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 $R= \rho^a v^b d^y \eta^t$, em que ρ é a densidade do fluido, v, sua densidade, η, 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 α, β , γ e τ , 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 η. Da expressão da força dada no enunciado ($F = 3\pi D\eta v$), podemos achar a dimensão de η:

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

levando a equação 2 na 1, obtemos:

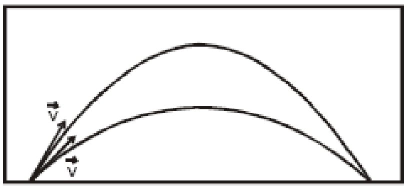
$$\left(\frac{M}{L^3}\right)^2 \left(\frac{L}{T}\right)^B \left(\frac{M}{LT}\right)^B (L)^y$$

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 ρ_p é lançado com um ângulo α em relação à horizontal no interior de um recipiente vazio. A seguir, o recipiente é preenchido com um superfluido de densidade ρ_s, e o mesmo projétil é novamente lançado dentro dele, só que sob um ângulo β 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 β de lançamento do projétil que:

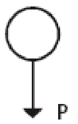


A) $\cos\beta = (1 - \rho_s / \rho_p) \cos\alpha$
B) $\text{sen } 2\beta = (1 - \rho_s / \rho_p) \text{ sen } 2\alpha$
C) $\text{sen } 2\beta = (1 + \rho_s / \rho_p) \text{ sen } 2\alpha$
D) $\text{sen } 2\beta = \text{sen } 2\alpha(1 + \rho_s / \rho_p)$
E) $\cos 2\beta = \cos\alpha/(1 + \rho_s / \rho_p)$

Resolução:

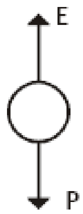
Alcance do projétil

no ar



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

no superfluido



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

$$P - E = m \cdot g - \rho_s v g$$
$$= \rho_p v g - \rho_s v g$$
$$= (\rho_p - \rho_s) v g$$
$$= (\rho_p - \rho_s)\frac{m}{\rho_p} g$$

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

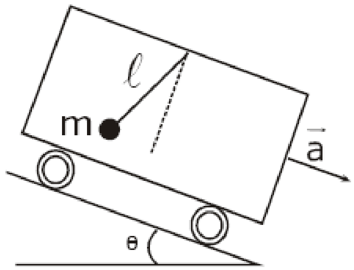
$$\text{alcance} = \frac{v_0^2 \text{sen}2\beta}{\left(\frac{\rho_p - \rho_s}{\rho_p}\right) g}$$

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

GABARITO: Letra **B**

Física — Questão 03

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



Considerando que ℓ_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) $\Delta\ell = mg\,sen\,\theta lk$

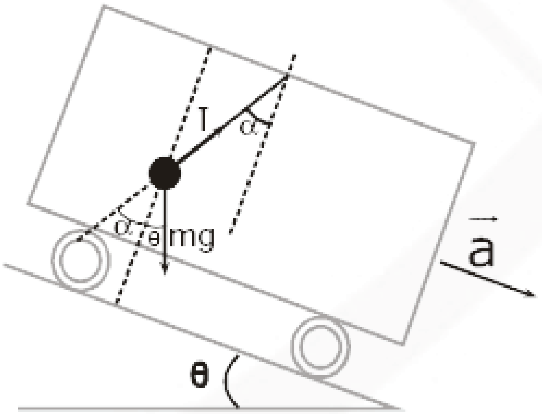
B) $\Delta\ell = mg\cos\theta lk$

C) $\Delta\ell = mglk$

D) $\Delta\ell = \sqrt{a^2 - 2ag\cos\theta + g^2}lk$

E) $\Delta\ell = \sqrt{a^2 - 2ag sen\theta + g^2}lk$

RESOLUÇÃO:



$T = K\Delta\ell$

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

2 $K\Delta\ell\, sen\,\alpha + m \cdot g \cdot sen\,\theta = ma$

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

Como o ângulo α não foi dados devemos obter senα da equação 1:

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

Assim:

