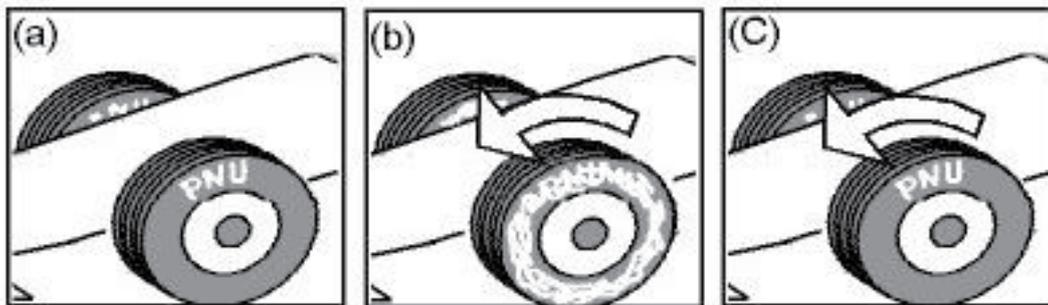


UNICAMP – 2004

2ª Fase

FÍSICA

Física – Questão 01



O quadro (a), acima, refere-se à imagem de televisão de um carro parado, em que podemos distinguir claramente a marca do pneu ("PNU"). Quando o carro está em movimento, a imagem da marca aparece como um borrão em volta de toda a roda, como ilustrado em (b). A marca do pneu volta a ser nítida, mesmo com o carro em movimento, quando este atinge uma determinada velocidade. Essa ilusão de movimento na imagem gravada é devido à frequência de gravação de 30 quadros por segundo (30 Hz).

Considerando que o diâmetro do pneu é igual a 0,6 m e $\pi = 3,0$, responda:

- A) Quantas voltas o pneu completa em um segundo, quando a marca filmada pela câmara aparece parada na imagem, mesmo estando o carro em movimento?
- B) Qual a menor frequência angular ω do pneu em movimento, quando a marca aparece parada?
- C) Qual a menor velocidade linear (em m/s) que o carro pode ter na figura (c)?

RESOLUÇÃO:

A) Como a frequência de gravação é de 30 quadros por segundo, para que vejamos a marca do pneu parada é necessário que o pneu dê também 30 (ou múltiplos inteiros de 30) voltas por segundo.

B) Determine a frequência angular, ω , através da equação:

$$\omega = 2\pi f = 2 \cdot 3 \cdot 30 = 180 \text{ rad/s}$$

C) Faça $v = \omega R$

$$v = 180 \cdot 0,3 = 54 \text{ m/s}$$

Física – Questão 02

Uma pesquisa publicada no ano passado identifica um novo recordista de salto em altura entre os seres vivos. Trata-se de um inseto, conhecido como Cigarrinha-da-espuma, cujo salto é de 45 cm de altura.

A) Qual é a velocidade vertical da cigarrinha no início de um salto?

B) O salto é devido a um impulso rápido de 10^{-3} s. **CALCULE** a aceleração média da cigarrinha, que suporta condições extremas, durante o impulso.

RESOLUÇÃO:

A) Determine a velocidade vertical da cigarrinha através da equação:

$$v^2 = v_0^2 - 2gh$$

$$0 = v_0^2 - 2 \cdot 10 \cdot 0,45$$

$$v_0 = 3 \text{ m/s}$$

B) Calcule o módulo da aceleração média da cigarrinha, através da relação:

$$a_{\text{méd}} = \Delta v / \Delta t = (3 - 0) / 10^{-3} = 3 \text{ 000 m/s}^2$$

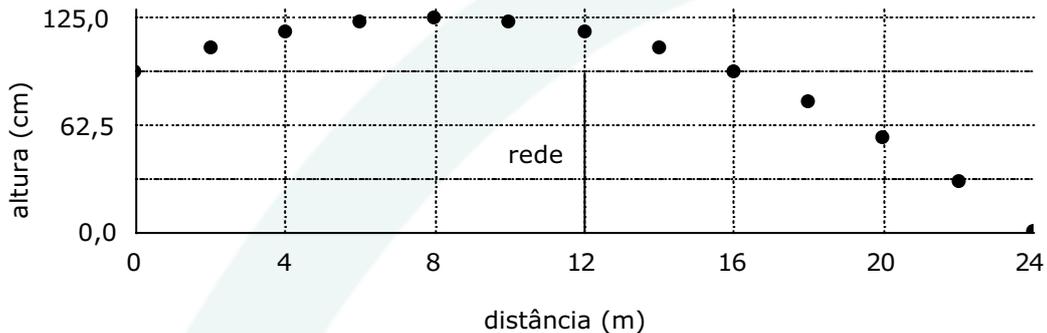
Física – Questão 03

Uma bola de tênis rebatida numa das extremidades da quadra descreve a trajetória representada na figura a seguir, atingindo o chão na outra extremidade da quadra. O comprimento da quadra é de 24 m.

