

ITA - 2004

1º DIA

# FÍSICA

## Física – Questão 01

Durante a apresentação do projeto de um sistema acústico, um jovem aluno do ITA esqueceu-se da expressão da intensidade de uma onda sonora. Porém, usando da intuição, concluiu ele que a intensidade média ( $I$ ) é uma função da amplitude do movimento do ar ( $A$ ), da frequência ( $f$ ), da densidade do ar ( $\rho$ ) e da velocidade do som ( $c$ ), chegando à expressão  $I = A^x \cdot f^y \cdot \rho^z \cdot c$ . Considerando as grandezas fundamentais: massa, comprimento e tempo, assinale a opção **CORRETA** que representa os respectivos valores dos expoentes  $x$ ,  $y$  e  $z$ .

A ( ) -1, 2, 2

C ( ) 2, 2, -1

E ( ) 2, 2, 2

B ( ) 2, -1, 2

D ( ) 2, 2, 1

### RESOLUÇÃO:

$$[I] = M \cdot T^{-3}, [A] = L, [f] = T^{-1}, [\rho] = M \cdot L^{-3} \text{ e } [C] = L \cdot T^{-1}$$

Lembrando que  $I = A^x \cdot f^y \cdot \rho^z \cdot c$  temos:

$$M \cdot T^{-3} = L^x \cdot T^{-y} \cdot M^z \cdot L^{-3z} \cdot L \cdot T^{-1}$$

$$M^1 \cdot L^0 \cdot T^{-3} = M^z \cdot L^{x-3z+1} \cdot T^{-y-1} \Rightarrow 1 = z, 0 = x - 3z + 1 \text{ e } -3 = -y - 1$$

$$\therefore x = 2, y = 2 \text{ e } z = 1$$

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

## Física – Questão 02

Um atleta mantém-se suspenso em equilíbrio, forçando as mãos contra duas paredes verticais, perpendiculares entre si, dispondo seu corpo simetricamente em relação ao canto e mantendo seus braços horizontalmente alinhados, como mostra a figura. Sendo  $m$  a massa do corpo do atleta e  $\mu$  o coeficiente de atrito estático interveniente, assinale a opção **CORRETA** que indica o módulo mínimo da força exercida pelo atleta em cada parede.

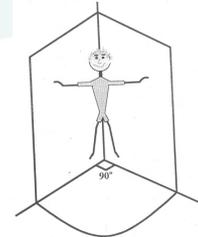
a)  $\frac{mg}{2} \left( \frac{\mu^2 - 1}{\mu^2 + 1} \right)^{\frac{1}{2}}$

c)  $\frac{mg}{2} \left( \frac{\mu^2 - 1}{\mu^2 + 1} \right)$

b)  $\frac{mg}{2} \left( \frac{\mu^2 + 1}{\mu^2 - 1} \right)^{\frac{1}{2}}$

d)  $\frac{mg}{2} \left( \frac{\mu^2 + 1}{\mu^2 - 1} \right)$

e) n.d.a



### RESOLUÇÃO:

$$F_2 = \frac{P}{2}$$

$$N = F_1$$

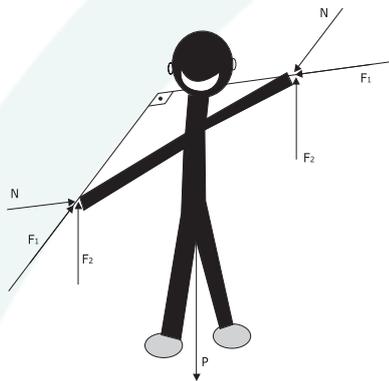
$$F_{\text{at}} = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$$

No limite, temos:

$$F_{\text{at}} = \mu \cdot N$$

$$\sqrt{F_1^2 + F_2^2} = \mu \cdot F_1$$

$$F_1^2 + \left( \frac{P}{2} \right)^2 = \mu^2 \cdot F_1^2 \Rightarrow F_1^2 = \frac{P^2}{4(\mu^2 - 1)}$$



Seja  $f$  o módulo da força que uma das paredes faz em uma das mãos:

$$F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + N^2} + \sqrt{2F_1^2 + F_2^2} = \sqrt{2 \frac{P^2}{4(\mu^2 - 1)} + \frac{P^2}{4}}$$

$$F = \frac{P}{2} \sqrt{\frac{\mu^2 + 1}{\mu^2 - 1}}$$

Como  $P = mg$ :

$$F = \frac{mg}{2} \left( \frac{\mu^2 + 1}{\mu^2 - 1} \right)^{\frac{1}{2}}$$

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

## Física – Questão 03

Durante as Olimpíadas de 1968, na cidade do México, Bob Beamow bateu o recorde de salto em distância, cobrindo 8,9 m de extensão. Suponha que, durante o salto, o centro de gravidade do atleta teve sua altura variando de 1,0 m no início, chegando ao máximo de 2,0 m e terminando a 0,20 m no fim do salto. Desprezando o atrito com o ar, pode-se afirmar que a componente horizontal da velocidade inicial do salto foi de

- A) 8,5 m/s
- B) 7,5 m/s
- C) 6,5 m/s
- D) 5,2 m/s
- E) 4,5 m/s

### RESOLUÇÃO:

Em y:

$$\begin{cases} y = 0,8 + v_{y0} t - 5t^2 \\ v_y = v_{y0} - 10t \end{cases}$$

$$y = 1,8, \text{ quando } v_y = 0$$

$$t = \frac{v_{y0}}{10}$$

$$1,8 = 0,8 + v_{y0} \cdot \frac{v_{y0}}{10} - 5 \left( \frac{v_{y0}}{10} \right)^2$$

$$v_{y0} = \sqrt{20} \text{ m/s}$$

De A para C, temos:

$$V_y^2 = v_{y0}^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta y$$

$$V_y^2 = 20 + 2 \cdot (-10) \cdot (-0,8)$$

$$\therefore V_y = -6 \text{ m/s}$$

Logo:

$$v_y = v_{y0} - 10t$$

$$-6 = \sqrt{20} - 10t$$

$$t = \frac{6 + \sqrt{20}}{10}$$

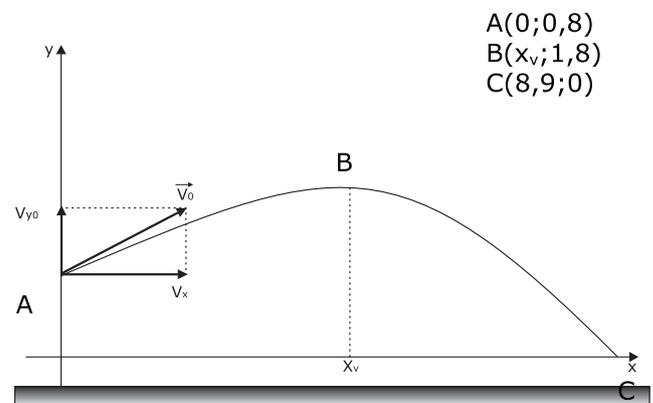
Em x:

$$x = v_x \cdot t$$

De A para C:

$$8,9 = v_x \left( \frac{6 + \sqrt{20}}{10} \right)$$

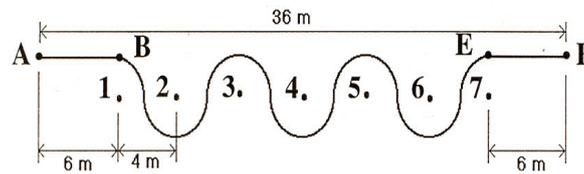
$$v_x = 8,5 \text{ m/s}$$



**Gabarito:** Letra **A**

## Física – Questão 04

A figura representa o percurso de um ciclista, num plano horizontal, composto de dois trechos retilíneos (AB e EF), cada um com 6,0 m de comprimento, e de um trecho sinuoso intermediário formado por arcos de circunferências de mesmo diâmetro, igual a 4,0 m, cujos centros se encontram numerados de 1 a 7. Considere pontual o sistema ciclista-bicicleta e que o percurso é completado no menor tempo, com velocidade escalar constante.



Se o coeficiente de atrito estático com o solo é  $\mu = 0,80$ , assinale a opção **CORRETA** que indica, respectivamente, a velocidade do ciclista, o tempo despendido no percurso e a frequência de zigue-zague no trecho BE.

