

ITA – 2005

1º DIA

# FÍSICA

## Física – Questão 01

Quando camadas adjacentes de um fluido viscoso deslizam regularmente umas sobre as outras, o escoamento resultante é dito laminar. Sob certas condições, o aumento da velocidade provoca o regime de escoamento turbulento, que é caracterizado pelos movimentos irregulares (aleatórios) das partículas do fluido. Observa-se, experimentalmente, que o regime de um escoamento (laminar ou turbulento) depende de um parâmetro adimensional (Número de Reynolds) dado por  $R = \rho^{\alpha} v^{\beta} d^{\gamma} \eta^{\tau}$ , em que  $\rho$  é a densidade do fluido,  $v$ , sua velocidade,  $\eta$ , seu coeficiente de viscosidade, e  $d$ , uma distância característica associada à geometria do meio que circunda o fluido. Por outro lado, num outro tipo de experimento, sabe-se que uma esfera, de diâmetro  $D$ , que se movimenta num meio fluido, sofre a ação de uma força de arrasto viscoso dada por  $F = 3\pi D \eta v$ .

Assim sendo, com relação aos respectivos valores de  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  e  $\tau$ , uma das soluções é:

- A)  $\alpha=1, \beta=1, \gamma=1, \tau=-1$
- B)  $\alpha=1, \beta=-1, \gamma=1, \tau=1$
- C)  $\alpha=1, \beta=1, \gamma=-1, \tau=1$
- D)  $\alpha=-1, \beta=1, \gamma=1, \tau=1$
- E)  $\alpha=1, \beta=1, \gamma=0, \tau=1$

Resolução:

O número de Reynolds é dimensionalmente dado por:

$$1. R = \left(\frac{M}{L^3}\right)^{\alpha} \left(\frac{L}{T}\right)^{\beta} (x)^{\tau} (L)^{\gamma}$$

em que  $x$  representa a dimensão de  $\eta$ . Da expressão da força dada no enunciado ( $F = 3\pi D \eta v$ ), podemos achar a dimensão de  $\eta$ :

$$2. \frac{ML}{T^2} = (L)(x)\left(\frac{L}{T}\right) \Rightarrow x = \frac{M}{LT}$$

levando a equação 2 na 1, obtemos:

$$\left(\frac{M}{L^3}\right)^{\alpha} \left(\frac{L}{T}\right)^{\beta} \left(\frac{M}{LT}\right)^{\tau} (L)^{\gamma}$$

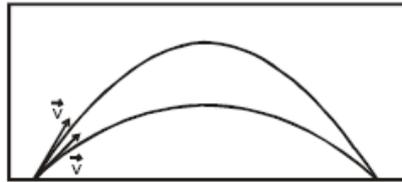
Para que  $R$  seja adimensional devemos ter:

$$\begin{cases} \alpha = 1 \\ \beta = 1 \\ \tau = -1 \\ \gamma = 1 \end{cases}$$

**GABARITO:** Letra **A**

## Física – Questão 02

Um projétil de densidade  $\rho_p$  é lançado com um ângulo  $\alpha$  em relação à horizontal no interior de um recipiente vazio. A seguir, o recipiente é preenchido com um superfluido de densidade  $\rho_s$ , e o mesmo projétil é novamente lançado dentro dele, só que sob um ângulo  $\beta$  em relação à horizontal. Observa-se, então, que para uma velocidade inicial  $\vec{v}$  do projétil, de mesmo módulo que a do experimento anterior, não se altera a distância alcançada pelo projétil (veja a figura). Sabendo que são nulas as forças de atrito num superfluido, podemos então afirmar, com relação ao ângulo  $\beta$  de lançamento do projétil que:



- A)  $\cos \beta = (1 - \rho_s / \rho_p) \cos \alpha$
- B)  $\sin 2\beta = (1 - \rho_s / \rho_p) \sin 2\alpha$
- C)  $\sin 2\beta = (1 + \rho_s / \rho_p) \sin 2\alpha$
- D)  $\sin 2\beta = \sin 2\alpha (1 + \rho_s / \rho_p)$
- E)  $\cos 2\beta = \cos \alpha / (1 + \rho_s / \rho_p)$

Resolução:

Alcance do projétil

no ar



$$\text{alcance} = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$$

no superfluido



$$\text{alcance} = \frac{v_0^2 \sin 2\beta}{\left(\frac{P - E}{m}\right)}$$

$$\begin{aligned} P - E &= m \cdot g - \rho_s V g \\ &= \rho_p V g - \rho_s V g \\ &= (\rho_p - \rho_s) V g \\ &= (\rho_p - \rho_s) \frac{m}{\rho_p} g \end{aligned}$$

$$\frac{P - E}{m} = \frac{\rho_p - \rho_s}{\rho_p} g$$

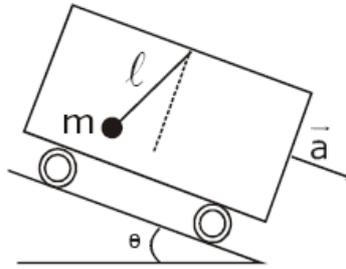
$$\text{alcance} = \frac{v_0^2 \sin 2\beta}{\left(\frac{\rho_p - \rho_s}{\rho_p}\right) g}$$

$$\frac{v_0^2 \sin 2\beta}{g} = \frac{v_0^2 \sin 2\beta}{\left(1 - \frac{\rho_s}{\rho_p}\right) g} \Rightarrow \sin 2\beta = \left(1 - \frac{\rho_s}{\rho_p}\right) \sin 2\alpha$$

**GABARITO:** Letra B

## Física – Questão 03

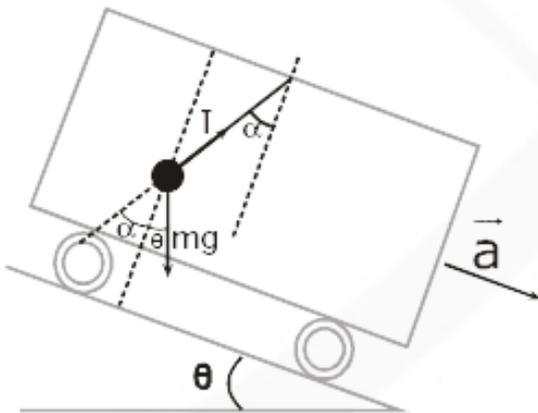
Considere uma rampa de ângulo  $\theta$  com a horizontal sobre a qual desce um vagão, com aceleração  $\vec{a}$ , em cujo teto está dependurada uma mola de comprimento  $\ell$ , de massa desprezível e constante de mola  $k$ , tendo uma massa  $m$  fixada na sua extremidade.



Considerando que  $\ell_0$  é o comprimento natural da mola e que o sistema está em repouso com relação ao vagão, pode-se dizer que a mola sofreu uma variação de comprimento  $\Delta\ell = \ell - \ell_0$  dado por:

- A)  $\Delta\ell = mg \operatorname{sen}\theta / k$
- B)  $\Delta\ell = mg \cos\theta / k$
- C)  $\Delta\ell = mg / k$
- D)  $\Delta\ell = \sqrt{a^2 - 2ag \cos\theta + g^2} / k$
- E)  $\Delta\ell = \sqrt{a^2 - 2ag \operatorname{sen}\theta + g^2} / k$

### RESOLUÇÃO:



$$T = K\Delta\ell$$

$$\textcircled{1} K\Delta\ell \cos\alpha = m \cdot g \cdot \cos\theta$$

$$\textcircled{2} K\Delta\ell \operatorname{sen}\alpha + m \cdot g \cdot \operatorname{sen}\theta = ma$$

Da equação 2 obtemos:  $\Delta\ell = \frac{m(a - g \operatorname{sen}\theta)}{K \operatorname{sen}\alpha}$

Como o ângulo  $\alpha$  não foi dado devemos obter  $\operatorname{sen}\alpha$  da equação 1:

$$\operatorname{sen}\alpha = \sqrt{1 - \left(\frac{mg \cos\theta}{K\Delta\ell}\right)^2}$$

Assim:

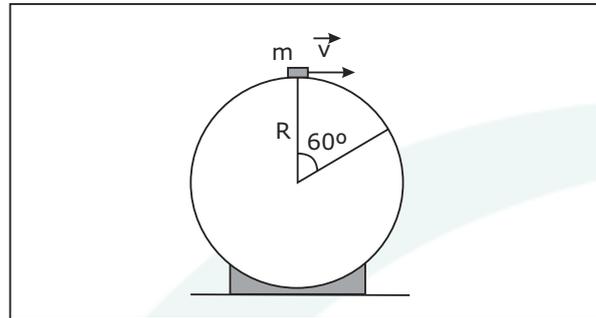
$$\Delta\ell = \frac{m(a - g \operatorname{sen}\theta)}{K \sqrt{1 - \left(\frac{mg \cos\theta}{K\Delta\ell}\right)^2}} \Rightarrow \Delta\ell^2 = \frac{m^2 (a - g \operatorname{sen}\theta)^2}{K^2 - \left(\frac{mg \cos\theta}{\Delta\ell}\right)^2} \Rightarrow \frac{m^2 (a - g \operatorname{sen}\theta)^2}{K^2 \Delta\ell^2 - (mg \cos\theta)^2}$$

$$\Rightarrow \Delta\ell^2 = \frac{m^2 (a - g \operatorname{sen}\theta)^2 + (mg \cos\theta)^2}{K^2} \Rightarrow \Delta\ell^2 = \frac{m^2 (a^2 - 2ag \operatorname{sen}\theta + g^2)}{K^2}$$

$$\Delta\ell = \frac{m (a^2 - 2ag \operatorname{sen}\theta + g^2)^{\frac{1}{2}}}{K}$$

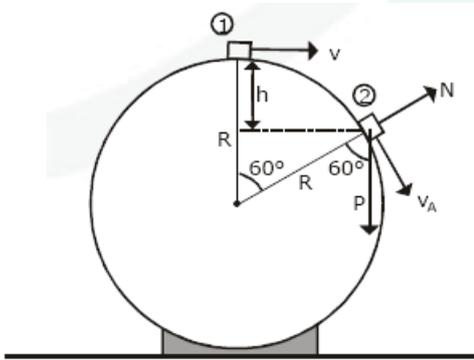
## Física – Questão 04

Um objeto pontual de massa  $m$  desliza com velocidade inicial  $\vec{v}$  horizontal, do topo de uma esfera em repouso, de raio  $R$ . Ao escorregar pela superfície, o objeto sofre uma força de atrito de módulo constante dado por  $f = 7mg/4\pi$ . Para que o objeto se desprenda da superfície esférica após percorrer um arco de  $60^\circ$  (veja a figura), sua velocidade inicial deve ter o módulo de:



- A)  $\sqrt{2gR/3}$
- B)  $\sqrt{3gR/2}$
- C)  $\sqrt{6gR/2}$
- D)  $3\sqrt{gR/2}$
- E)  $3\sqrt{gR}$

### RESOLUÇÃO:



Como o bloco se desprende da esfera no ponto 2, a normal deve ser nula neste ponto. Assim, temos:

$$P \cos 60^\circ = F_{cp}$$

$$\frac{mg}{2} = \frac{mv_A^2}{R} \Rightarrow v_A^2 = \frac{Rg}{2}$$

Pela conservação de energia, teremos:

$$\frac{mv^2}{2} + mgh = W_{\text{atrito}} + \frac{mv_A^2}{2}$$

$$\text{onde: } W_{\text{atrito}} = f_{\text{at}} \cdot d = \frac{7}{4\pi} mg \cdot \frac{\pi}{3} R$$

$$\frac{mv^2}{2} + \frac{mg}{2} = \frac{7}{12} mgR + \frac{mRg}{2}$$

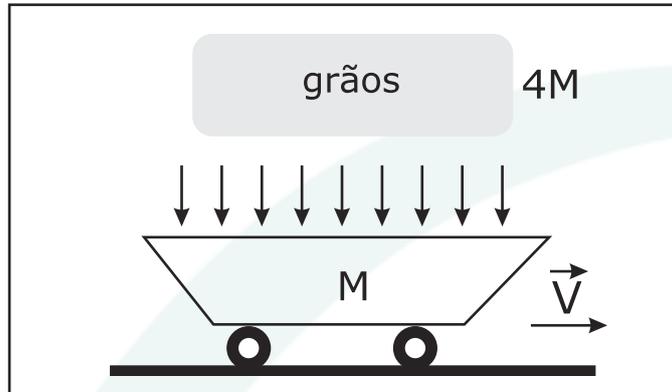
$$h = R(1 - \cos 60^\circ) = \frac{R}{2}$$

$$v = \sqrt{\frac{2gR}{3}}$$

**GABARITO:** Letra **A**

## Física – Questão 05

Um vagão-caçamba de massa  $M$  se desprende da locomotiva e corre sobre os trilhos horizontais com velocidade constante  $v = 72,0 \text{ km/h}$  (portanto, sem resistência de qualquer espécie ao movimento). Em dado instante, a caçamba é preenchida com uma carga de grãos de massa igual a  $4M$ , despejada verticalmente a partir do repouso de uma altura de  $6,00 \text{ m}$  (veja figura). Supondo que toda a energia liberada no processo seja integralmente convertida em calor para o aquecimento exclusivo dos grãos, então, a quantidade de calor por unidade de massa recebido pelos grãos é



- A) 15 J/kg
- B) 80 J/kg
- C) 100 J/kg
- D) 463 J/kg
- E) 587 J/kg

### RESOLUÇÃO:

Velocidade do vagão após a queda dos grãos:

$$M \times 20 = (M + 4M) \times V$$

$$20M = 5MV \Rightarrow V = 4\text{m/s}$$

Energia cinética do conjunto após a queda dos grãos:

$$\frac{1}{2} \times 5M \times 4^2 = 40M \text{ Joules}$$

Energia potencial dos grãos antes da queda:

$$4M \times g \times H = 4M \times 10 \times 6 = 240M \text{ Joules}$$

Energia cinética do vagão antes da queda dos grãos:

$$\frac{1}{2} \cdot M \cdot 20^2 = 200M \text{ Joules}$$

Energia total do conjunto ANTES da queda dos grãos:

$$240M + 200M = 440M$$

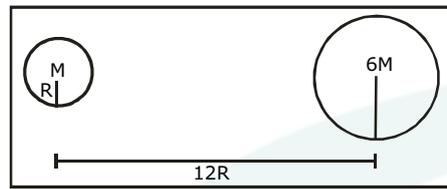
Energia dissipada no processo  $440M - 40M = 400M$

Por unidade de massa  $\frac{400M}{4M\text{kg}} = \mathbf{100 \text{ Joules/kg}}$

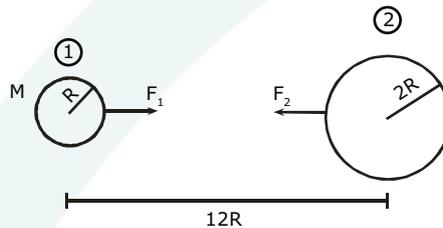
**GABARITO:** Letra **C**

## Física – Questão 06

Dois corpos esféricos de massa  $M$  e  $5M$  e raios  $R$  e  $2R$ , respectivamente, são liberados no espaço livre. Considerando que a única força interveniente seja a da atração gravitacional mútua, e que seja de  $12R$  a distância de separação inicial entre os centros dos corpos, então, o espaço percorrido pelo corpo menor até a colisão será de:



### RESOLUÇÃO:



As forças  $F_1$  e  $F_2$ , apesar de variáveis, terão sempre módulos iguais. Assim a aceleração do corpo 1 será sempre 5 vezes maior que a aceleração de 2. Assim, como partem do repouso, teremos:

$$\Delta S_1 = 5\Delta S_2$$

$$\text{Como: } \Delta S_1 + \Delta S_2 = 9R$$

$$\Delta S_1 + \frac{\Delta S_1}{5} = 9R$$

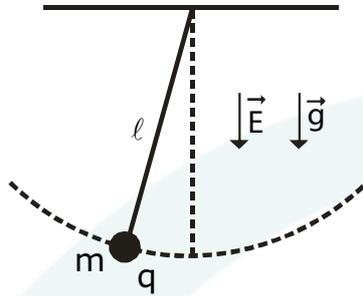
$$\Delta S_1 = 7,5R$$

**GABARITO:** Letra **D**

## Física – Questão 07

Considere um pêndulo de comprimento  $\ell$ , tendo na sua extremidade uma esfera de massa  $m$  com uma carga elétrica  $q$ . A seguir, esse pêndulo é colocado num campo elétrico uniforme  $\vec{E}$  que atua na mesma direção e sentido da aceleração da gravidade  $\vec{g}$ . Deslocando-se essa carga ligeiramente de sua posição de equilíbrio e soltando-a, ela executa um movimento harmônico simples, cujo período é:

- A)  $T = 2\pi\sqrt{\ell/g}$
- B)  $T = 2\pi\sqrt{\ell/(g+q)}$
- C)  $T = 2\pi\sqrt{m\ell/(qE)}$
- D)  $T = 2\pi\sqrt{m\ell/(mg - qE)}$
- E)  $T = 2\pi\sqrt{m\ell/(mg + qE)}$



### RESOLUÇÃO:

Nesta situação, o pêndulo estará sujeito a uma gravidade aparente  $g'$  e seu período será dado por:

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

O peso aparente será dado por:

$$mg' = qE + mg$$

$$g' = \frac{qE}{m} + g$$

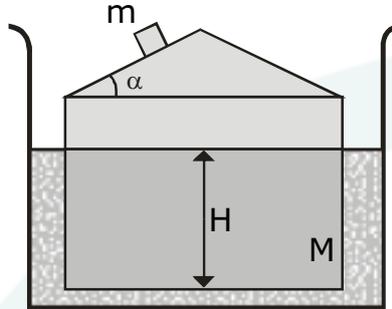
Assim:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{\frac{qE}{m} + g}} = 2\pi\sqrt{\frac{m\ell}{qE + mg}}$$

**GABARITO:** Letra **E**

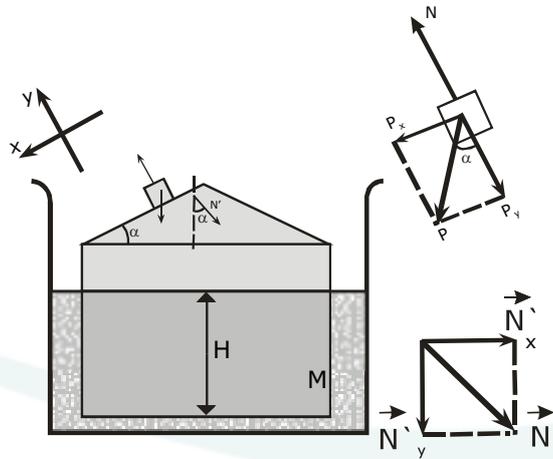
## Física – Questão 08

Um pequeno objeto de massa  $m$  desliza sem atrito sobre um bloco de massa  $M$  com o formato de uma casa (veja figura). A área da base do bloco é  $S$  e o ângulo que o plano superior do bloco forma com a horizontal é  $\alpha$ . O bloco flutua em um líquido de densidade  $\rho$ , permanecendo, por hipótese, na vertical durante todo o experimento. Após o objeto deixar o plano e o bloco voltar à posição de equilíbrio, o decréscimo da altura submersa do bloco é igual a



- A)  $m \sin \alpha / \rho S$
- B)  $m \cos^2 \alpha / \rho S$
- C)  $m \cos \alpha / \rho S$
- D)  $m / \rho S$
- E)  $(m + M) / \rho S$

### RESOLUÇÃO:



$$\sum \vec{F}_y = \vec{0} \text{ (Repouso)}$$

$$N = P_y = P \cos \alpha$$

$$N' = N \text{ (Ação e Reação)}$$

$$N'_y = N' \cos \alpha$$

$$N'_y = mg \cos^2 \alpha$$

Analisando as situações de equilíbrio de casa antes e depois do objeto deixá-la, teremos:

$$P_{\text{casa}} + N'_y = E_0 = \rho S H g \text{ (Antes)}$$

$$P_{\text{casa}} = E = \rho S H' g \text{ (Depois)}$$

$$N'_y = E_0 - E = \rho S g \underbrace{(H - H')}_{\Delta H}$$

$$\Delta H = \frac{m \cos^2 \alpha}{\rho S}$$

**GABARITO:** Letra **B**

## Física – Questão 09

Situa-se um objeto a uma distância  $p$  diante de uma lente convergente de distância focal  $f$ , de modo a obter uma imagem real a uma distância  $p'$  da lente.

Considerando a condição de mínima distância entre imagem e objeto, então é **CORRETO** afirmar que

- A)  $p^3 + fpp' + p'^3 = 5f^3$ .
- B)  $p^3 + fpp' + p'^3 = 10f^3$ .
- C)  $p^3 + fpp' + p'^3 = 20f^3$ .
- D)  $p^3 + fpp' + p'^3 = 25f^3$ .
- E)  $p^3 + fpp' + p'^3 = 30f^3$ .

### RESOLUÇÃO:

A menor distância entre o objeto e a imagem ocorre quando o objeto situa-se no dobro da distância focal ( $p = p' = 2f$ ). Assim, temos:

$$\begin{cases} \frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'} \rightarrow \frac{1}{f} = \frac{p+p'}{pp'} \rightarrow pp' = 4f^2 \\ p+p' = 4f \end{cases}$$

$$(p+p')^3 = (4f)^3$$

$$p^3 + 3p^2(p') + 3p(p')^2 + (p')^3 = 64f^3$$

$$p^3 + (p')^3 + 3pp'(p+p') = 64f^3$$

Como  $pp' = 4f^2$  e  $p+p' = 4f$ , temos:

$$p^3 + (p')^3 = 16f^3$$

ou

$$p^3 + fpp' + (p')^3 = 20f^3$$

**GABARITO:** Letra **C**

## Física – Questão 10

Uma banda de rock irradia uma certa potência em um nível de intensidade sonora igual a 70 decibéis. Para elevar esse nível a 120 decibéis, a potência irradiada deverá ser elevada de

- A) 71%.
- B) 171%.
- C) 7100%.
- D) 9999900%.
- E) 10000000%.

### RESOLUÇÃO:

$$n^{\circ} \text{ de dB} = 10 \log \frac{P_2}{P_1}$$

$$120 - 70 = 10 \log \frac{P_2}{P_1}$$

$$50 = 10 \log \frac{P_2}{P_1}$$

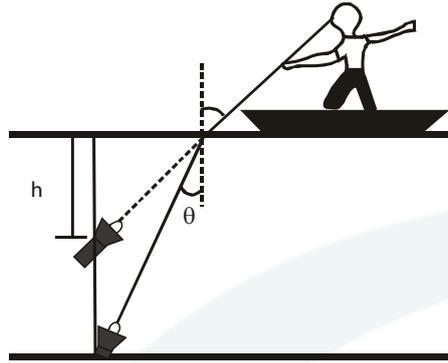
$$\frac{P_2}{P_1} = 10^5$$

$$\begin{aligned} \text{aumento percentual} &= \frac{P_2 - P_1}{P_1} \cdot 100 = \left( \frac{P_2}{P_1} - 1 \right) \cdot 100 = \left( \frac{10^5 P_1}{P_1} - 1 \right) \cdot 100 \\ &= (10^5 - 1) \cdot 100 = 99999 \times 100 = 9999900\% \end{aligned}$$

**GABARITO:** Letra **D**

## Física – Questão 11

Um pescador deixa cair uma lanterna acesa em um lago a 10,0 m de profundidade. No fundo do lago, a lanterna emite um feixe luminoso, formando um pequeno ângulo  $\theta$  com a vertical (veja figura).



Considere:  $\text{tg } \theta \cong \text{sen } \theta \cong \theta$  e o índice de refração de água  $n = 1,33$ . Então, a profundidade aparente  $h$  vista pelo pescador é igual a

- A) 2,5
- B) 5,0
- C) 7,5
- D) 8,0
- E) 9,0

### RESOLUÇÃO:

$$h = 10,0 \text{ m}$$

para ângulo de incidências pequenos:

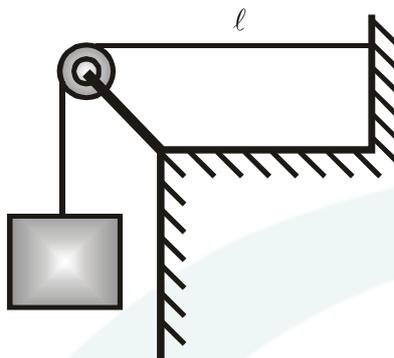
$$\frac{n}{n'} = \frac{x}{x'} \rightarrow \frac{1,0}{1,33} = \frac{h}{10,0}$$

$$h = \frac{10}{1,33} = 7,5 \text{ m}$$

**GABARITO:** Letra **C**

## Física – Questão 12

São de 100 Hz e 125 Hz, respectivamente, as frequências de duas harmônicas adjacentes de uma onda estacionária no trecho horizontal de um cabo esticado, de comprimento  $\ell = 2$  m e densidade linear de massa igual a 10 g/m (veja figura).



