ELITE
PRÉ-VESTIBULAR
c a m p i n a s

O ELITE RESOLVE

FUVEST 2005

2ª FASE - FÍSICA

"Se os seus sonhos estiverem nas nuvens, não se preocupe, pois eles estão no lugar certo. Agora construa os alicerces."

William Shakespeare

www.elitecampinas.com.br (19) 3251-1012

FÍSICA

Quando necessário, adote:
aceleração da gravidade na Terra = g = 10 m/s^2
massa específica (densidade) da água = 1.000 kg/m^3
velocidade da luz no vácuo = c = 3,0 x 10^8 m/s
calor específico da água . 4J/(ºC.g); (1 caloria . 4 joules)

1. Procedimento de segurança, em auto-estradas, recomenda que o motorista mantenha uma "distância" de 2 segundos do carro que está à sua frente, para que, se necessário, tenha espaço para frear (*"Regra dos dois segundos"*). Por essa regra, a distância **D** que o carro percorre, em 2s, com velocidade constante $\mathbf{V_0}$, deve ser igual à distância necessária para que o carro pare completamente após frear. Tal procedimento, porém, depende da velocidade V_0 em que o carro trafega e da desaceleração máxima α fornecida pelos freios.
a) Determine o intervalo de tempo $\mathbf{T_0}$, em segundos, necessário para que o carro pare completamente, percorrendo a distância D referida.
b) Represente, no sistema de eixos da folha de resposta, a variação da desaceleração α em função da velocidade $\mathbf{V_0}$**,** para situações em que o carro pára completamente em um intervalo T_0 (determinado no item anterior).
c) Considerando que a desaceleração α depende principalmente do coeficiente de atrito μ entre os pneus e o asfalto, sendo 0,6 o valor de μ, determine, a partir do gráfico, o valor máximo de velocidade $\mathbf{V_M}$, em m/s, para o qual a *Regra dos dois segundos* permanece válida.

SOLUÇÃO:

a) ***SOLUÇÃO 1 (ALGÉBRICA):***
Pela regra dos dois segundos:

$$V_0 = \frac{\Delta S}{\Delta t} \Rightarrow V_0 = \frac{D}{2} \qquad (1)$$

Para parar o carro temos:

$$S = S_0 + v_0.t + \alpha.t^2/2 \Rightarrow D = V_0.T_0 - \frac{\alpha}{2}.T_0^2 \qquad (2)$$

$$V = V_0 + \alpha.t \Rightarrow 0 = V_0 - \alpha.T_0 \Rightarrow V_0 = \alpha.T_0 \qquad (3)$$

Substituindo (3) em (2) :

$$T_0^2 = \frac{2.D}{\alpha} \qquad (4)$$

Substituindo (1) em (3) temos:

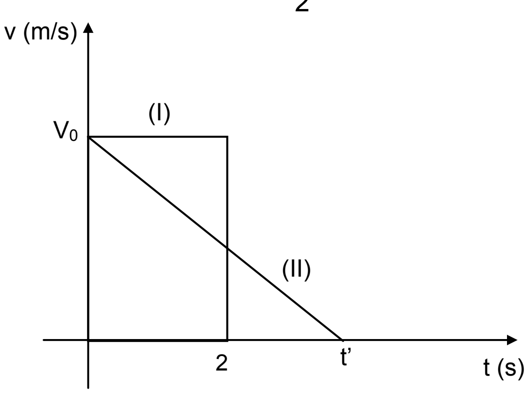
$$T_0 = \frac{V_0}{\alpha} = \frac{D}{2.\alpha} \qquad (5)$$

Dividindo (4) por (5) temos:

$$\boxed{T_0 = \frac{2}{1/2} = 4 \text{ s}}$$

SOLUÇÃO 2 (GRÁFICA):
Sabemos que ΔS = Área (V x Δt). Considerando que α é constante, temos a curva (II) a seguir quando o carro está freando e a curva (I)I determina a distância D, da "regra de dois segundos". Assim pelas áreas dos gráficos:

$$D = 2 \cdot V_0 = \frac{V_0 \cdot t'}{2} \Rightarrow t' = 4 \text{ s}$$



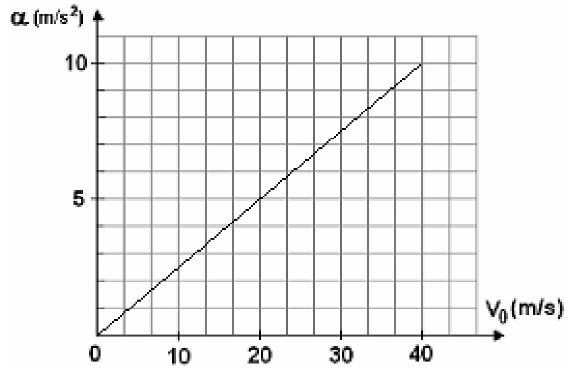
b) Por Torricelli temos:

$$0 = V_0^2 - 2.\alpha.D \Rightarrow V_0^2 = 2.\alpha.D \qquad (6)$$

Dividindo (6) por (1) temos:

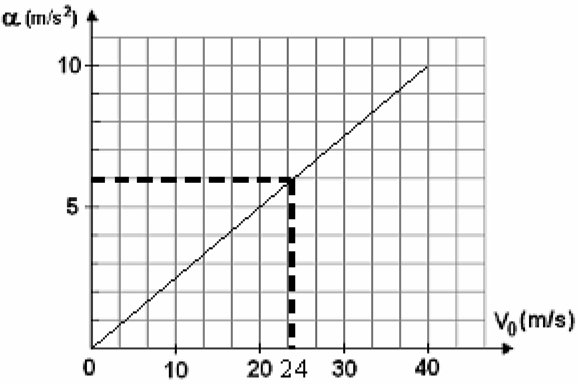
$$V_0 = 4.\alpha$$

Assim:



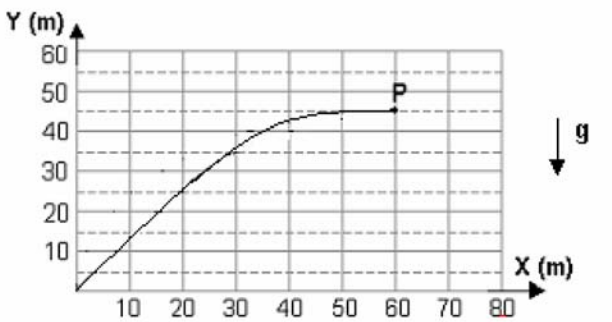
c) A regra de dois segundos somente é válida abaixo do limite máximo de desaceleração ($\alpha_{máx}$). A resultante das forças que agem sobre o carro, F_R, é: $F_R = F_{AT}$, portanto, a desaceleração máxima é dada por:

$$m \,.\, \alpha_{máx} = \mu \,.\, m \,.\, g \Rightarrow \alpha_{máx} = 0{,}6 \,.\, 10 \Rightarrow \boxed{\alpha_{máx} = 6 \text{ m/s}^2}$$



Portanto, do gráfico, temos $\boxed{V_M \cong 24 \text{ m/s}}$

2. Num espetáculo de fogos de artifício, um rojão, de massa $\mathbf{M_0}$ = 0,5 kg, após seu lançamento, descreve no céu a trajetória indicada na figura. No ponto mais alto de sua trajetória (ponto **P**), o rojão explode, dividindo-se em dois fragmentos, A e B, de massas iguais a $M_0/2$. Logo após a explosão, a velocidade horizontal de A, $\mathbf{V_A}$, é nula, bem como sua velocidade vertical.



a) Determine o intervalo de tempo $\mathbf{T_0}$, em segundos, transcorrido entre o lançamento do rojão e a explosão no ponto P.
b) Determine a velocidade horizontal $\mathbf{V_B}$, do fragmento B, logo após a explosão, em m/s.
c) Considerando apenas o que ocorre no momento da explosão, determine a energia $\mathbf{E_0}$ fornecida pelo explosivo aos dois fragmentos A e B, em joules.

NOTE E ADOTE:
A massa do explosivo pode ser considerada desprezível.

SOLUÇÃO:
a) No movimento vertical temos:

$$V_y = V_{0y} - g \cdot T_0 \Rightarrow 0 = V_{0y} - 10 \cdot T_0 \Rightarrow T_0 = \frac{V_{0y}}{10} \quad (1)$$

$$\Delta S_y = V_{0y} \cdot T_0 - \frac{g}{2} \cdot T_0^2 \Rightarrow 45 = V_{0y} \cdot T_0 - 5 \cdot T_0^2 \quad (2)$$

Substituindo (1) em (2) temos:

$$45 = V_{0y} \cdot \frac{V_{0y}}{10} - 5 \cdot \left(\frac{V_{0y}}{10}\right)^2 \Rightarrow V_{0y} = 30\,m/s \quad (3)$$

Substituindo (3) em (1): $\boxed{T_0 = 3s}$

b) Na horizontal, imediatamente antes da explosão:

$$V = \frac{60\,m}{3\,s} = 20\,m/s$$

Assim, pela conservação da quantidade de movimento:

$$M_0 \cdot V = M_A \cdot V_A + M_B \cdot V_B$$

$$0{,}5 \cdot 20 = 0{,}25 \cdot 0 + 0{,}25 \cdot V_B$$

$$\boxed{V_B = 40\ m/s}$$

c) No momento da explosão, desprezando-se a energia dissipada na forma de calor, temos que a energia fornecida pelo explosivo será convertida em energia cinética:

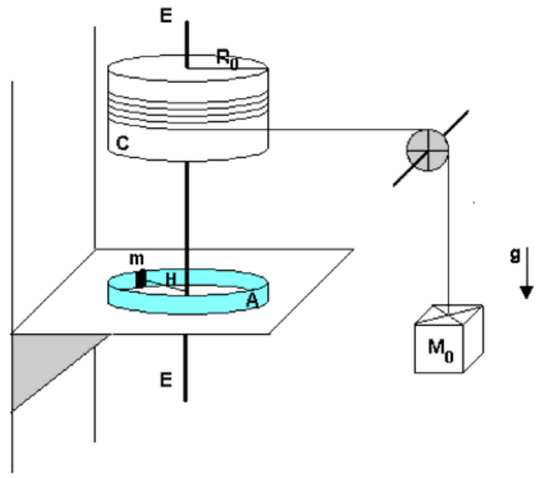
$$\Delta E = E_f - E_i = \frac{\frac{M_0}{2}}{2} \cdot V_B^2 - \frac{M_0}{2} \cdot V^2$$

$$\Delta E = \frac{0{,}25}{2} \cdot 40^2 - \frac{0{,}5}{2} \cdot 20^2$$

$$\Delta E = 200 - 100 \Rightarrow \Delta E = 100\ J$$

Observação: Faltou a banca esclarecer no enunciado que o estudante deveria desprezar as perdas por calor, uma vez que esta é uma simplificação grosseira (explosões tipicamente geram dissipação expressiva de energia na forma de calor).

