ITA 2011/2012

GABARITO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

Professores:

Carlos Graterol

Dadalti

Dilmer Silva

Fábio Moreira

Fábio Oliveira

Fábio Rodrigues

Humberto Machado

Leonardo Domingos

Márcio Lima

Matheus Secco

Ricardo Fagundes

PENSI Colégio e Curso

FÍSICA

ANOTAÇÕES

FÍSICA

Questão 1

Quando precisar use os seguintes valores para as constantes: 1 ton de TNT = 4,0 x 10^9 J. Aceleração da gravidade g = 10 m/s^2. 1atm = 10^5 Pa. Massa específica de ferro ρ = 8000 kg/m^3. Raio da terra R= 6400 km. Permeabilidade magnética do vácuo $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ N/A^2

Ondas acústicas são ondas de compressão, ou seja, propagam-se em meios compressíveis. Quando uma barra metálica é golpeada em sua extramidade, uma onda longitudinal propaga-se por ela com velocidade $\upsilon = \sqrt{E\alpha / \rho}$. A grandeza E é conhececida como módulo de young, enquanto ρ é massa específica e α uma constante admensional. Qual das alternativas é condizente à dimensão de E?

(A) J/m^2
(B) N/m^2.
(C) J/s.m.
(D) kg.m/s^2.
(E) dyn/cm^3

Gabarito: Letra B.

$$v = \sqrt{\frac{Ea}{\rho}} \therefore E = \frac{\rho v^2}{a}$$

$$[E] \rightarrow \frac{\frac{M}{L^3} \cdot \frac{L^2}{T^2}}{1} = \frac{M.L}{L^2T^2} = \frac{F}{L^2} \rightarrow N/m^2$$

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 é igual a:

(A) 2.

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

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

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

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

Gabarito: Letra B.

Sejam a_S a aceleração de subida, a_D a aceleração de descida, v a velocidade do bloco após receber a pancada, d a distância que o bloco percorre até parar e t_D o tempo de descida.
Então, temos:

I. $v^2 = 2a_S \cdot d$ (Torricelli)

II. $v = a_S \cdot t_S$

III. $d = \frac{1}{2} \cdot a_D \cdot t_D^2$

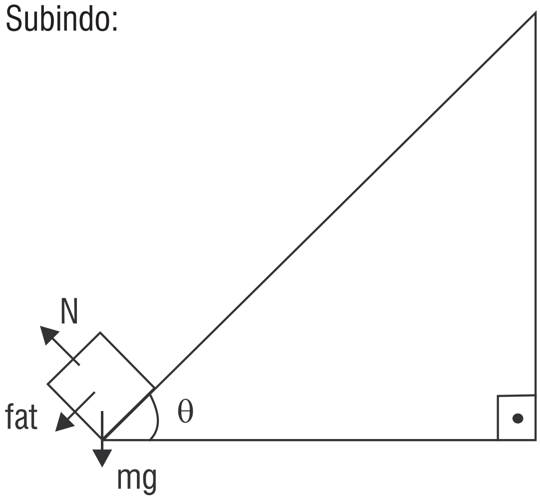
Assim, $t_D^2 = \frac{2d}{a_D} = \frac{v^2}{a_S \cdot a_D} \rightarrow t_D = v \cdot \frac{1}{\sqrt{a_S \cdot a_D}}$

Temos $t_S = \frac{v}{a_S}$

Como t é o tempo total, $t = t_S + t_D$.

Queremos $\frac{t_S + t_D}{t_S} = 1 + \frac{t_D}{t_S} = 1 + \sqrt{\frac{a_S}{a_D}}$

Subindo:

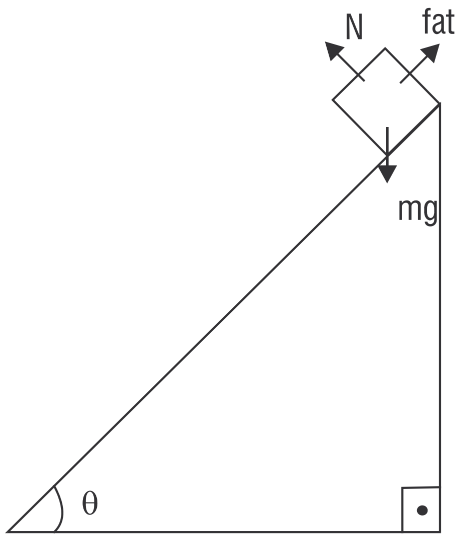


$N = mg \cdot \cos\theta \rightarrow fat = \mu N = \mu mg\cos\theta$

$ma_S = \mu mg\cos\theta + mg\,\text{sen}\theta \rightarrow$

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

Descendo:



$N = mg\cos\theta \rightarrow fat = \mu N = \mu mg\cos\theta$

$ma_D = mg\,\text{sen}\theta - \mu mg\cos\theta \rightarrow$

$a_D = g(\text{sen}\theta - \mu\cos\theta)$

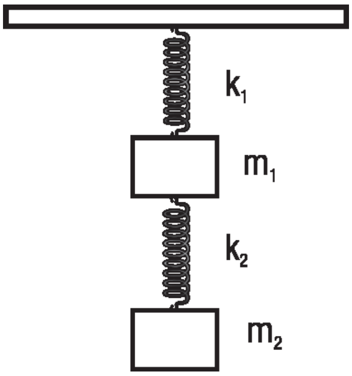
Assim, $1 + \sqrt{\dfrac{a_S}{a_D}} = 1 + \sqrt{\dfrac{\mu\cos\theta + \text{sen}\theta}{\text{sen}\theta - \mu\cos\theta}} = 1 + \sqrt{\dfrac{\mu + \tan\theta}{\tan\theta - \mu}}$

Observação: Se $\mu \geq \tan\theta$, o bloco permanecerá parado no ponto mais alto de sua trajetória.

Como o enunciado afirma que o corpo desce, consideramos $\mu < \tan\theta$, donde $|\tan\theta - \mu| = \tan\theta - \mu$.

QUESTÃO 3

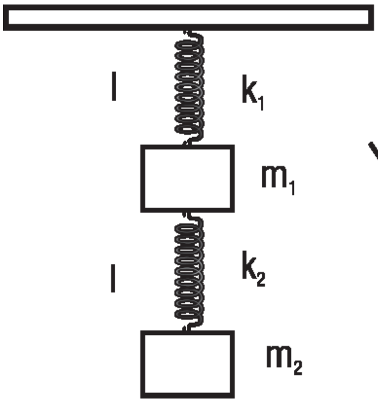
Um elevador sobe verticalmente com aceleração constante e igual a **a**. No seu teto está preso um conjunto de dois sistemas massa-mola acoplados em série, conforme a figura. O primeiro tem massa m_1 e constante de mola k_1, e o segundo, massa m_2 e constante de mola k_2. Ambas as molas têm o mesmo comprimento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



(A) $[(k_2 - k_1)m_2 + k_2m_1](g - a) / k_1k_2$.
(B) $[(k_2 + k_1)m_2 + k_2m_1](g - a) / k_1k_2$.
(C) $[(k_2 - k_1)m_2 + k_2m_1](g + a) / k_1k_2$.
(D) $[(k_2 + k_1)m_2 + k_2m_1](g + a) / k_1k_2 - 2\ell$.
(E) $[(k_2 - k_1)m_2 + k_2m_1](g + a) / k_1k_2 + 2\ell$.

Gabarito: Letra C.

Para o referencial do elevador:



$\downarrow g + a = g'$

Isolando o bloco

$Fe_2 = P_2$
$Kx = m_2g'$

$$x = \frac{m_2g'}{k_2}$$

Estudando o conjunto

$Fe_1 = P_1 + P_2$
$K_1y = (m_1 + m_2)\,g'$

$$y = \frac{(m_1 + m_2)g'}{k_1}$$

$$y - x = \left(\frac{m_1 + m_2}{k_1} - \frac{m_2}{k_2}\right)g'$$

$$y - x = \frac{[(k_2 - k_1)\,m_2 + k_2m_1]\,(g + a)}{k_1k_2}$$

$$y - x = \left[m_2(k_2 - k_1) + m_1k_2\right]\frac{(a + g)}{k_1k_2}$$

Observação: Consideramos para a resolução a aceleração para cima. Caso a aceleração seja para baixo, o gabarito seria letra A.

Questão 4

Apoiado sobre patins numa superfície horizontal sem atrito, um atirador dispara um projétil de massa **m** com velocidade **v** contra um alvo a uma distância **d**. Antes do disparo, a massa total do atirador e seus equipamentos é **M**. Sendo $\mathbf{v_s}$ 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 iimpacto 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) $\dfrac{d(v_s - v)(M - m)}{v(Mv_s - m(v_s + v))}$

Gabarito: Letra A.