- |               |       |                      |
|---------------|-------|----------------------|
| A ( ) 6,0 m/s | 6,0 s | 0,17 s <sup>-1</sup> |
| B ( ) 4,0 m/s | 12 s  | 0,32 s <sup>-1</sup> |
| C ( ) 9,4 m/s | 3,0 s | 0,22 s <sup>-1</sup> |
| D ( ) 6,0 m/s | 3,1 s | 0,17 s <sup>-1</sup> |
| E ( ) 4,0 m/s | 12 s  | 6,0 s <sup>-1</sup>  |

### RESOLUÇÃO:

$$N = P = m \cdot g$$

No limite a força de atrito deve chegar ao máximo:

$$F_{\text{at}} = \mu \cdot N = \mu \cdot m \cdot g$$

A força de atrito gera a aceleração centrípeta no movimento circular:

$$F_{\text{at}} = m \cdot a_{\text{cp}} \Rightarrow \mu \cdot m \cdot g = \frac{m \cdot v^2}{R} \Rightarrow v = \sqrt{\mu \cdot g \cdot R} \Rightarrow v = 4,0 \text{ m/s}$$

Em todo o percurso, temos:

$$v = \frac{3 \cdot 2\pi R + 12}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{3 \cdot 2\pi \cdot 2 + 12}{4} \Rightarrow \Delta t = 12 \text{ s}$$

Para a frequência:

$$v = 2\pi R f \Rightarrow f = \frac{v}{2\pi R} \Rightarrow f = 0,32 \text{ s}^{-1}$$

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

## Física – Questão 05

Em 1879, Edwin Hall mostrou que, numa lâmina metálica, os elétrons de condução podem ser desviados por um campo magnético, tal que no regime estacionário, há um acúmulo de elétrons numa das faces da lâmina, ocasionando uma diferença de potencial  $V_H$  entre os pontos P e Q, mostrados na figura. Considere, agora, uma lâmina de cobre de espessura  $L$  e largura  $d$ , que transporta uma corrente elétrica de intensidade  $i$ , imersa no campo magnético uniforme  $B$  que penetra perpendicularmente a face ABCD, no mesmo sentido de C para E. Assinale a alternativa **CORRETA**.

- A) O módulo da velocidade dos elétrons é  $v_e = V_H / (BL)$ .
- B) O ponto Q está num potencial mais alto que o ponto P.
- C) Elétrons se acumulam na face AGHD.
- D) Ao se imprimir à lâmina uma velocidade  $V = V_H / (Bd)$  no sentido indicado pela corrente, o potencial em P torna-se igual ao potencial em Q.
- E) N.d.a.

### RESOLUÇÃO:

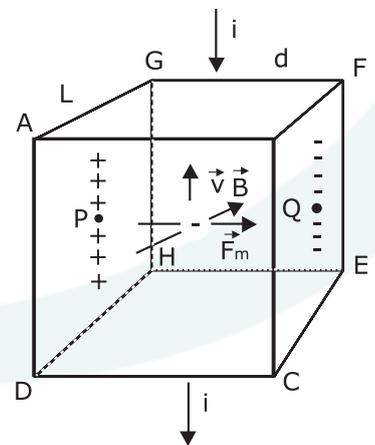
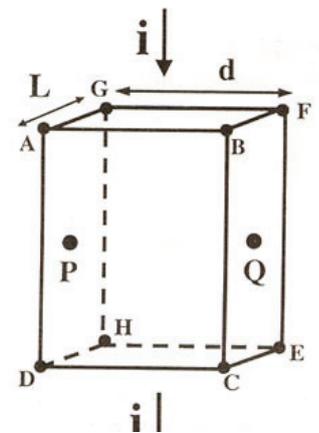
No regime estacionário, teremos:

$$F_e = F_m$$

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

$$E = \frac{V_H}{d} = B \cdot v_e \Rightarrow v_e = \frac{V_H}{Bd}$$

Se imprimirmos à lâmina uma velocidade  $V = v_e$  no sentido oposto ao de  $v_e$ , os elétrons estarão em repouso dentro da região de campo magnético, portanto, não haverá forças magnéticas sobre eles e o potencial de P torna-se igual ao de Q.



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

## Física – Questão 06

Dois partículas carregadas com cargas opostas estão posicionadas em uma corda nas posições  $x = 0$  e  $x = \pi$ , respectivamente. Uma onda transversal e progressiva de equação  $y(x,t) = (\pi/2) \text{sen}(x - \omega t)$ , presente na corda, é capaz de transferir energia para as partículas, não sendo, porém, afetada por elas. Considerando  $T$  o período da onda,  $E_f$  a energia potencial elétrica das partículas no instante  $t = T/4$ , e  $E_i$  essa mesma energia no instante  $t = 0$ , assinale a opção correta indicativa da razão  $E_f / E_i$ .

A ( )  $\frac{\sqrt{2}}{2\pi}$

C ( )  $\sqrt{2}$

E ( )  $\pi\sqrt{2}$

B ( )  $\frac{\sqrt{2}}{2}$

D ( )  $\frac{\pi\sqrt{2}}{2}$

### RESOLUÇÃO:

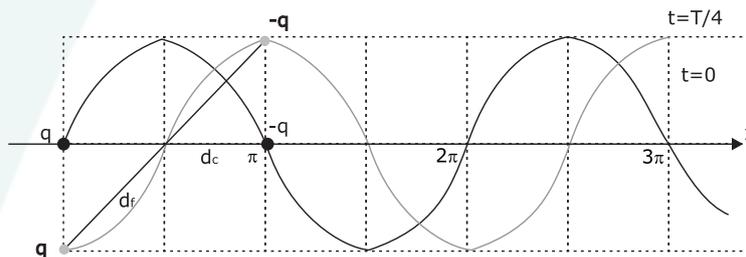
$$y(x,t) = \frac{\pi}{2} \text{sen}(x - \omega t)$$

$$y(x,t) = A \text{sen}(kx - \omega t)$$

$$k = \frac{2\pi}{\lambda}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

Como  $k = 1 \Rightarrow \lambda = 2\pi$  m



Para  $t = 0$ , temos :

$$y(0,0) = \frac{\pi}{2} \text{sen}0^\circ = 0$$

$$y(\pi,0) = \frac{\pi}{2} \text{sen}(\pi - 0) = 0$$

$d_i = \pi$  (distância inicial entre as cargas, ver figura)

Para  $t = \frac{T}{4}$ , temos :

$$\left. \begin{aligned} y\left(0, \frac{T}{4}\right) &= \frac{\pi}{2} \text{sen}\left(0 - \frac{2\pi}{T} \cdot \frac{T}{4}\right) = -\frac{\pi}{2} \\ y\left(\pi, \frac{T}{4}\right) &= \frac{\pi}{2} \text{sen}\left(\pi - \frac{\pi}{2}\right) = \frac{\pi}{2} \end{aligned} \right\} d_f = \pi\sqrt{2} \text{ (distância final entre as cargas, ver figura)}$$

A energia potencial elétrica entre duas cargas puntiformes é dada por:

$$E = \frac{k \cdot q_1 \cdot q_2}{d}$$

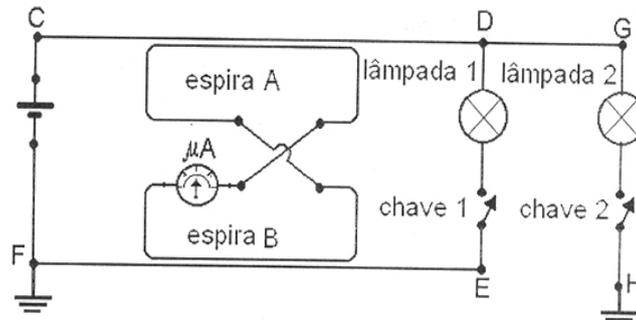
$$\left. \begin{aligned} E_i &= \frac{k_0 \cdot q \cdot (-q)}{d_i} = -\frac{k_0 \cdot q^2}{\pi} \\ E_f &= \frac{k_0 \cdot q \cdot (-q)}{d_f} = -\frac{k_0 \cdot q^2}{\pi\sqrt{2}} \end{aligned} \right\} \frac{E_f}{E_i} = -\frac{K_0 \cdot q^2}{\pi\sqrt{2}} \cdot \left(-\frac{\pi}{K_0 \cdot q^2}\right)$$

$$\frac{E_f}{E_i} = \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

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

## Física – Questão 07

A figura plana a seguir mostra os elementos de um circuito elétrico. Nesse mesmo plano encontram-se duas espiras interligadas, A e B, de comprimentos relativamente curtos em comparação aos dois fios condutores próximos (CD e EF). A deflexão do ponteiro do microamperímetro, intercalado na espira B, só ocorre instantaneamente no momento em que:



- A) a chave 1 for ligada.
- B) a chave 1 for ligada ou então desligada.
- C) a chave 2 for ligada.
- D) a chave 2 for ligada ou então desligada.
- E) a chave 2 for desligada.

