



Resolução Prova ITA 2020

Física

Toni Burgatto
Aula 00

2019

1. (ITA – 2020)

Considere uma teoria na qual a força de interação entre duas “cargas generalizadas” q_1 e q_2 em universos N -dimensionais é expressa por $F_e = q_1 q_2 / (k r^{N-1})$ em que k uma constante característica do meio. A teoria também prevê uma força entre dois “polos generalizados” p_1 e p_2 expressa por $F_m = p_1 p_2 / (\mu r^{N-1})$, na qual μ é outra constante característica do meio. Sabe-se ainda que um polo p pode interagir com uma corrente de carga, i , gerando uma força $F = i p / (r^{N-2})$. Em todos os casos, r representa a distância entre os entes interagentes. Considerando as grandezas fundamentais massa, comprimento, tempo e corrente de carga, assinale a alternativa que corresponde à fórmula dimensional de $k\mu$.

- a) $L^2 T^{-2}$ b) $L^{-2} T^2$ c) $L^{-2} T^2$ d) $L^{1-N} T^2$ e) $L^{-2} T^{N-1}$

Comentários:

Pelo enunciado:

$$F = \frac{q_1 \cdot q_2}{k \cdot r^{N-1}}$$

$$F = \frac{p_1 \cdot p_2}{\mu \cdot r^{N-1}}$$

$$F = \frac{i \cdot p}{r^{N-2}}$$

Fazendo-se a análise dimensional das equações, sabendo que:

$$[F] = M \cdot L \cdot T^{-2}$$

$$[i] = [q] \cdot T^{-1}$$

Tem-se:

$$M \cdot L \cdot T^{-2} = [q]^2 \cdot [k]^{-1} \cdot L^{1-N}$$

$$M \cdot L \cdot T^{-2} = [p]^2 \cdot [\mu]^{-1} \cdot L^{1-N}$$

$$M \cdot L \cdot T^{-2} = [q] \cdot T^{-1} \cdot [p] \cdot L^{2-N} \rightarrow [q] \cdot [p] = M \cdot L^{N-1} \cdot T^{-1}$$

Multiplicando as duas primeiras equações:

$$M^2 \cdot L^2 \cdot T^{-4} = ([q] \cdot [p])^2 \cdot ([k] \cdot [\mu])^{-1} \cdot L^{2-2N}$$

Substituindo a relação encontrada anteriormente:

$$M^2 \cdot L^2 \cdot T^{-4} \cdot [k \cdot \mu] = M^2 \cdot L^{2N-2} \cdot T^{-2} \cdot L^{2-2N}$$

$$\boxed{[\mu \cdot k] = L^{-2} \cdot T^2}$$

Gabarito: B

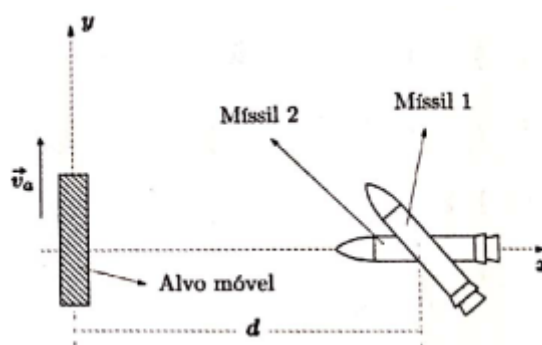
2. (ITA – 2020)

Um sistema de defesa aérea testa separadamente dois mísseis contra alvos móveis que se deslocam com velocidade \vec{v}_a constante ao longo de uma reta distante de d do ponto de lançamento dos mísseis. Para atingir o alvo, o míssil 1 executa uma trajetória retilínea, enquanto o míssil 2, uma trajetória com velocidade sempre orientada para o alvo. A figura



ilustra o instante de disparo de cada míssil, com o alvo passando pela origem do sistema de coordenadas xy . Sendo os módulos das velocidades os mísseis iguais entre si, maiores que v_a e mantidos constantes, considere as seguintes afirmações:

- I. Os intervalos de tempo entre o disparo e a colisão podem ser iguais para ambos os mísseis.
- II. Para que o míssil 1 acerte o alvo é necessário que o módulo da componente y de sua velocidade seja igual a v_a .
- III. Desde o disparo até a colisão, o míssil 2 executa uma trajetória curva de concavidade positiva com relação ao sistema xy .



Considerando V como verdadeira e F como falsa, as afirmações I, II e III são, respectivamente,

- | | |
|--------------|--------------|
| a) V, V e V. | d) F, V e F. |
| b) F, F e F. | e) F, V e V. |
| c) V, F e V. | |

Comentários:

I: Falsa. Mas, se considerarmos que a velocidade do alvo pode ser constante e igual a 0 m/s, a afirmativa é verdadeira. Já que nesse caso ambos os mísseis percorreriam trajetória retilínea, e, então, demorariam o mesmo tempo para chegar ao alvo já que tem velocidades iguais. Assim, implicaria no III como falso.

Entretanto, considerando a velocidade $v_a \neq 0$, como as trajetórias têm comprimentos diferentes e os módulos das velocidades são iguais para ambos mísseis, então o tempo deve ser diferente.