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

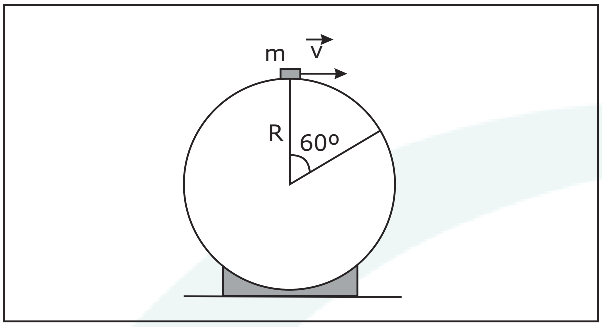
$$\Rightarrow \Delta\ell^2 = \frac{m^2(a - g sen\theta)^2 + (mg\cos\theta)^2}{K^2} \Rightarrow \Delta\ell^2 = \frac{m^2(a^2 - 2ag sen\theta + g^2)}{K^2}$$

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

GABARITO: Letra **E**

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 $f = 7\,mg/4\pi$ .Para que o objeto se desprenda da superfície esférica após percorrer um arco de 60º (veja a figura), sua velocidade inicial deve ter o módulo de:



A) $\sqrt{2gR/3}$

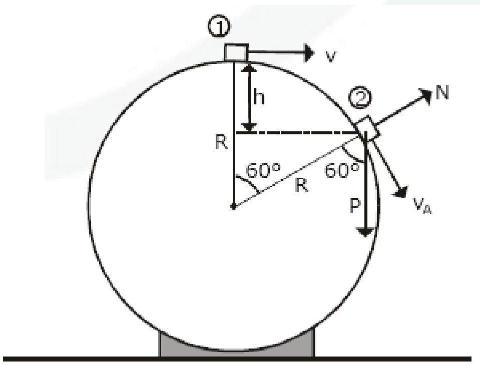
B) $\sqrt{3gR}/2$

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:

$$P\cos 60^\circ = Fcp$$

$$\frac{\cancel{m}g}{2} = \frac{\cancel{m}v_A^2}{R} \Rightarrow v_A^2 = \frac{Rg}{2}$$

Pela conservação de energia, teremos:

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

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

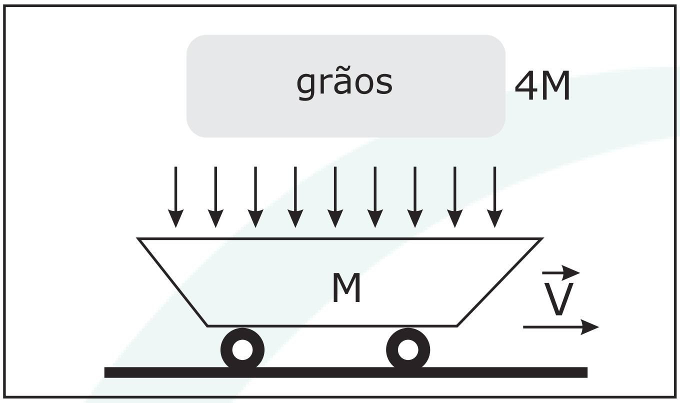
$$h = R\left(1-\cos 60^\circ\right) = \frac{R}{2}$$

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

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

GABARITO: Letra **A**

Um vagão-caçamba de massa M se desprende da locomotiva e corre sobre os trilhos horizontais com velocidade constante v = 72,0 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 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 x 20 = (M + 4M) x V
20M = 5MV $\Rightarrow$ V= 4m/s

Energia cinética do conjunto após a queda dos grãos:
$\frac{1}{2}$ x $5M x 4^2$ = 40M Joules

Energia potencial dos grãos antes da queda:
4M x g x H = 4M x 10 x 6 = 240M Joules

Energia cinética do vagão antes da queda dos grãos:
$\frac{1}{2}$. M . 20^3 = 200M Joules

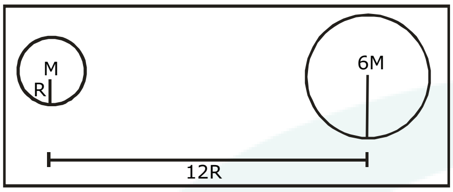
Energia total do conjunto ANTES da queda dos grãos:
240 M + 200 M = 440 M

Energia dissipada no processo 440M – 40M = 400M

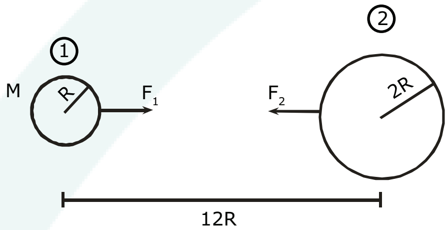
Por unidade de massa $\frac{400MJ}{4MKg}$ = **100 Joules/kg**

GABARITO: Letra **C**

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 12 R à 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: $\Delta S_1 = 5\Delta S_2$

