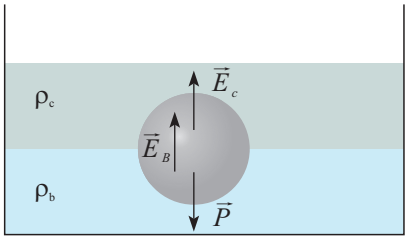
$$\omega^2 = \frac{\mu g}{\ell} \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{\mu g}{\ell}}$$
$$\frac{2\pi}{T} = \sqrt{\frac{\mu g}{\ell}} \Rightarrow T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{\mu g}}$$
$$X_{CM} = X\cos\omega t$$
$$X_{CM} = X\cos\left(\sqrt{\frac{\mu g}{\ell}}\cdot t\right)$$

Questão 22

Uma esfera sólida e homogênea de volume V e massa específica ρ repousa totalmente imersa na interface entre dois líquidos imiscíveis. O líquido de cima tem massa específica ρ_c e o de baixo, ρ_b, tal que $\rho_c < \rho < \rho_b$. Determine a fração imersa no líquido superior do volume da esfera.

Resolução:

Volume imerso no líquido de cima = V_C
Volume imerso no líquido de cima = V_b



$$V_b + V_C = V$$
$$V_b = V - V_C$$

Equilíbrio:

$$E_B + E_C = P$$
$$\rho_b \cdot g \cdot V_b + \rho_C g V_C = m.g$$
$$\rho_b(V - V_C) + \rho_C V_C = \rho V$$
$$\rho_b V - \rho_b V_C + \rho_C V_C = \rho V$$
$$V_C(\rho_C - \rho_b) = V(\rho - \rho_b)$$
$$V_C = \frac{\rho - \rho_b}{\rho_C - \rho_b}\cdot V$$
$$\boxed{V_C = \frac{\rho_b - \rho}{\rho_b - \rho_C}\cdot V}$$

Questão 23

Dois capacitores em paralelo de igual capacitância C estão ligados a uma fonte cuja diferença de potencial é U. A seguir, com essa fonte desligada, introduz-se um dielétrico de constante dielétrica k num dos capacitores, ocupando todo o espaço entre suas placas. Calcule:

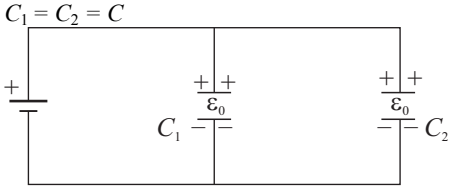
a) a carga livre que flui de um capacitor para outro;

b) a nova diferença de potencial entre as placas dos capacitores;

c) a variação da energia total dos capacitores entre as duas situações.

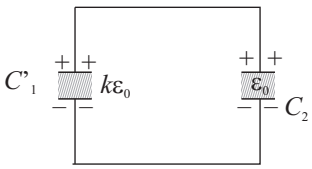
Resolução:

$C_1 = C_2 = C$



$Q_1 = C_1 U$

$Q_2 = C_2 U$



$C_1' = KC$

b) $Q'_1 + Q'_2 = Q_1 + Q'_2$

$$C_1' V_2 + C_2 V_2 = 2CU$$

$$(KC + C) V_2 = 2CU$$

$$V_2 = \frac{2U}{K+1}$$

a) $Q'_1 = C'_1 V_2$

$$Q_1' = KC \cdot \frac{2U}{K+1}$$

$$Q_1' = \frac{2K}{K+1} \cdot Q_1$$

$$Q_1' - Q_1 = \left(\frac{2K}{K+1} - 1\right) \cdot Q_1 = \frac{K-1}{K-1} \cdot CU \quad \left(\begin{array}{l}\text{Carga que flui} \\ \text{entre os capacitores}\end{array}\right)$$

c)

$$Início: E_i = \frac{CU^2}{2} + \frac{CU^2}{2} = CU^2$$

$$Final: E_F = \frac{KC \cdot V_2^2}{2} + \frac{CV_2^2}{2} = (K+1)\frac{C}{2} \cdot \left(\frac{2U}{K+1}\right)^2$$

$$E_F = \frac{2CU^2}{(K+1)}$$

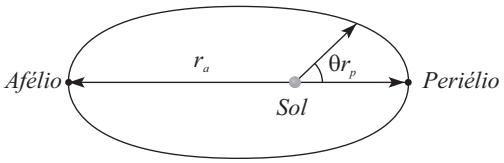
$$\Delta E = E_F - E_i = \frac{2CU^2}{K+1} - CU^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta E = CU^2\left(\frac{2}{K+1} - 1\right) = \left(\frac{1-K}{K+1}\right) \cdot CU^2$$