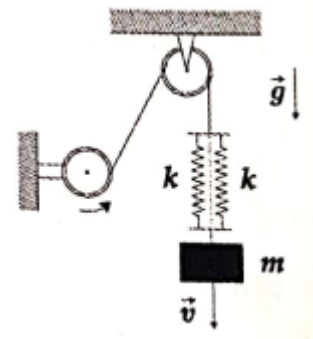
II: Verdadeira. Se pensarmos que $v_a \neq v_{M1y}$, teríamos que a ordenada do míssil 1 é sempre diferente da ordenada do alvo. Portanto, eles nunca se encontrariam. Dessa forma, é condição necessária que $v_a = v_{M1y}$.

III: Verdadeira. Do desenho, como $v_a \geq 0$ e a trajetória do míssil 2 tem sempre $|v_{2x}| \geq 0$, então, a trajetória do míssil tem concavidade para cima.

Gabarito: E

3. (ITA – 2017)

Um bloco de massa m sustentado por um par de molas idênticas, paralelas e de constante elástica k , desce verticalmente com velocidade constante e de módulo v controlada por um motor, conforme ilustra a figura. Se o motor travar repentinamente, ocorrerá uma força de tração máxima no cabo com módulo igual a



- a) $mg + \sqrt{(mg)^2 + 2kmv^2}$
- b) $mg + \sqrt{(mg)^2 + kmv^2}$
- c) $mg + \sqrt{2kmv^2}$
- d) $mg + \sqrt{4kmv^2}$
- e) $mg + \sqrt{kmv^2}$

Comentários:

Pelo enunciado que afirma que a velocidade é constante, tem-se pelo equilíbrio, na situação inicial:

$$2 \cdot k \cdot x = m \cdot g$$

$$x = \frac{m \cdot g}{2 \cdot k}$$

Ao travar-se o motor, inicia-se um problema de conservação de energia mecânica:

$$E_c + E_{p,el} = E_{p,el} + E_{p,g}$$

$$\frac{m \cdot v^2}{2} + \frac{2 \cdot K \cdot x^2}{2} = \frac{2 \cdot K \cdot (x + y)^2}{2} - m \cdot g \cdot y$$

Assim:

$$\frac{m \cdot v^2}{2} + K \cdot x^2 = K \cdot (x^2 + 2 \cdot x \cdot y + y^2) - m \cdot g \cdot y$$

$$m \cdot g \cdot y + \frac{m \cdot v^2}{2} = K \cdot (2 \cdot x \cdot y + y^2)$$

Substituindo x :

$$m \cdot g \cdot y + \frac{(m \cdot v^2)}{2} = K \cdot \left(\frac{2 \cdot m \cdot g}{2 \cdot K} \cdot y + y^2 \right)$$

$$\frac{m \cdot v^2}{2} = K \cdot y^2$$

$$y = \sqrt{\frac{m \cdot v^2}{2 \cdot K}}$$

Na situação final:

$$T = (2 \cdot K) \cdot (x + y)$$

$$T = 2 \cdot K \cdot \left(\frac{m \cdot g}{2 \cdot K} + \sqrt{\frac{m \cdot v^2}{2 \cdot K}} \right)$$

$$T = m \cdot g + \sqrt{2 \cdot m \cdot k \cdot v^2}$$

Gabarito: C

4. (ITA – 2020)

Por uma mangueira de diâmetro D_1 flui água a uma velocidade de 360 m/min, conectando-se na sua extremidade a 30 outras mangueiras iguais entre si, de diâmetro $D_2 < D_1$. Assinale a relação D_2/D_1 para que os jatos de água na saída das mangueiras tenham alcance horizontal máximo de 40 m

- a) 1/10. b) $\sqrt{3/10}$. c) 4/5. d) 1/2. e) $\sqrt{2/3}$.

Comentários:

A velocidade inicial ao utilizar-se a mangueira de D_1 é de 360 m/min ou 6 m/s. Assim, o fluxo é dado por:

$$\phi = 6 \cdot \pi \cdot \left(\frac{D_1}{2} \right)^2$$

O fluxo total que percorre as mangueiras unidas é o mesmo que na situação inicial. Dessa forma:

$$\phi = 30 \cdot v_2 \cdot \pi \cdot \left(\frac{D_2}{2} \right)^2$$

Para o alcance máximo, sabe-se que o ângulo da velocidade com a horizontal deve ser de 45° , dessa forma:

$$t_{\text{lançamento}} = 2 \cdot \frac{v_2 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}}{g} = \frac{v_2 \cdot \sqrt{2}}{g}$$

E, a distância percorrida é:

$$d = v_2 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot v_2 \cdot \frac{\sqrt{2}}{g} = \frac{v_2^2}{g}$$

Como $d = 400$ m:

$$v_2^2 = 400$$

$$v_2 = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Substituindo na relação do fluxo:

$$6 \cdot \pi \cdot \left(\frac{D_1}{2}\right)^2 = 30 \cdot 20 \cdot \pi \cdot \left(\frac{D_2}{2}\right)^2$$

$$\frac{1}{100} \cdot D_1^2 = D_2^2$$

$$\boxed{\frac{D_2}{D_1} = \sqrt{\frac{1}{100}} = \frac{1}{10}}$$

Gabarito: A

5. (ITA – 2020)