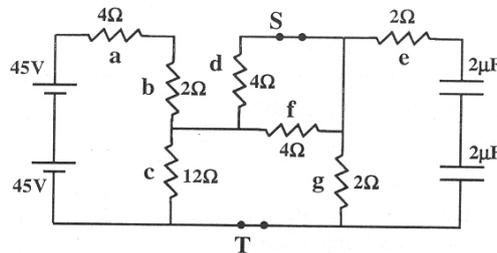
### RESOLUÇÃO:

Quando fechamos ou abrimos a chave 1, há passagem de corrente pelos trechos CD e EF, nestes sentidos. Assim, a variação de fluxo magnético devido à alteração na corrente nos dois fios gera nas espiras A e B correntes induzidas que se anulam, não havendo deflexão do microamperímetro. Quando fechamos ou abrimos a chave 2, há passagem de corrente pelo trecho CDG e não há pelo trecho EF. Assim, as correntes induzidas nas espiras A e B pela variação no fluxo magnético devido à alteração na corrente não se anulam, havendo deflexão do microamperímetro.

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

## Física – Questão 08

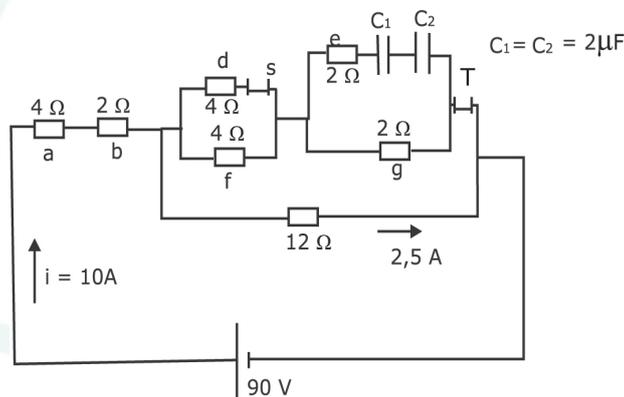
O circuito elétrico mostrado na figura é constituído por dois geradores ideais, com 45 V de força eletromotriz, cada um; dois capacitores de capacitâncias iguais a  $2 \mu\text{F}$ ; duas chaves S e T e sete resistores, cujas resistências estão indicadas na figura. Considere que as chaves S e T se encontram inicialmente fechadas e que o circuito está no regime estacionário.



Assinale a opção **CORRETA**.

- A) A corrente através do resistor d é de 7,5 A.
- B) A diferença de potencial em cada capacitor é de 15 V.
- C) Imediatamente após a abertura da chave T, a corrente através do resistor g é de 3,75 A.
- D) A corrente através do resistor e, imediatamente após a abertura simultânea das chaves S e T, é de 1,0 A.
- E) A energia armazenada nos capacitores é de  $6,4 \times 10^{-4}$  J.

**RESOLUÇÃO:**



$$i_d = 3,75 \text{ A}$$

$$V_g = 2,0 \cdot 7,5 = 15 \text{ V}$$

Como  $C_1 = C_2$ ;

$$V_1 = V_2 = 7,5 \text{ V}$$

$$\Rightarrow E_1 = E_2 = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 10^{-6} \cdot 7,5^2 = 5,63 \cdot 10^{-5} \text{ J}$$

$$E = E_1 + E_2 = 1,13 \cdot 10^{-4} \text{ J}$$

Os capacitores apresentam uma ddp de 15 V juntos, quando a chave T é aberta, os capacitores se descarregam sendo que a corrente máxima de descarga é:

$$i_{\text{máx}} = \frac{V_{\text{cap}}}{R_{\text{eq}}} = \frac{15\text{V}}{4\Omega} = 3,75 \text{ A}$$

**GABARITO:** Letra C

## Física – Questão 09

Um painel coletor de energia solar para aquecimento residencial de água, com 50 % de eficiência, tem superfície coletora com área útil de  $10\text{m}^2$ . A água circula em tubos fixados sob a superfície coletora. Suponha que a intensidade da energia solar incidente é de  $1,0 \times 10^3 \text{ W/m}^2$  e que a vazão de suprimento de água aquecida é de 6,0 litros por minuto. Assinale a opção que indica a variação da temperatura da água.

A) 12 °C

C) 1,2 °C

E) 0,10 °C

B) 10 °C

D) 1,0 °C

### RESOLUÇÃO:

$$I = \frac{P}{A} \Rightarrow P_{\text{inc}} = I \cdot A_{\text{útil}}$$

$$P_{\text{inc}} = 1,0 \cdot 10^3 \cdot 10 = 1,0 \cdot 10^4 \text{ W}$$

$$\eta = 0,50 = \frac{P_{\text{útil}}}{P_{\text{inc}}} \Rightarrow P_{\text{útil}} = 5,0 \cdot 10^3 \text{ W}$$

$$\frac{\Delta m}{\Delta t} = \frac{\rho_{\text{H}_2\text{O}} \cdot \Delta V}{\Delta t} = \frac{1,0 \cdot 6,0}{60} = 0,10 \text{ kg/s}$$

$$P_{\text{útil}} = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{\Delta m \cdot c \cdot \Delta T}{\Delta t} = 5,0 \times 10^3 = 0,10 \cdot 4,2 \times 10^3 \cdot \Delta T$$

$$\Delta T = \frac{5,0}{0,42} = 12 \text{ °C}$$

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

## Física – Questão 10

Um recipiente cilíndrico vertical é fechado por meio de um pistão, com 8,00 kg de massa e 60,0 cm<sup>2</sup> de área, que se move sem atrito. Um gás ideal, contido no cilindro, é aquecido de 30 °C a 100 °C, fazendo o pistão subir 20,0 cm. Nesta posição, o pistão é fixado, enquanto o gás é resfriado até sua temperatura inicial. Considere que o pistão e o cilindro se encontram expostos à pressão atmosférica. Sendo  $Q_1$  o calor adicionado ao gás durante o processo de aquecimento e  $Q_2$ , o calor retirado durante o resfriamento, assinale a opção **CORRETA** que indica a diferença  $Q_1 - Q_2$ .

A) 136 J

C) 100 J

E) 0 J

B) 120 J

D) 16 J

### RESOLUÇÃO:

Processo 1 – expansão isobárica

Processo 2 – descompressão isovolumétrica

$$P_A = P_{\text{atm}} + \frac{P'}{A} = 1 \cdot 10^5 + \frac{80,0}{60,0 \cdot 10^{-4}}, \text{ onde } P' = mg \text{ (peso do pistão)}$$

$$P_A = 1,13 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$$

$$Q_1 = \Delta U_1 + W_1 = \Delta U_1 + P_A \cdot \Delta V$$

$$Q_1 = \Delta U_1 + 1,13 \cdot 10^5 \cdot 60,0 \cdot 10^{-4} \cdot 0,200$$

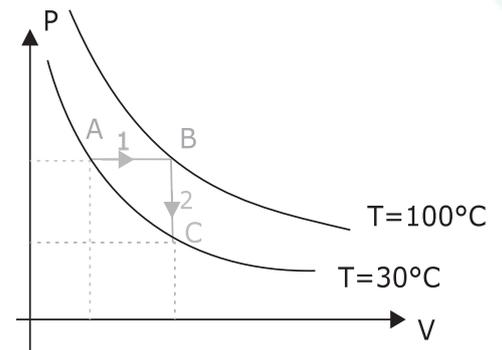
$$Q_1 = \Delta U_1 + 136$$

Como A e C estão na mesma isotérma  $\Delta U_1 = -\Delta U_2$

$$Q_2 = \Delta U_2 + W_2 = \Delta U_2$$

Logo:  $Q_1 - Q_2 = 136 \text{ J}$

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



## Física – Questão 11

A linha das neves eternas encontra-se a uma altura  $h_0$  acima do nível do mar, onde a temperatura do ar é  $0\text{ }^\circ\text{C}$ . Considere que, ao elevar-se acima do nível do mar, o ar sofre uma expansão adiabática que obedece à relação  $\frac{\Delta P}{P} = \frac{7}{2} \cdot \frac{\Delta T}{T}$ , em que  $P$  é a pressão e  $T$ , a temperatura. Considerando o ar um

gás ideal de massa molecular igual a  $30\text{ u}$  (unidade de massa atômica) e a temperatura ao nível do mar igual a  $30\text{ }^\circ\text{C}$ , assinale a opção que indica aproximadamente a altura  $h_0$  da linha das neves.