Questão 24

Seja um cometa numa órbita elíptica com as distâncias do afélio, r_a, e periélio, r_p. Com o Sol num dos focos como origem de um sistema de coordenadas polares, a equação que descreve o módulo do vetor posição **r** em função do ângulo θ medido a partir do periélio é $r(\theta) = \alpha/(1 + \epsilon \cos\theta)$, em que α e **ε** são constantes, sendo $0 < \epsilon < 1$. Expresse a excentricidade **ε**, a constante α e o período da órbita em função de r_a e r_p.

Resolução:



Periélio: $r_P = \dfrac{\alpha}{1+\varepsilon\cdot\cos 0^o} \rightarrow 1+\varepsilon = \dfrac{\alpha}{r_P}$ (i)

Afélio: $r_a = \dfrac{\alpha}{1+\varepsilon\cdot\cos 180^o} \rightarrow 1-\varepsilon = \dfrac{\alpha}{r_a}$ (ii)

(i) + (ii):

$$\frac{\alpha}{r_p}+\frac{\alpha}{r_a}=2$$

$$\alpha\left(\frac{1}{r_a}+\frac{1}{r_p}\right)=2$$

$$\alpha=\frac{2r_a\cdot r_p}{r_a+r_p}$$

$$1+\varepsilon=\frac{2r_a\cdot r_p}{r_a+r_p}\cdot\frac{1}{r_p}$$

$$\varepsilon=\frac{2r_a}{r_a+r_p}-1$$

$$\varepsilon=\frac{r_a-r_p}{r_a+r_p}$$

Para o período (T) temos:

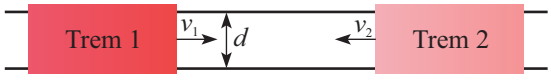
$$R_{MÉDIO}=\frac{r_a+r_P}{Z}$$

$$\frac{R^3_{MÉDIO}}{T^2}=\frac{GM}{4\pi^2} \rightarrow T^2=\frac{4\pi^2\cdot(r_a+r_P)^3}{8\cdot G\cdot M}$$

$$T=\pi\sqrt{\frac{(r_a+r_P)^3}{2GM}}$$

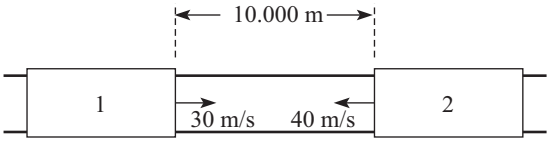
Questão 25

Na figura, os dois trens se aproximam, um com velocidade constante v_1 = 108 km/h e o outro com velocidade também constante v_2 = 144 km/ h. Considere os trens condutores perfeitos e os trilhos interdistantes de d = 2,0 m, com resistência elétrica por unidade de comprimento igual a 0,10 Ω/km.



Sabendo que em $t = 0$ os trens estão a 10 km de distância entre si e que o componente vertical local do campo magnético da Terra é $B = 5{,}0 \times 10^{-5}$ T, determine a corrente nos trilhos em função do tempo.

Resolução:



Instante T = 0 Área inicial da espira (entre os trens) A = 10 000 x 2 = 20 000 m^2

Velocidade relativa de aproximação dos trens = 70 m/s

A distância entre eles diminui obedecendo a equação: $x(t)=10000-70t, t \geq 0$ e X *em metros*

A área da espira (entre os trens) varia obedecendo a equação: $A=2\cdot X(t)=20\,000-140t$

A resistência elétrica inicial (T=0) de cada trilho (entre os trens) será de 1 Ω . Essa resistência (por trilho) diminui obedecendo a equação:

$R(t)=1-7\cdot10^{-3}\,t$, R *em* Ω

A f.e.m induzida será

$$E=\left|\frac{d\varnothing(t)}{dt}\right|=\left|B\cdot\cos\theta\,\frac{d\,A(t)}{dt}\right|$$

$$E=\left|B\cdot(-140)\right|=140\,x\,5x10^{-5}=7x10^{-3}V$$

A corrente induzida será:

$$U=R_{TOTAL}\cdot I$$

$$7\cdot10^{-3}=2x(1-7\cdot10^{-3}\cdot t)\cdot I \Rightarrow \boxed{I=\frac{3{,}5\cdot10^{-3}}{1-7\cdot10^{-3}\cdot t}A}$$

$$0<t<\frac{1000}{7}s$$

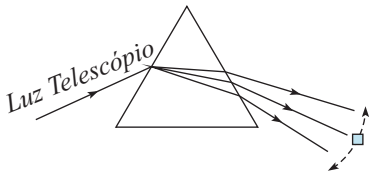
Questão 26

Contando com um prisma e um contador de número de fótons por segundo, deseja-se medir a temperatura de uma estrela com base no seu espectro eletromagnético obtido por meio de um telescópio.

a) Projete esquematicamente esse experimento representando o prisma como um triângulo e o contador de fótons por segundo como um quadrado.

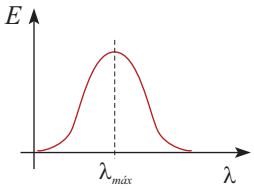
b) Explique os conceitos usados em (a) para obter a temperatura da estrela.

Resolução:



a) Ao passar o detector por diversas posições podemos contar o número de fótons (e consequentemente a energia) associada a cada frequência.

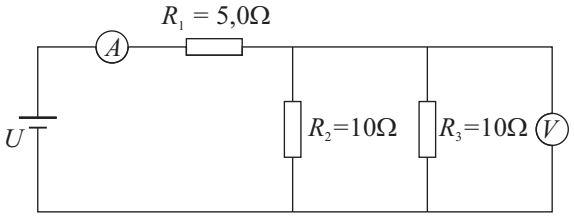
b) Como o índice de refração do prisma é diferente para cada frequência poderemos obter a dispersão da luz de maneira precisa. Ao fazer o gráfico $Ex\lambda$ espera-se encontrar uma curva como a dos corpos negros:



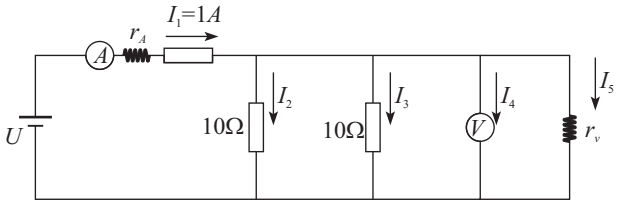
Obtendo o valor de comprimento de onda com mais energia associada: $E = n\cdot\frac{h\cdot c}{\lambda_{máx}}$ (n é número de fótons e c é a velocidade da luz no vácuo), podemos usar a Lei de Wien para obter a temperatura: $\lambda_{máx}=\frac{b}{T}$ (b é a constante de Wien).

Questão 27

No circuito abaixo, os medidores de corrente e de tensão elétrica têm resistência interna. Sabendo-se que a fonte fornece a ddp U, que o voltímetro mede 4,0 V, que o amperímetro mede 1,0 A e que os valores das resistências R_1, R_2 e R_3 estão indicadas na figura, calcule o valor da resistência interna do voltímetro.



Resolução:



$$I_2 = I_3 = \frac{4}{10} = 0,4A$$

$$I_4 = 0 \quad (voltímetro\ ideal)$$

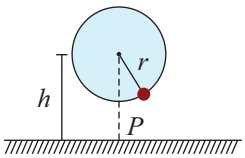
$$I_1 = I_2 + I_3 + I_4 + I_5 \Rightarrow I = 0,4 + 0,4 + 0 + I_5$$

$$I_5 = 0,2A$$

$$r_v = \frac{4}{0,2} = 20\ \Omega$$

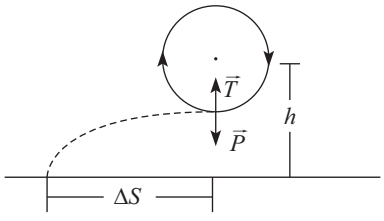
Questão 28

Na figura, presa a um fio de comprimento de 1,0 m, uma massa de 1,0 kg gira com uma certa velocidade angular num plano vertical sob a ação da gravidade, com eixo de rotação a $h = 6,0$ m do piso. Determine a velocidade angular mínima dessa massa para a ruptura do fio que suporta no máximo a tração de 46 N, bem como a distância ao ponto P do ponto em que, nesse caso, a massa tocará o solo.