3. Um sistema mecânico faz com que um corpo de massa $\mathbf{M_0}$, após um certo tempo em queda, atinja uma velocidade descendente constante $\mathbf{V_0}$, devido ao efeito do movimento de outra massa **m**, que age como freio. A massa m é vinculada a uma haste H, presa ao eixo E de um cilindro C, de raio $\mathbf{R_0}$, conforme mostrado na figura. Quando a massa M_0 cai, desenrola-se um fio que movimenta o cilindro e o eixo, fazendo com que a massa m descreva um movimento circular de raio $\mathbf{R_0}$. A velocidade V_0 é mantida constante, pela força de atrito, entre a massa m e a parede A, devido ao coeficiente de atrito μ entre elas e à força centrípeta que age sobre essa massa. Para tal situação, em função dos parâmetros m, M_0, R_0, V_0, μ e g, determine



a) o trabalho $\mathbf{T_g}$, realizado pela força da gravidade, quando a massa M_0 percorre uma distância vertical correspondente a uma volta completa do cilindro C.
b) o trabalho $\mathbf{T_A}$, dissipado pela força de atrito, quando a massa m realiza uma volta completa.
c) a velocidade V_0, em função das demais variáveis.

NOTE E ADOTE:
O trabalho dissipado pela força de atrito em uma volta é igual ao trabalho realizado pela força peso, no movimento correspondente da massa M_0, com velocidade V_0.

SOLUÇÃO:
a) Para a distância correspondente a uma volta temos:

$$T_g = m \cdot g \cdot d \Rightarrow T_g = M_o \cdot g \cdot 2 \cdot \pi \cdot R_o$$

b) O trabalho dissipado pela força de atrito em uma volta é igual ao trabalho realizado pela força peso em valores absolutos, assim:

$$T_A = -T_g = -m \cdot g \cdot d \Rightarrow T_A = -M_o \cdot g \cdot 2 \cdot \pi \cdot R_o$$

Nota: o sinal negativo indica que a *força de atrito dissipa energia*, enquanto a *força peso realiza trabalho*.

c) Como o corpo M_o desce com velocidade constante, temos que o torque (momento) causado pelo peso deste corpo é igual ao torque causado pela força de atrito, assim:

$$\tau_{M_0} = \tau_m$$

$$M_o \cdot g \cdot R_o = F_A \cdot R_o$$

$$M_o \cdot g = F_A \quad (1)$$

O corpo de massa m descreve um movimento circular uniforme, tendo portanto uma resultante centrípeta dada por:

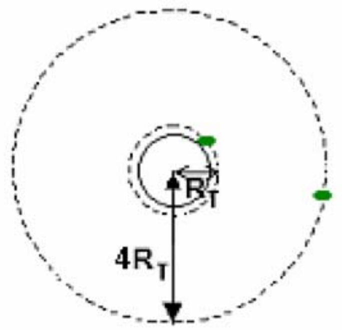
$$F_{cp} = N$$

$$\frac{m \cdot V_o^2}{R_o} = \frac{F_A}{\mu} \Rightarrow F_A = \frac{\mu \cdot m \cdot V_o^2}{R_o} \quad (2)$$

Portanto igualando (1) e (2) temos:

$$M_o \cdot g = \frac{\mu \cdot m \cdot V_o^2}{R_o} \Rightarrow \boxed{V_o = \sqrt{\frac{M_o \cdot g \cdot R_o}{\mu \cdot m}}}$$

4. Um satélite artificial, em órbita circular em torno da Terra, mantém um período que depende de sua altura em relação à superfície da Terra. Determine



a) o período $\mathbf{T_0}$ do satélite, em minutos, quando sua órbita está muito próxima da superfície. (Ou seja, está a uma distância do centro da Terra praticamente igual ao raio da Terra).
b) o período $\mathbf{T_4}$ do satélite, em minutos, quando sua órbita está a uma distância do centro da Terra aproximadamente igual a quatro vezes o raio da Terra.

NOTE E ADOTE:
A força de atração gravitacional sobre um corpo de massa m é F= GmM_T/r^2, em que r é a distância entre a massa e o centro da Terra, G é a constante gravitacional e M_T é a massa da Terra.
Na superfície da Terra, F= mg em que g = GM_T/R_T^2; g= 10m/s^2 e R_T = 6,4 x 10^6m.
(Para resolver essa questão, não é necessário conhecer nem G nem M_T).
Considere $\pi \approx 3$

SOLUÇÃO:
a) Quando o satélite está em órbita próximo à superfície da Terra:

$$F_{cp} = P \Rightarrow \frac{m \cdot V^2}{R_T} = m \cdot g \Rightarrow V^2 = g \cdot R_T \quad (1)$$

Para uma volta completa temos:

$$V = \frac{2 \cdot \pi \cdot R_T}{T_o} \quad (2)$$

Igualando as equações (1) e (2) temos:

$$g\,.\,R_T=\frac{4\,.\,\pi^2.R_T^2}{T_o^2}\Rightarrow T_0=2.\pi.\sqrt{\frac{R_T}{g}}\qquad(3)$$

O que resulta em $\boxed{T_o=4800\text{ s}=80\text{ min}}$

b) Quando o satélite está em órbita a uma distância igual a quatro vezes o raio terrestre temos:

$$F_{cp}=F_G\Rightarrow\frac{m\,.\,V^2}{r}=\frac{G\,.\,M_T\,.\,m}{r^2}\Rightarrow V^2=\frac{G\,.\,M_T}{4\,.\,R_T}\qquad(1)$$

