QUESTÃO 1

Ondas acústicas são ondas de compreensão, ou seja, propagam-se em meios compressíveis. Quando uma barra metálica é golpeada em sua extremidade, uma onda longitudinal propaga-se por ela com velocidade $v=\sqrt{\frac{Ea}{p}}$. A grandeza E é conhecida como módulo de Young, enquanto *p* é a massa específica e *a* uma constante adimensional. Qual das alternativas é condizente à dimensão de *E*?

a) $\frac{J}{m^2}$

b) $\frac{N}{m^2}$

c) $\frac{J}{s \cdot m}$

d) $kg \cdot \frac{m}{s^2}$

e) $kg \cdot \frac{m}{s^2}$

RESOLUÇÃO

$$[v]=[E]^{\frac{1}{2}}[a]^{\frac{1}{2}}[\rho]^{-\frac{1}{2}}$$

$$\frac{ms^2}{s^2}=\frac{[E]}{\frac{kg}{m^3}}$$

$$E=\frac{kg}{m^3}\cdot\frac{m^2}{s^2}=\frac{kg}{ms^2}\cdot\frac{m}{m}=\frac{\frac{kg\cdot m}{s^2}}{m^2}=\frac{N}{m^2}$$

Letra: B

QUESTÃO 2

Considere uma rampa plana, inclinada de um ângulo θ em relação à horizontal, no início da qual encontra-se um carrinho. Ele então recebe uma pancada que o faz subir até uma certa distância, durante o tempo t_s, descendo em seguida até sua posição inicial. A "viagem" completa dura um tempo total t. Sendo μ o coeficiente de atrito cinético entre o carrinho e a rampa, a relação t/t_s e igual a

a) 2

b) $1+\sqrt{(\tan\theta+\mu)/|\tan\theta-\mu|}$

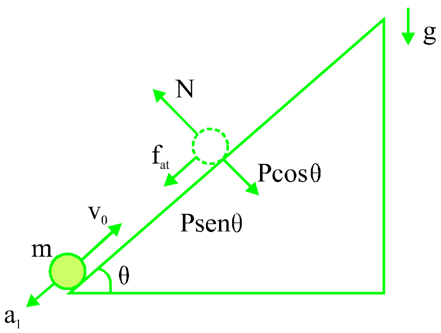
c) $1+\sqrt{(\cos\theta+\mu)/|\cos\theta-\mu|}$

d) $1+\sqrt{(sen\theta+\mu)/|\cos\theta-\mu|}$

e) $1-\sqrt{(\tan\theta+\mu)/|\tan\theta-\mu|}$

RESOLUÇÃO

I) Para a subida



$$N = p\cos\theta$$
$$fat = \mu N \cdot \mu p\cos\theta$$
$$f_{R_1} = fat + Psen\theta = P(\mu\cos\theta + sen\theta) = m\cdot a_1$$
$$\cancel{m}g(\mu\cos\theta + sen\theta) = \cancel{m}a_1$$
$$a_1 = g(\mu\cos\theta + sen\theta)$$

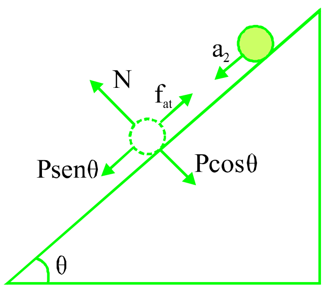
- Para o tempo t_s de subida

$$v = 0 \Rightarrow 0 = v_0 - a_1 t_s$$
$$t_s = \frac{v_0}{g(\mu\cos\theta + sen\theta)}$$
$$\Rightarrow \Delta S_1 = a_1\frac{t_s^2}{2} = \frac{g(\mu\cos\theta + sen\theta)}{2}t_s^2$$

- Para o deslocamento ΔS_1 ao longo da rampa

$$\Delta S_1 = \frac{{v_0}^2}{2a_1} \Rightarrow \Delta S_1 = \frac{{v_0}^2}{2g(\mu\cos\theta + sen\theta)}$$

II) Para a descida



$$f_{R_2} = Psen\theta - fat = P(sen\theta - \mu\cos\theta) = ma_2$$
$$mg(sen\theta - \mu\cos\theta) = ma_2$$
$$a_2 = g|(sen\theta - \mu\cos\theta)|$$