A) 3,5 Km

C) 3,5 Km

E) 4,5 Km

B) 3,0 Km

D) 4,0 Km

### RESOLUÇÃO:

Dada a relação:

$$\frac{\Delta P}{P} = \frac{7}{2} \cdot \frac{\Delta T}{T}, \text{ e conhecida a equação geral dos gases}$$

$$PV = nRT$$

Podemos fazer:

$$\frac{\Delta P}{nRT} = \frac{7}{2} \cdot \frac{\Delta T}{T} \Rightarrow \Delta P = \frac{7}{2} \cdot \frac{nR\Delta T}{V}$$

$$\Delta P = \frac{7}{2} \cdot \frac{mR\Delta T}{MV} = \frac{7}{2} \cdot \frac{dR\Delta T}{M},$$

em que  $d$  é a densidade do gás que varia com a altura. Por outro lado, a diferença de pressão poderia ser escrita para cada  $\Delta h$  como:  $\Delta P = dg\Delta h$ , com  $\Delta P$ ,  $\Delta h$ ,  $\Delta T$ , todos pequenos.

Por fim:

$$\Delta P = dg\Delta h = \frac{7}{2} \cdot \frac{dR\Delta T}{M} \Rightarrow \Delta h = \frac{7}{2} \cdot \frac{R\Delta T}{Mg}$$

Calculando:

$$\Delta h = \frac{7}{2} \cdot \frac{8 \cdot 30}{30 \cdot 10^{-3} \cdot 10} = 2,8 \cdot 10^3 \text{ m}$$

$$\Delta h \approx 3,0 \text{ km}$$

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

## Física – Questão 12

Uma estrela mantém presos, por meio de sua atração gravitacional, os planetas Alfa, Beta e Gama. Todos descrevem órbitas elípticas, em cujo foco comum se encontra a estrela, conforme a primeira lei de Kepler. Sabe-se que o semieixo maior da órbita de Beta é o dobro daquele da órbita de Gama. Sabe-se também que o período de Alfa é  $\sqrt{2}$  vezes maior que o período de Beta. Nestas condições, pode-se afirmar que a razão entre o período de Alfa e o de Gama é:

A)  $\sqrt{2}$

B) 2

C) 4

D)  $4\sqrt{2}$

E)  $6\sqrt{2}$

### RESOLUÇÃO:

Escrevendo a 3ª Lei de Kepler para os três planetas, temos:

$$\text{Alfa} = \text{Beta} = \text{Gama}$$

$$\frac{T_{\alpha}^2}{R_{\alpha}^3} = \frac{T_{\beta}^2}{R_{\beta}^3} = \frac{T_{\gamma}^2}{R_{\gamma}^3}$$

E logo:

$$\frac{T_{\alpha}^2}{R_{\alpha}^3} = \frac{\left(\frac{T_{\alpha}}{\sqrt{2}}\right)^2}{(2R_{\gamma})^3} = \frac{T_{\gamma}^2}{R_{\gamma}^3}$$

Em que da segunda igualdade resulta:

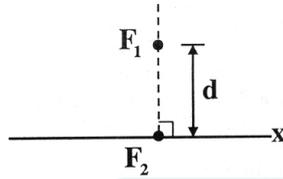
$$\frac{T_{\alpha}^2}{T_{\gamma}^2} = (\sqrt{2})^2 \cdot 2^3 \cdot \frac{R_{\gamma}^3}{R_{\gamma}^3} = 16$$

$$\therefore \frac{T_{\alpha}}{T_{\gamma}} = 4$$

**GABARITO:** Letra C

## Física – Questão 13

Na figura,  $F_1$  e  $F_2$  são fontes sonoras idênticas que emitem, em fase, ondas de frequência  $f$  e comprimento de onda  $\lambda$ . A distância  $d$  entre as fontes é igual a  $3\lambda$ . Pode-se então afirmar que a menor distância não nula, tomada a partir de  $F_2$ , ao longo do eixo  $X$ , para a qual ocorre interferência construtiva, é igual a



A)  $\frac{4\lambda}{5}$

C)  $\frac{3\lambda}{2}$

E)  $4\lambda$

B)  $\frac{5\lambda}{4}$

D)  $2\lambda$

### RESOLUÇÃO:

Para que ocorra interferência construtiva em P precisamos ter

$$y - x = n\lambda \quad (n = 0, 1, 2, 3, \dots) \Rightarrow y = n\lambda + x$$

pela figura:

$$y^2 = x^2 + (3\lambda)^2$$

$$(n\lambda + x)^2 = x^2 + (3\lambda)^2$$

$$n^2\lambda^2 + 2n\lambda x + x^2 = x^2 + 9\lambda^2$$

$$n^2\lambda^2 + 2n\lambda x = 9\lambda^2$$

$$x = \frac{(9 - n^2)\lambda^2}{2n\lambda}$$

$$x = \frac{(9 - n^2)\lambda}{2n}$$

Se:

$$n = 0 \rightarrow (\text{não convém})$$

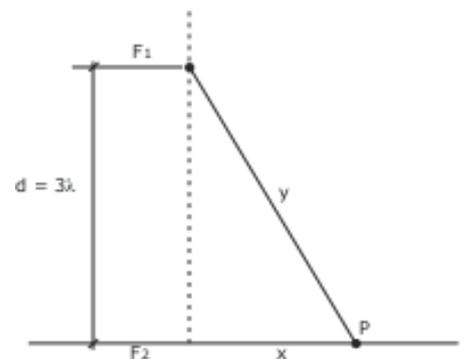
$$n = 1 \rightarrow x = 4\lambda$$

$$n = 2 \rightarrow x = \frac{5\lambda}{4}$$

$$n = 3 \rightarrow x = 0 (\text{não convém})$$

$$n = 4 \rightarrow x < 0 (\text{não convém})$$

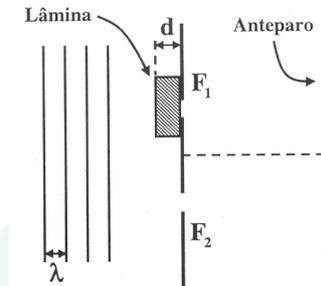
Logo, a menor  $x$  será  $5\lambda/4$ .



**GABARITO:** Letra B

## Física – Questão 14

Num experimento de duas fendas de Young, com luz monocromática de comprimento de onda  $\lambda$ , coloca-se uma lâmina delgada de vidro ( $n_v = 1,6$ ) sobre uma das fendas. Isto produz um deslocamento das franjas na figura de interferência. Considere que o efeito da lâmina é alterar a fase da onda. Nestas circunstâncias, pode-se afirmar que a espessura  $d$  da lâmina, que provoca o deslocamento da franja central brilhante (ordem zero) para a posição que era ocupada pela franja brilhante de primeira ordem, é igual a



A)  $0,38\lambda$

C)  $\lambda$

E)  $1,7\lambda$

B)  $0,60\lambda$

D)  $1,2\lambda$

### RESOLUÇÃO:

Na posição que era ocupada pela franja brilhante de primeira ordem temos  $F_2$  afastado  $\lambda$  a mais que  $F_1$ . Assim, a lâmina deve criar na luz que chega a  $F_1$  um atraso de  $\lambda$  em relação à  $F_2$ :