A) **CALCULE** o tempo de voo da bola, antes de atingir o chão. Desconsidere a resistência do ar nesse caso.

B) Qual é a velocidade horizontal da bola no caso acima?

C) Quando a bola é rebatida com efeito, aparece uma força, F_E , vertical, de cima para baixo e igual a 3 vezes o peso da bola. Qual será a velocidade horizontal da bola, rebatida com efeito para uma trajetória idêntica à da figura?



RESOLUÇÃO:

A) Determine a componente vertical da velocidade no instante inicial, através da equação:

$$v_y^2 = v_{oy}^2 - 2gh$$

$$v_{oy}^2 = 2 \cdot 10 \cdot 0,31$$

$$v_{oy} = 2,5 \text{ m/s}$$

Através dessa velocidade, calcule o tempo que a bola levará para alcançar a altura máxima:

$$v_y = v_{oy} - gt$$

$$0 = 2,5 - 10t$$

$$t = 0,25 \text{ segundos.}$$

O tempo total de queda será $0,25 \cdot 3 = 0,75$ segundos.

B) Calcule a velocidade horizontal através da equação;

$$v_x = \Delta s / \Delta t = 24 / 0,75 = 32 \text{ m/s}$$

C) Faça que $F_R = ma$.

$$F_R = 4P (P + 3P)$$

$$4P = ma$$

$$4mg = ma$$

$$a = 4g.$$

Compare a trajetória sem efeito:

$$y = y_0 + (v_{oy}/v_{ox})x - g/(2v_{ox}^2)x^2$$

Com a trajetória com efeito:

$$y = y_0 + (v_{oy}/v_{ox})x - 4g/(2v_{ox}^2)x^2$$

$$y = y_0 + (v_{oy}/v_{ox})x - 2g/(v_{ox}^2)x^2$$

Para que a trajetória seja a mesma, é necessário que: $v'_{ox} = 2v_{ox}$ e $v'_{oy} = 2v_{oy}$.

Física – Questão 04

Uma caneta esferográfica comum pode desenhar um traço contínuo de 3 km de comprimento. A largura desse traço é de 0,5 mm. Considerando $\pi = 3,0$, faça o que se pede:

A) Estime o volume de tinta numa carga nova de uma caneta esferográfica e, a partir desse valor, calcule a espessura do traço deixado pela caneta sobre o papel.

B) Ao escrever, a força que uma caneta exerce sobre o papel é de 3 N. Qual a pressão exercida pela esfera da caneta sobre o papel?

RESOLUÇÃO:

A) Um valor aproximado para o raio do tubo da caneta é 1 mm. Calcule o volume de tinta utilizada para o traço:

$$V_{\text{tinta}} = \pi r^2 \cdot l = 3,0 \cdot (10^{-3})^2 \cdot 3 \times 10^3 = 3,0 \times 10^{-7} \text{ m}^3$$

Faça que $V_{\text{tinta}} = V_{\text{traço}}$

$$V_{\text{traço}} = \text{comprimento} \times \text{largura} \times \text{espessura}$$

$$V_{\text{traço}} = 3 \times 10^3 \cdot 0,5 \times 10^{-3} \cdot e = 3,0 \times 10^{-7}$$

$$e = 0,2 \times 10^{-6} \text{ metros} = 0,2 \text{ } \mu\text{m}$$

B) Determine a área da esfera:

$$A = \pi R^2 = 3,0 \cdot (2,5 \times 10^{-4})^2 = 2 \times 10^{-7} \text{ m}^2$$