Como: $\Delta S_1 + \Delta S_2 = 9R$

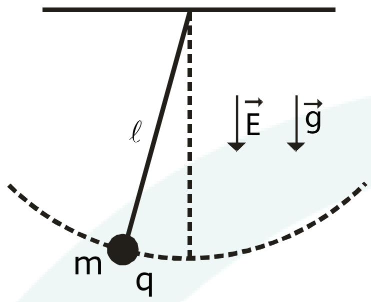
$$\Delta S_1 + \frac{\Delta S_1}{5} = 9R$$

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

GABARITO: Letra **D**

Física — Questão 07

Considere um pêndulo de comprimento ℓ, 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:

$mg' = qE + mg$

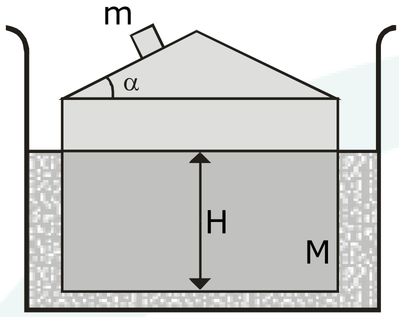
$$g' = \frac{qE}{m} + g$$

Assim:

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

GABARITO: Letra **E**

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 α. O bloco flutua em um líquido de densidade ρ, 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 sen α/Sρ

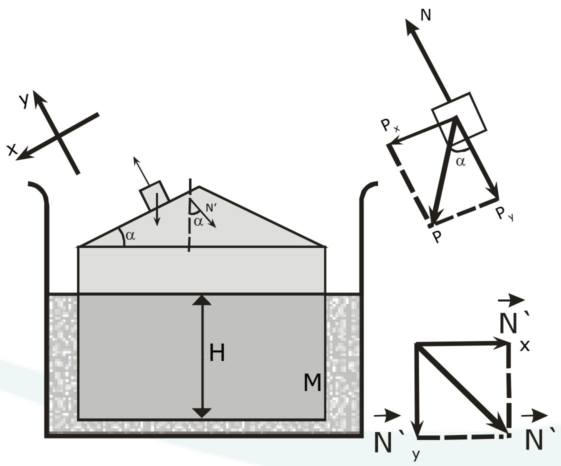
B) m cos2 α/Sρ

C) m cos α/Sρ

D) m/Sρ

E) (m + M)/Sρ

RESOLUÇÃO:



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

$N = P_y = P\cos\alpha$

$N' = N$ (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:

$P_{casa} + N'_y = E_0 = \rho SHg$ (Antes)

$P_{casa} = E = \rho SH'g$ (Depois)

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

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

GABARITO: Letra **B**

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�much= 2f). Assim, temos:

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

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

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

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

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**

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:

$$\text{nº. de dB} = 10 \log \frac{P_2}{P_1}$$

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

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

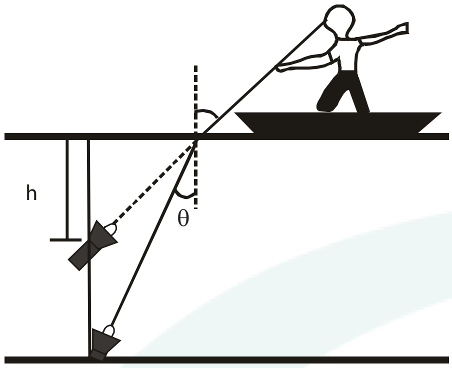
$$\frac{P_2}{P_1} = 10^5$$

$$\text{aumento percentual} = \frac{P_2 - P_1}{P_1} \cdot 100 = \left(\frac{P_2}{P_1} - 1\right) \cdot 100 = \left(\frac{10^5 P_1}{P_1} - 1\right) \cdot 100$$

$$= \left(10^5 - 1\right) \cdot 100 = 99999 \times 100 = 9999900\%$$

GABARITO: Letra **D**

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 θ com a vertical (veja figura).



Considere: tg $\theta \cong$ 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 m

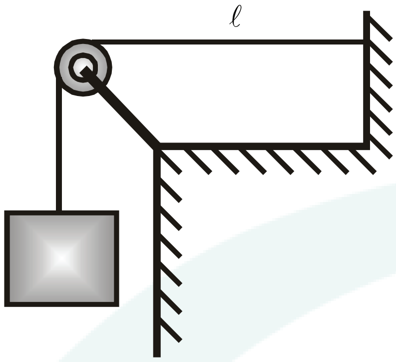
para ângulo de incidências pequenos:

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

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

GABARITO: Letra **C**

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 ℓ = 2 m e densidade linear de massa igual a 10 g/m (veja figura).