I. Enquanto a luz atravessa a lâmina, temos:

$$v = \frac{d}{t}, \text{ em que } n_v = \frac{c}{v} \therefore v = \frac{c}{n_v}$$

que resulta,  $t = \frac{d}{c} n_v$

II. Ao mesmo tempo, na fenda  $F_2$ , temos:

$$c = \frac{d + \lambda}{t} \therefore t = \frac{d + \lambda}{c}$$

Igualando I e II, temos:

$$\frac{d + \lambda}{c} = \frac{d \cdot n_v}{c} \therefore (n_v - 1) \cdot d = \lambda$$

$$\therefore d = \frac{\lambda}{1,6 - 1} = 1,7\lambda$$

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

## Física – Questão 15

Um tubo sonoro de comprimento  $\ell$ , fechado numa das extremidades, entra em ressonância, no seu modo fundamental, com o som emitido por um fio, fixado nos extremos, que também vibra no modo fundamental. Sendo  $L$  o comprimento do fio,  $m$  sua massa e  $c$ , a velocidade do som no ar, pode-se afirmar que a tensão submetida ao fio é dada por

A)  $m\ell\left(\frac{c}{2L}\right)^2$

C)  $m\ell\left(\frac{c}{\ell}\right)^2$

E) n.d.a

B)  $m\ell\left(\frac{c}{2\ell}\right)^2$

D)  $m\ell\left(\frac{c}{\ell}\right)^2$

### RESOLUÇÃO:

Para a onda sonora que ressoa no tubo (fig.1) podemos escrever:

$$c = \lambda \cdot f = 4\ell \cdot f \therefore f = \frac{c}{4\ell}$$

Em que a frequência  $f$  é a mesma da onda estacionária no fio; cuja velocidade é  $v$  (figura 2):

$$v = \lambda' \cdot f = 2L \cdot \frac{c}{4\ell} \quad (\text{I})$$

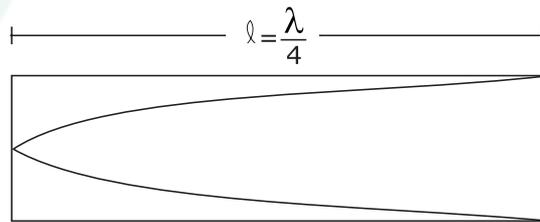


Figura 1 - Tubo

Façamos agora  $v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$ , sendo  $T$  a tensão e  $\mu = \frac{m}{L}$ :

$$v = \sqrt{\frac{T \cdot L}{m}} \quad (\text{II})$$

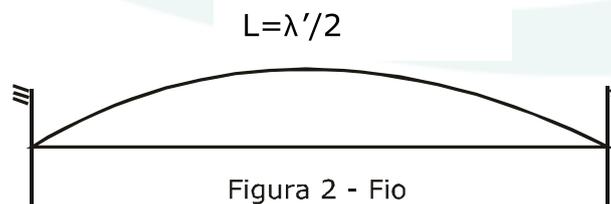


Figura 2 - Fio

Igualando I e II:

$$\frac{Lc}{2\ell} = \sqrt{\frac{TL}{m}} \therefore T = \frac{L^2 c^2 m}{4\ell L} = \left(\frac{c}{2\ell}\right)^2 \cdot mL$$

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

## Física – Questão 16

O átomo de hidrogênio no modelo de Böhr é constituído de um elétron de carga  $e$  que se move em órbitas circulares de raio  $r$ , em torno do próton, sob a influência da força de atração coulombiana. O trabalho efetuado por essa força sobre o elétron ao percorrer a órbita do estado fundamental é

a)  $-\frac{e^2}{2\epsilon_0 r}$

b)  $\frac{e^2}{2\epsilon_0 r}$

c)  $-\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r}$

d)  $\frac{e^2}{r}$

e) n.d.a

### RESOLUÇÃO:

No modelo atômico de Böhr o elétron tem órbitas circulares em que a força coulombiana é a resultante centrípeta e logo, não varia o módulo do vetor velocidade do elétron.

Sendo assim:

$$\Delta E_c = \tau = 0$$

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

## Física – Questão 17

Num experimento que usa o efeito fotoelétrico, ilumina-se sucessivamente a superfície de um metal com luz de dois comprimentos de onda diferentes  $\lambda_1$  e  $\lambda_2$ , respectivamente. Sabe-se que as velocidades máximas dos fotoelétrons emitidos são, respectivamente,  $v_1$  e  $v_2$  em que  $v_1 = 2v_2$ . Designando  $C$  a velocidade da luz no vácuo, e  $h$  constante de Planck, pode-se então afirmar que a função trabalho  $\phi$  do metal é dada por

A)  $\frac{(2\lambda_1 - \lambda_2) hC}{\lambda_1 \lambda_2}$

C)  $\frac{(\lambda_2 - 4\lambda_1) hC}{3\lambda_1 \lambda_2}$

E)  $\frac{(2\lambda_1 - \lambda_2) hC}{3\lambda_1 \lambda_2}$

B)  $\frac{(\lambda_2 - 2\lambda_1) hC}{\lambda_1 \lambda_2}$

D)  $\frac{(4\lambda_1 - \lambda_2) hC}{3\lambda_1 \lambda_2}$

### RESOLUÇÃO:

A função trabalho é a energia mínima necessária para retirar o elétron do metal. Quando a energia fornecida é maior que  $\phi$ , o excesso é convertido em energia cinética.

Assim, nos experimentos temos:

$$E_1 = h \cdot f_1 = \frac{h \cdot c}{\lambda_1} = \phi + \frac{m \cdot v_1^2}{2} \quad (\text{I})$$

$$E_2 = h \cdot f_2 = \frac{h \cdot c}{\lambda_2} = \phi + \frac{m \cdot v_2^2}{2} \quad (\text{II}), \quad \text{onde } v_1 = 2v_2$$

Daí:

$$(\text{II}) \quad 4 \frac{hc}{\lambda_2} = 4\phi + 4 \frac{mv_2^2}{2} \quad (\text{I}) \quad \frac{hc}{\lambda_1} = \phi + 4 \frac{mv_2^2}{2}$$

Fazendo (II) subtraída de (I), temos:

$$3 \cdot \phi = h \cdot c \cdot \left( \frac{4}{\lambda_2} - \frac{1}{\lambda_1} \right) \therefore \phi = \frac{(4 \cdot \lambda_1 - \lambda_2) \cdot h \cdot c}{3 \cdot \lambda_1 \cdot \lambda_2}$$

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

## Física – Questão 18

Uma lente convergente tem distância focal de 20 cm quando está mergulhada em ar. A lente é feita de vidro, cujo índice de refração é  $n_v = 1,6$ . Se a lente é mergulhada em um meio, menos refringente do que o material da lente, cujo índice de refração é  $n$ , considere as seguintes afirmações:

- I. A distância focal não varia se o índice de refração do meio for igual ao do material da lente.
- II. A distância focal torna-se maior se o índice de refração  $n$  for maior que o do ar.
- III. Neste exemplo, uma maior diferença entre os índices de refração do material da lente e do meio implica numa menor distância focal.

Então, pode-se afirmar que

- A) apenas a II é correta.
- B) apenas a III é correta.
- C) apenas II e III são corretas.
- D) todas são corretas.
- E) todas são incorretas.

### RESOLUÇÃO:

Para classificar as afirmativas, devemos analisar a equação dos fabricantes:

$$\frac{1}{f} = \left( \frac{n_v}{n} - 1 \right) \cdot \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

fator A      fator B

Em que na experiência o fator B não varia.

Assim:

- I. Falsa; se  $n_v = n$  temos  $\left( \frac{n_v}{n} - 1 \right) = 0$  ou seja, o foco se torna infinito  $\left( \frac{1}{f} = 0 \right)$ ;
- II. Verdadeira; se  $n$  for maior que do ar o fator A se torna menor e logo  $f$  aumenta;
- III. Verdadeira; já que  $n < n_v$ , quanto menor  $n$ , maior será o fator A e logo menor será o  $f$ ;

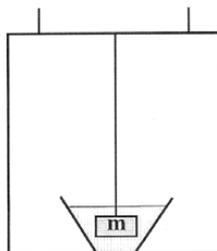
**GABARITO:** Letra **C**



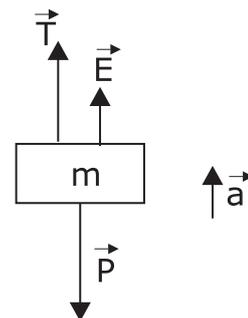
## Física – Questão 20

Um bloco homogêneo de massa  $m$  e densidade  $d$  é suspenso por meio de um fio leve e inextensível preso ao teto de um elevador. O bloco encontra-se totalmente imerso em água, de densidade  $\rho$ , contida em um balde, conforme mostra a figura. Durante a subida do elevador, com uma aceleração constante  $a$ , o fio sofrerá uma tensão igual a

- A)  $m(g+a)(1-\rho/d)$ .
- B)  $m(g-a)(1-\rho/d)$ .
- C)  $m(g+a)(1+\rho/d)$ .
- D)  $m(g-a)(1+d/\rho)$ .
- E)  $m(g+a)(1-d/\rho)$ .