Um satélite artificial viaja em direção a um planeta ao longo de uma trajetória parabólica. A uma distância d desse corpo celeste, propulsores são acionados de modo a, a partir daquele instante, mudar o módulo da velocidade do satélite de v_p para v_e e também a sua trajetória, que passa a ser elíptica em torno do planeta, com semieixo maior a . Sendo a massa do satélite desproporcionalmente menor que a do planeta, a razão v_e/v_p é dada por

a) $\sqrt{\frac{d}{a} - \frac{1}{2}}$ b) $\sqrt{\frac{d}{2a}}$ c) $\sqrt{1 - \frac{d}{2a}}$ d) $\sqrt{1 + \frac{d}{2a}}$ e) $\sqrt{1 - \frac{d}{a}}$

Comentários:

Na órbita parabólica, o satélite tem energia mecânica total igual a zero. Portanto, pela equação de conservação de energia mecânica em órbitas parabólicas, temos que:

$$\frac{-GMm}{d} + \frac{mv^2}{2} = 0$$

Logo:

$$v_p = \sqrt{\frac{2GM}{d}}$$

Para a órbita elíptica, temos:

$$\frac{-GMm}{d} + \frac{mv^2}{2} = \frac{-GMm}{2a}$$

Assim:

$$v_e = \sqrt{2GM} \sqrt{\frac{1}{d} - \frac{1}{2a}}$$

Portanto, a razão entre as velocidades é dada por:

$$\boxed{\frac{v_e}{v_p} = \sqrt{1 - \frac{d}{2a}}}$$

Gabarito: C

6. (ITA – 2020)

Uma pequena esfera com peso de módulo P é arremessada verticalmente para cima com velocidade de módulo V_0 a partir do solo. Durante todo o percurso, atua sobre a esfera uma força de resistência do ar de módulo F constante. A distância total percorrida pela esfera após muitas reflexões elásticas com o solo é dada aproximadamente por

a) $\frac{V_0^2(P-F)}{2gF}$.

b) $\frac{V_0^2(P+F)}{2gF}$.

c) $\frac{2V_0^2P}{gF}$.

d) $\frac{V_0^2P}{2gF}$.

e) $\frac{V_0^2P}{gF}$.

Comentários:

Pelo teorema da energia cinética:

$$\Delta E_c = \tau_{FNC}$$
$$-\frac{m \cdot v_0^2}{2} = -F \cdot d$$

$$d = \frac{\left(\frac{P}{g}\right) \cdot v_0^2}{2 \cdot F}$$

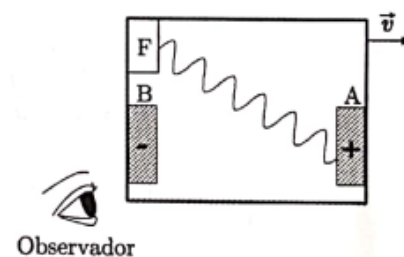
$$d = \frac{P \cdot v_0^2}{2 \cdot g \cdot F}$$

Gabarito: D

7. (ITA – 2020)

A figura ilustra um experimento numa plataforma que, no referencial de um observador externo, se move com velocidade \vec{v} constante de módulo comparável ao da velocidade da luz. No instante t_0 , a fonte F emite um pulso de luz de comprimento de onda λ que incide sobre a placa metálica A , sendo por ela absorvido e, em consequência, emitindo elétrons, que são desacelerados pela diferença de potencial V_{AB} . Considerando que os elétrons atingem a placa B a partir do instante t , assinale a alternativa que referencia apenas variações independentes que diminuem o intervalo de tempo $\Delta t = t - t_0$ medido pelo observador.

- a) aumento de λ , aumento de V_{AB} , diminuição de v .
- b) diminuição de λ , diminuição de V_{AB} , diminuição de v .
- c) diminuição de λ , aumento de V_{AB} , diminuição de v .
- d) diminuição de λ , diminuição de V_{AB} , aumento de v .
- e) aumento de λ , aumento de V_{AB} , aumento de v .



Comentários:

O tempo medido pelo observador é dado por:

$$\Delta t_{\text{observador}} = \frac{\Delta t_{\text{plataforma}}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Como deseja-se diminuir o tempo medido pelo observador tem-se duas possibilidades. Pode-se reduzir o tempo medido no referencial da plataforma ou pode diminuir-se o fator de Lorentz. Dessa forma:

- Para reduzir o tempo medido na plataforma:

1) Pode-se aumentar a velocidade de ejeção do elétron. Para isso é necessário que o elétron seja ejetado com uma energia cinética maior. Sabendo que a energia cinética do elétron ejetado é dada por:

$$E_c = h \cdot f - \phi$$

É necessário aumentar-se a frequência do fóton incidente, e, sabendo que:

$$f = \frac{c}{\lambda}$$

Dessa forma, a diminuição do λ irá aumentar a velocidade de ejeção do elétron que por sua vez diminui o tempo medido na plataforma e, assim, diminui o tempo medido pelo observador.

2) Pode-se diminuir as forças contrárias ao movimento do elétron. Neste caso, somente a força elétrica por conta do campo elétrico entre as placas é contrária ao movimento.

$$q \cdot E = m \cdot a$$

$$q \cdot \frac{V_{AB}}{d} = m \cdot a$$

Assim, a diminuição da diferença de potencial entre as placas acarreta uma diminuição da frenagem do elétron, permitindo assim, que se atinja a placa em menos tempo.