Considerando a aceleração da gravidade g = 10 m/s², a massa do bloco suspenso deve ser de

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

RESOLUÇÃO:

F_n = 100 Hz $\quad$ ℓ = 2 m

F_{n+1} = 125 Hz $\quad$ μ = 10 g/m = 10^{-2} Kg/m

g = 10 m/s

1º hamônico: $\ell = \frac{\lambda_1}{2} \rightarrow \lambda_1 = 2\ell$

$$v = \lambda_1 f_1 \rightarrow f_1 = \frac{v}{2\ell}$$

2º hamônico: $\ell = \lambda_2$

$$v = \lambda_2 \cdot f_2 \rightarrow f_2 = \frac{v}{\ell}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

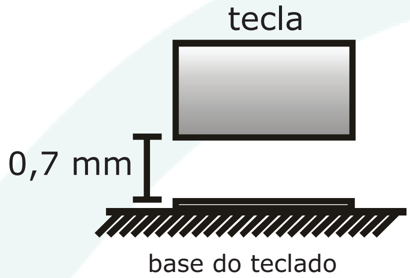
$$m = \frac{10^{-2} \cdot (10^2)^2}{10} = 10 \text{ Kg}$$

GABARITO: Letra **A**

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 mm^2 de área e 0,7 mm de distância inicial entre si.

Considere ainda que a permissividade do ar seja $\varepsilon_0 = 9 \cdot 10^{-12}$ F/m. Se o circuito eletrônico é capaz de detectar uma variação da capacitância a partir de 0,2 pF, então, qualquer tecla deve ser deslocada de pelo menos



A) 0,1 mm.

B) 0,2 mm.

C) 0,3 mm.

D) 0,4 mm.

E) 0,5 mm.

RESOLUÇÃO:

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

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

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

$$\Delta C = C - C_0 = \frac{\varepsilon_0 A}{d} - \frac{\varepsilon_0 A}{d_0} = e_0 A\left(\frac{d_0 - d}{dd_0}\right)$$

$$\Delta C = \varepsilon_0 A \frac{(d_0 - d)}{dd_0} \Rightarrow \frac{d_0 - d}{dd_0} = \frac{\Delta C}{\varepsilon_0 A}$$

$$d_0 - d = \frac{\Delta C d d_0}{\varepsilon_0 A} \Rightarrow d_0 = \frac{\Delta C d d_0}{\varepsilon_0 A} + d$$

$$d_0 = \left(\frac{\Delta C d_0}{\varepsilon_0 A} + 1\right) d \Rightarrow d = \frac{d_0}{\left(\frac{\Delta C d_0}{\varepsilon_0 A} + 1\right)} = \frac{d_0 \varepsilon_0 A}{\Delta C d_0 + \varepsilon_0 A}$$

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

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

deslocamento $= d_0 - d$

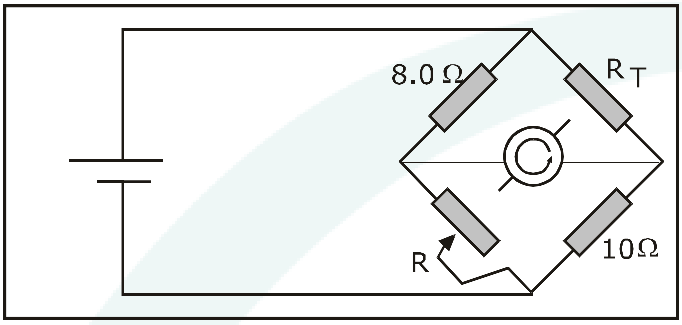
deslocamento $= 0,7 - 0,5 = 0,2$ mm

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 Ω para 2,00 Ω.