$\vec{a}$



### RESOLUÇÃO

Isolando o bloco temos:

$$T + E - P = m \cdot a$$

$$T = m \cdot a + P - E = m \cdot a + m \cdot g - E$$

Lembrando-se que nessa situação o empuxo é maior que numa situação de repouso, ou seja  $E = \rho \cdot V \cdot (g + a)$ , em que  $(g + a)$  é a "gravidade aparente", temos:

$$T = m \cdot (a + g) - \rho \cdot V \cdot (g + a)$$

$$T = m \cdot (a + g) \cdot \left(1 - \frac{\rho \cdot V}{m}\right)$$

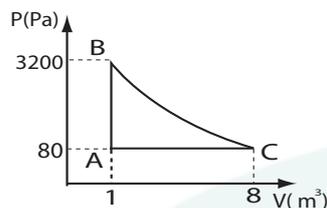
Como  $\frac{V}{m} = \frac{1}{d}$ , vem:

$$T = m \cdot (a + g) \cdot \left(1 - \frac{\rho}{d}\right)$$

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

## Física – Questão 21

Uma máquina térmica opera com um mol de um gás monoatômico ideal. O gás realiza o ciclo ABCA, representado no plano PV, conforme mostra a figura. Considerando que a transformação BC é adiabática, **CALCULE**



- a eficiência da máquina;
- a variação da entropia na transformação BC.

### RESOLUÇÃO:

$n = 1$  mol monoatômico ideal

BC é adiabática

a)  $\eta = ?$

$$p_A \cdot V_A = n \cdot R \cdot T_A \Rightarrow T_A = \frac{p_A \cdot V_A}{n \cdot R} = \frac{80 \cdot 1}{8 \cdot 1} = 10 \text{ K}$$

$$p_B \cdot V_B = n \cdot R \cdot T_B \Rightarrow T_B = \frac{p_B \cdot V_B}{n \cdot R} = \frac{3200 \cdot 1}{8 \cdot 1} = 400 \text{ K}$$

$$T_C = \frac{80 \cdot 8}{8 \cdot 1} = 80 \text{ K}$$

AB é isovolumétrica:

$$Q_{AB} = n \cdot c_v \cdot \Delta T$$

$$Q_{AB} = 1,0 \cdot \frac{3}{2} \cdot 8 \cdot (400 - 10) = 4680 \text{ J}$$

BC é adiabática:  $Q_{BC} = 0$

CA é isobárica:

$$Q_{CA} = n \cdot c_p \cdot \Delta T$$

$$Q_{CA} = 1,0 \cdot \frac{5}{2} \cdot 8 \cdot (10 - 80) = -1400 \text{ J}$$

$$Q_R = Q_{AB} = 4680 \text{ J}$$

$$Q_C = Q_{CA} = -1400 \text{ J}$$

$$Q_R + Q_C = W = 3280 \text{ J}$$

$$\eta = \frac{W}{Q_R} = \frac{3280}{4680} = 70,1\%$$

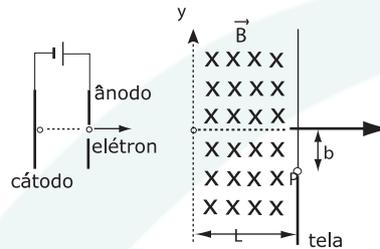
b)

$dS = \frac{dQ}{T}$ ; na transformação adiabática não há troca de calor, portanto:

$$\Delta S_{BC} = 0$$

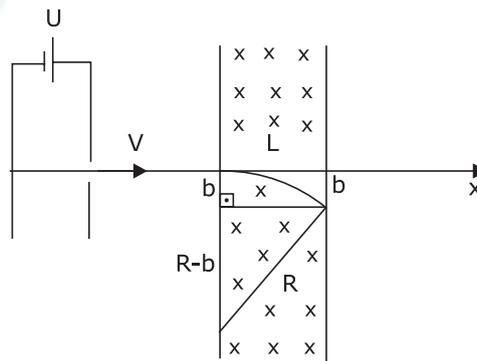
## Física – Questão 22

Tubos de imagem de televisão possuem bobinas magnéticas defletoras que desviam elétrons para obter pontos luminosos na tela e, assim, produzir imagens. Nesses dispositivos, elétrons são inicialmente acelerados por uma diferença de potencial  $U$  entre o cátodo e o ânodo. Suponha que os elétrons são gerados em repouso sobre o cátodo. Depois de acelerados, são direcionados, ao longo do eixo  $x$ , por meio de uma fenda sobre o ânodo, para uma região de comprimento  $L$  onde atua um campo de indução magnética uniforme  $\vec{B}$ , que penetra perpendicularmente o plano do papel, conforme mostra o esquema. Suponha, ainda, que a tela delimita a região do campo de indução magnética.



Se um ponto luminoso é detectado a uma distância  $b$  sobre a tela, **DETERMINE** a expressão da intensidade de  $\vec{B}$  necessária para que os elétrons atinjam o ponto luminoso P, em função dos parâmetros e constantes fundamentais intervenientes. (Considere  $b \ll L$ ).

### RESOLUÇÃO:



Seja  $m$  e  $e$  a massa e a carga de um elétron, respectivamente.

Cálculo da velocidade  $V$ :

$$e \cdot U = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2 \cdot e \cdot U}{m}} \quad (\text{I})$$

Notamos que a força magnética é a resultante centrípeta no movimento circular, logo:

$$e \cdot v \cdot B = \frac{mv^2}{R} \quad (\text{II})$$

De ( I ) e ( II ) vem:

$$B = \frac{1}{R} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot U \cdot m}{e}} \quad (\text{III})$$

Cálculo do raio R:

$$R^2 = (R - b)^2 + L^2 \Rightarrow r = \frac{b^2 + L^2}{2b} \cong \frac{L^2}{2b}, \text{ pois } L \gg b$$

Voltando em (III):

$$B = \frac{2b}{L^2} = \sqrt{\frac{2U \cdot m}{e}}$$

## Física – Questão 23

Dois tubos sonoros A e B emitem sons simultâneos de mesma amplitude, de frequências  $f_A = 150$  Hz e  $f_B = 155$  Hz, respectivamente.

- a) **CALCULE** a frequência do batimento do som ouvido por um observador que se encontra próximo aos tubos e em repouso em relação aos mesmos.
- b) **CALCULE** a velocidade que o tubo B deve possuir para eliminar a frequência do batimento calculada no item a), e especifique o sentido desse movimento em relação ao observador.

### RESOLUÇÃO:

- a) A frequência do batimento é igual a diferença entre as frequências das duas fontes, ou seja,

$$f_{\text{batimento}} = f_b - f_a = 5 \text{ Hz}$$

- b) A frequência aparente do tubo B percebida pelo observador deve diminuir de 155 Hz para 150 Hz. Lembrando o efeito Doppler, concluímos que o tubo B deve ser afastado do observador com uma velocidade  $v$  tal que:

$$f' = f_B \left( \frac{V_{\text{som}}}{V_{\text{som}} + v} \right), \text{ em que } f' \text{ é a frequência aparente}$$

$$150 = 155 \left( \frac{300}{300 + v} \right) \quad \therefore v = 10 \text{ m/s}$$

## Física – Questão 24

Atualmente, vários laboratórios, utilizando vários feixes de *laser*, são capazes de resfriar gases a temperaturas muito próximas do zero absoluto, obtendo moléculas e átomos ultrafrios. Considere três átomos ultrafrios de massa  $M$ , que se aproximam com velocidades desprezíveis. Da colisão tripla resultante, observada de um referencial situado no centro de massa do sistema, forma-se uma molécula diatômica com liberação de certa quantidade de energia  $B$ . Obtenha a velocidade final do átomo remanescente em função de  $B$  e  $M$ .