Calcule a pressão:

$$P = F/A = 3 / (2 \times 10^{-7}) = 1,5 \times 10^7 \text{ N/m}^2$$

Física – Questão 05

Uma das modalidades de ginástica olímpica é a das argolas. Nessa modalidade, os músculos mais solicitados são os dos braços, que suportam as cargas horizontais, e os da região dorsal, que suportam os esforços verticais. Considerando um atleta cuja massa é de 60 kg e sendo os comprimentos indicados na figura $H = 3,0$ m; $L = 1,5$ m e $d = 0,5$ m, responda:

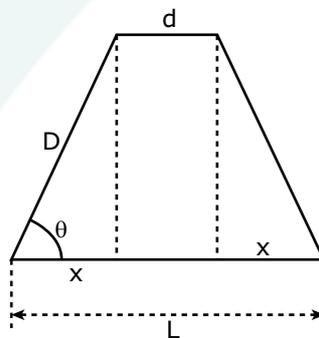
A) Qual a tensão em cada corda quando o atleta se encontra pendurado no início do exercício com os braços na vertical?

B) Quando o atleta abre os braços na horizontal, qual a componente horizontal da tensão em cada corda?

RESOLUÇÃO:

A) Como o atleta está em equilíbrio tensão em cada uma dessas cordas será $P/2 = 600/2 = 300$ N.

B)

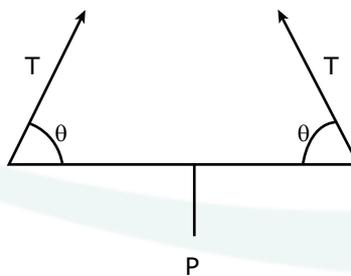


Na situação mostrada,

$$\operatorname{tg}\theta = H/(L - d)/2 = 2H/(L - d)$$

$$\operatorname{tg}\theta = 2 \cdot 3,0/(1,5 - 0,5) = 6$$

$$\operatorname{tg}\theta = H/x = 6$$



$$2T_y = P$$

$$T_y = P/2 = 300 \text{ N}$$

$$T_x = (L - d)/2H \cdot (P/2)$$

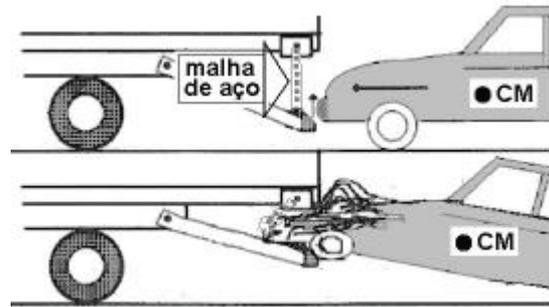
$$T_x = (1,5 - 0,5)/6 \cdot (300)$$

$$T_x = 50 \text{ N}$$

Física – Questão 06

O chamado “pára-choque alicate” foi projetado e desenvolvido na Unicamp com o objetivo de minimizar alguns problemas com acidentes. No caso de uma colisão de um carro contra a traseira de um caminhão, a malha de aço de um pára-choque alicate instalado no caminhão prende o carro e o ergue do chão pela plataforma, evitando, assim, o chamado “efeito guilhotina”. Imagine a seguinte situação: um caminhão de 6 000 kg está a 54 km/h e o automóvel que o segue, de massa igual a 2 000 kg, está a 72 km/h.

O automóvel colide contra a malha, subindo na rampa. Após o impacto, os veículos permanecem engatados um ao outro.



- A) Qual a velocidade dos veículos imediatamente após o impacto?
B) Qual a fração da energia cinética inicial do automóvel que foi transformada em energia potencial gravitacional, sabendo-se que o centro de massa do mesmo subiu 50 cm?

RESOLUÇÃO:

- A) Utilize a conservação da quantidade de movimento.

$$Q_{\text{inicial}} = Q_{\text{final}}$$

$$m_{\text{carro}} \cdot v_{\text{carro}} + m_{\text{caminhão}} \cdot v_{\text{caminhão}} = (m_{\text{carro}} + m_{\text{caminhão}})v$$

$$2\,000 \cdot 72 + 6\,000 \cdot 54 = (6\,000 + 2\,000) \cdot v$$

$$v = 58,5 \text{ km/h}$$

- B) $E_c = \frac{1}{2} m v^2$

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot 2\,000 \cdot 202 = 4,0 \times 10^5 \text{ J}$$

$$E_p = mgh = 2\,000 \cdot 10 \cdot 0,5 = 1,0 \times 10^4 \text{ J}$$

Determine a fração pela relação entre $E_p/E_c = 1,0 \times 10^4 / 4,0 \times 10^5 = 0,025 = 2,5\%$