E, para reduzir o fator de Lorentz:

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}}$$

Implica um aumento do denominador. Para isso:

$$\begin{aligned}\sqrt{1 - \left(\frac{v_1}{c}\right)^2} &< \sqrt{1 - \left(\frac{v_2}{c}\right)^2} \\ 1 - \left(\frac{v_1}{c}\right)^2 &< 1 - \left(\frac{v_2}{c}\right)^2 \\ \left(\frac{v_2}{c}\right)^2 &< \left(\frac{v_1}{c}\right)^2 \\ v_2 &< v_1\end{aligned}$$

Assim, diminuindo-se a velocidade, aumenta-se o denominador, e, por conseguinte, diminui-se o tempo medido pelo operador.

Gabarito: B

8. (ITA – 2020)

Num ambiente controlado, o período de um pêndulo simples é medido a uma temperatura T . Sendo $\alpha = 2 \cdot 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ o coeficiente de dilatação linear do fio do pêndulo, e considerando a aproximação binomial $(1 + x)^n \approx 1 + nx$, para $|x| \ll 1$, pode-se dizer que, com aumento de $10 \text{ }^\circ\text{C}$, o período do pêndulo

- a) aumenta de 0,1%. c) diminui de 0,1%. e) permanece inalterado.
b) aumenta de 0,05%. d) diminui de 0,05%.

Comentários:

O período de oscilação de um pêndulo simples é dado por:

$$T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{l}{g}}$$

Portanto, na situação inicial:

$$T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{l}{g}}$$

E, na situação final:

$$T' = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{l'}{g}}$$

Onde:

$$\begin{aligned}l' &= l \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta\theta) \\ l' &= l \cdot (1 + 2 \cdot 10^{-4} \cdot 10) = l \cdot (1 + 2 \cdot 10^{-3})\end{aligned}$$

$$T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{l \cdot (1 + 2 \cdot 10^{-3})}{g}}$$

$$T' = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{l}{g}} \cdot (1 + 2 \cdot 10^{-3})^{\frac{1}{2}} \cong 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{l}{g}} \cdot (1 + 1 \cdot 10^{-3}) = T \cdot (1 + 1 \cdot 10^{-3})$$

Dessa forma, o aumento foi de $1 \cdot 10^{-3}$ do período original, ou, de outra forma, 0,1%.

Gabarito: A

9. (ITA – 2020)

Uma certa quantidade de gás com temperatura inicial T_0 , pressão P_0 e volume V_0 , é aquecida por uma corrente elétrica que flui por um fio de platina num intervalo de tempo Δt . Esse procedimento é feito duas vezes: primeiro, com volume constante V_0 e pressão variando de P_0 para P_1 e, a seguir, com pressão constante P_0 e volume variando de V_0 para V_1 . Assinale a alternativa que explicita a relação C_p/C_v do gás.

a) $\frac{\frac{P_0-1}{P_1-1}}{\frac{V_0-1}{V_1-1}}$

b) $\frac{\frac{P_1-1}{P_0-1}}{\frac{V_1-1}{V_0-1}}$

c) $\frac{2\frac{P_0-1}{P_1-1}}{\frac{V_0-1}{V_1-1}}$

d) $\frac{2\frac{P_1-1}{P_0-1}}{\frac{V_1-1}{V_0-1}}$

e) $\frac{\frac{P_1-1}{P_0-1}}{\frac{2V_1-1}{V_0-1}}$

Comentários:

O calor cedido pelo fio de platina em ambos os casos é dado por:

$$Q = R_{fio} \cdot i^2 \cdot t$$

Assim, o calor recebido pelo gás em ambos os casos foi idêntico, logo:

$$n \cdot c_v \cdot \Delta T_1 = n \cdot c_p \cdot \Delta T_2$$

Pela transformação gasosa da isocórica:

$$\frac{P_0}{T_0} = \frac{P_1}{T_1} \rightarrow T_1 = T_0 \cdot \frac{P_1}{P_0}$$

Pela transformação gasosa da isobárica:



$$\frac{V_0}{T_0} = \frac{V_1}{T_2} \rightarrow T_2 = T_0 \cdot \frac{V_1}{V_0}$$

Assim:

$$n \cdot c_v \cdot (T_1 - T_0) = n \cdot c_p \cdot (T_2 - T_0)$$

$$c_v \cdot T_0 \cdot \left(\frac{P_1}{P_0} - 1 \right) = c_p \cdot T_0 \cdot \left(\frac{V_1}{V_0} - 1 \right)$$

$$\boxed{\frac{c_p}{c_v} = \frac{\frac{P_1}{P_0} - 1}{\frac{V_1}{V_0} - 1}}$$

Gabarito: B

10. (ITA – 2020)

Ao redor de um cilindro de massa m , raio a e comprimento b , são enroladas simétrica e longitudinalmente N espiras. Estas são dispostas paralelamente a um plano inclinado onde se encontra um cilindro, que não desliza devido ao atrito com a superfície do plano. Considerando a existência de um campo magnético uniforme e vertical \vec{B} na região, assinale a intensidade da corrente i que deve circular nas espiras para que o conjunto permaneça em repouso na posição indicada pela figura.