- Para o tempo t_d de descida

$$\Delta s_2 = \Delta s_1$$

$$\Delta s_2 = \frac{a^2 t_d^2}{2} \Rightarrow \frac{g(\mu\cos\theta + sen\theta)t_s^2}{2} = \frac{g\left|(sen\theta - \mu\cos\theta)\right| \cdot t_d^2}{2}$$

$$t_d{}^2 = t_s^2 \frac{(sen\theta + \mu\cos\theta)}{\left|sen\theta - \mu\cos\theta\right|}$$

$$t_d = t_s\sqrt{\frac{(sen\theta + \mu\cos\theta)}{\left|sen\theta - \mu\cos\theta\right|}}$$

$$t = t_d + t_s \Rightarrow \frac{t}{t_s} = 1 + \frac{t_d}{t_s} \Rightarrow 1 + \sqrt{\frac{(sen\theta + \mu\cos\theta)/\cos\theta}{\left|sen\theta - \mu\cos\theta\right|/\cos\theta}} = 1 + \sqrt{\frac{tg\theta + \mu}{\left|tg\theta - \mu\right|}}$$

<u>Letra</u>: B

QUESTÃO 3

Um elevador sobe verticalmente com aceleração constante e igual a *a*. No seu teto está preso um conjunto de dois sistemas massa-mola acoplados em série, conforme a figura. O primeiro tem massa m_1 e constante de mola k_1, e o segundo, massa m_2 e constante de mola k_2. Ambas as molas têm o mesmo comprimento natural (sem deformação) ℓ. Na condição de equilíbrio estático relativo ao elevador, a deformação da mola de constante k_1 é y, e a da outra, x. Pode-se então afirmar que (y - x) é

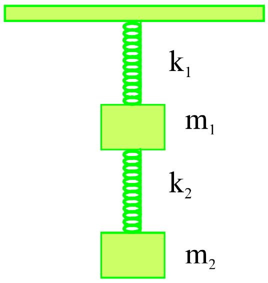
a) $[(k_2 - k_1)m_2 + k_2 m_1](g - a)/k_1 k_2$.

b) $[(k_2 + k_1)m_2 + k_2 m_1](g - a)/k_1 k_2$.

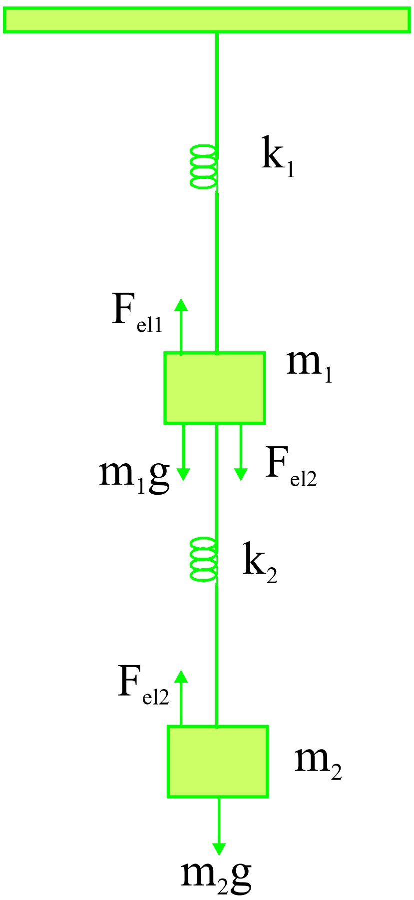
c) $[(k_2 - k_1)m_2 + k_2 m_1](g + a)/k_1 k_2$.

d) $[(k_2 + k_1)m_2 + k_2 m_1](g + a)/k_1 k_2 - 2\ell$.

e) $[(k_2 - k_1)m_2 + k_2 m_1](g + a)/k_1 k_2 + 2\ell$.