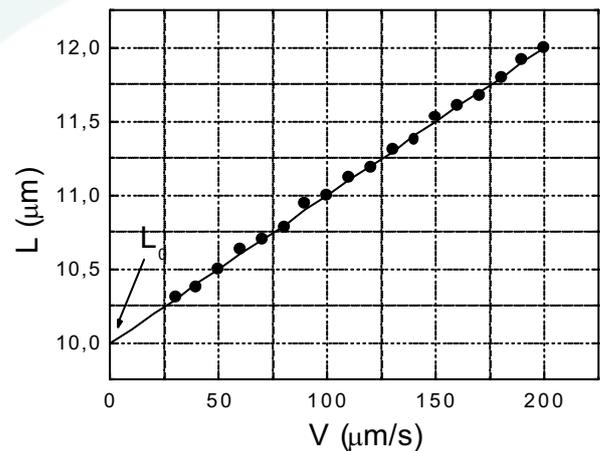
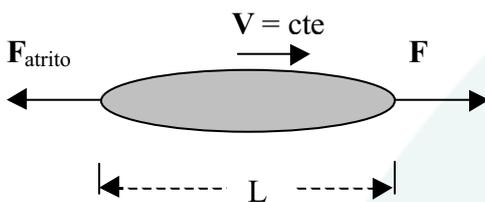
Física – Questão 07

A elasticidade das hemácias, muito importante para o fluxo sanguíneo, é determinada arrastando-se a hemácia com velocidade constante V através de um líquido. Ao ser arrastada, a força de atrito causada pelo líquido deforma a hemácia, esticando-a, e o seu comprimento pode ser medido através de um microscópio (vide esquema). O gráfico apresenta o comprimento L de uma hemácia para diversas velocidades de arraste V . O comprimento de repouso desta hemácia é $L_0 = 10$ micra.

A) A força de atrito é dada por $F_{\text{atrito}} = -bV$, com b sendo uma constante. Qual é a dimensão de b , e quais são as suas unidades no SI?

B) Sendo $b = 1,0 \times 10^{-8}$ em unidades do SI, encontre a força de atrito quando o comprimento da hemácia é de 11 micra.

C) Supondo que a hemácia seja deformada elasticamente, encontre a constante de mola k , a partir do gráfico.



RESOLUÇÃO:

A) Como $F = -bv$, as unidades de b é dada por:

$$[b] = [F]/[v]$$

$$[b] = [M] [L] [T]^{-2}/[L] [T]^{-1}$$

$$[b] = [M]/[T]$$

Portanto a unidade no SI que corresponde b é kg/s .

B) Através do gráfico determine a velocidade da hemácia para um comprimento igual a 11 μm , que é igual a 100 $\mu\text{m/s}$.

FAÇA que:

$$F_{\text{atrito}} = -1,0 \times 10^{-8} \cdot 100 \cdot 10^{-6} = 1,0 \times 10^{-12} \text{ N}$$

C) Utilize a Lei de Hooke para determinar K :

$$F = k\Delta x$$

$$k = F/\Delta x$$

$$\Delta x = L - L_0 = (11 - 10) \times 10^{-6} \text{ m} = \Delta x = 10^{-6} \text{ m}$$

$$k = 10^{-12}/10^{-6} = 10^{-6} \text{ N/m}$$

Física – Questão 08

Para resfriar um motor de automóvel, faz-se circular água pelo mesmo. A água entra no motor a uma temperatura de 80 °C com vazão de 0,4 l/s, e sai a uma temperatura de 95 °C. A água quente é resfriada a 80 °C no radiador, voltando em seguida para o motor através de um circuito fechado.

A) Qual é a potência térmica absorvida pela água ao passar pelo motor? Considere o calor específico da água igual a 4 200 J/kg°C e sua densidade igual a 1 000 kg/m³.

B) Quando um “aditivo para radiador” é acrescentado à água, o calor específico da solução aumenta para 5 250 J/kg °C, sem mudança na sua densidade. Caso essa solução a 80 °C fosse injetada no motor em lugar da água, e absorvesse a mesma potência térmica, qual seria a sua temperatura na saída do motor?