- Conservação do momento linear:

$Q_i = Q_f \rightarrow 0 = mv - (M - m)v' \rightarrow v' = \dfrac{m\,v}{M - m}$ (velocidade de recuo do atirador)

- Cálculo do tempo até o impacto: $t = \dfrac{d}{v}$

No instante do impacto o atirador está a uma distância do alvo igual a $(d + v' \,.\, t) = d + \dfrac{md}{M - m}$

- Após o impacto: $v_{rel} = v_s - v'$

$$\Delta S_{rel} = v_{rel}\,.\,t' \rightarrow t' = \frac{d + \dfrac{md}{M-m}}{v_s - v'} \rightarrow t' = \frac{d + \dfrac{md}{M-m}}{v_s - \dfrac{m\,v}{M-m}} = \frac{Md}{Mv_s - mv_s - mv}$$

O tempo total será $t'' = t + t' = \dfrac{d}{v} + \dfrac{Md}{Mv_s - mv_s - mv}$

$$t'' = \frac{v_s\,d(M-m) - m\,v\,d + M\,dv}{v(Mv_s - m(v_s + v))} = \frac{d(Mv_s - mv_s - mv + Mv)}{v(Mv_s - m(v_s + v))} = \frac{d(M-m)(v_s + v)}{v(Mv_s - m(v_s + v))}$$

Questão 5

Um gerador elétrico alimentar um circuito cuja resistência equivalente varia de 50 a 150 Ω , dependendo das condições de uso desse circuito. Lembrando que , com a resistência 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.

Gabarito: Letra D.

A potência útil do gerador é máxima quando r=R. Assim, de acordo com o enunciado, $r = R_{mín} = 50\Omega$.

Para o caso de $R_{máx}$, temos:

$$R_{máx} = 150\Omega \rightarrow R_{eq} = r + R_{max} = 200\Omega$$

$$\varepsilon = Req.i \rightarrow \varepsilon = 200i \rightarrow i = \frac{\varepsilon}{200}$$

Para o gerador temos:

$$Pot_t = \varepsilon \,.\, i = \varepsilon.\frac{\varepsilon}{200} = \frac{\varepsilon^2}{200}$$

$$Pot_u = U \,.\, i = Ri^2 = 150\left(\frac{\varepsilon}{200}\right)^2 = \frac{3\varepsilon^2}{800}$$

$$\text{Logo, } \eta = \frac{Pot_u}{Pot_t} = \frac{\frac{3\varepsilon^2}{800}}{\frac{\varepsilon^2}{200}} = \frac{3}{4} = 0{,}75$$

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 horizontal, conforme a figura. Sobre esta superfície, uma pequena esfera gira com a mesma velocidade angular mantendo-se a uma distância *d* do eixo de rotação. Nestas condições, o período de rotação do funil é dado por

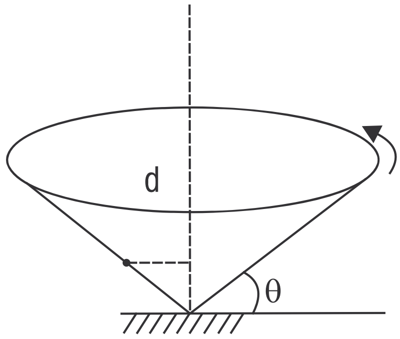
(A) $2\pi\sqrt{d / g \text{ sen } \theta}$.

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

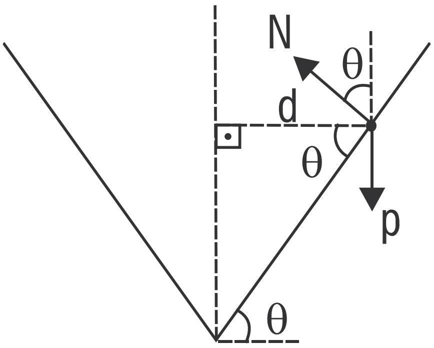
(C) $2\pi\sqrt{d / g \tan \theta}$.

(D) $2\pi\sqrt{2d / g \text{ sen } 2\theta}$.

(E) $2\pi\sqrt{d \cos \theta / g \tan \theta}$.



Gabarito: Letra C.

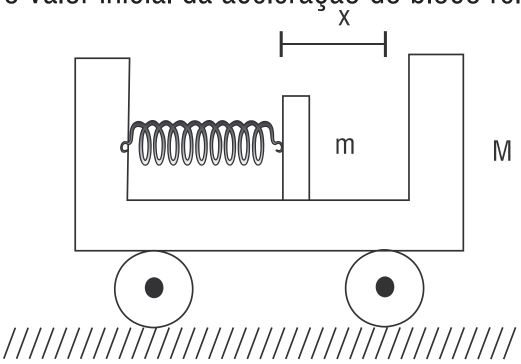


$$N \text{ sen } \theta = m\omega^2.d$$
$$N\cos\theta = mg$$
$$\text{tg } \theta = \frac{\omega^2 d}{g} \rightarrow \quad \omega = \sqrt{\frac{g.\text{ tg}\theta}{d}}$$

Cálculo do período: $T = \dfrac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\dfrac{d}{g.\text{ tg}\theta}}$

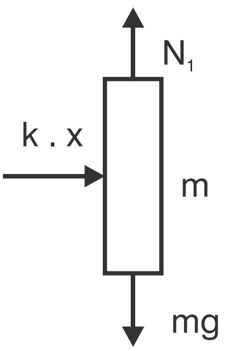
Questão 7

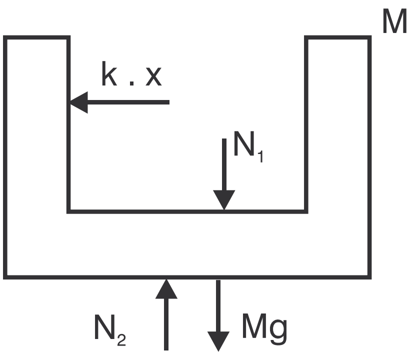
No interior de um carrinho de massa ***M*** mantido em repouso, uma mola de constante elástica ***k*** encontra-se comprimida de uma distância ***x***, tendo uma extremidade presa e a outra conectada a um bloco de massa ***m***, conforme a figura. Sendo o sistema então abandonado e considerando que não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

Gabarito: Letra E.





$$a_m = \frac{k.x}{m}$$

$$a_{m,M} = \frac{k.x}{m} - \left(-\frac{k.x}{M}\right) = k.x\,\frac{M+m}{M.m}$$

$$a_M = -\frac{k.x}{M}$$

QUESTÃO 8

Um corpo movimenta-se numa superfície horizontal sem atrito, a partir do repouso, devido à 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.

Gabarito: Letra C.

A energia do corpo é $\frac{mv^2}{2}$, mas também é Pt, já que a potência é constante. Logo, $v^2 = \frac{2P}{m}t$.

Questão 9

Acredita-se que a colisão de um grande asteroide com a Terra tenha causado a extinção dos dinossauros. Para se ter uma idéia de um impacto dessa ordem, considere um asteróide esférico de ferro, com 2km de diâmetro, que se encontra em repouso quase nno infinito, estando sujeito somente à ação da gravidade terrestre. Desprezando as forças de atrito atmosférico, assinale a opção que expressa a energia liberada do 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.

Gabarito: Letra D.

Conservando a energia : $E_i = E_f \rightarrow 0 = \frac{-GMm}{R_T} + \frac{mv^2}{2} \rightarrow \frac{mv^2}{2} = \frac{GMm}{R_T}$

Na colisão o asteroide perde sua energia cinética: $E_{liberada} = \frac{GMm}{R_T} = \frac{GM}{R_T{}^2}.m.R_T = m.g.R_T$

$$E_{liberada} = \mu.V.g.R_T = 8.10^3.\frac{4}{3}\pi.(10^3)^3.10.6.400.10^3\,J$$

1 bomba ______________ $10.\,10^6\,.\,4.10^9$ J

x ______________ $\frac{8.4}{3}\,.\,6.400.\pi.10^{16}$ J

$$x = \frac{\frac{32.64}{\cancel{3}}.\cancel{\pi}.10^{18}}{4.10^{16}} = 51.200 \text{ bombas}$$

Questão 10

Boa parte das estrelas do Universo formam sistemas binários nos quais duas estrelas giram em torno do centro 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 vetores que ligam o CM ao respectivo centro de cada estrela. Num certo intervalo de tempo Δt, o 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.

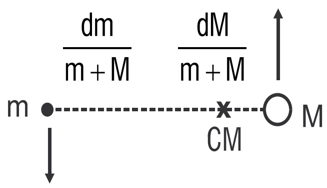
Diante destas duas proposições, assinale a alternativa correta:

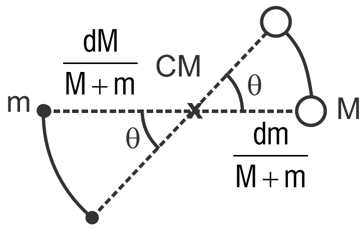
(A) As afirmações I e II são falsas.
(B) Apenas a afirmação I é verdadeira.
(C) Apenas a afirmação II é verdadeira.
(D) As afirmações I e II são verdadeiras, mas a II não justifica a I.
(E) As afirmações I e II são verdadeiras e, além disso, a II justifica a I.