<u>RESOLUÇÃO</u>



- Para o corpo 1

$$Fel_1 - m_1 g - Fel_2 = m_1 \cdot a$$
$$k_1 y - m_1 g - k_2 x = m_1 a$$

- Para o corpo 2

$$Fel_2 - m_2 g = m_2 a$$
$$k_2 x - m_2 g = m_2 a \Rightarrow x = \frac{m_2(a+g)}{k_2}$$

$$k_1 y - m_1 g - k_2 x = m_1 a$$
$$k_1 y = m_1(a+g) + k_2 x$$
$$y = \frac{(m_1 + m_2)(a+g)}{k_1}$$
$$y - x = (g+a) \cdot \left[\frac{(m_1+m_2)}{k_1} - \frac{m_2}{k_2}\right]$$
$$y - x = (g+a)\frac{[m_1 k_2 + (k_2 - k_1)m_2]}{k_1 k_2}$$

<u>Letra</u>: C

QUESTÃO 4

Apoiado sobre patins numa superfície horisontal sem atrito, um atirador dispara um projétil de massa m com velocidade v contra um alvo a uma distãncia d. Antes do disparo, a massa total do atirador e seus equipamentos é M. Sendo v_s a velocidade do som no ar e desprezando a perda de energia em todo o processo, quanto tempo após o disparo o atirador ouviria o ruído do impacto do projétil no alvo?

a) $\dfrac{d(v_s+v)(M-m)}{v(Mv_s-m(v_s+v))}$

b) $\dfrac{d(v_s+v)(M+m)}{v(Mv_s+m(v_s+v))}$

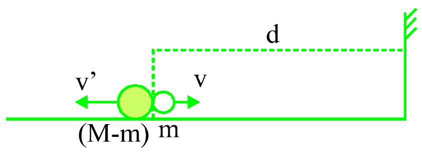
c) $\dfrac{d(v_s-v)(M+m)}{v(Mv_s+m(v_s+v))}$

d) $\dfrac{d(v_s-v)(M+m)}{v(Mv_s-m(v_s-v))}$

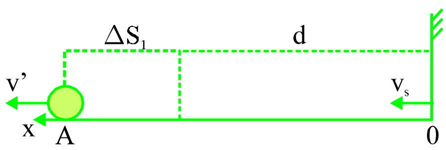
e) $\dfrac{d(v_s-v)(M-m)}{v(Mv_s+m(v_s+v))}$

RESOLUÇÃO

- Logo após o disparo



- Após o choque do projétil com o alvo



. Seja Δt_1 o tempo até o projétil atingir o alvo

$$v \cdot \Delta t_1 = d$$

$$\Delta t_1 = \frac{d}{v}$$

. Pela conservação da quantidade de movimento

$$mv = (M-m)v'$$

$$v' = \frac{mv}{(M-m)}$$

. Para o tempo após o impacto até o ruído alcançar o atirador (Δt_2)

$$x_s = v_s \cdot t$$

$$x_A = (\Delta S_1 + d) + v' \cdot t \Rightarrow \frac{M}{M-m}d + \frac{mv}{n-m}t$$

$$x_A = x_s \Rightarrow \frac{Md + v \cdot \Delta t_2}{M-m} = v_s \cdot \Delta t_s \Rightarrow \Delta t_2 = \frac{Md}{(M-m)v_s - mv}$$

. Para o tempo total Δt

$$\Delta t = \Delta t_1 + \Delta t_2$$

$$\Delta t = \frac{d}{v} + \frac{Md}{(M-m)v - mv}$$

$$\Delta t = \frac{d \cdot [(M-m)v_s + (M-m)v]}{v[(M-m)v_s - mv]} = \frac{d(v_s+v)(M-m)}{v(M-m)v_s - mv},$$

$$\Delta t = \frac{d(v_s+v)(M-m)}{v[Mv_s - m(v_s+v)]}$$

<u>Letra</u>: A

QUESTÃO 5

Um gerador elétrico alimenta um circuito cuja resistência equivalente varia de 50 a 150 Ω, dependendo das concições de uso desse circuito. Lembrando que, com resitência mínima, a potência útil do gerador é máxima, então, o rendimento do gerador na situação de resistência máxima, é igual a

a) 0,25.
b) 0,50.
c) 0,67.
d) 0,75.
e) 0,90.