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



A) –125 °C

B) –35,7 °C

C) 25,0 °C

D) 41,7 °C

E) 250 °C

RESOLUÇÃO:

Para de Wheatstone em equilíbrio:

RT.R = 8,0 x 10

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

e

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

Portanto:

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

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

e R_T varia com a temperatura segundo a relação:

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

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

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

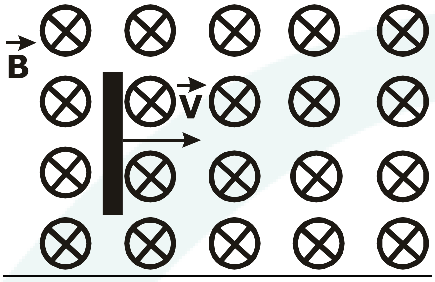
$$\Delta T = \frac{1}{4,00 \times 10^{-3}}$$

$\Delta T = 250$ °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 km/h num plano horizontal (veja figura), próximo à superfície da Terra. Sendo criada uma diferença de potencial (ddp) de $3{,}0 \times 10^{-3}$ V entre as extremidades da barra, o valor do componente vertical do campo de indução magnética terrestre nesse local é de



A) $6{,}9 \times 10^{-3}$ T

B) $1{,}4 \times 10^{-5}$ T

C) $2{,}5 \times 10^{-5}$ T

D) $4{,}2 \times 10^{-5}$ T

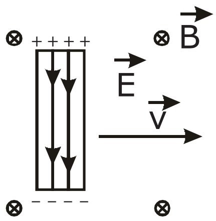
E) $5{,}0 \times 10^{-5}$ T

Resolução:

L = 2,0 m

v = 216 km/h = 60 m/s

$\Delta v = 3{,}0.10^{-3}$ v



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

$F_e = F_m$

q . E = B q v sen 90º

$$q.\frac{V}{\ell} = B.q.v.\text{sen } 90^\circ$$

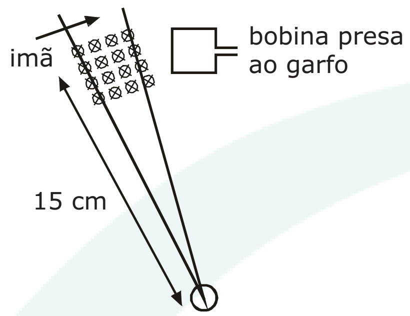
$$B = \frac{V}{\ell . v} = \frac{3{,}0 \times 10^{-3}}{2{,}0.\frac{216}{3{,}6}}$$

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

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^2 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) 2×10^{-5} V

B) 5×10^{-3} V

C) 1×10^{-2} V

D) 1×10^{-1} V

E) 2×10^{-1} V

RESOLUÇÃO:

D_{ext} = 60 cm

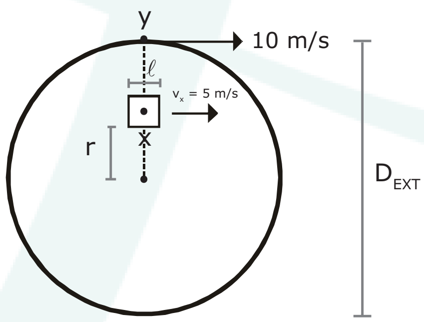
r = 15 cm

A = 25 mm^2 = 25 . 10^{-6} m^2, logo l =5,0 mm = 5,0 x 10–3 m

N = 20 espiras

B = 0,2 T

v_y = 36 K m/h = 10 m/s



$w_x = w_y$

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

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

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

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

$$|\varepsilon| = 20.0,2.5,0.10^{-3}.5,0$$

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

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/s². Após $40\dfrac{\sqrt{10}}{3}$ 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.

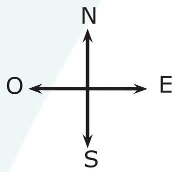
B) 6,7 km.

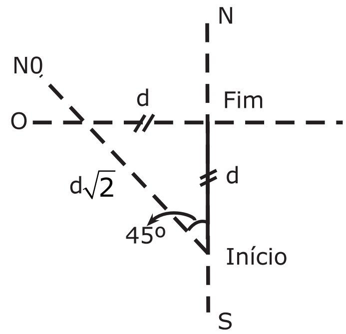
C) 12 km.

D) 13 km.

E) 28 km.

RESOLUÇÃO:





h = 5,0 Km
v_0 = 50 $\sqrt{10}$ m/s
a = 6,0 m/s² (const.)

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

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

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

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

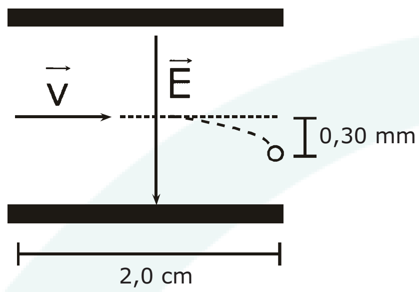
$$h = 5{,}0 \;\; km$$

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

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 μm lançadas com velocidade de módulo ϖ = 20 m/s entre placas de comprimento igual a 2,0 cm, no interior das quais existe um campo elétrico vertical uniforme, cujo modulo é E = 8,0 x 10^4 N/C (veja figura).