Gabarito: Letra B.

I. $F_G = \dfrac{GMm}{d^2} = m\omega^2 \cdot \dfrac{dM}{m+M}$

Logo, $\omega^2 = \dfrac{G(m+M)}{d^3}$. (verdadeiro)

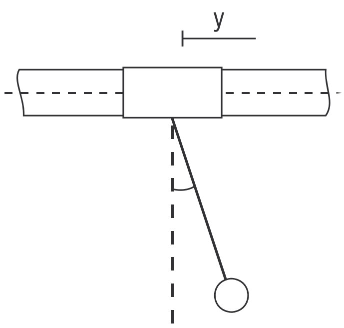




II. Falso: como o sistema é isolado, as estrelas e o centro de massa são sempre colineares, logo as áreas varridas são sempre setores circulares, de mesmo ângulo, mas raios possivelmente distintos: logo, a proporção entre as áreas é o inverso do quadrado da proporção entre as massas.

Questão 11

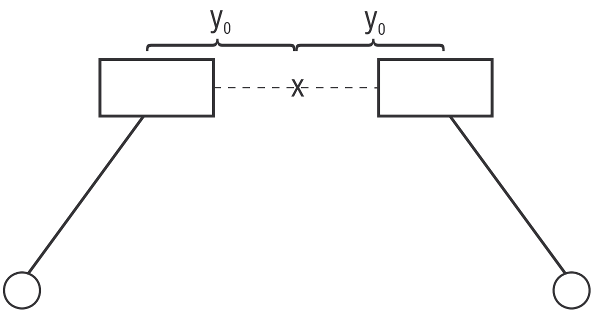
Um cilindro vazado pode deslizar sem atrito nu meixo horizontal no qual se apoia. Preso aocilindro, há um cabode 40 cm de comprimento tendo uma esfera na ponta, conforme figura. Uma força externa faz com que o cilindro adquira um movimento na horizontal dotipo $y = y_0$ sen $(2\pi f t)$. Qual deve ser o valor de f em 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.

Gabarito: Letra B.

A amplitude da oscilação é máxima quando o cilindro e o pêndulo estão em ressonância, ou seja, possuem a mesma frequência e o mesmo período.



$$T_{ciL} = T_{pend} = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{0,4}{10}}\,s$$

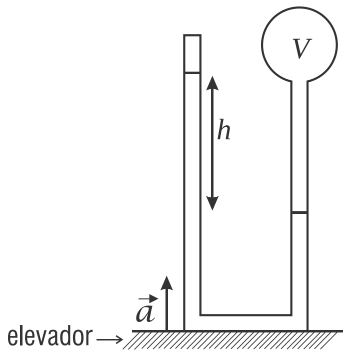
$$T_{ciL} = 1,26\ s$$

$$f_{ciL} = \frac{1}{T_{ciL}} = \frac{1}{1,26} = 0,8\ Hz$$

Questão 12

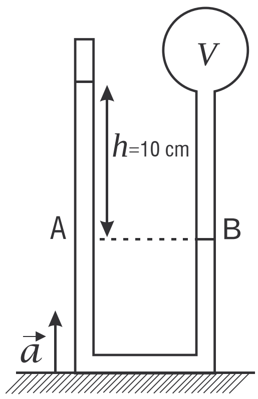
No interior de um elevador encontra-se um tubo de vidro fino, em forma de U, contendo um líquido sob vácuo na extremidade vedada, sendo a outra conectada a um recipiente de volume *V* com ar mantido à temperatura constante. Com o elevador em repouso, verifica-se uma altura *h* de 10 cm entre os níveis do líquido em ambos os braços do tubo. Com o elevador subindo com aceleração constante $\vec{a}$ (ver figura), os níveis do líquido sofrem um deslocamento de altura de 1,0 cm.
Pode-se dizer então que a aceleração

(A) – 1,1 m/s^2.
(B) – 0,91 m/s^2.
(C) 0,91 m/s^2.
(D) 1,1 m/s^2.
(E) 2,5 m/s^2.



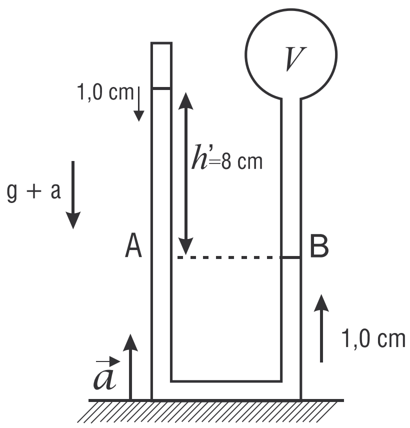
Gabarito: Letra E.

Para a situação em repouso temos que:



$p_A = p_B \therefore \mu g h = P_{AR}$ (1)

Quando está em acelerado teremos a seguinte configuração:



$P_A = P_B$

$\mu.(g + a).h' = P_{AR}$ (2)

Igualando (1) e (2):

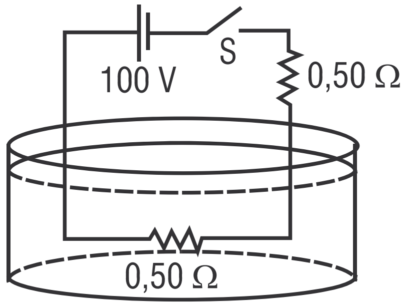
$\cancel{\mu}gh = \cancel{\mu}(g + a)h'$

$10.10 = (10 + a).8$

$a = 2{,}5\ m/s^2$

Questão 13

Conforme a figura, um circuito elétrico dispõe de uma fonte de tensão de 100 V e de dois resistores, cada qual de 0,50 Ω. Um resistor encontra-se imerso no recipiente contendo 2,0 kg de água com temperatura inicial de 20ºC, calor específico 4,18 kJºC e calor latente de vaporização 2.230 kJ/kg. Com a chave S fechada, a corrente elétrica do circuito faz com que o resistor imerso dissipe calor, que é integralmente absorvido pela água. Durante o processo, o sistema é isolado termicamente e a temperatura da água permanece sempre homogênea. Mantido o resistor imerso durante todo o processo, o tempo necessário para vaporizar 1,0 kg de água é:



(A) 67,0 s.
(B) 223 s.
(C) 256 s.
(D) 446 s.
(E) 580 s.

Gabarito: Letra E.

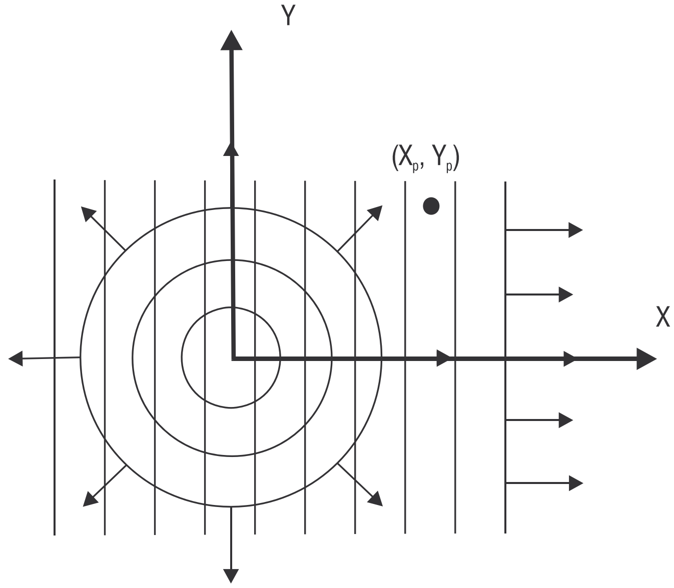
$$Q = 2 \times 4180 \times 80 + 2230000 \times 1 = 2898800J$$

$$P = 0,5 \cdot \left(\frac{100}{1}\right)^2 = 5000\ W$$

$$\Delta t = \frac{Q}{p} = 580\ s$$

Questão 14

Em uma superfície líquida, na origem de um sistema de coordenadas encontra-se um emissor de ondas circulares transversais. Bem distante dessa origem, elas têm a forma aproximada dada por $h_1(x, y, t) = h_0 \operatorname{sen}(2\pi(r/\lambda - ft))$, em que λ é o comprimento de onda, ***f*** é a frequencia e ***r***, a distância de um ponto da onda até a origem. Uma onda plana transversal com a forma $h_2(x, y, t) = h_0 \operatorname{sen}(2\pi(x/\lambda - ft))$ superpõe-se à primeira, conforme a figura. Na situação descrita, podemos afirmar, sendo $\mathbb{Z}$ o conjunto dos números inteiros que:



(A) nas posições $(y_P^2/(2n\lambda) - n\lambda/8, y_p)$ as duas ondas estão em fase se $n \in \mathbb{Z}$.
(B) nas posições $(y_P^2/(2n\lambda) - n\lambda/2, y_p)$ as duas ondas estão em oposição de fase se $n \in \mathbb{Z}$ e $n \neq 0$.
(C) nas posições $(y_P^2/(2n\lambda) - (n + 1/2)\lambda/2, y_p)$ as duas ondas estão em oposição de fase se $n \in \mathbb{Z}$ e $n \neq 0$.
(D) nas posições $(y_P^2/((2n + 1)\lambda) - (n + 1/2)\lambda/2, y_p)$ as duas ondas estão em oposição de fase se $n \in \mathbb{Z}$.
(E) na posição $(y_P^2/\lambda - \lambda/8, y_p)$ a diferença de fase entre as ondas é de 45°.