RESOLUÇÃO

Se R = 50r (resitência mínima) a potência útil do gerador é máxima, isto é, $r = R = 50\Omega$

Para resistência máxima $(R = 150\Omega)$

$$i = \frac{\varepsilon}{r+r} + \frac{\varepsilon}{50-150} = \frac{\varepsilon}{200}$$

$$v = \varepsilon - r \cdot i = \varepsilon - 50 \cdot \frac{\varepsilon}{200} = \varepsilon - \frac{\varepsilon}{4} = \frac{3\varepsilon}{4}$$

Logo o rendimento

$$\eta = \frac{v}{\varepsilon} = \frac{3\varepsilon/4}{\varepsilon} \Rightarrow \eta = 0,75$$

Letra: D

QUESTÃO 6

Um funil que gira com velocidade angular uniforme em torno do seu eixo vertical de simetria apresenta uma superfície cônica que forma um ângulo θ com a horizontal, conforme a figura. Sobre esta superfície, uma pequena esfera gira com a mesma velocidade mantendo-se a uma distância d do eixo de rotação. Nestas condições, o período de rotação do funil é dado por

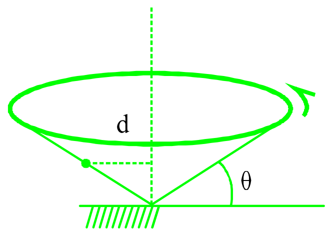
a) $2\pi\sqrt{d/g\,sen\theta}$.

b) $2\pi\sqrt{d/g\cos\theta}$.

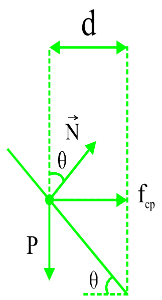
c) $2\pi\sqrt{d/g\tan\theta}$.

d) $2\pi\sqrt{2d/g\,sen2\theta}$.

e) $2\pi\sqrt{dg\cos\theta/g\tan\theta}$.



RESOLUÇÃO



$$tg\theta = \frac{F_{cp}}{P} \Rightarrow F_{cp} = mg \cdot tg\theta$$

$$\cancel{m} w^2 \cdot d = \cancel{m} g \cdot tg\theta$$

$$w = \sqrt{\frac{g \cdot tg\theta}{d}}$$

$$\frac{2\pi}{T} = \sqrt{\frac{g \cdot tg\theta}{d}}$$

$$\therefore T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{d}{g \cdot tg\theta}}$$

Letra: C

QUESTÃO 7

No interior de um carrinho de massa *M* mantido em repouso, uma mola de cosntante elástica *k* encontra-se comprimida de uma distância *x*, tendo uma extremidade presa e a outra e a outra conectada a um bloco de massa *m*, confome a figura. Sendo o sistema então abandonado e considerando que não há atrito pode-se afirmar que o valor da aceleração do bloco relativa ao carrinho é

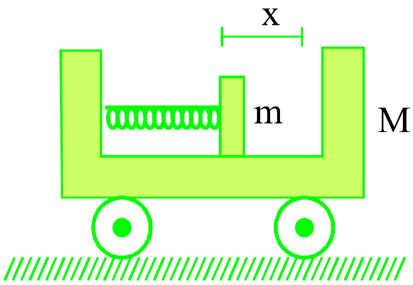
a) kx/m.

b) kx/M.

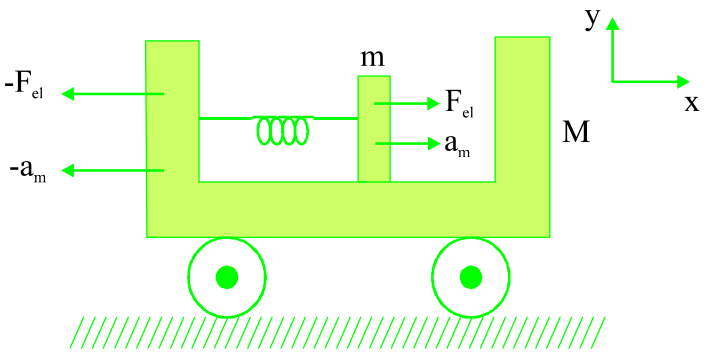
c) $kx/(m+M)$.

d) $kx(M-m)/mM$.

e) $kx(M+m)/mM$.