Novamente para uma volta completa:

$$V=\frac{2\,.\,\pi.\,4\,.\,R_T}{T_4}\qquad(2)$$

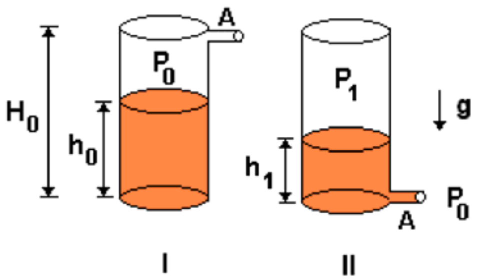
Assim:

$$\frac{G\,.\,M_T}{4\,.\,R_T}=\frac{4\,.\,\pi^2.16.\,R_T^2}{T_4^2}\qquad(3)$$

Substituindo $g=\dfrac{G.M_T}{R_T^2}=10\text{ m/s}^2$ em (3):

$$\boxed{T_4=38400\text{ s}=640\text{ min}}$$

5. Um tanque industrial, cilíndrico, com altura total $\mathbf{H_0}$ = 6,0 m, contém em seu interior água até uma altura $\mathbf{h_0}$, a uma temperatura de 27 °C (300 K). O tanque possui um pequeno orifício A e, portanto, está à pressão atmosférica $\mathbf{P_0}$, como esquematizado em I. No procedimento seguinte, o orifício é fechado, sendo o tanque invertido e aquecido até 87°C (360 K). Quando o orifício é reaberto, e mantida a temperatura do tanque, parte da água escoa, até que as pressões no orifício se equilibrem, restando no interior do tanque uma altura $\mathbf{h_1}$ = 2,0 m de água, como em II.



Determine

a) a pressão $\mathbf{P_1}$, em N/m², no interior do tanque, na situação II.

b) a altura inicial $\mathbf{h_0}$ da água no tanque, em metros, na situação I.

NOTE E ADOTE:
$P_{atmosférica}$ = 1 Pa = 1,0 x 10^5 N/m²
ρ (água) = 1,0 x 10^3 kg/m³ ; g =10 m/s²

SOLUÇÃO:

a) Na situação II, para que ocorra o equilíbrio de pressões no orifício, temos:

$$P_{atm}=P_1+P_{coluna\,H_2O}=P_1+\rho\,.\,g\,.\,h\Rightarrow$$

$$P_1=1.10^5-1.10^3.10.2\Rightarrow$$

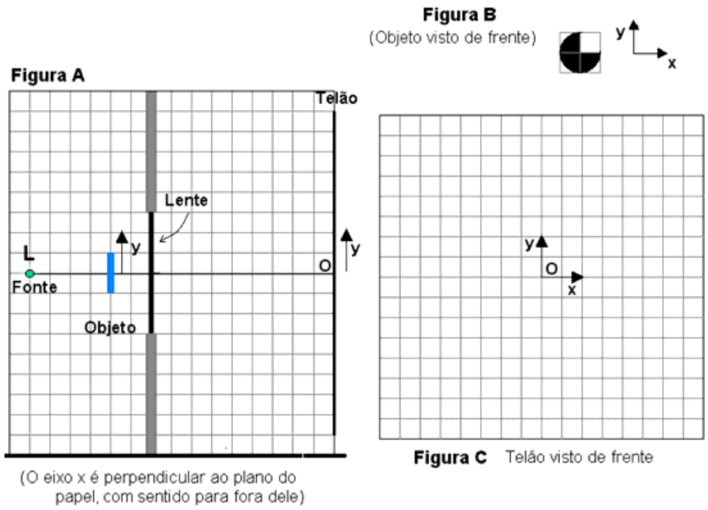
$$\boxed{P_1=8{,}0\,.\,10^4\text{ N/m}^2}$$

b) Comparando-se a situação imediatamente após o orifício ser fechado com a situação II, depois de estabelecido o equilíbrio entre as pressões, temos:

$$\frac{P_o\,.\,V_o}{T_o}=\frac{P_1\,.\,V_1}{T_1}\Rightarrow\frac{1.10^5\,.\,A\,.(H_o-h_o)}{300}=\frac{0{,}8.10^5\,.\,A\,.(H_o-h_1)}{360}\Rightarrow$$

$$h_o=6-\frac{0{,}8\,.\,4}{360}\cdot300=\frac{10}{3}\Rightarrow\boxed{h_o=3{,}33\text{ m}}$$

6. Uma fonte de luz intensa **L**, praticamente pontual, é utilizada para projetar sombras em um grande telão **T**, a 150 cm de distância. Para isso, uma lente convergente, de distância focal igual a 20 cm, é encaixada em um suporte opaco a 60 cm de **L**, entre a fonte e o telão, como indicado na figura A, em vista lateral. Um objeto, cuja região opaca está representada pela cor escura na figura B, é, então, colocado a 40 cm da fonte, para que sua sombra apareça no telão. Para analisar o efeito obtido, indique, no esquema da folha de resposta,



a) a posição da imagem da fonte, representando-a por **L'**.

b) a região do telão, na ausência do objeto, que não é iluminada pela fonte, escurecendo-a a lápis. (Faça, a lápis, as construções dos raios auxiliares, indicando por A_1 e A_2 os raios que permitem definir os limites de tal região).

