

**Observação - substitua os valores numéricos após todas as manipulações algébricas de cada item.**

1. A figura abaixo mostra um “sonômetro” que consiste de um fio esticado por um peso  $P$  e apoiado em duas cunhas móveis sobre uma caixa de madeira (para amplificar o som).



Se utilizamos um peso  $P = 360$  N, verifica-se que, para se obter uma frequência fundamental de vibração da corda de  $f = 200$  Hz, a distância entre as duas cunhas deve ser de  $L = 0,75$  m.

- (a) [1,0] Determine o comprimento de onda  $\lambda$  correspondente a esta frequência fundamental e calcule a velocidade  $v$  de propagação de ondas na corda.
- (b) [1,0] Obtenha a densidade linear da corda  $\mu$  em g/m.
- (c) [1,0] Qual seria o comprimento de um tubo, fechado em uma extremidade e aberto na outra (flauta de Pan) que produziria a mesma nota musical, quando soprado, dado que a velocidade do som no ar é  $v_s = 344$  m/s, no local onde estão os instrumentos. Faça um esboço representando os nós e ventres *da pressão* no interior do tubo (para o modo fundamental).
- (d) [1,0] Estime a temperatura ambiente neste local, dado que  $v_s = 340$  m/s a  $20^\circ\text{C}$  (OBS.:  $0^\circ\text{C} = 273$  K).
- (e) [1,5] Estando a corda vibrando no modo fundamental, e sendo  $A = 1$  mm a amplitude da oscilação da corda no ponto central, explicita a função de onda  $y(x,t)$  da corda (sendo  $y$  a coordenada vertical), dada a condição inicial  $y(x,0) = 0$ .
- (f) [1,0] Calcule a energia total, em J, armazenada no movimento ondulatório, nestas condições (Obs.:  $\frac{dE_p}{dx} = \frac{1}{2}T \left(\frac{\partial y}{\partial x}\right)^2$ ;  
 $\frac{dE_c}{dx} = \frac{1}{2}\mu \left(\frac{\partial y}{\partial t}\right)^2$ ).
- (g) [1,0] Suponha que, estando inicialmente em repouso absoluto, a corda seja percutida no seu centro. Quais serão as três primeiras frequências mais intensas (harmônicos) que serão geradas nesta corda?
- (h) [1,0] A 1 m de distância do sonômetro, a intensidade da onda sonora é  $I_1$ . A que distância do sonômetro a intensidade sonora  $I_2$  cai 20 dB? Suponha que sonômetro esteja no centro de um campo de futebol.
- (i) [1,5] Um pássaro voa em direção ao sonômetro com velocidade  $v_m = 6,88$  m/s. Qual será a frequência sonora ouvida pelo pássaro? Que alteração na distância entre as cunhas teria que ser feita para que um observador em repouso com relação ao sonômetro escutasse esta frequência?