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

A) 2,0 x 10^{-14} C
B) 3,1 x 10^{-14} C
C) 6,3 x 10^{-14} C
D) 3,1 x 10^{-14} C
E) 1,1 x 10^{-10} C

RESOLUÇÃO:

r = 10 μ m
v = 20 m/s
ℓ = 2 cm
E = 8,0. 10^4 N/C
μ = 1000 Kg/m^3
Δy = 0,3 mm

pelo princípio da independência dos movimentos de Galileu, temos:

Movimento horizontal:

$$x = v_x t$$

$$\frac{x}{v_x} = \frac{\ell}{v}$$

$$t = \frac{2,0 \cdot 10^{-2}}{20}$$

$$\boxed{t = 1,0 \cdot 10^{-3} \ \ s}$$

Movimento vertial:

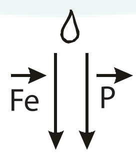
$$y = y_o + v_{oy} + \frac{1}{2} a_y t^2$$

$$\Delta y = \frac{1}{2} a_y t^2$$

$$a_y = \frac{2\Delta y}{t^2} = \frac{2 \cdot 0,30 \cdot 10^{-3}}{1,0 \cdot 10^{-6}}$$

$$\boxed{a_y = 0,6 \ \ x \ \ 10^3 = 600 \ \ m/s^2}$$

As forças atuantes na gota são:



$$F_R = Fe + P$$

$$m \cdot a = Eq + mg$$

$$q = \frac{m(a-g)}{E} = \frac{\mu \cdot 4/3 \, \pi r^3 (a-g)}{E}$$

$$q = \frac{10^3 \cdot 4/3 \, \pi \left(10 \cdot 10^{-6}\right)^3 590}{8 \cdot 10^4}$$

$$q = 3,09 \cdot 10^{-14} C$$

$$q = 3,1 \ \ x \ \ 10^{-14} C$$

GABARITO: Letra **D**

Física — Questão 20

A pressão exercida pela água no fundo de um recipiente aberto que a contém é igual a P_{atm} + 10 x 10^3 Pa. Colocado o recipiente num elevador hipotético em movimento, verifica-se que a pressão no seu fundo passa a ser de P_{atm} + 4,0 x 10^3 Pa. Considerando que P_{atm} é a pressão atmosférica, que a massa específica da água é de 1,0 g/cm³ e que o sistema de referência tem seu eixo vertical apontado para cima, conclui-se que a aceleração do elevador é de:

A) -14 m/s²

B) -10 m/s²

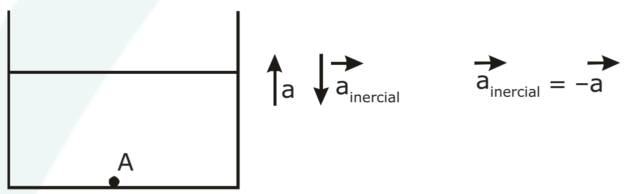
C) -6 m/s²

D) 6 m/s²

E) 14m/s²

RESOLUÇÃO:

$v = 1{,}0\ g/cm^3 = 10^3\ Kg/m3$



$g_{ap} = g + a$

Elevador em repouso:

$P_A + P_{atm} + vgh = P_{atm} + 10 \cdot 10^3$

$vgh = 10 \cdot 10^3$

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

$h = 1{,}0\ m$

Elevador acelerado:

$P_a' = P_{atm} + vg_{ap}h = P_{atm} + 10 \cdot 10^3$

$P_a' - P_a = v(g_{ap} - g)h = -6 \cdot 10^3$

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

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

$a = -6\ m/s^2$

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 mometum do fóton é h v/c; e a energia deste é hv, 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:

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

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

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

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

Pela conservação do momento, teremos:

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

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

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.

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 cal/g, calor específico da água CH_2O = 1,0 cal g^{-1} $°C^{-1}$, calor específico do alumínio $C_{A\ell}$=0,22 cal g^{-1} $°C^{-1}$.