RESOLUÇÃO:

A) Seja $Q = mc\Delta T$

Substitua a massa da equação por $m = d \cdot v$:

$$d = m/v; m = d \cdot v$$

$$Q = dvc\Delta T$$

Determine a potência através da razão entre o calor e o tempo:

$$P = Q/t$$

$$P = dvc\Delta T/\Delta t$$

Observe que $v/\Delta t$ é a vazão e corresponde a $0,4 \text{ l/s} = 0,4 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$

$$P = 1\,000 \cdot 0,4 \times 10^{-3} \cdot 4\,200 \cdot (95 - 80) = 25,2 \text{ kW}$$

B) Utilize a mesma equação encontrada no item A dessa questão.

$$P = dvc\Delta T/\Delta t$$

$$25\,200 = 1\,000 \cdot 0,4 \times 10^{-3} \cdot 5\,250 (T_f - 80)$$

$$25\,200 = 2\,100 (T_f - 80)$$

$$12 = T_f - 80$$

$$T_f = 92 \text{ °C}$$

Física – Questão 09

Quando o alumínio é produzido a partir da bauxita, o gasto de energia para produzi-lo é de 15 kWh/kg. Já para o alumínio reciclado a partir de latinhas, o gasto de energia é de apenas 5% do gasto a partir da bauxita.

A) Em uma dada cidade, 50 000 latinhas são recicladas por dia. Quanto de energia elétrica é poupada nessa cidade (em kWh)? Considere que a massa de cada latinha é de 16 g.

B) Um forno de redução de alumínio produz 400 kg do metal, a partir da bauxita, em um período de 10 horas. A cuba eletrolítica desse forno é alimentada com uma tensão de 40 V. Qual a corrente que alimenta a cuba durante a produção? Despreze as perdas.

RESOLUÇÃO:

A) Determine a massa das 50 000 latinhas recicladas:

$$m = 50\,000 \cdot 16 = 8,0 \times 10^5 \text{ g} = 800 \text{ kg}$$

Quantidade de energia gasta para produzir o alumínio a partir da bauxita:

$$E = 15\,000 \cdot 800 = 1,2 \times 10^7 \text{ Wh}$$

Quantidade de energia economizada com a reciclagem:

$$0,95 \cdot 1,2 \times 10^7 = 1,14 \times 10^7 \text{ Wh} = 11\,400 \text{ kWh}$$

B) Determine a energia necessária nesse processo;

$$E = 15 \times 400 = 6\,000 \text{ kWh.}$$

Como o tempo é igual a 10 horas, determine a potência como:

$$P = E/t = 6\,000/10 = 600 \text{ kW}$$

$$P = VI$$

$$600\,000 = 40I$$

$$I = 15\,000 \text{ A} = 1,5 \times 10^4 \text{ A}$$

Física – Questão 10

Um raio entre uma nuvem e o solo ocorre devido ao acúmulo de carga elétrica na base da nuvem, induzindo uma carga de sinal contrário na região do solo abaixo da nuvem. A base da nuvem está a uma altura de 2 km e sua área é de 200 km^2 . Considere uma área idêntica no solo abaixo da nuvem. A descarga elétrica de um único raio ocorre em 10^{-3} s e apresenta uma corrente de 50 kA. Considerando $\epsilon_0 = 9 \times 10^{-12} \text{ F/m}$, responda:

- A) Qual é a carga armazenada na base da nuvem no instante anterior ao raio?
- B) Qual é a capacitância do sistema nuvem-solo nesse instante?
- C) Qual é a diferença de potencial entre a nuvem e o solo imediatamente antes do raio?

RESOLUÇÃO:

A) Calcule a carga por:

$$i = Q/\Delta t$$

$$Q = i \cdot \Delta t$$

$$Q = 50 \times 10^3 \cdot 10^{-3} = 50 \text{ C}$$

B) Calcule a capacitância através da equação:

$$C = \epsilon_0 A/d = 9,0 \times 10^9 \cdot 2,0 \times 10^8 / 2,0 \times 10^3 = 9,0 \times 10^7 \text{ F}$$

C) Determine a ddp através da equação:

$$V = Q/C = 50/9,0 \times 10^{-7} = 5,5 \times 10^7 \text{ V}$$

Física – Questão 11

Em alguns carros é comum que o espelho retrovisor modifique a altura aparente do carro que vem atrás. As imagens abaixo são vistas pelo motorista em um retrovisor curvo (fig. 1) e em um retrovisor plano (fig. 2).