RESOLUÇÃO



$$\vec{F}el = m\vec{a}_m = -M\vec{a}_M$$
$$Fel = kx$$
$$\vec{a}_m = \frac{kx}{m}\hat{i} \Rightarrow \frac{\vec{a}_m}{m} = \vec{a}_m - \vec{a}_M = kx\left(\frac{1}{m} - \frac{1}{M}\right)\hat{i}$$
$$\frac{am}{M} = kx\frac{(M+m)}{mM}$$

<u>**Letra**</u>**: C**

QUESTÃO 8

Um corpo movimenta-se numa superfície horizontal sem atrito, a partir do repouso, devido ação contínua de um dispositivo que lhe fornece uma potência mecânica constante. Sendo *V* sua velocidade após certo tempo *t*, pode-se afirmar que

a) a aceleração do corpo é constante.

b) a distância percorrida é proporcional a v^2 .

c) o quadrado da velocidade é proporcional a t.

d) a força que atua sobre o corpo é proporcional a $\sqrt{t}$.

e) a taxa de variação temporal da energia cinética não é constante.

RESOLUÇÃO

$$P = \frac{\Delta Ec}{\Delta t} = cte$$

$$\frac{mv^2}{2} - \cancelto{0}{\frac{mv_0^2}{2}} = P.t$$

$$v^2 = \frac{2Pt}{m}$$

Letra: C

QUESTÃO 9

Acredita-se que a colisão de um grande asteróide com a Terra tenha causado a extinção dos dinossauros. Para se ter uma ideia de um impacto dessa ordem, considere um asteróide esférico de ferro com 2 km de diâmetro, que se encontra em repouso quase no infinito, estando sujeito somente à ação da gravidade terrestre. Desprezando as forças de atrito atmosférico, assinale a opção que expressa a energia liberada no impacto, medida em número aproximado de bombas de hidrogênio de 10 megatons de TNT

a) 1
b) 10
c) 500
d) 50.000
e) 1.000.000

RESOLUÇÃO:

Usando consumação da energia para o asteróide

$$E_{T\infty} = E_{TTerra}$$

$$0 = \frac{mv^2}{2} - \frac{GMm}{R_T} \Rightarrow V^2 = \frac{2G\,M}{R_T}$$

mas, $g = \frac{GM}{{R_T}^2} \Rightarrow \frac{GM}{R_T} = g \cdot R_T$

logo: $V^2 = 2g \cdot R_T$

Se toda energia cinética e liberada no impacto:

$$E_c = \frac{m \cdot V^2}{2},\ m = \rho \cdot V = \rho \cdot \frac{4}{3}\pi \cdot r^3$$

$$E_c = \frac{\rho}{\cancel{2}}\frac{4}{3}\pi r^3 \cdot \cancel{2} g R_T$$

$$E_c = 8 \cdot 10^3 \cdot \frac{4}{\cancel{3}} \cdot \cancel{3} \cdot (10^3)^3 \cdot 10 \cdot 6{,}4 \cdot 10^6$$

$$E_c = 2{,}048 \cdot 10^{21}\ \text{J}$$

Logo

$$\begin{cases} 1\ Bomba \text{ \_\_\_\_\_ } 10\ M\ ton = 10 \cdot 10^6 \cdot 4 \cdot 10^9 = 4 \cdot 10^{16}\ \text{J} \\ n \text{ \_\_\_\_\_\_ } 2{,}048 \cdot 10^{21}\ \text{J} \end{cases}$$

$$\therefore\ n = 5{,}12 \cdot 10^4\ Bombas$$
$$\simeq 50000\ Bombas$$

__Letra__**: B**

QUESTÃO 10

Boa parte das extrelas do universo formam sistemas binários nos quais duas estrelas giram em torno do centro de massa comum, CM. Considere duas estrelas esféricas de um sistema binário em que cada qual descreve uma órbita circular em torno desse centro. Sobre tal sistema são feitas duas afirmações:

I. O período de revolução é o mesmo para as duas estrelas e depende apenas da distância entre elas, da massa total deste binário e da constante gravitacional.

II. Considere que $\vec{R}_1$ e $\vec{R}_2$ são os vetores que ligam o CM ao respectivo centro de cada estrela. Num certo intervalo de tempo Δt, raio vetor $\vec{R}_1$ varre uma certa área A. Durante este mesmo intervalo de tempo, o raio vetor $\vec{R}_2$ também varre uma área igual a A.