Considerando a aceleração da gravidade  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , a massa do bloco suspenso deve ser de

- A) 10 kg
- B) 16 kg
- C) 60 kg
- D) 102 kg
- E) 104 kg

### RESOLUÇÃO:

$$\begin{aligned} F_n &= 100 \text{ Hz} & \ell &= 2 \text{ m} \\ F_{n+1} &= 125 \text{ Hz} & \mu &= 10 \text{ g/m} = 10^{-2} \text{ Kg/m} \\ & & g &= 10 \text{ m/s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1^\circ \text{ hamônico: } \ell &= \frac{\lambda_1}{2} \rightarrow \lambda_1 = 2\ell \\ v &= \lambda_1 f_1 \rightarrow f_1 = \frac{v}{2\ell} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2^\circ \text{ hamônico: } \ell &= \lambda_2 \\ v &= \lambda_2 \cdot f_2 \rightarrow f_2 = \frac{v}{\ell} \end{aligned}$$

$$f_n = \frac{nv}{2\ell}$$

$$f_{n+1} = \frac{(n+1)v}{2\ell}$$

$$\Delta f = f_{n+1} - f_n = \frac{(n+1)v}{2\ell} - \frac{nv}{2\ell}$$

$$\Delta f = \frac{v}{2\ell}$$

$$v = \sqrt{\frac{P}{\mu}}$$

$$\Delta f = \frac{\sqrt{\frac{P}{\mu}}}{2\ell} \rightarrow \Delta f \cdot 2\ell = \sqrt{\frac{P}{\mu}}$$

$$P = \mu \cdot (\Delta f \cdot 2\ell)^2$$

$$m = \frac{\mu (\Delta f 2\ell)^2}{g}$$

$$m = \frac{10^{-2} \cdot (10^2)^2}{10} = 10 \text{ Kg}$$

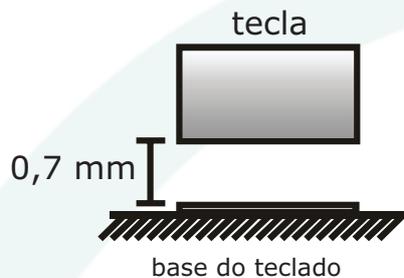
**GABARITO:** Letra **A**

## Física – Questão 13

Considere o vão existente entre cada tecla de um computador e a base do seu teclado. Em cada vão existem duas placas metálicas, uma delas presa na base do teclado e outra, na tecla. Em conjunto, elas funcionam como um capacitor de placas planas paralelas imersas no ar. Quando se aciona a tecla, diminui a distância entre as placas e a capacitância aumenta. Um circuito elétrico detecta a variação da capacitância, indicativa do movimento da tecla.

Considere então um dado teclado, cujas placas metálicas têm  $40 \text{ mm}^2$  de área e  $0,7 \text{ mm}$  de distância inicial entre si.

Considere ainda que a permissividade do ar seja  $\epsilon_0 = 9 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$ . Se o circuito eletrônico é capaz de detectar uma variação da capacitância a partir de  $0,2 \text{ pF}$ , então, qualquer tecla deve ser deslocada de pelo menos



- A)  $0,1 \text{ mm}$ .
- B)  $0,2 \text{ mm}$ .
- C)  $0,3 \text{ mm}$ .
- D)  $0,4 \text{ mm}$ .
- E)  $0,5 \text{ mm}$ .

### RESOLUÇÃO:

$$A = 40 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$d_0 = 0,7 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$\Delta C = 0,2 \text{ pF} = 0,2 \cdot 10^{-12} \text{ F}$$

$$\Delta C = C - C_0 = \frac{\epsilon_0 A}{d} - \frac{\epsilon_0 A}{d_0} = \epsilon_0 A \left( \frac{d_0 - d}{dd_0} \right)$$

$$\Delta C = \epsilon_0 A \frac{(d_0 - d)}{dd_0} \Rightarrow \frac{d_0 - d}{dd_0} = \frac{\Delta C}{\epsilon_0 A}$$

$$d_0 - d = \frac{\Delta C dd_0}{\epsilon_0 A} \Rightarrow d_0 = \frac{\Delta C dd_0}{\epsilon_0 A} + d$$

$$d_0 = \left( \frac{\Delta C d_0}{\epsilon_0 A} + 1 \right) d \Rightarrow d = \frac{d_0}{\left( \frac{\Delta C d_0}{\epsilon_0 A} + 1 \right)} = \frac{d_0 \epsilon_0 A}{\Delta C d_0 + \epsilon_0 A}$$

$$d = 0,7 \text{ mm} \cdot 0,72$$

$$d = 0,504 \text{ mm}$$

$$\text{deslocamento} = d_0 - d$$

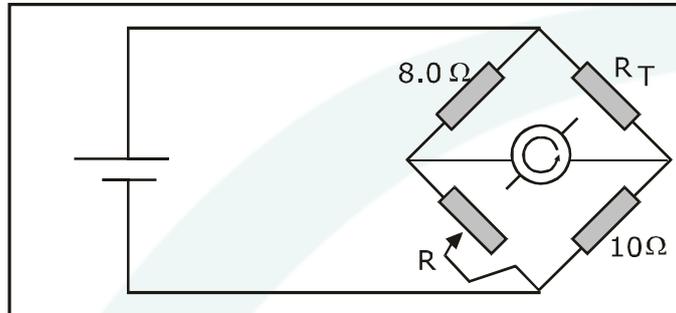
$$\text{deslocamento} = 0,7 - 0,5 = 0,2 \text{ mm}$$

**GABARITO:** Letra **B**

## Física – Questão 14

O circuito da figura a seguir, conhecido como ponte de Wheatstone, está sendo utilizado para determinar a temperatura de óleo em um reservatório, no qual está inserido um resistor de fio de tungstênio  $R_T$ . O resistor variável  $R$  é ajustável automaticamente de modo a manter a ponte sempre em equilíbrio passando de  $4,00 \Omega$  para  $2,00 \Omega$ .

Sabendo que a resistência varia de temperatura com a temperatura que o coeficiente linear de temperatura para o tungstênio vale  $\alpha = 4,00 \times 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ , a variação de temperatura do óleo de ser:



- A)  $-125 \text{ } ^\circ\text{C}$
- B)  $-35,7 \text{ } ^\circ\text{C}$
- C)  $25,0 \text{ } ^\circ\text{C}$
- D)  $41,7 \text{ } ^\circ\text{C}$
- E)  $250 \text{ } ^\circ\text{C}$

### RESOLUÇÃO:

Para de Wheatstone em equilíbrio:

$$R_T \cdot R = 8,0 \times 10$$

$$R_T = 80/R, \text{ onde } R_{\text{MAX}} = 4,00 \Omega$$

e

$$R_{\text{MIN}} = 2,00 \Omega$$

Portanto:

$$R_{\text{MAX}} \rightarrow R_{0T} = 20 \Omega \text{ (inicial)}$$

$$R_{\text{MIN}} \rightarrow R_T = 40 \Omega \text{ (final)}$$

e  $R_T$  varia com a temperatura segundo a relação:

$$R_T = R_{0T} (1 + \alpha \Delta T)$$

$$40 = 20 (1 + 4,00 \times 10^{-3} \Delta T)$$

$$2 = 1 + 4,00 \times 10^{-3} \Delta T$$

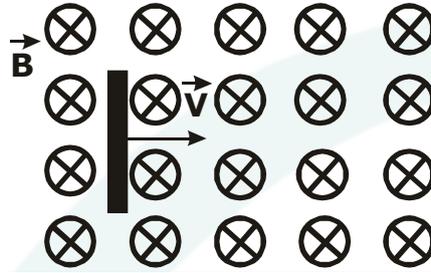
$$\Delta T = \frac{1}{4,00 \times 10^{-3}}$$

$$\Delta T = 250 \text{ } ^\circ\text{C}$$

**GABARITO:** Letra **E**

## Física – Questão 15

Quando uma barra metálica se desloca num campo magnético, sabe-se que seus elétrons se movem para uma das extremidades, provocando entre elas uma polarização elétrica. Desse modo, é criado um campo elétrico constante no interior do metal, gerando uma diferença de potencial entre as extremidades da barra. Considere uma barra metálica descarregada, de 2,0 m de comprimento, que se desloca com velocidade constante de módulo  $v = 216 \text{ km/h}$  num plano horizontal (veja figura), próximo à superfície da Terra. Sendo criada uma diferença de potencial (ddp) de  $3,0 \times 10^{-3} \text{ V}$  entre as extremidades da barra, o valor do componente vertical do campo de indução magnética terrestre nesse local é de