### RESOLUÇÃO:

Após a colisão temos:



Por conservação de energia:

$$\frac{M(2v)^2}{2} + \frac{2M \cdot v^2}{2} = B$$

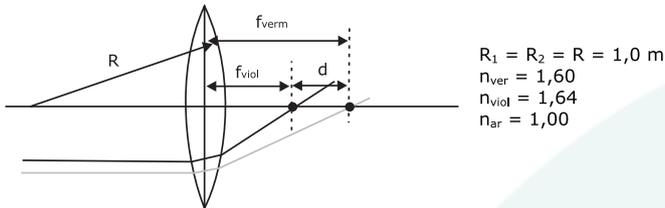
$$3M \cdot v^2 = B \quad \therefore v = \sqrt{\frac{B}{3M}}$$

Logo, a velocidade do átomo remanescente é  $2\sqrt{\frac{B}{3M}}$ .

## Física – Questão 25

As duas faces de uma lente delgada biconvexa têm um raio de curvatura igual a 1,00 m. O índice de refração da lente para luz vermelha é 1,60 e, para luz violeta, 1,64. Sabendo que a lente está imersa no ar, cujo índice de refração é 1,00, **CALCULE** a distância entre os focos de luz vermelha e de luz violeta, em centímetros.

### RESOLUÇÃO:



Aplicando a equação do fabricante de lentes (Halley):

$$\frac{1}{f} = \left( \frac{n_{\text{lente}}}{n_{\text{meio}}} - 1 \right) \cdot \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

Para o vermelho:

$$\frac{1}{f_{\text{verm}}} = \left( \frac{1,60}{1,00} - 1 \right) \cdot (1 + 1) \Rightarrow f_{\text{verm}} = 0,833 \text{ m}$$

Para o violeta:

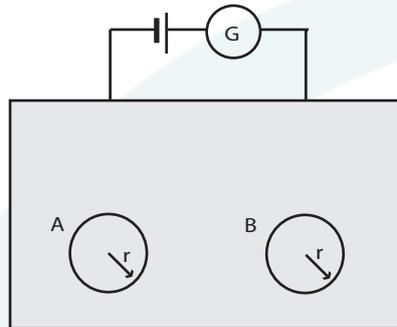
$$\frac{1}{f_{\text{viol}}} = \left( \frac{1,64}{1,00} - 1 \right) \cdot (1 + 1) \Rightarrow f_{\text{viol}} = 0,781 \text{ m}$$

$$d = f_{\text{verm}} - f_{\text{viol}} = 0,0520 \text{ m}$$

$$d = 5,20 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

## Física – Questão 26

Na prospecção de jazidas minerais e localização de depósitos-subterrâneos, é importante o conhecimento da condutividade elétrica do solo. Um modo de medir a condutividade elétrica do solo é ilustrado na figura. Duas esferas metálicas A e B, idênticas, de raio  $r$ , são profundamente enterradas no solo, a uma grande distância entre as mesmas, comparativamente a seus raios. Fios retilíneos, isolados do solo, ligam as esferas a um circuito provido de bateria e um galvanômetro G. Conhecendo-se a intensidade da corrente elétrica e a força eletromotriz da bateria, determina-se a resistência  $R$  oferecida pelo solo entre as esferas.



Sabendo que  $RC = \varepsilon/\sigma$ , em que  $\sigma$  é a condutividade do solo,  $C$  é a capacitância do sistema e  $\varepsilon$  a constante dielétrica do solo, pedem-se:

- A) **DESENHE** o circuito elétrico correspondente do sistema esquematizado e **CALCULE** a capacitância do sistema.  
 B) **EXPRESSE**  $\sigma$  em função da resistência  $R$  e do raio  $r$  das esferas.

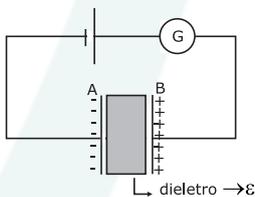
### RESOLUÇÃO:

$$RC = \frac{\varepsilon}{\sigma}$$

$\sigma$  → condutividade

$\varepsilon$  → constante dielétrica do solo

$C$  → capacitância do sistema



O capacitor equivalente é um capacitor de mesma carga em placas paralelas ligadas à mesma d.d.p.

$$V_A = V_B$$

$$C_A = 4\pi\varepsilon r \Rightarrow Q_A = C_A \cdot V_A \Rightarrow Q_A = -4\pi\varepsilon r V$$

$$C_B = 4\pi\varepsilon r \Rightarrow Q_B = C_B \cdot V_B \Rightarrow Q_B = 4\pi\varepsilon r V$$

$$C = \frac{Q}{V_{AB}} = \frac{4\pi\varepsilon r V}{2V} = 2\pi\varepsilon r$$

$$C = 2\pi\varepsilon r$$

b)

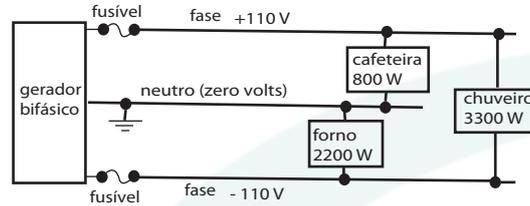
$$RC = \frac{\varepsilon}{\sigma} \Rightarrow \sigma = \frac{\varepsilon}{RC}$$

$$\sigma = \frac{\varepsilon}{R \cdot 2\pi\epsilon r} \Rightarrow \sigma = \frac{1}{2\pi r R}$$



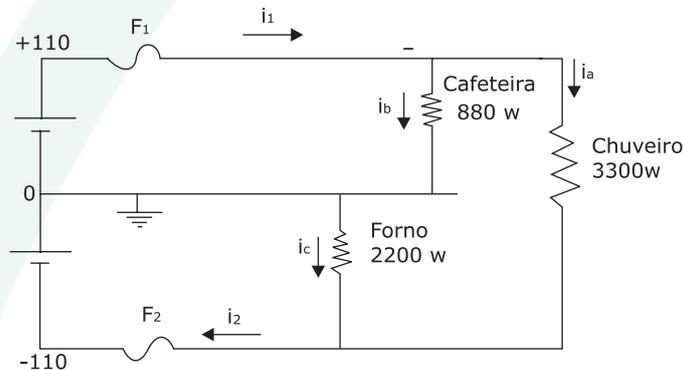
## Física – Questão 27

A figura representa o esquema simplificado de um circuito elétrico em uma instalação residencial. Um gerador bifásico produz uma diferença de potencial (d.d.p) de 220 V entre as fases (+110 V e -110 V) e uma ddp de 110 V entre o neutro e cada uma das fases. No circuito estão ligados dois fusíveis e três aparelhos elétricos, com as respectivas potências nominais indicadas na figura.



Admitindo que os aparelhos funcionam simultaneamente durante duas horas, calcule a quantidade de energia elétrica consumida em quilowatt-hora (kWh) e, também, a capacidade mínima dos fusíveis, em ampère.

### RESOLUÇÃO:



$$P_{\text{total}} = P_{\text{forno}} + P_{\text{cafeteira}} + P_{\text{chuveiro}}$$

$$P_{\text{total}} = 2200 + 880 + 3300 = 6380 \text{ W}$$

$$P = \frac{\Delta E}{\Delta t} \Rightarrow \Delta E = P \cdot \Delta t = 6380 \text{ W} \cdot 2 \text{ h} = 12760 \text{ Wh} = 12,76 \text{ kWh}$$

A energia consumida será de 12,76 kWh.

A corrente máxima que pode passar por  $F_1$  é  $i_1$ , em que  $i_1 = i_a + i_b$

A corrente máxima que pode passar por  $F_2$  é  $i_2$ , em que  $i_2 = i_a + i_c$

$$P = V \cdot i;$$

$$i_a = \frac{P_{\text{ch}}}{220} = 15 \text{ A}$$

$$i_b = \frac{P_{\text{caf}}}{110} = 8 \text{ A}$$

$$i_c = \frac{P_{\text{forno}}}{110} = 20 \text{ A}$$

$$i_1 = 23 \text{ A} \quad \text{e} \quad i_2 = 35 \text{ A}$$

## Física – Questão 28

Um elétron é acelerado a partir do repouso por meio de uma diferença de potencial  $U$ , adquirindo uma quantidade de movimento  $p$ . Sabe-se que, quando o elétron está em movimento, sua energia relativística é dada por  $E = [(m_0 c^2)^2 + p^2 c^2]^{1/2}$ , em que  $m_0$  é a massa de repouso do elétron e  $C$  a velocidade da luz no vácuo. **OBTENHA** o comprimento de onda de De Broglie do elétron em função de  $U$  e das constantes fundamentais pertinentes.