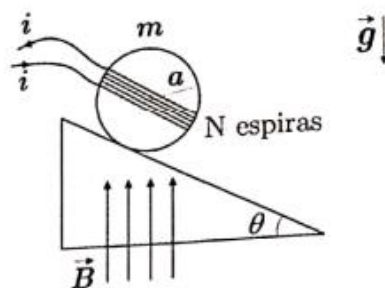
a) $\frac{mg}{2bB}$.

b) $\frac{Nmg}{2aB}$.

c) $\frac{Nmg}{bB}$.

d) $\frac{mg}{2aBN}$.

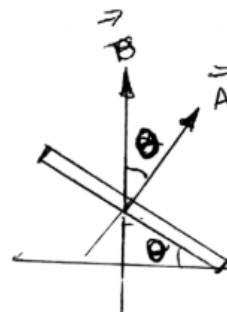
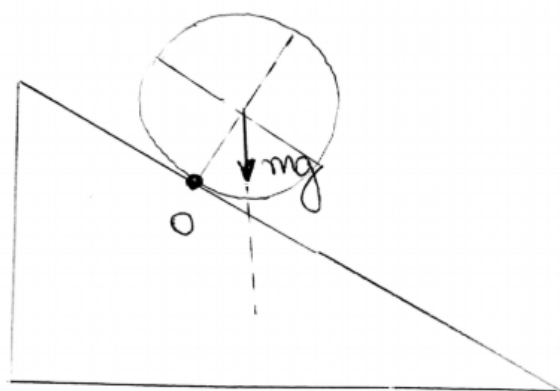
e) $\frac{mg}{2bBN}$.



Comentários:

Para o equilíbrio de momentos do cilindro, temos que:





$$\tau_{F_{mag}} = \tau_{P_{eso}}$$

$$\tau_{P_{eso}} = mgsen(\theta)$$

$$\tau_{F_{mag}} = 2NBiabsen(\theta)$$

Igualando as duas equações, temos que:

$$\tau_{P_{eso}} = \tau_{F_{mag}}$$

$$m \cdot g \cdot a \cdot sen(\theta) = 2 \cdot N \cdot B \cdot i \cdot a \cdot b \cdot sen(\theta)$$

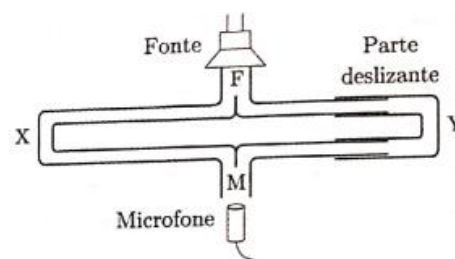
$$i = \frac{m \cdot g}{2 \cdot N \cdot B \cdot b}$$

Gabarito: E

11. (ITA – 2020)

O som produzido pelo alto-falante F (fonte) ilustrado na figura tem frequência de 10 kHz e chega a um microfone M através de dois caminhos diferentes. As ondas sonoras viajam simultaneamente pelo tubo esquerdo FXM , de comprimento fixo, e pelo tubo direito FYM , cujo comprimento pode ser alterado movendo-se em M . Quando a seção deslizante do caminho FYM é puxada para fora por $0,025 \text{ m}$, a intensidade sonora detectada pelo microfone passa de um máximo para um mínimo. Assinale o módulo da velocidade do som no interior do tubo.

- a) $5,0 \cdot 10^2 \text{ m/s}$
- b) $2,5 \cdot 10^2 \text{ m/s}$
- c) $1,0 \cdot 10^3 \text{ m/s}$
- d) $2,0 \cdot 10^3 \text{ m/s}$
- e) $3,4 \cdot 10^2 \text{ m/s}$



Comentários:

O mínimo de intensidade é sentido graças ao deslocamento da secção deslizante FYM. Como, para que ocorra diferença de fase devemos ter:

$$n_{\text{impar}} \frac{\lambda}{2} = 2d$$

Em que $2d$ é distância que o som percorre a mais pelo lado FYM com relação ao lado FXM. Assim, substituindo $v = \lambda f$ e $f = 10^4 \text{ Hz}$, $d = 0,025 \text{ m}$, obtemos que:

$$n_{\text{impar}} \frac{v}{2f} = 2d$$

$$n_{\text{impar}} \frac{v}{2 \cdot 10^4} = 0,05$$

Assim:

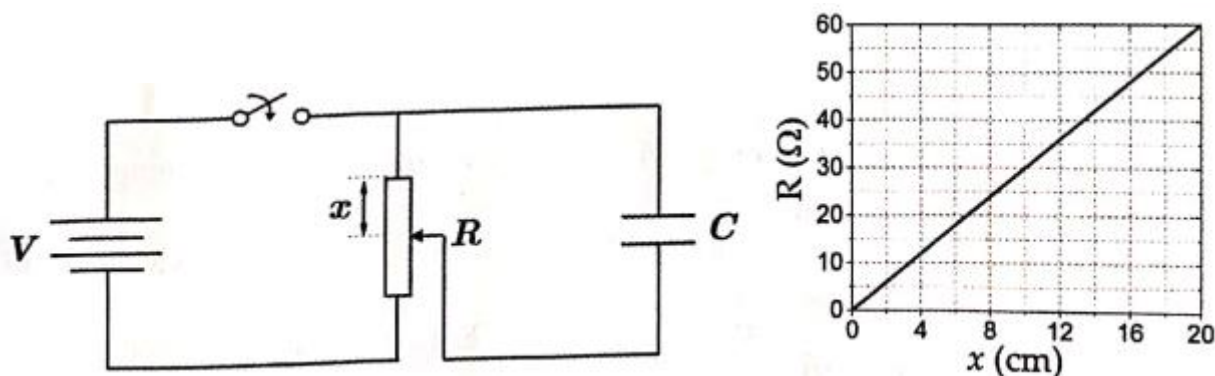
$$v = \frac{10^3}{n_{\text{impar}}}$$

De acordo com as alternativas, a única que pode ser satisfeita é a C.