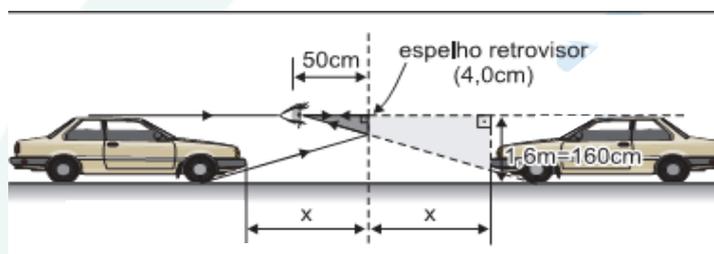
A) Qual é (qualitativamente) a curvatura do retrovisor da fig. 1?

B) A que distância o carro atrás se encontra, quando a sua imagem vista pelo motorista ocupa todo o espelho plano (fig. 2), cuja altura é de 4,0 cm? Considere que a altura real do carro seja de 1,6 m e que o teto do carro, o olho do motorista (situado a 50 cm do retrovisor) e o topo da imagem no espelho estejam alinhados horizontalmente.

RESOLUÇÃO:

A) Comparando as imagens das figuras 1 e 2 percebe-se, que o carro visto de um retrovisor curvo está mais achatado do que o carro visto através de um retrovisor plano. Como a altura do carro na figura 1 é menor do que a altura do carro da figura 2, conclui-se que o espelho do retrovisor é convexo.

B) Observe a figura abaixo:



Através da semelhança dos triângulos destacados obtém-se:

$$4/160 = 50/(x + 50)$$

$$4(x + 50) = 8000$$

$$x + 50 = 2000$$

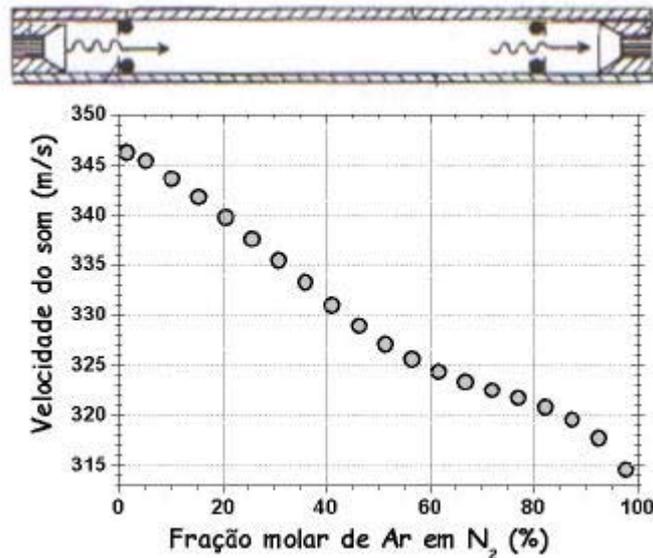
$$x = 1950 \text{ cm} = 19,5 \text{ m}$$

Física – Questão 12

Uma das formas de se controlar misturas de gases de maneira rápida, sem precisar retirar amostras, é medir a variação da velocidade do som no interior desses gases. Uma onda sonora com frequência de 800 kHz é enviada de um emissor a um receptor (vide esquema), sendo então medida eletronicamente sua velocidade de propagação em uma mistura gasosa. O gráfico a seguir apresenta a velocidade do som para uma mistura de argônio e nitrogênio em função da fração molar de Ar em N_2 .

A) Qual o comprimento de onda da onda sonora no N_2 puro?

B) Qual o tempo para a onda sonora atravessar um tubo de 10 cm de comprimento contendo uma mistura com uma fração molar de Ar de 60%?



RESOLUÇÃO:

A) Para N_2 puro a fração molar de Ar em N_2 é igual a 0%.

Determine o comprimento da onda sonora através da seguinte relação:

$$v = \lambda f$$

$$347 = \lambda \cdot 800$$

$$\lambda = 0,43 \text{ m}$$

B) Através do gráfico, determine a velocidade de propagação do som quando a fração de massa molar de Ar for 60%. Essa velocidade é igual a 325 m/s.

Sendo $d = 0,10 \text{ m}$, determine o tempo por:

$$t = 0,10/325 = 3,1 \times 10^{-4} \text{ segundos}$$