### RESOLUÇÃO:

O trabalho realizado sobre a partícula que atravessa a diferença de potencial  $U$  determina a energia cinética final:

$$\tau = e \cdot U = E_c = \frac{m_0 \cdot v^2}{2}, \text{ em que } v = \frac{p}{m_0}$$

$$\text{Daí: } \frac{p^2}{2 \cdot m_0} = e \cdot U$$

Sendo assim, o comprimento de onda de De Broglie pode ser calculado da seguinte forma:

$$\lambda = \frac{h \cdot c}{E} = \frac{h \cdot c}{[(m_0 \cdot c^2)^2 + p^2 \cdot c^2]^{1/2}} = \frac{h \cdot c}{[(m_0 \cdot c^2)^2 + 2 \cdot m_0 \cdot e \cdot U \cdot c^2]^{1/2}}$$

Simplificando:

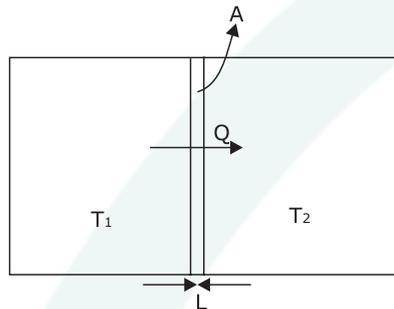
$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{m_0^2 \cdot c^2 + 2 \cdot m_0 \cdot e \cdot U}}$$

## Física – Questão 29

Dois salas idênticas estão separadas por uma divisória de espessura  $L = 5,0 \text{ cm}$ , área  $A = 100 \text{ m}^2$  e condutividade térmica  $k = 2,0 \text{ W/m.K}$ . O ar contido em cada sala encontra-se, inicialmente, à temperatura  $T_1 = 47 \text{ }^\circ\text{C}$  e  $T_2 = 27 \text{ }^\circ\text{C}$ , respectivamente. Considerando o ar como um gás ideal e o conjunto das duas salas um sistema isolado, **CALCULE**

- a) o fluxo de calor através da divisória relativo às temperaturas iniciais  $T_1$  e  $T_2$ .  
b) a taxa de variação de entropia  $\Delta S/\Delta t$  no sistema no início da troca de calor, explicando o que ocorre com a desordem do sistema.

### RESOLUÇÃO:



$$L = 5,0 \text{ cm} = 5,0 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$A = 100 \text{ m}^2$$

$$K = 2,0 \text{ W/m.K}$$

$$T_1 = 47 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_2 = 27 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\text{a) } \phi = \frac{K \cdot A \cdot \Delta T}{L} = \frac{2,0 \cdot 100 \cdot 20}{5,0 \cdot 10^{-2}} = 80000 \text{ W}$$

$$\phi = 80 \text{ kW}$$

$$\text{b) } \Delta S = \frac{\Delta Q}{T} \Rightarrow \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{\Delta Q}{\Delta t \cdot T} \Leftrightarrow \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{\phi}{T}$$

$$\frac{\Delta S_1}{\Delta t} = \frac{\phi_1}{T_1} = -\frac{80000 \text{ W}}{320 \text{ K}} = -250 \frac{\text{W}}{\text{K}}$$

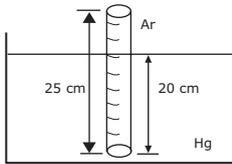
$$\frac{\Delta S_2}{\Delta t} = \frac{\phi_2}{T_2} = \frac{80000 \text{ W}}{300 \text{ K}} = 266,7 \frac{\text{W}}{\text{K}}$$

$$\frac{\Delta S_{\text{total}}}{\Delta t} = \frac{\Delta S_1}{\Delta t} + \frac{\Delta S_2}{\Delta t} = 16,7 \frac{\text{W}}{\text{K}} > 0$$

Processo irreversível, em que a desordem do sistema aumenta.

## Física – Questão 30

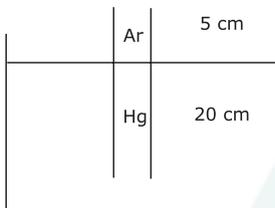
Na figura, uma pipeta cilíndrica de 25 cm de altura, com ambas as extremidades abertas, tem 20 cm mergulhados em um recipiente com mercúrio. Com sua extremidade superior tapada, em seguida a pipeta é retirada lentamente do recipiente.



Considerando uma pressão atmosférica de 75 cm Hg, **CALCULE** a altura da coluna de mercúrio remanescente no interior da pipeta.

### RESOLUÇÃO:

$$P_{\text{atm}} = 75 \text{ cmHg}$$

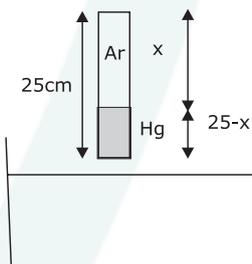


Condição de equilíbrio na face inferior do mercúrio, após a pipeta ser retirada do recipiente.

$$P_{\text{ar}} + P_{\text{Hg}} = P_{\text{atm}} \quad (\text{I})$$

Como o processo foi feito lentamente, podemos considerar que houve tempo para a troca de calor entre o ar e a vizinhança, podendo garantir que a temperatura permaneceu constante.

Transformação gasosa do ar:



$$\frac{P_0 V_0}{T_0} = \frac{P_1 V_1}{T_1} = nR,$$

$n = c^{\text{te}}$  (não alterou a massa de ar) e  $T_0 = T_1$

$$P_{\text{atm}} \cdot A \cdot H_0 = P_1 \cdot A \cdot H_1$$

$$P_1 = P_{\text{atm}} \cdot \frac{H_0}{H_1} = 75 \cdot \frac{5}{x} = \frac{375}{x}$$

$$P_1 = P_{\text{ar}} = \frac{375}{x} \text{ cm} \cdot \text{Hg} \quad (\text{II})$$

$$P_{\text{Hg}} = \rho_{\text{Hg}} \cdot g \cdot H_{\text{Hg}} = (25 - x)\text{cm} \cdot \text{Hg}$$

$$P_{\text{Hg}} = (25 - x)\text{cm} \cdot \text{Hg} \quad (\text{III})$$

Substituindo ( II ) e ( III ) em ( I ), temos:

$$\frac{375}{x} + 25 - x = 75 \text{ e como } x \neq 0 :$$

$$375 + 25x - x^2 = 75x$$

$$x^2 + 50x - 375 = 0$$

$$x = \frac{-50 \pm \sqrt{2500 - 4 \cdot 1 \cdot (-375)}}{2}$$

$$x = \frac{-50 \pm \sqrt{4000}}{2} = \frac{-50 \pm 63,25}{2} \Rightarrow x = 6,62 \text{ cm}$$

$$H_{\text{Hg}} = 25 - x = 18,38 \text{ cm}$$

Considerando apenas 2 algarismos significativos teremos:

$$H_{\text{Hg}} = 18 \text{ cm}$$

#### Comentário

Nº de Questões	Conteúdo	Objetivas	Dissertativas
1	Introdução	1	-
7	Mecânica	2, 3, 4, 12, 20	24, 30
5	Termodinâmica	9, 10, 11	21, 29
3	Óptica	18, 19	25
4	Ondas	13, 14, 15	23
8	Eletromagnetismo	5, 6, 7, 8, 16	22, 26, 27
2	Física Moderna	17	28

A prova possui conteúdos distribuídos de forma homogênea, com questões dos três níveis: fácil, médio e difícil. Uma prova em que o candidato tem que demonstrar suas habilidades com os cálculos e a capacidade de inter-relacionar conteúdos diferentes. A prova é longa, como de costume, e é um teste em que o candidato deve selecionar as questões que ele faz em pouco tempo, deixando as maiores e de mesmo peso, para o final. Todo o conteúdo cobrado nelas foi trabalhado em sala com nossos alunos, de forma que só coube a eles a organização dos dados e informações para a escolha da opção correta e o coerente desenvolvimento das questões.