Gabarito: C

12. (ITA – 2020)

Considere o circuito da figura no qual há uma chave elétrica, um reostato linear de comprimento total de 20 cm, uma fonte de tensão $V = 1,5 \text{ V}$ e um capacitor de capacitância $C = 10 \mu\text{F}$ conectado a um ponto intermediário do reostato, de modo a manter contato elétrico e permitir seu carregamento. A resistência R entre uma das extremidades do reostato e o ponto de contato elétrico, a uma distância x , varia segundo o gráfico ao lado.

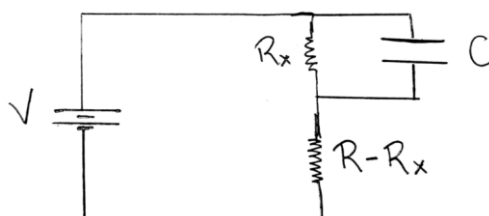


Com a chave fechada e no regime estacionário, a carga no capacitor é igual a

- a) $1,5 \text{ mC}$.
- b) $75 \mu\text{C}$.
- c) $75x \mu\text{C/cm}$.
- d) $15x \mu\text{C/cm}$.
- e) $7,5 \mu\text{C}$.

Comentários:

O circuito da figura para uma situação genérica fica:



Onde:

$$V = 1,5 \text{ V}$$

$$R = 60 \Omega$$

$$R_x = 3 \cdot x \text{ (cm)} \cdot \Omega$$

$$C = 10 \mu\text{F}$$

A corrente que percorre o circuito no regime estacionário é de:

$$i = \frac{V}{R_x + R - R_x} = \frac{V}{R} = \frac{1,5}{60} = \frac{1}{40}$$

A diferença de potencial entre as extremidades da resistência R_x fica:

$$V_x = R_x \cdot i = 3 \cdot x \text{ (cm)} \cdot \frac{1}{40} = \frac{3 \cdot x \text{ (cm)}}{40}$$

E, a carga do capacitor é dada por:

$$Q = C \cdot U$$

$$Q = 10 \mu\text{F} \cdot \frac{3 \cdot x}{40} = \frac{3}{4} \cdot x \text{ (cm)} \mu\text{C}$$

$$\boxed{Q = 0,75 \cdot x \text{ (cm)} \mu\text{C}}$$

Gabarito: sem alternativa.

13. (ITA – 2020)

Três esferas idênticas de massa m , carga elétrica Q e dimensões desprezíveis, são presas pelas extremidades de fios isolantes e inextensíveis de comprimento l . As demais pontas dos fios são fixadas a um ponto P , que sustenta as massas. Na condição de equilíbrio do sistema, verifica-se que o ângulo entre um dos fios e a direção vertical é θ , conforme mostra a figura. Sendo ϵ_0 a permissividade elétrica do meio, o valor da carga elétrica Q é dada por

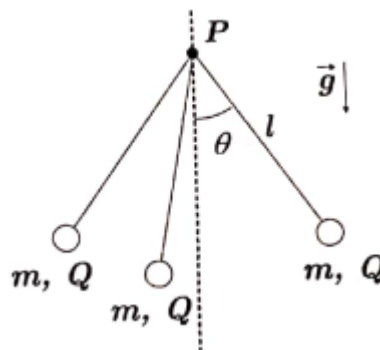
a) $l \sqrt{12\pi\epsilon_0 mg \operatorname{sen}\theta \cos\theta}$

b) $l \sqrt{4\pi\epsilon_0 mg \operatorname{tg}\theta \sqrt{3}}$

c) $l \operatorname{sen}\theta \sqrt{4\pi\epsilon_0 mg \operatorname{tg}\theta \sqrt{3}}$

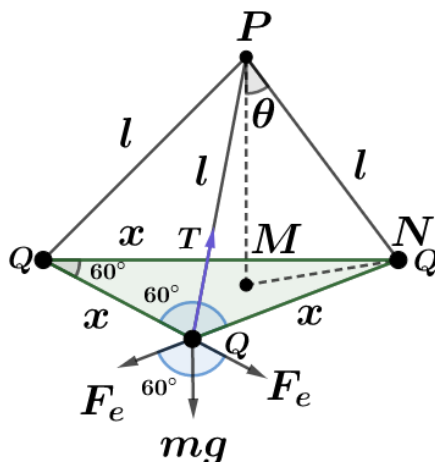
d) $l \operatorname{sen}\theta \sqrt{\frac{4\pi\epsilon_0 mg \operatorname{tg}\theta}{\sqrt{3}}}$

e) $l \operatorname{sen}\theta \sqrt{4\pi\epsilon_0 mg \operatorname{tg}\theta}$



Comentários:

De acordo com o enunciado, na condição de equilíbrio, temos a seguinte configuração espacial das cargas:



Pelo equilíbrio das forças, temos:

$$\operatorname{tg}(\theta) = \frac{2 \cdot F_e \cdot \cos 60^\circ}{m \cdot g}$$

Pela geometria no triângulo da base formado pelas cargas, temos:

$$l \cdot \operatorname{sen}(\theta) = MN = x \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{2}{3}$$

$$x = l \cdot \sqrt{3} \cdot \operatorname{sen}(\theta)$$

Portanto:

$$\operatorname{tg}(\theta) = \frac{2 \cdot \frac{1}{4\pi \cdot \epsilon_0} \cdot \frac{Q \cdot Q}{x^2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{m \cdot g}$$

$$Q = \sqrt{\frac{m \cdot g \cdot 4\pi\epsilon_0 \cdot \operatorname{tg}(\theta)}{\sqrt{3}}} \cdot l \cdot \sqrt{3} \cdot \operatorname{sen}(\theta)$$

$$q = l \cdot \text{sen}(\theta) \cdot \sqrt{4\pi\epsilon_0 \cdot m \cdot g \cdot \text{tg}(\theta)\sqrt{3}}$$

Gabarito: C

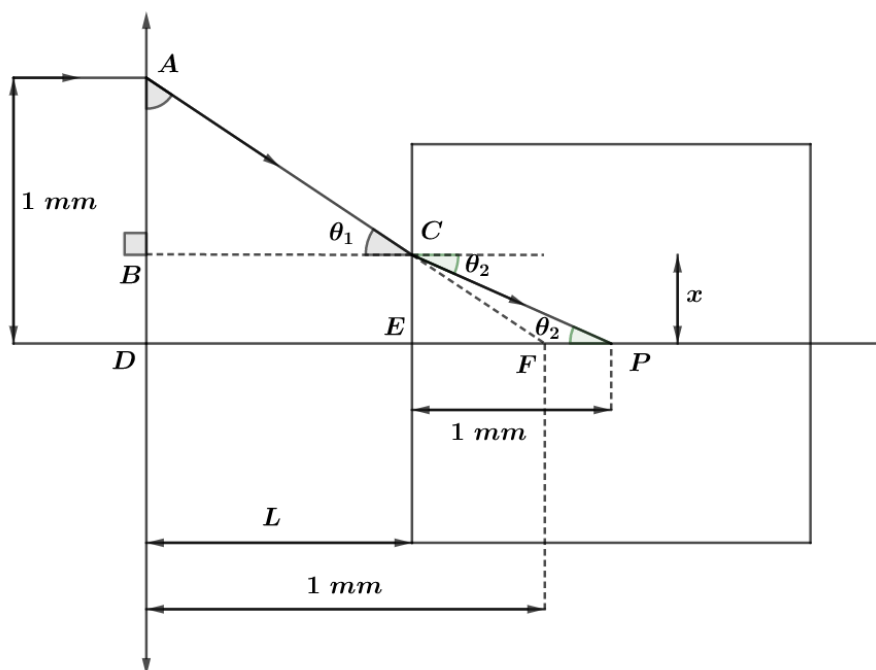
14. (ITA – 2020)

Dois raios luminosos paralelos e simétricos em relação ao eixo óptico, interdistantes de 2mm, devem ser focados em um ponto P no interior de um bloco transparente, a 1 mm de sua superfície, conforme mostra a figura. Para tal, utiliza-se uma lente delgada convergente com distância focal de 1 mm. Considerando que o bloco tem índice de refração $n = \sqrt{2}$, a distância L entre o vértice V da lente e a superfície do bloco deve ser ajustada para

- a) 1 mm
- b) $\sqrt{2}/2$ mm
- c) $(1 - \sqrt{2}/2)$ mm
- d) $\sqrt{3}/3$ mm
- e) $(1 - \sqrt{3}/3)$ mm

Comentários:

Segundo as condições do problema, temos:



Pela geometria, temos $\Delta AFD \sim \Delta ACB$, então:

$$AD = DF$$

$$D\hat{A}F = \pi/4$$

Aplicando a Lei de Snell em C, temos:

$$n_1 \cdot \text{sen}(\theta_1) = n_2 \cdot \text{sen}(\theta_2)$$

$$1 \cdot \text{sen}\left(\frac{\pi}{4}\right) = \sqrt{2} \cdot \text{sen}(\theta_2)$$

$$\text{sen}(\theta_2) = \frac{1}{2}$$

$$\theta_2 = 30^\circ$$

No triângulo ΔCEP , temos:

$$\text{tg}(30^\circ) = \frac{CE}{PE}$$

$$\frac{\sqrt{3}}{3} = \frac{CE}{1} \Rightarrow CE = \frac{\sqrt{3}}{3} \text{ mm}$$

Portanto:

$$AB + BD = 1 \text{ mm}$$

$$AB + CE = 1 \text{ mm}$$

$$L + \frac{\sqrt{3}}{3} = 1$$

$$L = 1 - \frac{\sqrt{3}}{3} \text{ mm}$$

Gabarito: E

15. (ITA – 2020)