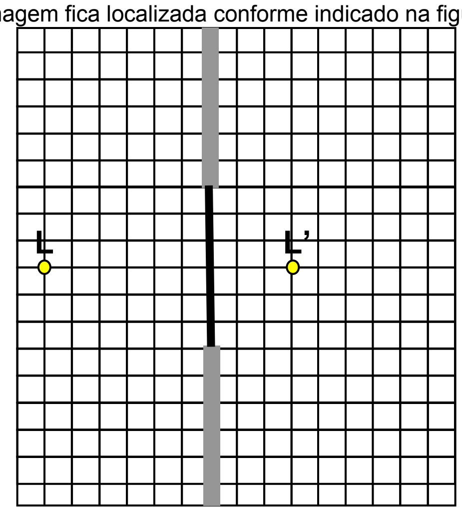
c) a região do telão, na presença do objeto, que não é iluminada pela fonte, escurecendo-a a lápis. (Faça, a lápis, as construções dos raios auxiliares necessários para tal determinação).

SOLUÇÃO:

a) Da equação dos pontos conjugados, vem:

$$\frac{1}{f}=\frac{1}{L}+\frac{1}{L'}\Rightarrow\frac{1}{L'}=\frac{1}{20}-\frac{1}{60}\Rightarrow L'=30\text{ cm}$$

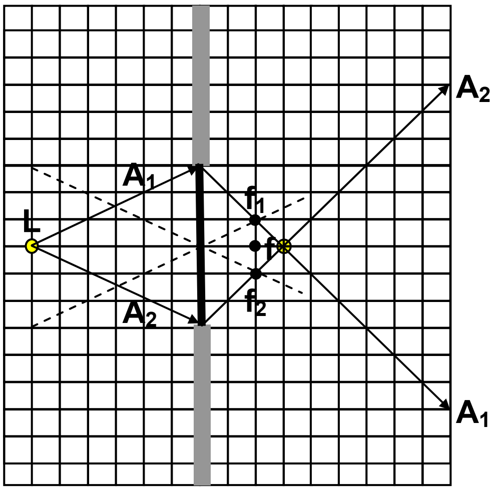
Assim, a imagem fica localizada conforme indicado na figura a seguir:



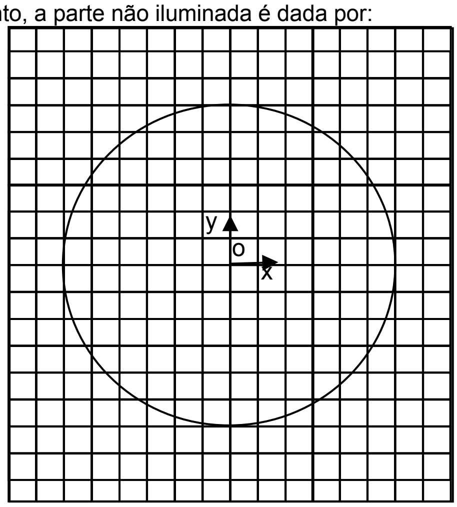
b) Este item pode ser resolvido de duas maneiras:

I) Considerando que todos os raios emitidos por L devem passar por L';

II) Utilizando eixos auxiliares: traçamos segmentos de reta que ligam a fonte às extremidades da lente, em seguida traçamos eixos auxiliares passando pelo centro da lente, paralelos a estes segmentos (tracejados na figura) e utilizamos os raios notáveis para os eixos auxiliares (raios que incidem na lente paralelos ao eixo auxiliar saem passando pelo foco auxiliar):



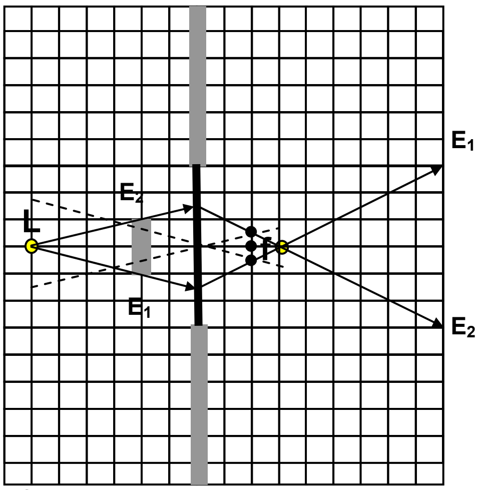
Portanto, a parte não iluminada é dada por:



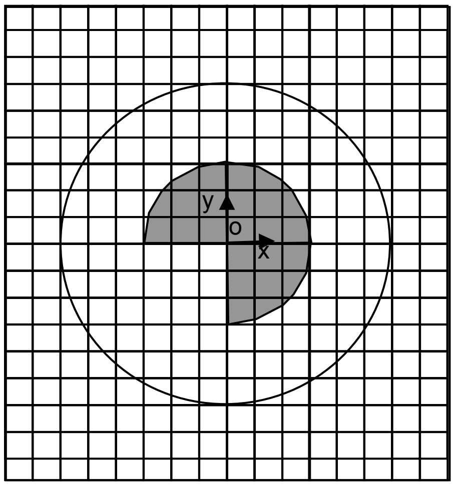
c) Analogamente ao item b, este item pode ser resolvido de duas maneiras:

I) Considerando que os raios emitidos por L que passam rentes às extremidades do objeto devem passar por L';

II) Utilizando eixos auxiliares: traçamos segmentos de reta que ligam a fonte à lente, passando pelas extremidades do objeto, em seguida traçamos eixos auxiliares, paralelos a estes segmentos (tracejados na figura) e utilizamos os raios notáveis para os eixos auxiliares (raios que incidem na lente paralelos ao eixo auxiliar saem passando pelo foco auxiliar):



Através desta figura, podemos notar que a imagem é invertida em relação ao objeto, pois E_1 e E_2 têm suas posições invertidas, assim, a parte não é iluminada é dada por:



7. O ano de 2005 foi declarado o Ano Internacional da Física, em comemoração aos 100 anos da Teoria da Relatividade, cujos resultados incluem a famosa relação $E = \Delta m.c^2$. Num reator nuclear, a energia provém da fissão do Urânio. Cada núcleo de Urânio, ao sofrer fissão, divide-se em núcleos mais leves, e uma pequena parte, Δm, de sua massa inicial transforma-se em energia. A Usina de Angra II tem uma potência elétrica de cerca 1350 MW, que é obtida a partir da fissão de Urânio-235. Para produzir tal potência, devem ser gerados 4000 MW na forma de calor **Q**. Em relação à Usina de Angra II, estime a

a) quantidade de calor **Q**, em joules, produzida em um dia.

b) quantidade de massa **Δm** que se transforma em energia na forma de calor, a cada dia.

c) massa **MU** de Urânio-235, em kg, que sofre fissão em um dia, supondo que a massa Δm, que se transforma em energia, seja aproximadamente 0,0008 (8×10^{-4}) da massa MU.

$E = \Delta mc^2$
Essa relação indica que massa e energia podem se transformar uma na outra. A quantidade de energia E que se obtém está relacionada à quantidade de massa Δm, que "desaparece", através do produto dela pelo quadrado da velocidade da luz (c).

NOTE E ADOTE:
Em um dia, há cerca de 9×10^4 s
1 MW = 10^6 W
c = 3×10^8 m/s

SOLUÇÃO:

a) A quantidade de calor produzida em um dia é dada por:

$$P = \frac{Q}{\Delta t} \Rightarrow Q = P\,.\,\Delta t$$

$$Q = 4000\,.\,10^6.\,9\,.\,10^4 \Rightarrow$$

$$\boxed{Q = 3{,}6\,.\,10^{14}\ J}$$

b) A quantidade de massa Δm que se transforma em energia é dada por:

$$Q = E = \Delta m\,.\,c^2 \Rightarrow \Delta m = \frac{3{,}6\,.\,10^{14}}{(3.10^8)^2}$$

$$\Rightarrow\ \Delta m = 4\,.\,10^{-3}\ kg \Rightarrow$$

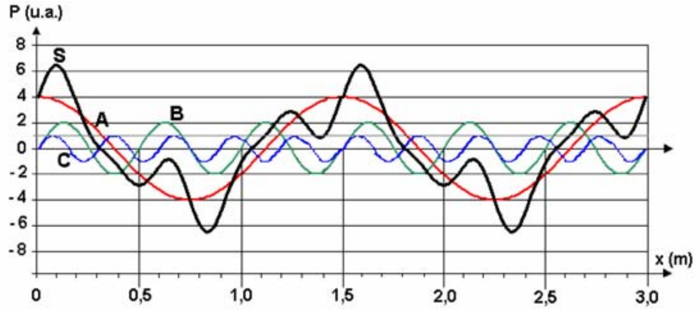
$$\boxed{\Delta m = 4g}$$

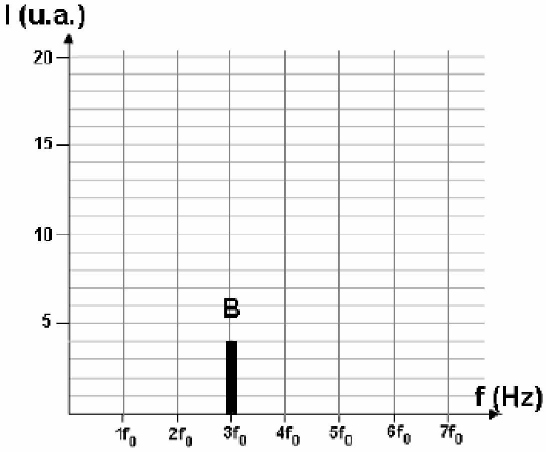
c) A massa de Urânio – 235 que sofre fissão é dada por:

$$\Delta m = 8\,.\,10^{-4}\ M_U \Rightarrow M_U = \frac{4.10^{-3}}{8\,.\,10^{-4}} \Rightarrow \boxed{M_U =\ 5\,kg}$$

8. O som produzido por um determinado instrumento musical, longe da fonte, pode ser representado por uma onda complexa S, descrita como uma sobreposição de ondas senoidais de pressão, conforme a figura. Nela, está representada a variação da pressão P em função da posição, num determinado instante, estando as três componentes de S identificadas por A, B e C.

a) Determine os comprimentos de onda, em metros, de cada uma das componentes A, B e C, preenchendo o quadro da folha de respostas.
b) Determine o comprimento de onda λ_0, em metros, da onda S.
c) Represente, no gráfico apresentado na folha de respostas, as intensidades das componentes A e C. Nesse mesmo gráfico, a intensidade da componente B já está representada, em unidades arbitrárias.





NOTE E ADOTE
u.a. = unidade arbitrária Velocidade do som ~ 340 m/s
A intensidade I de uma onda senoidal é proporcional ao quadrado da amplitude de sua onda de pressão.
A freqüência f_0 corresponde à componente que tem menor freqüência.