Resolução:

O ponto de maior estresse para a corda é o inferior.



$$T - P = F_R$$

$$T - mg = mw^2R$$

$$T = m\left(g + w^2 \cdot R\right)$$

$$46 = 1\left(10 + w^2 \cdot 1\right)$$

$$w^2 = 36$$

$$w = 6\frac{rad}{S}$$

$$\Delta S = w \cdot R \cdot tq$$

$$tq = \sqrt{\frac{2(h-R)}{g}}$$

$$\Delta S = wR\sqrt{\frac{2(h-R)}{g}}$$

$$\Delta S = 6 \cdot 1 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 5}{10}}$$

$$\Delta S = 6\text{m}$$

Questão 29

Um átomo de Hidrogênio emite um fóton de energia 2,55 eV na transição entre dois estados estacionários. A razão entre as velocidades dos elétrons nesses dois estados é 1/2. Determine a energia potencial do elétron no estado final desse átomo, sabendo que energia total no estado n é $E_n = -13{,}6/\text{n}^2$ eV e o raio é $r = n^2 r_B$, em que r_B é o raio de Bohr e $n = 1, 2, 3: \cdot\cdot$.

Resolução:

$$x > y$$

$$x \to y$$

$$E_x = E_y + h \cdot f$$

$$\frac{-13{,}6}{x^2} = \frac{-13{,}6}{y^2} + 2{,}55$$

$$\frac{-13{,}6}{4y^2} = \frac{-13{,}6}{y^2} + 2{,}55$$

$$\frac{-13{,}6}{4} = -13{,}6 + 2{,}55y^2$$

$$10{,}2 = 2{,}55y^2$$

$$y^2 = 4$$

$$y = 2$$

$$m \cdot V_n r_n = \frac{nh}{2_n}$$

$$V_n = \frac{h}{2_n m \cdot n \cdot r_1}$$

$$V_n = \frac{V_1}{n}$$

$$\frac{V_x}{V_y} = \frac{y}{x} = \frac{1}{2}$$

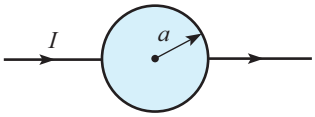
$$x = 2y$$

$$E_p = \frac{-k \cdot e}{2 \cdot r_2} = \frac{-k \cdot e}{2 \cdot 2^2 \cdot r_B} = \frac{-k \cdot e}{2r_B} \cdot \frac{1}{4}$$

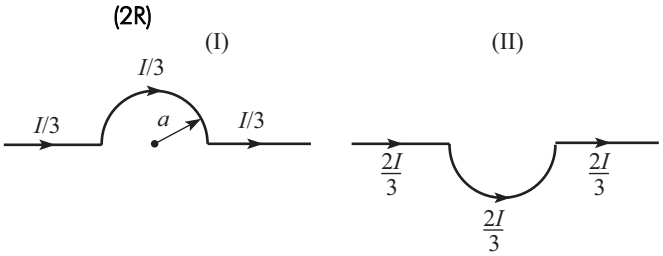
$$E_P = \frac{-13{,}2}{4} = -3{,}3\text{eV}$$

Questão 30

A figura mostra um fio por onde passa uma corrente I conectado a uma espira circular de raio a. A semicircunferência superior tem resistência igual a $2R$ e a inferior, igual a R. Encontre a expressão para o campo magnético no centro da espira em termos da corrente I.



Resolução:



$$B_I = \mu \cdot \frac{I/3}{2a \cdot 2}(\otimes)^{+} \qquad B_{II} = \frac{\mu_0 2I/3}{2a \cdot 2}(\odot)^{-}$$

$$B_I - B_{II} = B_R = \frac{\mu_0 I}{4a} \cdot \left(\frac{1}{3} - \frac{2}{3}\right) \Rightarrow B_R = \frac{-\mu_0 I}{4 \cdot 3 \cdot a}$$

$$\boxed{B_R = \frac{\mu_0 I}{12a}}$$ ⊙ para fora

Física
Cícero
Igor
Moisés
Paulo Wang
Villar

Colaboradores
Cirillo Sales

Digitação e Diagramação
Kleuber Umberto
Márcia Santana

Revisor
Celso Faria

Projeto Gráfico/Desenhista
Rodrigo Ramos

Supervisão Editorial
Aline Alkmin
Rodrigo Bernadelli

Copyright©Olimpo2016

As escolhas que você fez nessa prova, assim como outras escolhas na vida, dependem de conhecimentos, competências, conhecimentos e habilidades específicos. Esteja preparado.

www.grupoolimpo.com.br