Considere um sistema de três máquinas térmicas M_1, M_2 e M_3 acopladas, tal que o rejeito energético de uma é aproveitado pela seguinte. Sabe-se que a cada ciclo, M_1 recebe 800kJ de calor de uma fonte quente a 300K e rejeita 600kJ, dos quais 150kJ são aproveitados por M_2 para realização de trabalho. Por fim, M_3 aproveita o rejeito de M_2 e descarta 360kJ em uma fonte fria a 6K. São feitas as seguintes afirmações:

I. É inferior a 225K a temperatura da fonte fria de M_1 .

II. O rendimento do sistema é de 55%.

III. O rendimento do sistema corresponde a 80% do rendimento de uma máquina de Carnot operando entre as mesmas temperaturas.

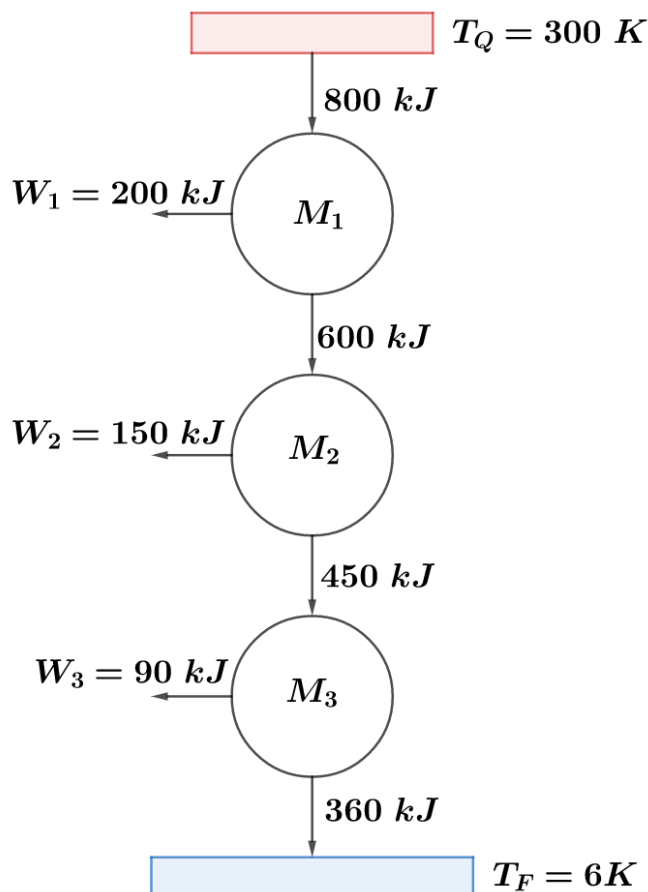
Conclui-se então que

- a) somente a afirmação I está incorreta.
- b) somente a afirmação II está incorreta.
- c) somente a afirmação III está incorreta.

- d) todas as afirmações estão corretas.
e) as afirmações I e III estão incorretas.

Comentários:

De acordo com as informações do enunciado, temos:



O calor transmitido entre a fonte quente que está a 300 K e a máquina térmica M_1 se transforma em trabalho e em calor que é rejeitado para a máquina térmica M_2 . A máquina térmica 2 aproveita o calor rejeitado por M_1 e o converte em trabalho e calor rejeitado para M_3 . Por fim, M_3 utiliza este calor rejeitado por M_2 e o converte em trabalho e calor rejeitado para a fonte fria que está a 6 K .

Assim, pelas equações de conservação de energia, temos:

$$Q_Q = W_1 + Q_{M2}$$

$$Q_{M2} = W_2 + Q_{M3}$$

$$Q_{M3} = W_3 + Q_f$$

Como Sabemos que $Q_Q = 800\text{ kJ}$, $Q_{M2} = 600\text{ kJ}$, $W_2 = 150\text{ kJ}$ e $Q_F = 360\text{ kJ}$, chegamos que $W_1 = 200\text{ kJ}$, $Q_{M3} = 450\text{ kJ}$ e $W_3 = 90\text{ kJ}$.

Dessa forma, podemos analisar as afirmativas:

I: **Verdadeira**. O rendimento de M_1 é:



$$\eta_1 = \frac{W_1}{Q_q} = \frac{200}{800} = \frac{1}{4}$$

Agora, para analisarmos a maior temperatura que a fonte fria poderia ter, devemos ter na máquina M_1 um ciclo de Carnot:

$$\eta = 1 - \frac{T_F}{T_Q} = 1 - \frac{T_F}{300} \geq \frac{1}{4}$$

Portanto $T_f \leq 225K$. Como Carnot é uma máquina teórica, na prática, a temperatura da fonte fria de 1 deve ser inferior a 225 K.

II: **Verdadeira**. Para o sistema, temos:

$$\eta = \frac{\sum W_i}{Q_Q} = \frac{440}{800} = 0,55 = 55 \%$$

III: **Falsa**. Considerando o rendimento de Carnot para as mesmas temperaturas, temos:

$$\eta = 1 - \frac{T_f}{T_q} = 1 - \frac{6}{300} = \frac{49}{50}$$

Agora, fazendo $0,8 \cdot \eta = 0,784 > 0,55$.

Gabarito: C