Diante destas duas proposições, assinale a alternatica correta.

a) As afirmações I e II são falsas.

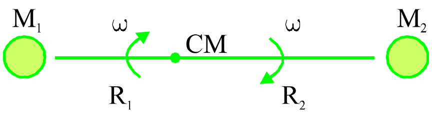
b) Apenas a afirmação I é verdadeira.

c) Apenas a afirmação II é verdadeira

d) As afirmações I e II são verdadeiras, mas a II não justifica a I.

e) As afirmações I e II são verdadeiras e, além disso, a II justifica a I.

<u>RESOLUÇÃO</u>:



$$R_1 = \frac{(R_1+R_2)M_2}{M_1+M_2}$$

$$R_2 = \frac{(R_1+R_2)M_1}{M_1+M_2}$$

$$\Rightarrow \frac{R_1}{M_2} = \frac{R_2}{M_1} \Rightarrow M_1R_1 = M_2R_2$$

$$F_g = \frac{GM_1M_2}{(R_1+R_2)^2} = fcp_1 = fcp_2$$

$$\frac{GM_1M_2}{(R_1+R_2)^2} = M_1\omega_1^2R_1 \Rightarrow \omega_1^2 = \frac{GM_2}{R_1(R_1+R_2)^2}$$

$$\Rightarrow \frac{\omega_1^2}{\omega_2^2} = \frac{M_2}{R_1}\cdot\frac{R_2}{M_1} = 1 \Rightarrow \omega_1 = \omega_2 \to T_1 = T_2$$

$$\frac{GM_1M_2}{(R_1+P_2)^2} = M_2\omega_2^2R_2 \Rightarrow \omega_2^2 = \frac{GM_1}{R_2(R_1+R_2)^2}$$

$$\omega^2 = G\cdot\frac{M_2}{R_1}\cdot\frac{1}{(R_1+R_2)^2} = G\frac{(M_1+M_2)}{(R_1+R_2)^3} \Rightarrow T = 2\pi\frac{(R_1+R_2)^3}{G(M_1+M_2)}$$ (Afirmação I correta)

-Para as áreas varridas A_1 e A_2.

$$A = \theta\cdot\frac{R^2}{2}$$

$$\theta = \omega\Delta T;\omega\frac{2\pi}{T}$$

$$A_1 = \theta\frac{R_1^2}{2} = \omega\frac{R_1^2}{2}\cdot\Delta t_1$$

$$A_2 = \theta\frac{R_2^2}{2} = \omega\frac{R_2^2}{2}\Delta t_2$$

- Para $\Delta t_1 = \Delta t_2 = \Delta t$

$$A_1 = \frac{\pi}{T}R_1^2\cdot\Delta t$$

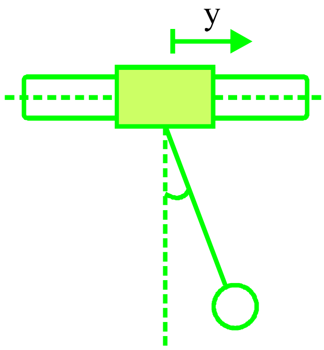
$$\Rightarrow A_1 = A_2 \textit{ apenas se } R_1 = R_2$$ (Afirmação II falsa)

$$A_2 = \frac{\pi}{T}R_2^2\cdot\Delta t$$

<u>Letra</u>: B

QUESTÃO 11

Um cilindro vazado pode deslizar sem atrito num eixo horizontal no qual se apoia. Preso ao cilindro, há um cabo de 40 cm de comprimento tendo uma esfera na ponta, conforme figura. Uma força externa faz com que o cilindro adquira um movimento na horizontal do tipo $y = y_0 \, sen\,(2\pi + ft)$. Qual deve ser o valor de *f* sem hertz para que seja máxima a amplitude das oscilações da esfera?



a) 0,40
b) 0,80
c) 1,3
d) 2,5
e) 5,0

Resolução:

$$f_c = f_p$$

$$f_p = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{\ell}}$$

$$f_p = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{10}{0,4}}$$

$$f_p = \frac{5}{2\pi} = 0,79\ Hz$$

Letra: B