Gabarito: Letra D.

Sabemos que $r = \sqrt{x^2 + y^2}$

• ondas em fase $r - x = k\lambda;\ k \in \mathbb{Z} \rightarrow \sqrt{x^2 + y^2} - x = k\lambda \rightarrow$

$\rightarrow x^2 + y^2 = (k\lambda + x)^2 \rightarrow y^2 = k^2\lambda^2 + 2k\lambda x \rightarrow x = y^2/2k\lambda - k\lambda/2$

as ondas estão em fase nos pontos $(y_P^2/2k\lambda - k\lambda/2, x_P)$

• ondas fora de fase: $r - x = (2k + 1)\dfrac{\lambda}{2};\ k \in \mathbb{Z} \rightarrow \sqrt{x^2 + y^2} - x = (2k + 1)\dfrac{\lambda}{2}$

$$\rightarrow x^2 + y^2 = \left[(2k+1)\frac{\lambda}{2} + x\right]^2 \rightarrow y^2 = (2k+1)^2\frac{\lambda^2}{4} + (2k+1)\lambda x \rightarrow$$

$\rightarrow x = y^2/(2k + 1)\lambda - (k + 1/2)\lambda/2$

as ondas estão fora de fase nos pontos $(y_P^2/(2k + 1)\lambda - (k + 1/2)\lambda/2, Y_P)$

Questão 15

Um capacitor de placas paralelas de área *A* e de distância 3*h* possui duas placas metálicas idênticas, de espessuras h e área *A* cada uma. Compare a capacidade *C* deste capacitor com a capacitância C_0 que ele teria sem as duas placas metálicas.

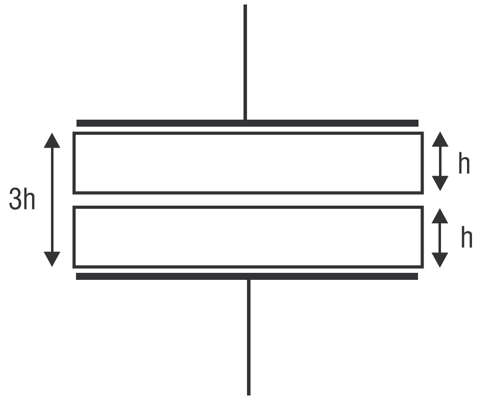
(A) $C = C_0$.

(B) $C > 4C_0$.

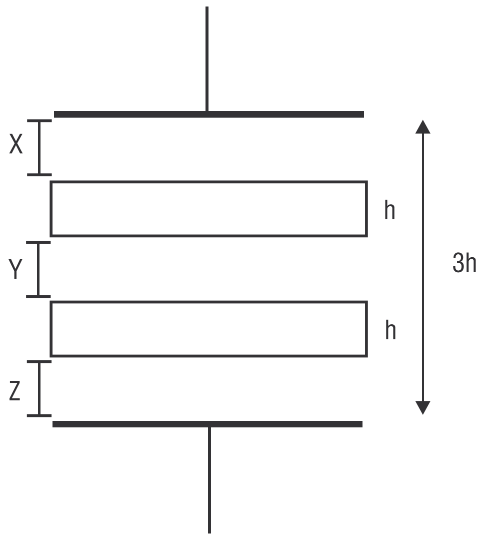
(C) $0 < C < C_0$.

(D) $C_0 < C < 2C_0$.

(E) $2C_0 < C < 4C_0$.



Gabarito: Letra E.



$$C_0 = \frac{E_0 A}{3h}$$

$$\frac{1}{C} = \frac{x}{E_0 A} + \frac{y}{E_0 A} + \frac{z}{E_0 A} =$$

$$= \frac{x + y + z}{E_0 A} = \frac{h}{E_0 A}$$

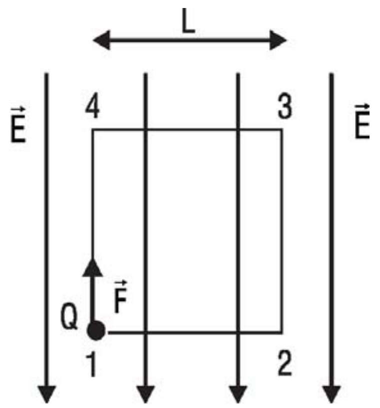
$$C = \frac{E_0 A}{h} \quad \text{Logo}: C = 3C_0$$

QUESTÃO 16

A figura mostra uma região espacial de campo elétrico uniforme de módulo E = 20 N / C. Uma carga Q = 4 C é deslocada com velocidade constante ao longo do perímetro do quadrado de lado L = 1 m, sob ação de uma força $\vec{F}$ igual e contrária à força coulombiana que atua na carga **Q**. Considere, então, as seguintes afirmações:

I. O trabalho da força $\vec{F}$ para deslocar a carga **Q** do ponto 1 para 2 é o mesmo do dispendido no seu deslocamento ao longo do caminho fechado 1-2-3-4-1.
II. O trabalho de $\vec{F}$ para deslocar a carga **Q** de 2 para 3 é maior que o para deslocá-la de 1 para 2.
III. É nula a soma do trabalho da força $\vec{F}$ para deslocar a carga **Q** de 2 para 3 com seu trabalho para deslocá-la de 4 para 1.

Então, pode-se afirmar que:



(A) todas as corretas.
(B) todas são incorretas.
(C) apenas a II é correta.
(D) apenas a I é incorreta.
(E) apenas a II e III são corretas.

Gabarito: Letra A.

Como a velocidade da carga é constante, o trabalho total sofrido por ela é zero. Em particular, sempre é verdade que o trabalho de **F** é sempre igual em módulo e oposto em sinal ao trabalho da força elétrica.

I. $W_F^{1\to 2} = W_F^{1\to 2\to 3\to 4\to 1} \Leftrightarrow \Delta U_{1,2} = \Delta U_{1,1} \Leftrightarrow 0 = 0$ (verdadeiro).

II. $W_F^{2\to 3} > W_F^{1\to 2} \Leftrightarrow \Delta U_{2,3} < \Delta U_{1,2}$, pois $Q > 0$. Mas $\Delta U_{1,2} = 0$ e $\Delta U_{2,3} < 0$ pois o deslocamento $2 \to 3$ ocorre em oposição às linhas de campo (verdadeiro).

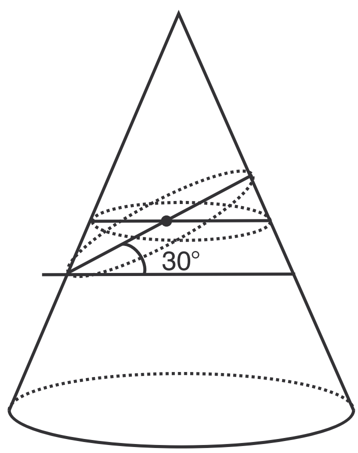
II. $W_F^{2\to 3} + W_F^{4\to 1} = 0 \Leftrightarrow \Delta U_{2,3} + \Delta U_{4,1} = 0 \Leftrightarrow U_3 - U_2 + U_1 - U_4 = 0$, mas $U_1 = U_2$ e $U_3 = U_4$ (verdadeiro).

Questão 17

Uma fonte luminosa uniforme no vértice de um cone reto tem iluminamento energético (fluxo energético por unidade de área) H_A na área A da base desse cone. O iluminamento indicente numa seção desse cone que forma ângulo de 30º com a sua base, e de projeção vertical S sobre esta , é igual a:

(A) AH_A/S.
(B) SH_A/A.
(C) $AH_A/2S$.
(D) $\sqrt{3}\ AH_A/2S$.
(E) $2AH_A/\sqrt{3}\ S$.

Gabarito: Letra D.