RESOLUÇÃO:

M_{gelo} = 48 g
To_{gelo} = 0 ºC
$M_{A\ell}$ = 0 ºC
$T_{o\ A\ell}$ = 0 ºC
$T_{o\ água}$ = 80 ºC
$M_{água}$ = 75 g
$c_{água}$ = 1 cal g^{-1}.ºC^{-1}
$c_{A\ell}$ = 0,22 g^{-1} ºC^{-1}
L_g = 80 cal/g

$Q_{cedido} + Q_{absorvido} = 0$
$M_{água} .c_{água} .(T - 80) + M_{gelo}.L_{gelo} + M_{gelo} + c_{água} . (T - 0) + MA.c_{A\ell}.(T-O)=0$
$M_{ág}\ c_{ág}\ T - M_{ág}\ c_{ág} 80 + M_{gelo} . L_{gelo} + M_{gelo}.\ c_{água} T + M_{A\ell}.c_{A\ell}.T = 0$

$75 . T - 75 . 80 + 48 . 80 + 48 T + 2 . 0{,}22 . T = 0$

123,44 T = 6 000 ____ 3 840

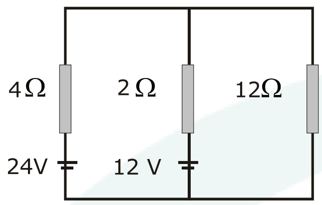
$$T = \frac{2160}{123{,}44}$$

T = 17,498

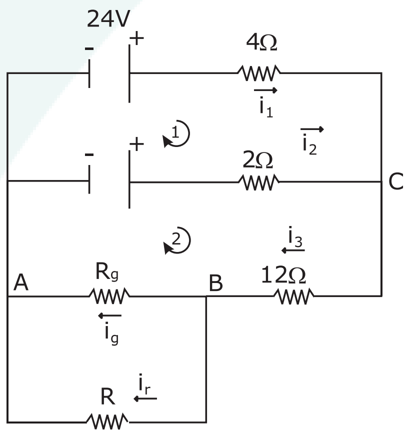
T = 17,50 ºC

Física — Questão 23

Um técnico em eletrônica deseja medir a corrente que passa pelo resistor de 12Ω no circuito da figura. Para tanto, ele dispõe apenas de um galvanômetro e uma caixa de resistores. O galvanômetro possui resistência interna Rg = 5 kΩ e suporta, no máximo, uma corrente de 0,1 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:
$4i_1 - 2i_2 - 12 = 0$
$2i_2 + 12i_3 - 11{,}5 = 0$
$2i_2 + 12i_1 + 12i_2 - 11{,}5 = 0$

$$\rightarrow \begin{cases} 14i_2 + 12i_1 - 11{,}5 = 0 \\ 4i_1 - 2i_2 - 12 = 0 \quad (7x) \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \cancel{14}i_2 + 12i_1 - 11{,}5 = 0 \\ 28i_1 - \cancel{14}i_2 - 84 = 0 \\ \hline 40i_1 = 95{,}5 \rightarrow i_1 = \dfrac{95{,}5}{40}\text{A} \end{cases}$$

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

$$i_3 = i_1 + i_2 = 1{,}1624 \text{ A}$$
$$i_3 = i_g + i_r \rightarrow i_r = 1{,}1624 \text{ A}$$
$$V_{BA} = R \cdot i_r \rightarrow R = \frac{V_{BA}}{i_r} = \frac{0{,}5 \text{ V}}{1{,}1624 \text{ A}} = 043\,\Omega$$

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 λ = 5500 $\mathring{A}$) , 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) $C = \frac{n}{v} = \frac{n}{\lambda f} \Rightarrow \frac{n_{ar}}{\lambda_{ar}} = \frac{n_p}{\lambda_p} \Rightarrow \frac{1}{5500} = \frac{1,3}{\lambda_p} \therefore \lambda_p = \frac{5500}{1,3} = 4230,8\ \mathring{A}$

B) Para influência destrutiva temos

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

$$e_{\underset{(n=1)}{min}} = \frac{\lambda}{4} = \frac{4230,8\ \mathring{A}}{4} = 1057,5\ \mathring{A} = 1,06 \times 10^3\ \mathring{A}$$

Num experimento, foi de 5, 0 x 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 X 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:

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

Assim:

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

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

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

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.

$$h \to \infty$$

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

RESOLUÇÃO:

Admitindo $p_{atm} = P = 1,0 \,.\, 105\ N/m^2$
$V_{sala} = 8\ m \,.\, 6\ m \,.\, 3\ m = 144\ m^3$
$t_0 = 27\ °C \Rightarrow T_0 = 300\ K$
$M_{ar} = 0,7N_2 + 0,3O_2 = 0,7 \,.\, 28 + 0,3 \,.\, 32 = 19,6 + 9,6 = 29,2\ g$
$M_{ar} = 29,2 \,.\, 10^{-3}\ kg$
$R = 8,31\ J/mol.K$

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

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

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

Considerando que o conjunto pessoa e cesta pesa 1 000 N e que a atmosfera é composta de 30% de O_2 e 70% de N_2, **DETERMINE** o número mínimo de balões necessários.