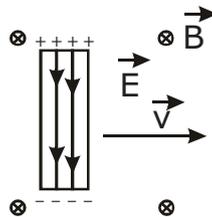
- A)  $6,9 \times 10^{-3} \text{ T}$
- B)  $1,4 \times 10^{-5} \text{ T}$
- C)  $2,5 \times 10^{-5} \text{ T}$
- D)  $4,2 \times 10^{-5} \text{ T}$
- E)  $5,0 \times 10^{-5} \text{ T}$

### Resolução:

$$L = 2,0 \text{ m}$$

$$v = 216 \text{ km/h} = 60 \text{ m/s}$$

$$\Delta v = 3,0 \cdot 10^{-3} \text{ V}$$



no equilíbrio, quando não há mais movimento de carga, temos:

$$F_e = F_m$$

$$q \cdot E = B q v \sin 90^\circ$$

$$q \cdot \frac{V}{\ell} = B \cdot q \cdot v \cdot \sin 90^\circ$$

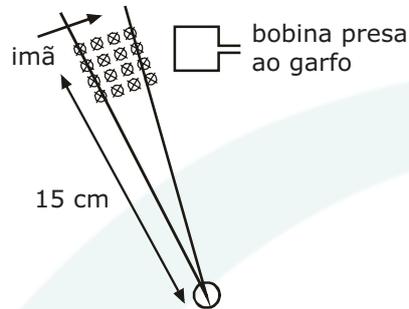
$$B = \frac{V}{\ell \cdot v} = \frac{3,0 \times 10^{-3}}{2,0 \cdot \frac{216}{3,6}}$$

$$B = 2,5 \times 10^{-5} \text{ T}$$

**GABARITO:** Letra C

## Física – Questão 16

Uma bicicleta, com rodas de 60 cm de diâmetro externo, tem seu velocímetro composto de um ímã preso em raios, a 15 cm do eixo da roda, e de uma bobina quadrada de 25 mm<sup>2</sup> de área, com 20 espiras de fio metálico, presa no garfo da bicicleta. O ímã é capaz de produzir um campo de indução magnética de 0,2 T em toda a área da bobina (veja a figura). Com a bicicleta a 36 km/h, a força eletromotriz máxima gerada pela bobina é de



- A)  $2 \times 10^{-5}$  V
- B)  $5 \times 10^{-3}$  V
- C)  $1 \times 10^{-2}$  V
- D)  $1 \times 10^{-1}$  V
- E)  $2 \times 10^{-1}$  V

### RESOLUÇÃO:

$$D_{\text{ext}} = 60 \text{ cm}$$

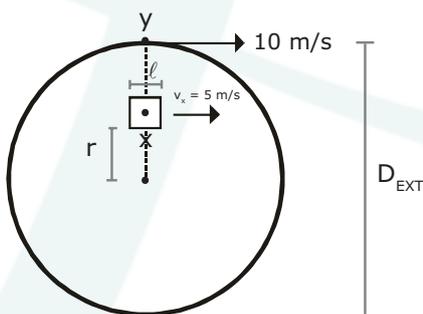
$$r = 15 \text{ cm}$$

$$A = 25 \text{ mm}^2 = 25 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2, \text{ logo } l = 5,0 \text{ mm} = 5,0 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$N = 20 \text{ espiras}$$

$$B = 0,2 \text{ T}$$

$$v_y = 36 \text{ K m/h} = 10 \text{ m/s}$$



$$w_x = w_y$$

$$\frac{v_x}{r} = \frac{v_y}{\frac{D_{\text{ext}}}{2}} \rightarrow \frac{v_x}{15} = \frac{10}{30}$$

$$v_x = 5,0 \text{ m/s}$$

$$\varepsilon = -N \frac{\Delta\phi}{\Delta t} = -N \frac{\Delta(B \cdot A)}{\Delta t}$$

$$\varepsilon = -NB \ell \frac{\Delta x}{\Delta t} = -N \cdot B \cdot \ell \cdot v_x$$

$$|\varepsilon| = 20 \cdot 0,2 \cdot 2,5 \cdot 0,1 \cdot 10^{-3} \cdot 5,0$$

$$|\varepsilon| = 1,0 \times 10^{-1} \text{ V}$$

**GABARITO:** Letra **B**

## Física – Questão 17

Um automóvel para quase que instantaneamente ao bater frontalmente numa árvore. A proteção oferecida pelo *air-bag*, comparativamente ao carro que dele não dispõe, advém do fato de que a transferência para o carro de parte do momentum do motorista se dá em condição de

- A) menor força, em maior período de tempo.
- B) menor velocidade, com mesma aceleração.
- C) menor energia, numa distância menor.
- D) menor velocidade e maior desaceleração.
- E) mesmo tempo, com força menor.

### RESOLUÇÃO:

Frenagem sem *air-bag*:

- Alta aceleração → maior força
- baixo tempo
- mesma velocidade

Frenagem com *air-bag*:

- Baixa aceleração → menor força
- alto tempo
- mesma velocidade

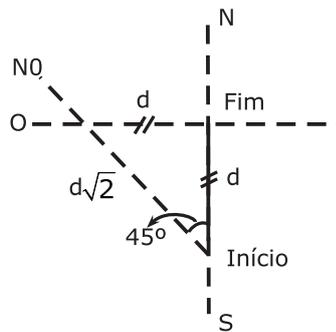
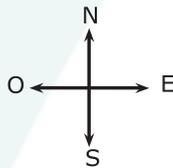
**GABARITO:** Letra **A**

## Física – Questão 18

Um avião de vigilância aérea está voando a uma altura de 5,0 km, com velocidade de  $50\sqrt{10}$  m/s no rumo norte, e capta no radiogoniômetro um sinal de socorro vindo da direção noroeste, de um ponto fixo no solo. O piloto então liga o sistema de pós-combustão da turbina, imprimindo uma aceleração constante de  $6,0$  m/s<sup>2</sup>. Após  $40\frac{\sqrt{10}}{3}$  s, mantendo a mesma direção, ele agora constata que o sinal está chegando da direção oeste. Neste instante, em relação ao avião, o transmissor do sinal se encontra a uma distância de

- A) 5,2 km.
- B) 6,7 km.
- C) 12 km.
- D) 13 km.
- E) 28 km.

### RESOLUÇÃO:



$$h = 5,0 \text{ Km}$$
$$v_0 = 50\sqrt{10} \text{ m/s}$$
$$a = 6,0 \text{ m/s}^2 \text{ (const.)}$$

$$\Delta t = 40\frac{\sqrt{10}}{3} \text{ s.}$$

$$d = v_0 \cdot t + \frac{1}{2}at^2$$

$$d = 50\sqrt{10} \cdot \frac{40\sqrt{10}}{3} + \frac{1}{2}6 \cdot \frac{40\sqrt{10}}{3} \cdot \frac{40\sqrt{10}}{3}$$

$$d = \frac{20000}{3} + \frac{16000}{3} = 12000 \text{ m} = 12 \text{ km (de leste para oeste)}$$

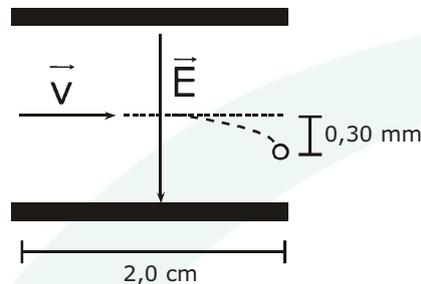
$$h = 5,0 \text{ km}$$

$$D^2 = d^2 + h^2 \Rightarrow D = \sqrt{d^2 + h^2} = 13 \text{ km}$$

**GABARITO:** Letra D

## Física – Questão 19

Em uma impressora a jato de tinta, gotas de certo tamanho são ejetadas de um pulverizador em movimento, passam por uma unidade eletrostática onde perdem alguns elétrons, adquirindo uma carga  $q$ , e, a seguir, se deslocam no espaço entre placas paralelas eletricamente carregadas, pouco antes da impressão. Considere gotas de raio igual a  $10 \mu\text{m}$  lançadas com velocidade de módulo  $v = 20 \text{ m/s}$  entre placas de comprimento igual a  $2,0 \text{ cm}$ , no interior das quais existe um campo elétrico vertical uniforme, cujo módulo é  $E = 8,0 \times 10^4 \text{ N/C}$  (veja figura).