Como o fluxo que atravessa as áreas é o mesmo:

$$\varphi_1 = \varphi_2, \text{ mas } \varphi = I.A$$

$$I_1A_1 = I_2A_2$$

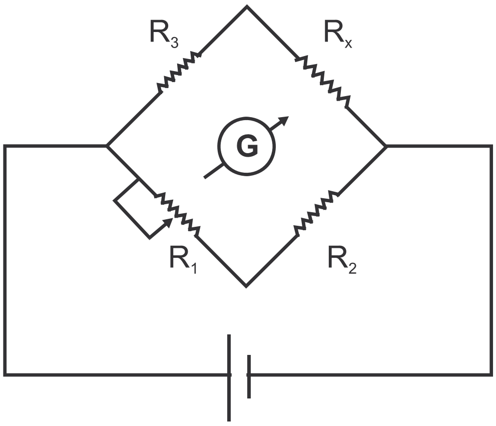
$$H_A \,.\, A = I_2 \frac{S}{\cos 30°}$$

$$H_A \,.\, A = I_2 \,.\, \frac{S.2}{\sqrt{3}}$$

$$I_2 = \frac{A.H_A.\sqrt{3}}{2S}$$

Questão 18

Alguns tipos de sensores piezorresistivos podem ser usados na confecção de sensores de pressão baseados em pontes de Wheatstone. suponha que o resistor Rx do circuito da figura seja um piezorresistor com variação de resistência dada por $R_x = kp + 10\Omega$, em que $k = 2{,}0 \times 10^{-4}\Omega/Pa$ e p, a pressão. Usando este piezorresistor na construção de um sensor para medir pressões na faixa de 0,10 atm a 1,0 atm, assinale a faixa de valores do resistor R_1 para que a ponte de Wheatstone seja balanceada. São dados: $R_2 = 20\Omega$ e $R_3 = 15\Omega$.



(A) De $R_{1min} = 25\Omega$ a $R_{1max} = 30\Omega$
(B) De $R_{1min} = 20\Omega$ a $R_{1max} = 30\Omega$
(C) De $R_{1min} = 10\Omega$ a $R_{1max} = 25\Omega$
(D) De $R_{1min} = 9{,}0\Omega$ a $R_{1max} = 23\Omega$
(E) De $R_{1min} = 7{,}7\Omega$ a $R_{1max} = 9{,}0\Omega$

Gabarito: Letra C.

Para que a ponte de Wheatstone esteja balanceada, devemos ter $R_1R_x = R_2R_3$.

Assim, $R_1 = \dfrac{R_2R_3}{R_x} = \dfrac{300}{2 \,.\, 10^{-4} \,.\, p + 10}$

Como 10^4 Pa $\leq P \leq 10^5$ Pa, temos:

R_{1max} ocorre para P mínimo:

$$R_{1\,max} = \frac{300}{2 \,.\, 10^{-4} \,.\, 10^{5} + 10} = \frac{300}{30} = 25\ \Omega$$

R_{1min} ocorre para P máximo:

$$R_{1\,min} = \frac{300}{2 \,.\, 10^{-4} \,.\, 10^{5} + 10} = \frac{300}{30} = 10\ \Omega$$

Questão 19

Assinale em qual das situações descritas nas opções abaixo as linhas de campo magnético formam circuferências no espaço.

(A) N região externa de um toroide.
(B) Na região interna de um solenoide.
(C) Próximo a um íma com formato esférico.
(D) Ao redor de um fio retilíneo percorrido por corrente elétrica.
(E) na região interna de um espira circular percorrida por corrente elétrica.

Gabarito: Letra D.

Das afirmativas dadas, apenas o campo magnético gerado por um fio retilíneo percorrido por corrente elétrica forma linhas que são circunferências concêntricas a esse fio.

Questão 20

Considere as seguintes afirmações:

I. As energias do átomo de Hidrogênio do modelo de Bohr satisfazem à relação, $E_n = -13{,}6/n^2$ eV, com n= 1, 2, 3,...; portanto, o elétron no estado fundamental do átomo de Hidrogênio pode abosorver energia menor que 13,6 eV.
II. Não existe um limiar de frequência de radiação no efeito fotoelétrico.
III. O modelo de Bohr, que resulta em energias quantizadas, viola o princípio da incerteza de Heisenberg. Então, pode-se afirmar que:

(A) ( ) apenas a II é incorreta.
(B) ( ) apenas a I e II são corretas.
(C) ( ) apenas a I e III são incorretas.
(D) ( ) apenas a I e incorreta
(E) ( ) todas são incorretas.

Gabarito: Letra A.

I. Verdadeiro.
II. Falso. A frequência dos fótons precisa estar acima da frequência de corte para que os átomos sejam ionizados.
III. Verdadeiro. Como a força elétrica é a centrípeta, $\frac{mv_r^2}{r_n} = \frac{kq^2}{r_n^{\,2}} \Leftrightarrow v_n = \frac{q}{\sqrt{4\pi\varepsilon_0 m r_n}}$, onde v_n e r_n são a velocidade e o raio relativos ao n-ésimo nível de energia. Mas $r_n = r_0 \cdot n^2$, logo $v_n = \frac{q}{n} \cdot \frac{1}{\sqrt{4\pi\varepsilon_0 m r_0}}$, que é um valor bem-definido para a velocidade, contrariando o princípio da incerteza.

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

Questão 21

100 cápsulas com água, cada uma de massa m = 1,0 g, são disparadas à velocidade de 10,0 m/s perpendicularmente a uma placa vertical com a qual colidem inelasticamente. sendo as cápsulas enfileiradas com espaçamento de 1,0 cm, determine a força média exercida pelas mesmas sobre a placa.

Gabarito:

Para cada cápsula:

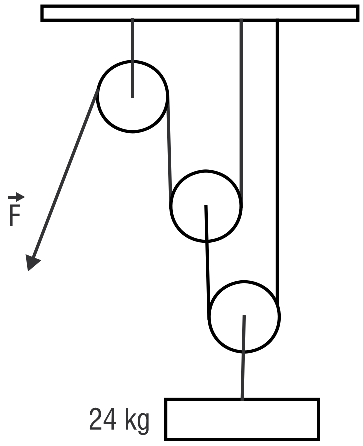
$$\Delta t_{\text{cápsula}} = \frac{\Delta S}{V} = \frac{1\,\text{cm}}{10\,\text{m/s}} = 10^{-3}\,\text{s}$$

$$F_m . \Delta t = 0 - Q_i = -mV = -10^{-3}\,\text{kg}.10\,\text{m/s} \rightarrow |F_m| = \frac{10^{-3}.10}{10^{-3}} = 10\,\text{N}$$

Cada cápsula faz força igual. Logo, a $F_{\text{média}}$ de todas é 10 N.

Questão 22

O arranjo de polias da figura é preso ao teto para erguer uma massa de 24 kg, sendo os fios inexistentes, e desprezíveis as massas das polias e dos fios. Desprezando os atritos, determine:



1. O valor do módulo da força $\vec{F}$ necessário para equilibrar o sistema.
2. O valor do módulo da força $\vec{F}$ necessário para ergueer a massa com velocidade constante.
3. A força ($\vec{F}$ ou peso) que realiza maior trabalho, em módulo, durante o tempo T em que a massa está sendo erguida com velocidade constante.

Gabarito:

Para polias móveis sem massa:

1. $F = \frac{P_{CARGA}}{2^n} \therefore F = \frac{240}{2^2} = 60\text{ N}.$
2. $V = \text{Constante} \rightarrow F_R = 0$
   $F = 60\text{ N}$

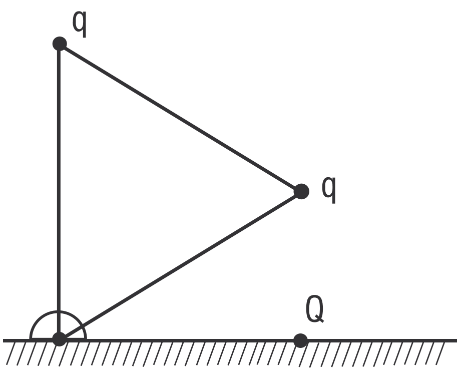
3. Por conservação de fio, o deslocamento do fio associado a $\vec{F}$ é 4 vezes maior que o deslocamento associado a $\vec{P}$.

Como $F = \frac{P}{4}$, temos que: $W_p = P.\Delta S_p = 4F \,.\, \Delta S_p = F \,.\, 4\Delta S_p = F \,.\, \Delta S_F = W_F$.