SOLUÇÃO:
a) Da leitura do gráfico, temos:

	λ (m)
A	1,5
B	0,5
C	0,3

b) Também da leitura do gráfico, observando o valor de x a partir do qual os valores de P se repetem, temos: λ_0 = 1,5 m.
c) Da equação fundamental da ondulatória:

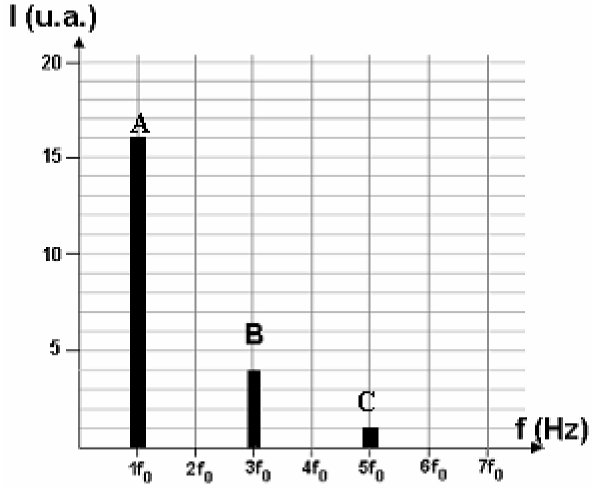
$$\begin{cases} v = \lambda_A . f_A = 1{,}5.f_A \\ v = \lambda_B . f_B = 0{,}5.f_B \\ v = \lambda_C . f_C = 0{,}3.f_C \end{cases} \Rightarrow 1{,}5.f_A = 0{,}5.f_B = 0{,}3.f_C \therefore$$

$$\begin{cases} f_A = \dfrac{f_B}{3} = f_0 \\ f_C = \dfrac{5}{3} \cdot f_B = 5.f_0 \end{cases}$$

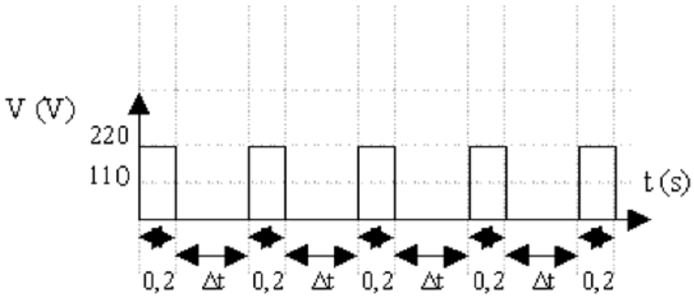
Como I é proporcional a P^2, podemos escrever:
$I = k.P^2$ (onde k é constante)
Do gráfico I *versus* f, temos $I_B = 4$ e do gráfico P *versus* x, temos $P_B = 2$. Logo,

$$k = \frac{I_B}{P_B^2} = \frac{4}{2^2} = 1$$

Assim, do gráfico P *versus* x, $\boxed{I_A = P_A^2 = 4^2 = 16}$ e $\boxed{I_C = P_C^2 = 1^2 = 1}$
Portanto o gráfico I *versus* f será:



9. Um determinado aquecedor elétrico, com resistência R constante, é projetado para operar a 110 V. Pode-se ligar o aparelho a uma rede de 220V, obtendo os mesmos aquecimento e consumo de energia médios, desde que haja um dispositivo que o ligue e desligue, em ciclos sucessivos, como indicado no gráfico. Nesse caso, a cada ciclo, o aparelho permanece ligado por 0,2s e desligado por um intervalo de tempo Δt. Determine



a) a relação $\mathbf{Z_1}$ entre as potências P_{220} e P_{110}, dissipadas por esse aparelho em 220V e 110V, respectivamente, quando está continuamente ligado, sem interrupção.
b) o valor do intervalo **Δt**, em segundos, em que o aparelho deve permanecer desligado a 220V, para que a potência média dissipada pelo resistor nessa tensão seja a mesma que quando ligado continuamente em 110V.
c) a relação $\mathbf{Z_2}$ entre as correntes médias I_{220} e I_{110}, que percorrem o resistor quando em redes de 220V e 110V, respectivamente, para a situação do item anterior.

NOTE E ADOTE:
Potência média é a razão entre a energia dissipada em um ciclo e o período total do ciclo.

SOLUÇÃO:
a)

$$Z_1 = \frac{P_{220}}{P_{110}} = \frac{\dfrac{220^2}{R}}{\dfrac{110^2}{R}} \Rightarrow Z_1 = 4$$

b) Para que as potencias médias dissipadas sejam iguais, temos:

$$P_{110} = P'_{220} \Rightarrow \frac{110^2}{R} = \frac{\dfrac{220^2}{R}.0{,}2}{\Delta t + 0{,}2} \Rightarrow \Delta t + 0{,}2 = 4.0{,}2 \Rightarrow$$

$$\boxed{\Delta t = 0{,}6\,s}$$

c) Considerando somente os intervalos em que o aquecedor está ligado, temos: Δt_{110} = 0,8 s e Δt_{220} = 0,2 s.
Como, nas condições do item b, a potência média dissipada deve ser a mesma, então, a **energia total dissipada em um ciclo deve ser a mesma**, logo, sendo P_{110} e P_{220} as potências dissipadas **somente enquanto o aquecedor está ligado**, temos:

$$Q_{110} = Q_{220} \Rightarrow P_{110}.\Delta t_{110} = P_{220}.\Delta t_{220} \Rightarrow$$

$$R.i_{110}^2.\Delta t_{110} = R.i_{220}^2.\Delta t_{220} \Rightarrow \frac{i_{220}^2}{i_{110}^2} = \frac{\Delta t_{110}}{\Delta t_{220}} = \frac{0,8}{0,2} = 4 \Rightarrow \frac{i_{220}}{i_{110}} = 2$$