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

$P_{balão} = 1{,}0N$

$A_0 = 16$

$A_N = 14$

$A_{He} = 4$

$R = 0{,}082$ atm L/mol k

$P_{pessoa} + balão = 1000N$

n = n° de balões

Condição necessária:

P = E

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

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

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

$$\begin{cases} \text{admitindo } P = P_{atm} = 1 \text{ atm} \\ M_{ar} = 30\%\ O_2 + 70\%\ N_2 = 0{,}30 \text{ x } 32 + 0{,}70 \text{ x } 28 \\ M_{ar} = 9{,}6 + 19{,}6 = 29{,}2 \text{ g} \end{cases}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

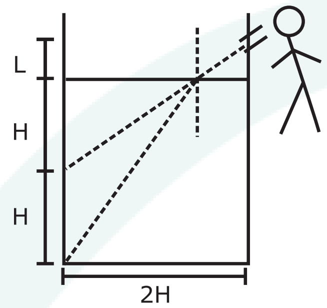
$$100 + 0{,}26 \text{ n} = 1{,}18 \text{ n}$$

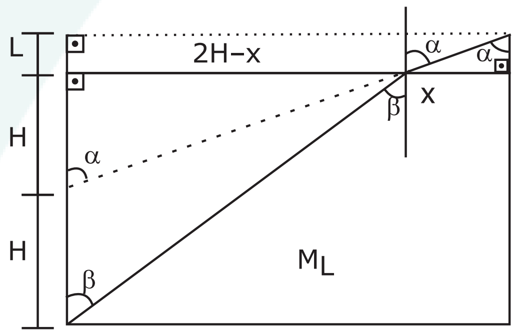
$$n = \frac{100}{0{,}92} = 108 \text{ baloes}$$

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:





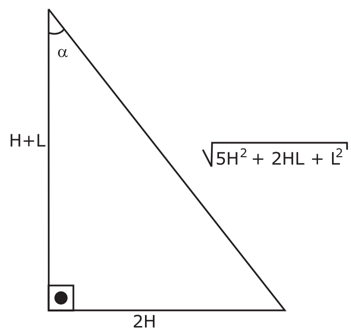
$$tg\alpha = \frac{2H}{H+L} = \frac{x}{L}$$

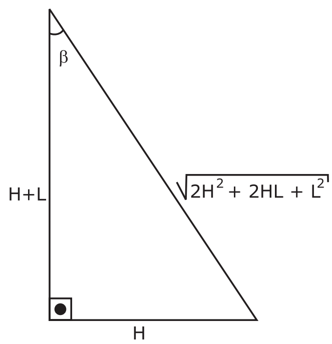
$$x = \frac{2HL}{H+L}$$

$$\frac{x}{2H} = \frac{L}{H+L}$$

$$tg\beta = \frac{2H-x}{2H} = 1 - \frac{x}{2H}$$

$$tg\beta = 1 - \frac{L}{H+L} = \frac{H}{H+L}$$





$$sen\alpha = n_L \cdot sen\beta$$

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

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

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 $G = 6{,}7 \times 10^{-11}\ m^3\ kg^{-1}\ S^{-2}$ e considerando que o dia de Júpiter é de aproximadamente 10 h, **DETERMINE** a altitude do satélite em relação à superfície desse planeta.

RESOLUÇÃO:

$$m\ \omega^2 R = \frac{GMm}{R^2} \Rightarrow \frac{R^3}{T^2} = \frac{GM}{4\pi^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{R^3}{(10 \cdot 3600)^2} = \frac{6{,}7 \cdot 10^{-11} \cdot 1{,}9 \cdot 10^{27}}{4(3{,}14)^2} \Rightarrow \frac{R^3}{1296 \cdot 10^6} = \frac{12{,}73 \cdot 10^{16}}{39{,}44} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R^3 = 418{,}3 \cdot 10^{22} \Rightarrow R^3 = 4183 \cdot 10^{21} \Rightarrow R = 16{,}11 \cdot 10^7 \Rightarrow$$

$$R = r_t + h \Rightarrow h = R - r_t = 16{,}11 \cdot 10^7 - 7{,}0 \cdot 10^7$$

RESOLUÇÃO: $h = 9{,}11 \cdot 10^7$ m