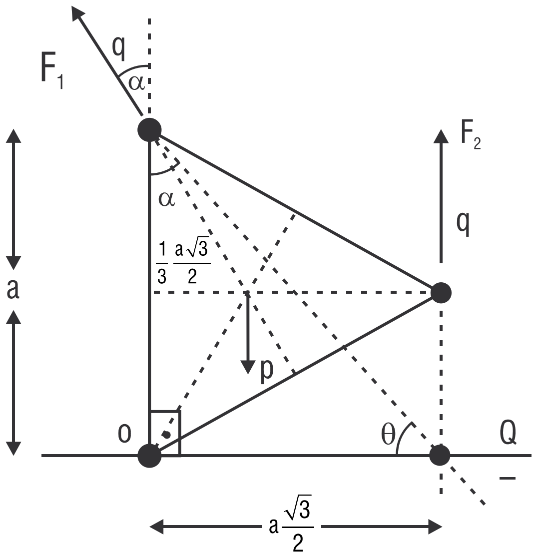
Logo, as forças $\vec{F}$ e $\vec{P}$ realizam o mesmo trabalho em módulo.

Questão 23

A figura mostra uma chapa fina de massas **M** com formato de um triângulo equilátero, tendo um lado na posição vertical, de comprimento a, e um vértice articulado numa barra horizontal contida no plano da figura. Em cada um dos outros vértices encontra-se fixada uma carga elétrica **q** e, na barra horizontal, a uma distância $a\sqrt{3}/2$ do ponto de articulação, encontra-se fixada uma carga **Q**. Sendo as três cargas de mesmo sinal e massa desprezível, determine a magnitude da carga **Q** para que o sistema permaneça em equilíbrio.



Gabarito



$$d_1 = \sqrt{a^2 + \frac{3a^2}{4}} = \frac{a}{2}\sqrt{7}$$

$$\operatorname{sen}\alpha = \frac{\frac{a\sqrt{3}}{2}}{\frac{a\sqrt{7}}{2}} = \frac{\sqrt{21}}{7}$$

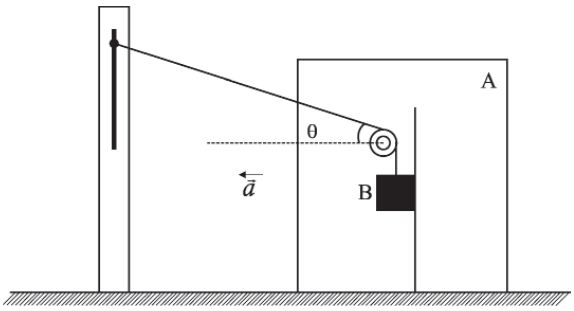
$$\Sigma M_0 = 0 \rightarrow +p \cdot \frac{1}{3} \cdot \frac{a\sqrt{3}}{2} - F_2 \cdot \frac{a\sqrt{3}}{2} - F_1 \,\text{sen}\alpha \cdot a = 0$$

$$\frac{Mg\cancel{a}\sqrt{3}}{6} = \cancel{a} \cdot \frac{\sqrt{21}}{7} \cdot \frac{KQq}{\left(\frac{a}{2}\sqrt{7}\right)^2} + \frac{\cancel{a}\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{KQq}{(a/2)^2}$$

$$\frac{Mg\cancel{\sqrt{3}}}{6} = \frac{2\cancel{\sqrt{3}}\,KQq}{a^2}\left(\frac{2\sqrt{7}}{49}+1\right) \rightarrow Q = \frac{49\,a^2\,Mg}{12Kq(2\sqrt{7}+49)}$$

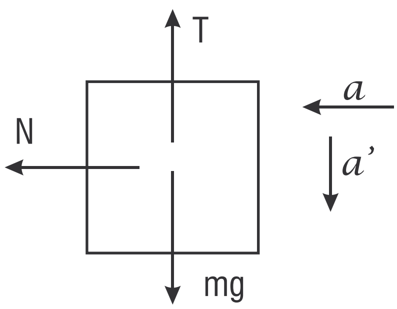
Questão 24

A figura mostra um sistema formado por dois blocos, A e B, cada um com massa m. O bloco A pode deslocar-se sobre a superfície plana e horizontal onde se encontra. O bloco B está conectado a um fio inextensível fixado à parede, e que passa por uma polia ideal com eixo preso ao bloco A. Um suporte vertical sem atrito mantém o bloco B descendo sempre paralelo a ele, conforme mostra a figura. Sendo μ o coeficiente de atrito cinético entre o bloco A e a superfície, g a aceleração da gravidade, e $\theta = 30°$ mantido constante, determine a tração no fio após o sistema ser abandonado do repouso.



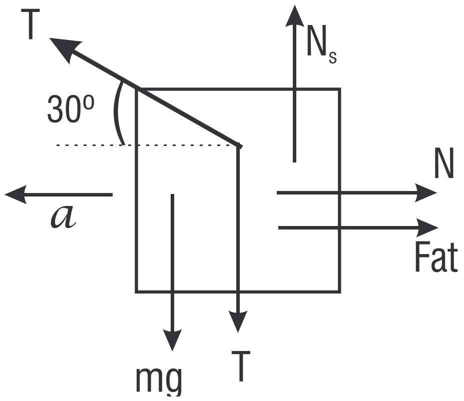
Gabarito

Isolando o bloco B:



X: N = m.a
Y: mg – T= m.a' (1)

Isolando o bloco A:



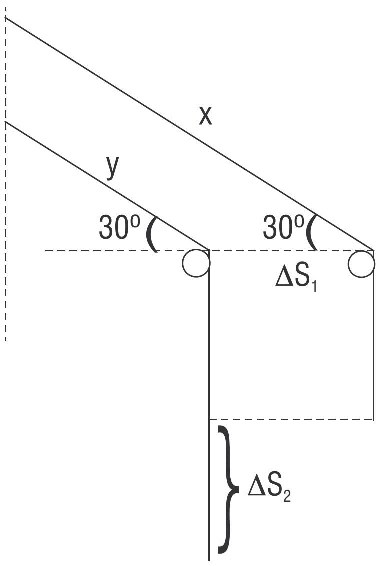
$$Y: N_S + T\text{sen } 30° = T + mg$$

$$N_S = mg + \frac{T}{2}$$

$$X: T\cos 30º - N - Fat = m.a$$

$$\frac{T\sqrt{3}}{2} - ma - \mu.(mg + \frac{T}{2}) = ma \ (2)$$

Conservação do tamanho do fio:



$$X = Y + \Delta S_2 \rightarrow X - Y = \Delta S_2$$

$$X \cos 30º = y \cos 30º + \Delta S_1$$

$$\Delta S_2 \cos 30º = \Delta S_1$$

Derivando duas vezes : $a' \cos 30º = a$

$$a' = \frac{a}{\frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{2a}{\sqrt{3}}$$

$$\text{Em (1): } T = mg - m.\frac{2a}{\sqrt{3}}$$

$$(2) : 2ma = \frac{T\sqrt{3}}{2} - \mu mg - \frac{\mu T}{2}$$

$$\text{Assim: } T = mg - \frac{1}{\sqrt{3}}.\left[\frac{T\sqrt{3}}{2} - \mu mg - \frac{\mu T}{2}\right]$$

$$T = mg - \frac{T}{2} + \frac{\mu mg}{\sqrt{3}} + \frac{\mu T}{2\sqrt{3}}$$

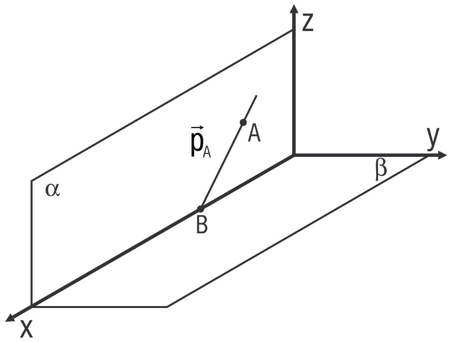
$$\frac{3T}{2} - \frac{T\mu}{2\sqrt{3}} = mg + \frac{\mu mg}{\sqrt{3}}$$

$$3\sqrt{3}\,T - \mu T = 2\sqrt{3}\,mg + 2\mu mg$$

$$T = \frac{2mg(\sqrt{3} + \mu)}{3\sqrt{3} - \mu}$$

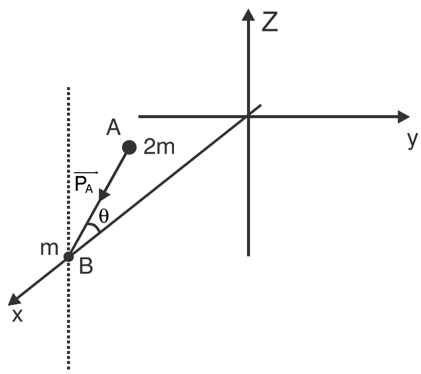
Questão 25

Átomos neutros ultrafrios restritos a um plano são uma realidade experimental atual em armadilhas magneto-ópticas. Imagine que possa existir uma situação na qual átomos do tipo A e B estão restritos respectivamente aos planos α e β, perpendiculares entre si, sendo suas massas tais que $m_A = 2m_B$. Os átomos A e B colidem elasticamente entre si não saindo dos respectivos planos, sendo as quantidades de movimento iniciais $\vec{p}_A$ e $\vec{p}_B$, e as finais, $\vec{q}_A$ e $\vec{q}_B$. $\vec{p}_A$ forma um ângulo θ com o plano horizontal e $\vec{p}_B = 0$. Sabendo que houve transferência de momento entre A e B, qual é a razão das energias cinéticas de B e A após a colisão?