Onde i_{110} e i_{220} são as **correntes nos intervalos em que o aquecedor está ligado**, portanto, as correntes médias são dadas por:

$$\begin{cases} i_{110m} = i_{110} \\ i_{220m} = i_{220} \cdot \dfrac{0,2}{0,8} = \dfrac{i_{220}}{4} \end{cases} \Rightarrow Z_2 = \frac{i_{220m}}{i_{110m}} = \frac{i_{220}}{4.i_{110}} \therefore$$

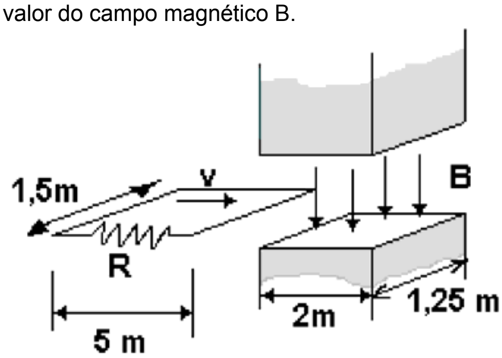
$$\boxed{Z_2 = \frac{1}{2}}$$

Observação: Esta questão exigiu do estudante uma atenção especial, pois o que se esperava era a determinação da razão entre as correntes na condição onde a energia total dissipada em um ciclo era a mesma em 110 V e 220 V, conforme explicado no "NOTE E ADOTE". Quem utilizou simplesmente a equação da potência dissipada, sem calcular a energia dissipada no ciclo acabou cometendo o seguinte engano:

$$P_{110} = P'_{220} \Rightarrow R.i_{110}^2 = R.i'^2_{220} \Rightarrow \frac{i_{220}}{i_{110}} = 1 \Rightarrow Z_2 = 1 \text{ (ERRADO!)}$$

O desenvolvimento acima está errado porque o intervalo de funcionamento em 110 V e 220 V não é o mesmo.

10. Uma espira condutora ideal, com 1,5 m por 5,0 m, é deslocada com velocidade constante, de tal forma que um de seus lados atravessa uma região onde existe um campo magnético **B**, uniforme, criado por um grande eletroímã. Esse lado da espira leva 0,5 s para atravessar a região do campo. Na espira está inserida uma resistência **R** com as características descritas. Em conseqüência do movimento da espira, durante esse intervalo de tempo, observa-se uma variação de temperatura, em R, de 40°C. Essa medida de temperatura pode, então, ser utilizada como uma forma indireta para estimar o valor do campo magnético B.



Assim determine
a) a energia **E**, em joules, dissipada no resistor sob a forma de calor.
b) a corrente **I**, em ampères, que percorre o resistor durante o aquecimento.
c) o valor do campo magnético **B**, em teslas.

CARACTERÍSTICAS DO RESISTOR R:
Massa = 1,5 g
Resistência = 0,40 .
Calor específico = 0,33 cal/g

NOTE E ADOTE:
1 cal ≈ 4 J
F = I B L é a força F que age sobre um fio de comprimento L, percorrido por uma corrente I, em um campo magnético B.
|fem| = Δϕ / Δt, ou seja, o módulo da força eletromotriz induzida é igual à variação de fluxo magnético ö por unidade de tempo.
ϕ = B.S, onde B é a intensidade do campo através de uma superfície de área S, perpendicular ao campo.

SOLUÇÃO:
a) A energia liberada no resistor sob a forma de calor é:

$$Q = m.c.\Delta T = 1,5\,g . 0,33\,{}^{cal}\!/_{g.ºC} . 40ºC$$

$$\Rightarrow Q = 20\,cal = 80\,J$$

b) A corrente que percorre o resistor durante o aquecimento é:

$$P = \frac{Q}{\Delta t} \Rightarrow R.i^2 = \frac{Q}{\Delta t} \Rightarrow 0,4.i^2 = \frac{80}{0,5} \Rightarrow i = 20\,A$$

c) O campo magnético B é dado por:

$$\varepsilon = R.i \qquad (1)$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta\phi}{\Delta t} = \frac{B.\Delta A}{\Delta t} \qquad (2)$$

Igualando (1) e (2), vem:

$$R.i = \frac{B.\Delta A}{\Delta t} \Rightarrow B = \frac{R.i.\Delta t}{\Delta A}$$

$$\Rightarrow B = \frac{0,4.20.0,5}{1,25.2} \Rightarrow B = 1,6\,T$$

ELITE PRÉ-VESTIBULAR campinas
VOCÊ NA ELITE DAS UNIVERSIDADES!

PARABÉNS AOS ALUNOS DO ELITE PELO EXCELENTE DESEMPENHO NA FUVEST E NA UNICAMP 2005!

FUVEST 2005 – 1ª fase

Turma	Alunos do Elite aprovados	Índice geral de aprovação do vestibular	Observações
Unicamp/Fuvest Diurno	71%	20%	Índice geral considera a média de todas as carreiras: dos **154 mil candidatos, 31 mil foram aprovados para a segunda fase.**
Unicamp/Fuvest Noturno	58%	20%	
Medicina	54%	10%	Dos **12 mil candidatos** à concorridíssima carreira de MEDICINA, somente **1200 foram aprovados para a segunda fase**.

UNICAMP 2005 – 1ª fase

Turma	Alunos do Elite aprovados	Índice geral de aprovação do vestibular	Observações
Unicamp/Fuvest Diurno	73%	24%	Índice geral considera a média de todas as carreiras: dos **54 mil candidatos, 13 mil foram aprovados para a segunda fase**.
Unicamp/Fuvest Noturno	55%	24%	
Medicina	38%	10%	Dos **9 mil candidatos** à concorridíssima carreira de MEDICINA, somente **900 foram aprovados para a segunda fase**.