Considerando que a densidade da gota seja de  $1\,000 \text{ kg/m}^3$  e sabendo-se que a mesma sofre um desvio de  $0,30 \text{ mm}$  ao atingir o final do percurso, o módulo da sua carga elétrica é de

- A)  $2,0 \times 10^{-14} \text{ C}$
- B)  $3,1 \times 10^{-14} \text{ C}$
- C)  $6,3 \times 10^{-14} \text{ C}$
- D)  $3,1 \times 10^{-14} \text{ C}$
- E)  $1,1 \times 10^{-10} \text{ C}$

### RESOLUÇÃO:

$$\begin{aligned}r &= 10 \mu\text{m} \\v &= 20 \text{ m/s} \\l &= 2 \text{ cm} \\E &= 8,0 \cdot 10^4 \text{ N/C} \\\mu &= 1000 \text{ Kg/m}^3 \\\Delta y &= 0,3 \text{ mm}\end{aligned}$$

pelo princípio da independência dos movimentos de Galileu, temos:

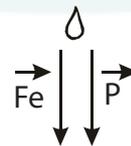
Movimento horizontal:

$$\begin{aligned}x &= v_x t \\ \frac{x}{v_x} &= \frac{l}{v} \\ t &= \frac{2,0 \cdot 10^{-2}}{20} \\ \boxed{t = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ s}}\end{aligned}$$

Movimento vertical:

$$\begin{aligned}y &= y_0 + v_{oy} + \frac{1}{2} a_y t^2 \\ \Delta y &= \frac{1}{2} a_y t^2 \\ a_y &= \frac{2\Delta y}{t^2} = \frac{2 \cdot 0,30 \cdot 10^{-3}}{1,0 \cdot 10^{-6}} \\ \boxed{a_y = 0,6 \times 10^3 = 600 \text{ m/s}^2}\end{aligned}$$

As forças atuantes na gota são:



$$\begin{aligned}F_R &= F_e + P \\ m \cdot a &= Eq + mg \\ q &= \frac{m(a-g)}{E} = \frac{\mu \cdot \frac{4}{3} \pi r^3 (a-g)}{E} \\ q &= \frac{10^3 \cdot \frac{4}{3} \pi (10 \cdot 10^{-6})^3 \cdot 590}{8 \cdot 10^4} \\ q &= 3,09 \cdot 10^{-14} \text{ C} \\ q &= 3,1 \times 10^{-14} \text{ C}\end{aligned}$$

**GABARITO:** Letra **D**

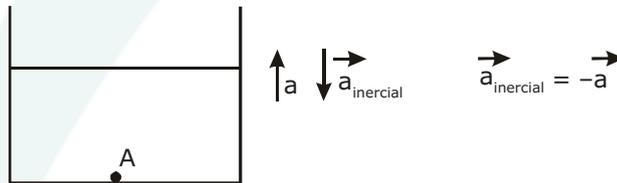
## Física – Questão 20

A pressão exercida pela água no fundo de um recipiente aberto que a contém é igual a  $P_{\text{atm}} + 10 \times 10^3 \text{ Pa}$ . Colocado o recipiente num elevador hipotético em movimento, verifica-se que a pressão no seu fundo passa a ser de  $P_{\text{atm}} + 4,0 \times 10^3 \text{ Pa}$ . Considerando que  $P_{\text{atm}}$  é a pressão atmosférica, que a massa específica da água é de  $1,0 \text{ g/cm}^3$  e que o sistema de referência tem seu eixo vertical apontado para cima, conclui-se que a aceleração do elevador é de:

- A)  $-14 \text{ m/s}^2$
- B)  $-10 \text{ m/s}^2$
- C)  $-6 \text{ m/s}^2$
- D)  $6 \text{ m/s}^2$
- E)  $14 \text{ m/s}^2$

### RESOLUÇÃO:

$$\rho = 1,0 \text{ g/cm}^3 = 10^3 \text{ Kg/m}^3$$



$$g_{\text{ap}} = g + a$$

Elevador em repouso:

$$P_A + P_{\text{atm}} + \rho gh = P_{\text{atm}} + 10 \cdot 10^3$$

$$\rho gh = 10 \cdot 10^3$$

$$h = \frac{10 \cdot 10^3}{10^3 \cdot 10}$$

$$h = 1,0 \text{ m}$$

Elevador acelerado:

$$P'_a = P_{\text{atm}} + \rho g_{\text{ap}} h = P_{\text{atm}} + 10 \cdot 10^3$$

$$P'_a - P_a = \rho (g_{\text{ap}} - g) h = -6 \cdot 10^3$$

$$\rho \cdot a \cdot h = -6 \cdot 10^3$$

$$10^{-3} \cdot a \cdot 1 = -6 \cdot 10^{-3}$$

$$a = -6 \text{ m/s}^2$$

**GABARITO:** Letra C

## Física – Questão 21

Um átomo de hidrogênio, inicialmente em repouso, emite um fóton numa transição do estado de energia  $n$  para o estado fundamental. Em seguida, o átomo atinge um elétron em repouso que com ele se liga, assim permanecendo após a colisão. **DETERMINE** literalmente a velocidade do sistema átomo + elétron após a colisão. Dados: a energia do átomo de hidrogênio no estado  $n$  é  $E_n = E_0/n^2$ ; o momento do fóton é  $h v/c$ ; e a energia deste é  $h v$ , em que  $h$  é a constante de Plank,  $v$  é a frequência do fóton e  $c$  a velocidade da luz.

A energia do fóton emitido terá a energia do nível  $n$  do átomo subtraída da energia do nível fundamental ( $n=1$ ), portanto:

$$E = E_0 \cdot \left( \frac{1}{n^2} - 1 \right)$$

$$\text{Como } p = \frac{h v}{c} \text{ e } E = h v \Rightarrow p = \frac{E}{c} = \frac{E_0}{c} \left( \frac{1}{n^2} - 1 \right)$$

Assim, antes de atingir o elétron, o átomo terá momento dado por:

$$p = \frac{E_0}{c} \left( \frac{1}{n^2} - 1 \right) \text{ (mesmo módulo do momento do fóton emitido)}$$

Pela conservação do momento, teremos:

$$\frac{E_0}{c} \left( \frac{1}{n^2} - 1 \right) = (m_p + 2m_e) v$$

$$v = \frac{E_0}{(m_p + 2m_e)c} \left( \frac{1}{n^2} - 1 \right)$$

onde  $m_p$  representa a massa do próton e  $m_e$  a massa do elétron.

Obs.: Levamos em consideração que o elétron que foi absorvido na colisão permaneceu no nível infinito, portanto, não emitiu fóton algum por decaimento ao nível fundamental.

## Física – Questão 22

Inicialmente, 48 g de gelo a 0 °C são colocados num calorímetro de alumínio de 2,0 g, também a 0 °C. Em seguida, 75 g de água a 80 °C são despejados dentro desse recipiente. **CALCULE** a temperatura final do conjunto.

Dados: calor latente do gelo  $L_g = 80 \text{ cal/g}$ , calor específico da água  $c_{\text{H}_2\text{O}} = 1,0 \text{ cal g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ , calor específico do alumínio  $c_{\text{Al}} = 0,22 \text{ cal g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ .

### RESOLUÇÃO:

$$M_{\text{gelo}} = 48 \text{ g}$$

$$T_{\text{o gelo}} = 0 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$M_{\text{Al}} = 2,0 \text{ g}$$

$$T_{\text{o Al}} = 0 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{o água}} = 80 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$M_{\text{água}} = 75 \text{ g}$$

$$c_{\text{água}} = 1 \text{ cal g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$$

$$c_{\text{Al}} = 0,22 \text{ cal g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$$

$$L_g = 80 \text{ cal/g}$$

$$Q_{\text{cedido}} + Q_{\text{absorvido}} = 0$$

$$M_{\text{água}} \cdot c_{\text{água}} \cdot (T - 80) + M_{\text{gelo}} \cdot L_{\text{gelo}} + M_{\text{gelo}} + c_{\text{água}} \cdot (T - 0) + M_{\text{Al}} \cdot c_{\text{Al}} \cdot (T - 0) = 0$$

$$M_{\text{ág}} \cdot c_{\text{ág}} \cdot T - M_{\text{ág}} \cdot c_{\text{ág}} \cdot 80 + M_{\text{gelo}} \cdot L_{\text{gelo}} + M_{\text{gelo}} \cdot c_{\text{água}} \cdot T + M_{\text{Al}} \cdot c_{\text{Al}} \cdot T = 0$$

$$75 \cdot T - 75 \cdot 80 + 48 \cdot 80 + 48 T + 2 \cdot 0,22 \cdot T = 0$$

$$123,44 T = 6000 - 3840$$

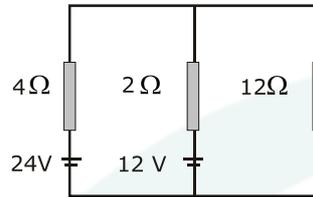
$$T = \frac{2160}{123,44}$$

$$T = 17,498$$

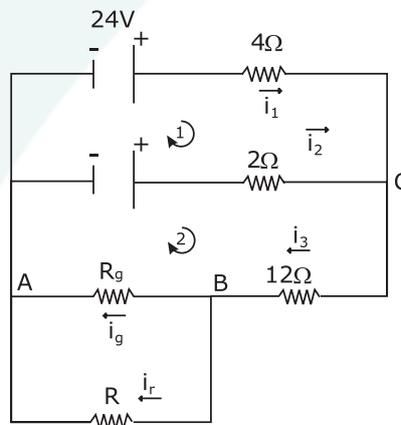
$$T = 17,50 \text{ }^\circ\text{C}$$

## Física – Questão 23

Um técnico em eletrônica deseja medir a corrente que passa pelo resistor de  $12\Omega$  no circuito da figura. Para tanto, ele dispõe apenas de um galvanômetro e uma caixa de resistores. O galvanômetro possui resistência interna  $R_g = 5\text{ k}\Omega$  e suporta, no máximo, uma corrente de  $0,1\text{ mA}$ . **DETERMINE** o valor máximo do resistor  $R$  a ser colocado em paralelo com o galvanômetro para que o técnico consiga medir a corrente.



### RESOLUÇÃO:



Malha 1

$$4i_1 - 2i_2 + 12 - 24 = 0$$

Malha 2

$$2i_2 + 12i_3 + V_{BA} - = 0$$

no' C:

$$i_3 = i_1 + i_2$$

Resolvendo:

$$4i_1 - 2i_2 - 12 = 0$$

$$2i_2 + 12i_3 - 11,5 = 0$$

$$2i_2 + 12i_1 + 12i_2 - 11,5 = 0$$

$$\rightarrow \begin{cases} 14i_2 + 12i_1 - 11,5 = 0 \\ 4i_1 - 2i_2 - 12 = 0 \quad (7x) \end{cases}$$

$$\rightarrow \begin{cases} 14i_2 + 12i_1 - 11,5 = 0 \\ 28i_1 - 14i_2 - 84 = 0 \\ \hline 40i_1 = 95,5 \rightarrow i_1 = \frac{95,5}{40} \text{ A} \end{cases}$$

$$4 \cdot \frac{95,5}{40} - 2i_2 - 12 = 0 \rightarrow i_2 = -1,225$$

$$i_3 = i_1 + i_2 = 1,1624 \text{ A}$$

$$i_3 = i_g + i_r \rightarrow i_r = 1,1624 \text{ A}$$

$$V_{BA} = R \cdot i_r \rightarrow R = \frac{V_{BA}}{i_r} = \frac{0,5 \text{ V}}{1,1624 \text{ A}} = 043 \Omega$$

## Física — Questão 24

Uma fina película de fluoreto de magnésio recobre o espelho retrovisor de um carro a fim de reduzir a reflexão luminosa. **DETERMINE** a menor espessura da película para que produza a reflexão mínima no centro do espectro visível. Considere o comprimento de onda  $\lambda = 5500 \text{ \AA}$ , o índice de refração do vidro  $n_v = 1,50$  e, o da película,  $n_p = 1,30$ . Admita a incidência luminosa como quase perpendicular ao espelho.

### RESOLUÇÃO:

$$A) n = \frac{c}{v} = \frac{c}{\lambda f}$$

$$c = n_{AR} \cdot \lambda \cdot f_{AR} = n_p \cdot \lambda_p \cdot f_p$$

$$\frac{\lambda_p}{\lambda} = \frac{n_{AR}}{n_p}$$

$$\lambda_p = \lambda \cdot \frac{n_{AR}}{n_p} = 5500 \cdot \frac{1,00}{1,30} = 4230,8 \text{ \AA}$$

B) Para interferência destrutiva, temos:

$\Delta x = 2e = n \frac{\lambda}{2}$  (em que  $n = 1, 2, 3, \dots$ ) onde  $e$  é a espessura da lâmina.

$$e_{\min} = \frac{\lambda}{4} = \frac{4230,8 \text{ \AA}}{4} = 1057,7 \text{ \AA} = 1,06 \cdot 10^3 \text{ \AA}$$

## Física – Questão 25

Num experimento, foi de  $5,0 \times 10^3$  m/s a velocidade de um elétron, medida com a precisão de 0,003%. **CALCULE** a incerteza na determinação da posição do elétron, sendo conhecidos: massa do elétron  $m_e = 9,1 \times 10^{-31}$  kg e constante de Plank reduzida  $h = 1,1 \times 10^{-34}$  Js.

### Resolução:

Utilizando o princípio da incerteza de Heisenberg:

$$\Delta p \Delta x \geq h$$

Para o referido problema, utilizaremos valores médios das grandezas, obtendo:

$$\overline{\Delta p \Delta x} \geq \frac{h}{2}$$

Como os dados da questão, temos:

$$\Delta p = m \Delta v = 9,1 \times 10^{-31} \cdot 0,003 \times 10^{-2} \cdot 5,0 \times 10^3 = 1,4 \times 10^{-31} \text{ kgm/s}$$

Assim:

$$1,4 \times 10^{-31} \cdot \overline{\Delta x} \geq \frac{1,1 \times 10^{-34}}{2}$$

$$\overline{\Delta x} \geq 0,4 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$\overline{\Delta x} \geq 0,4 \text{ mm}$$

## Física – Questão 26

Suponha que na Lua, cujo raio é  $R$ , exista uma cratera de profundidade  $R/100$ , do fundo da qual um projétil é lançado verticalmente para cima com velocidade inicial  $v$  igual à de escape. **DETERMINE** literalmente a altura máxima alcançada pelo projétil, caso ele fosse lançado da superfície da Lua com aquela mesma velocidade inicial  $v$ .

### RESOLUÇÃO:

Quando o corpo é lançado do fundo da cratera, ele deve chegar à superfície da Lua com uma velocidade menor que a de lançamento devido ao trabalho da força gravitacional. A partir daí, ele ainda deve chegar ao infinito com uma velocidade nula, ou seja, ele deve passar pela superfície da Lua com a velocidade de escape para a superfície. Assim, se for lançado da superfície com uma velocidade igual à do fundo da cratera, terá uma velocidade na superfície maior que a de escape  $e$ , portanto, chegará ao infinito com velocidade não nula.

$$h \rightarrow \infty$$

## Física – Questão 27

**ESTIME** a massa de ar contida numa sala de aula. **INDIQUE** claramente quais as hipóteses utilizadas e os quantitativos estimados das variáveis empregadas.

### RESOLUÇÃO:

$$\text{Admitindo } p_{\text{atm}} = P = 1,0 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$$

$$V_{\text{sala}} = 8 \text{ m} \cdot 6 \text{ m} \cdot 3 \text{ m} = 144 \text{ m}^3$$

$$t_0 = 27 \text{ }^\circ\text{C} \Rightarrow T_0 = 300 \text{ K}$$

$$M_{\text{ar}} = 0,7N_2 + 0,3O_2 = 0,7 \cdot 28 + 0,3 \cdot 32 = 19,6 + 9,6 = 29,2 \text{ g}$$

$$M_{\text{ar}} = 29,2 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$$

$$R = 8,31 \text{ J/mol.K}$$

$$PV = \frac{m}{M}RT$$

$$m = \frac{PVM}{RT} = \frac{10^5 \cdot 144 \cdot 29,2 \cdot 10^{-3}}{8,31 \cdot 300} = \frac{420,48}{24,93} = 169 \text{ kg}$$

## Física — Questão 28

Uma cesta portando uma pessoa deve ser suspensa por meio de balões, sendo cada qual inflado com  $1 \text{ m}^3$  de hélio na temperatura local ( $27^\circ\text{C}$ ). Cada balão vazio com seus apetrechos pesa  $1,0 \text{ N}$ . São dadas a massa atômica do oxigênio  $A_{\text{O}} = 16$ , a do nitrogênio  $A_{\text{N}} = 14$ , a do hélio  $A_{\text{He}} = 4$  e a constante dos gases  $R = 0,082 \text{ atm } \ell \text{ mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ .

Considerando que o conjunto pessoa e cesta pesa  $1000 \text{ N}$  e que a atmosfera é composta de  $30\%$  de  $\text{O}_2$  e  $70\%$  de  $\text{N}_2$ , **DETERMINE** o número mínimo de balões necessários.

$$V_{\text{balão}} = 1 \text{ m}^3 \quad T_0 = 27^\circ\text{C} \Rightarrow T_0 = 300\text{K}$$

$$P_{\text{balão}} = 1,0\text{N}$$

$$A_{\text{O}} = 16$$

$$A_{\text{N}} = 14$$

$$A_{\text{He}} = 4$$

$$R = 0,082 \text{ atm } \ell / \text{mol } \text{K}$$

$$P_{\text{pessoa}} + \text{balão} = 1000\text{N}$$

$$n = n^\circ \text{ de balões}$$

### Condição necessária:

$$P = E$$

$$M_{\text{total}} \cdot g = \rho \cdot V \cdot g \cdot n \quad (1)$$

$$PV = \frac{m}{M} RT \Rightarrow \frac{m}{V} = \rho = \frac{PM}{RT} \quad (2) \rightarrow (1)$$

$$M_{\text{total}} \cdot \cancel{g} = \frac{PM}{RT} \cdot V_{\text{balão}} \cdot \cancel{g} \cdot n$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{admitindo } P = P_{\text{atm}} = 1 \text{ atm} \\ M_{\text{ar}} = 30\% \text{ O}_2 + 70\% \text{ N}_2 = 0,30 \times 32 + 0,70 \times 28 \\ M_{\text{ar}} = 9,6 + 19,6 = 29,2 \text{ g} \end{array} \right.$$

$$M_{\text{total}} = \frac{1 \cdot 29,2 \cdot 10^{-3} \cdot 10^3}{0,082 \cdot 300} \cdot n = \frac{29,2}{24,6} n$$

$$M_{\text{total}} = 1,18 n \quad (3)$$

$$\text{mas: } m_{\text{total}} = m_{\text{conjunto}} + m_{\text{balão}} + m_{\text{He}}$$

$$M_{\text{total}} = \frac{1000}{10} + n \cdot \frac{1}{10} + \left( \frac{PMV}{RT} \right) n \quad (g = 10 \text{ m/s}^2)$$

$$M_{\text{total}} = 100 + n \frac{1}{10} + \left( \frac{1 \cdot 4 \cdot 10^{-3} \cdot 10^3}{0,082 \cdot 300} \right) n$$

$$M_{\text{T}} = 100 + 0,1 n + \frac{4}{24,6} n$$

$$M_{\text{T}} = 100 + 0,1 n + 0,16 n$$

$$M_{\text{T}} = 100 + 0,26 n \quad (4) = (3)$$

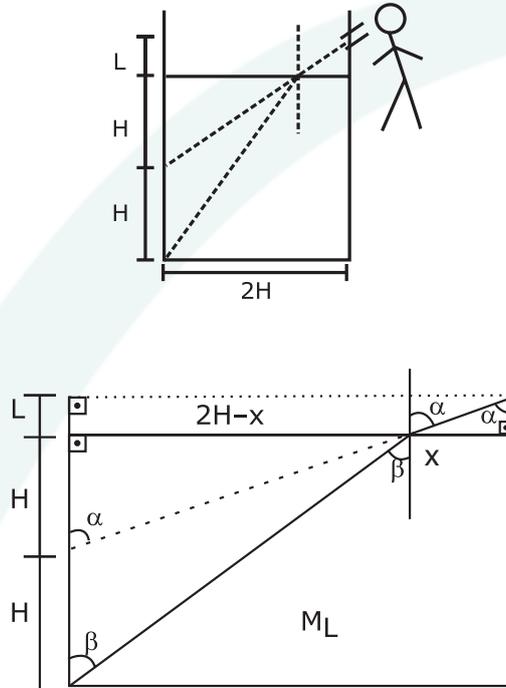
$$100 + 0,26 n = 1,18 n$$

$$n = \frac{100}{0,92} = 108 \text{ balões}$$

## Física – Questão 29

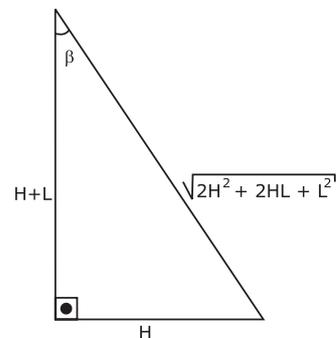
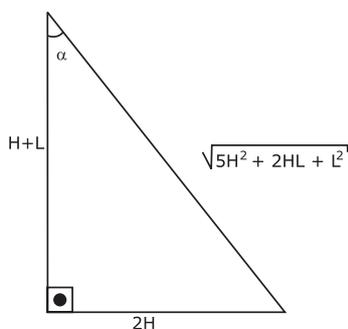
Através de um tubo fino, um observador enxerga o topo de uma barra vertical de altura  $H$  apoiada no fundo de um cilindro vazio de diâmetro  $2H$ . O tubo encontra-se a uma altura  $2H + L$  e, para efeito de cálculo, é de comprimento desprezível. Quando o cilindro é preenchido com um líquido até uma altura  $2H$  (veja figura), mantido o tubo na mesma posição, o observador passa a ver a extremidade inferior da barra. **DETERMINE** literalmente o índice de refração desse líquido.

**RESOLUÇÃO:**



$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \alpha &= \frac{2H}{H+L} = \frac{x}{L} \\ x &= \frac{2HL}{H+L} \\ \frac{x}{2H} &= \frac{L}{H+L} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \beta &= \frac{2H-x}{2H} = 1 - \frac{x}{2H} \\ \operatorname{tg} \beta &= 1 - \frac{L}{H+L} = \frac{H}{H+L} \end{aligned}$$



$$\operatorname{sen} \alpha = n_L \cdot \operatorname{sen} \beta$$

$$\frac{2H}{\sqrt{5H^2 + 2HL + L^2}} = n_L \frac{H}{\sqrt{2H^2 + 2HL + L^2}}$$

$$n_L = 2 \cdot \sqrt{\frac{2H^2 + 2HL + L^2}{5H^2 + 2HL + L^2}}$$

## Física – Questão 30

Satélite síncrono é aquele que tem sua órbita no plano do equador de um planeta, mantendo-se estacionário em relação a este. Considere um satélite síncrono em órbita de Júpiter cuja massa é  $M_J = 1,9 \times 10^{27}$  kg e cujo raio é  $R_J = 7,0 \times 10^7$  m. Sendo a constante da gravitação universal  $G = 6,7 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$  e considerando que o dia de Júpiter é de aproximadamente 10 h, **DETERMINE** a altitude do satélite em relação à superfície desse planeta.

### RESOLUÇÃO:

$$\begin{aligned} m \omega^2 R &= \frac{GMm}{R^2} \Rightarrow \frac{R^3}{T^2} = \frac{GM}{4\pi^2} \Rightarrow \\ \Rightarrow \frac{R^3}{(10 \cdot 3600)^2} &= \frac{6,7 \cdot 10^{-11} \cdot 1,9 \cdot 10^{27}}{4(3,14)^2} \Rightarrow \frac{R^3}{1296 \cdot 10^6} = \frac{12,73 \cdot 10^{16}}{39,44} \Rightarrow \\ \Rightarrow R^3 &= 418,3 \cdot 10^{22} \Rightarrow R^3 = 4183 \cdot 10^{21} \Rightarrow R = 16,11 \cdot 10^7 \Rightarrow \\ R &= r_t + h \Rightarrow h = R - r_t = 16,11 \cdot 10^7 - 7,0 \cdot 10^7 \end{aligned}$$

**RESOLUÇÃO:**  $h = 9,11 \cdot 10^7$  m