Gabarito:

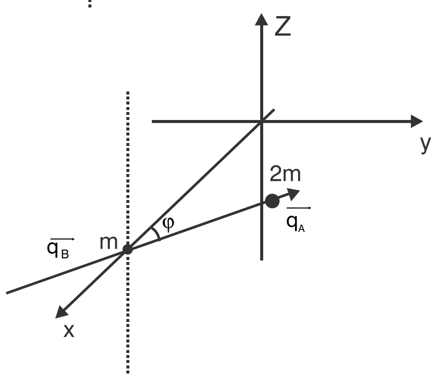
Conservação da quantidade de movimento:



Eixo x: $p_A \cos\theta = q_A \cos\varphi + q_B \rightarrow \cos\varphi = \dfrac{p_A \cos\theta - q_B}{q_A}$ (i)

Eixo z: $-p_A \operatorname{sen}\theta = -q_A \operatorname{sen}\varphi \rightarrow \operatorname{sen}\varphi = \dfrac{p_A \operatorname{sen}\theta}{q_A}$ (ii)

Eixo y: $0 = 0$



Colisão elástica: conservação de energia cinética:

$$E_{ci} = \frac{p_A^2}{4m},\ E_{cf} = \frac{q_A^2}{4m} + \frac{q_B^2}{2m},$$

$$E_{ci} = E_{cf} \rightarrow \frac{p_A^2}{2} = \frac{q_A^2}{2} + q_B^2 \therefore p_A^2 = q_A^2 + 2q_B^2 \text{ (iii)}$$

De (i) e (ii): $\operatorname{sen}^2\varphi + \cos^2\varphi = 1 \rightarrow p_A^2 = q_A^2 + q_B^2 + 2q_A q_B \cos\varphi$ (iv)

De (iii) e (iv): $q_A \cos\varphi = \dfrac{q_B}{2}$

Então, $p_A \cos\theta = \dfrac{q_B}{2} + q_B = \dfrac{3q_B}{2} \rightarrow q_B = \dfrac{2}{3} p_A \cos\theta$

$$q_A^2 = p_A^2 - 2q_B^2 = p_A^2\left(1 - \frac{8}{9}\cos^2\theta\right) \rightarrow q_A = \frac{p_A}{3}\sqrt{1 + 8\operatorname{sen}^2\theta}$$

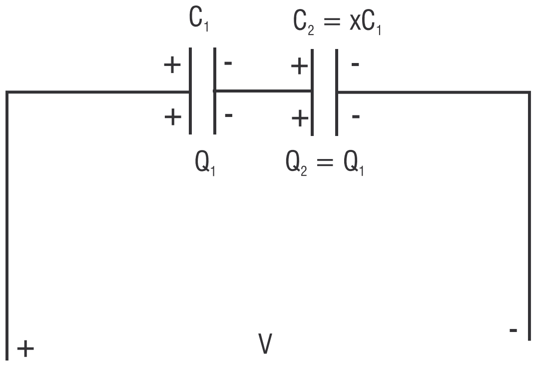
$$\text{Portanto: } r = \frac{E_{CB}}{E_{CA}} = \frac{2q_B^2}{q_A^2} = \frac{2\left(\frac{2}{3}p_A \cos\theta\right)^2}{\left(\frac{p_A}{3}\sqrt{1+8\operatorname{sen}^2\theta}\right)^2} \rightarrow r = \frac{8\cos^2\theta}{1 + 8\operatorname{sen}^2\theta}$$

Questão 26

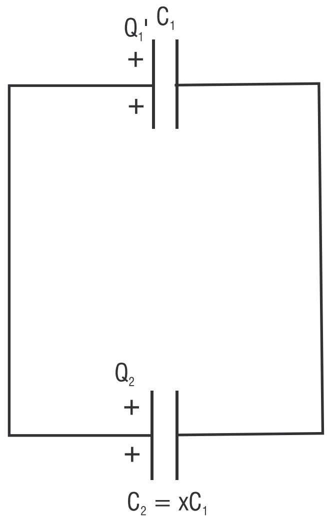
Dois capacitores em série, de capacitância C_1 e C_2, respectivamente, estão sujeitos a uma diferença de potencial V. O Capacitor de capacitância C_1 tem carga Q_1 e está relacionado com C_2 através de $C_2 = xC_1$, sendo x um coeficiente de proporcionalidade. Os capacitores carregados são então desligados da fonter e entre si, sendo a seguir religados com os respectivos terminais de carga de mesmo sinal. Determine o valor de x para que a carga Q_2 final do capacitor de capacitância $C2$ seja $Q_1/4$.

Gabarito:

Antes



Depois



$Q_1' + Q_2 = 2Q_1$

como $Q_2 = \dfrac{Q_1}{4}$ temos $Q_1' = \dfrac{7Q_1}{4}$

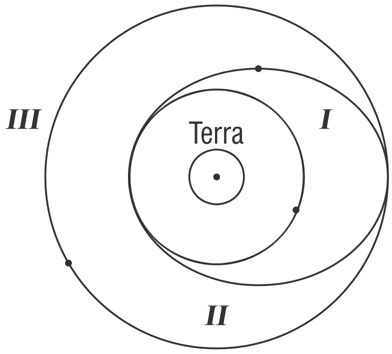
$U = \dfrac{Q}{C}$ e $U_1 = U_2$ (associação em paralelo)

$$\frac{Q_1'}{\cancel{C_1}} = \frac{Q_2}{x\,\cancel{C_1}}$$

$$Q_2 = xQ_1'$$

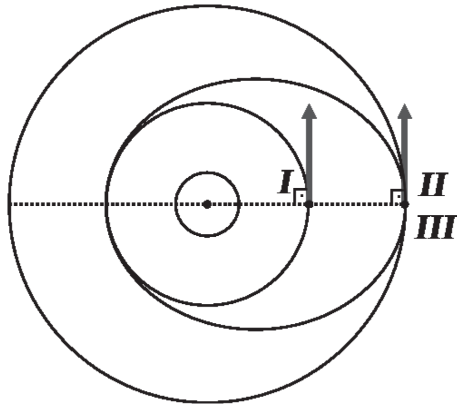
$$\frac{Q_1}{4} = x.\frac{7Q_1}{4} \rightarrow x = \frac{1}{7}$$

Questão 27



O momento angular é uma grandeza importante na Física. O seu módulo é definido como $L = rp\text{sen}\theta$, em que **r** é o módulo do vetor posição com relação à origem de um dado sistema de referência, **p** o módulo do vetor quantidade de movimento e **θ** o ângulo por eles formado. Em particular, no caso de um satélite girando ao redor da Terra, em órbita elíptica ou circular, seu momento angular (medido em relação ao centro da Terra) é conservado. Considere, então, três satélites de mesma massa com órbitas diferentes entre si, I, II e III, sendo I e III circulares e II elíptica e tangencial a I e III, como mostra a figura. Sendo L_I, L_{II} e L_{III} os respectivos módulos do momento angular dos satélites em suas órbitas, ordene, de forma crescente, L_I, L_{II} e L_{III}. Justifique com equações a sua resposta.

Gabarito:



1ª Solução

Sendo: $L = r \cdot p \cdot \text{sen}\theta$, onde $p = m \cdot v$.

Considerando a distância como o raio médio temos:

$$Fg = Fcp \therefore \frac{GM\cancel{m}}{R^{\cancel{2}}} = \frac{\cancel{m} \cdot v^2}{\cancel{R}} \therefore v = \sqrt{\frac{GM}{R}}$$

Para o eixo maior da elipse e para qualquer ponto da circunferência: $\theta = \frac{\pi}{2}$

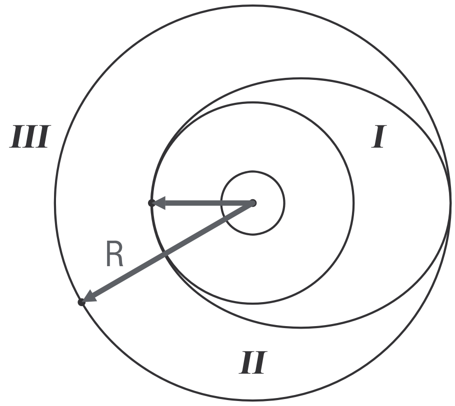
Logo: $L = R \cdot \left[m \cdot \sqrt{\frac{GM}{R}} \right] \cdot \text{sen}\,\frac{\pi}{2}$

$$L = m\sqrt{GMR}$$

Como: $R_{III} > R_{II} > R_I \left(R_{II} = \frac{R_I + R_{III}}{2} \right)$

Daí: $L_I < L_{II} < L_{III}$

2ª Solução



$$L = I.w = mr^2 \frac{d\theta}{dt} = \frac{m.2.A}{T}$$

Onde: A = área da órbita / T = período
Pela 3ª Lei de Kepler: $T^2 = kd^3$, sendo d = raio médio da órbita.

Assim, como as massas dos satélites são iguais:

$L \alpha \frac{A}{d\sqrt{d}}$ (símbolo α: proporcionalidade)

- Satélite I: $L_I \alpha \frac{\pi r^2}{r\sqrt{r}} \rightarrow L_I \alpha \sqrt{r}$

- Satélite II: $L_{II} \alpha \frac{\pi\left(\frac{R+r}{2}\right)\sqrt{Rr}}{\left(\frac{R+r}{2}\right)\sqrt{\frac{R+r}{2}}} \rightarrow L_{II} \alpha \frac{\sqrt{Rr}}{\sqrt{\frac{R+r}{2}}}$

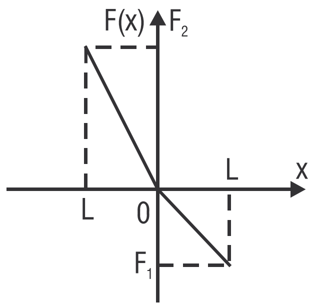
- Satélite III: $L_{III} \alpha \frac{\pi R^2}{R\sqrt{R}} \rightarrow L_{III} \alpha \sqrt{R}$

Mas: $\frac{\sqrt{Rr}}{\sqrt{\frac{R+r}{2}}} > \sqrt{r}$ pois, elevando ao quadrado: $R > \frac{R+r}{2}$

e: $\frac{\sqrt{Rr}}{\sqrt{\frac{R+r}{2}}} < \sqrt{R}$ pois, elevando ao quadrado: $r < \frac{R+r}{2}$. Assim, $L_I < L_{II} < L_{III}$.

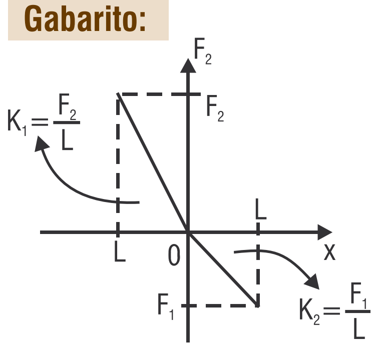
Questão 28

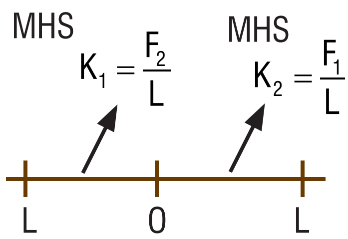
Uma partícula de massa m está sujeita exclusivamente à ação da força $\vec{F} = F(x)\vec{e}_x$, que varia de acordo com o gráfico da figura, sendo $\vec{e}_x$ o versor no sentido positivo de x. Se t = 0, a partícula se encontra em x = 0 com velocidade v no sentido positivo de x, pedem-se:



1. O período de movimento da partícula em função de F_1, F_2, L e m.
2. A máxima distância da partícula à origem em função de F_1, F_2, L, m e v.
3. Explicar se o movimento descrito pela partícula é do tipo harmônico simples.

Gabarito:





1. $T_1 = 2\pi \,.\, \sqrt{\frac{m}{K_1}} = 2\pi \,.\, \sqrt{\frac{m}{F_2 / L}} \qquad T_2 = 2\pi \,.\, \sqrt{\frac{m}{F_1 / L}}$

$$T_{TOTAL} = \frac{T_1}{2} + \frac{T_2}{2} = \pi \,.\, \sqrt{mL}\left(\frac{1}{\sqrt{F_2}} + \frac{1}{\sqrt{F_1}}\right)$$

2. Para uma força F em x = L, conservando energia:

$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}kx^2 \rightarrow mv^2 = \frac{F}{L}\,.\,x^2 \rightarrow x = v\,.\,\sqrt{\frac{Lm}{F}}$$

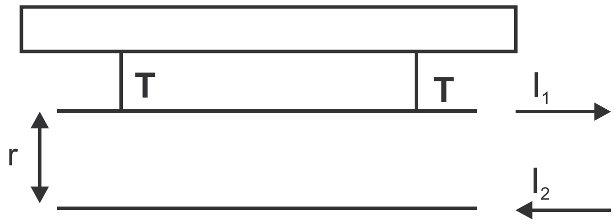
$$\rightarrow x_{max} = \begin{cases} v\,.\,\sqrt{\frac{mL}{F_1}}, \text{ se } F_1 \le F_2 \\ v\,.\,\sqrt{\frac{mL}{F_2}}, \text{ se } F_2 \le F_1 \end{cases}$$

(Note que é necessário que $x_{max} \le L$ para que valham os resultados dos itens 1 e 2).

3. Para ser MHS, temos que ter $F = -kx$, $\forall x \in$ movimento e k constante. Isso acontece, se e somente se, $F_1 = F_2$.

Questão 29

Considere dois fios paralelos, muito longos e finos, dispostos horizontalmente conforme mostra a figura. O fio de cima pesa 0,080 N/m, é percorrido por uma corrente $I_1 = 20A$ e se encontra dependurado por dois cabos. o fio de baixo encontra-se preso e é percorrido por uma corrente $I_2 = 40$ A, em sentido oposto. Para qual distância r indicada na figura, a tensão T nos cabos será nula?



Gabarito:

Para ficar em equilíbrio: $F_{21} = P$

$$\frac{F_{21}}{L} = \frac{\mu I_1}{2\pi r} . I_2 = \frac{P}{L}$$

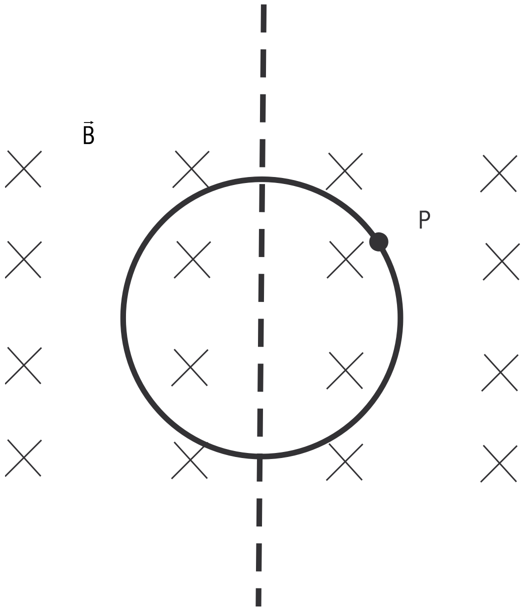
$$4\pi . 10^{-7} . \frac{20 . 40}{2\pi r} = 0{,}08 = 8 . 10^{-2}$$

$$r = \frac{2 . 10^{-5} . 2 . 4}{8 . 10^{-2}}$$

$r = 2 . 10^{-3}$ m $= 2$ mm

Questão 30

Considere uma espira com ***N*** voltas de área ***A***, imersa num campo magnético $\vec{B}$ uniforme e constante, cujo sentido aponta para dentro da página. A espira está situada inicialmente no plano perpendincular ao campo e possui uma resistência ***R***. Se a espira gira 180° em torno do eixo mostrado na figura, calcule a carga que passa pelo ponto ***P***.



Gabarito:

$$\varepsilon = -\frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$$

$$R \cdot i = \left| \frac{N \cdot (\Delta (B \cdot A \cdot \cos\alpha))}{\Delta t} \right|$$

$$R \cdot \frac{\Delta q}{\cancel{\Delta t}} = \frac{N \cdot B \cdot A\,(\Delta \cos\alpha)}{\cancel{\Delta t}}$$

$$q = \frac{NBA}{R} \cdot (1 - (-1))$$

$$q = \frac{2NBA}{R}$$

Comentário:

Gostaríamos de parabenizar a banca do ITA pela excelente prova de Física. As questões estavam bem elaboradas e o nível de dificuldade, adequado. Cabe ressaltar a criatividade na formulação dos itens 14, 24, 25 e 28, que exigiram elevado raciocínio dos candidatos.

O conteúdo exigido foi bem abrangente. Entretanto, sentimos falta de assuntos como óptica e termodinâmica.

Para finalizar, uma sugestão à banca. Havia algumas questões discursivas bastante trabalhosas, cujas soluções completas provavelmente não cabem em meia página. Dessa forma, talvez fosse interessante que os alunos tivessem mais espaço para escrever suas respostas.