

1.Objetivos

Estudar o fenômeno de ressonância e a produção de ondas estacionárias. Determinar a velocidade do som no ar e a frequência de vibração de um diapasão desconhecido.

2.Introdução

Quando uma onda sonora propaga-se em um meio homogêneo, há uma relação entre o comprimento de onda λ , a frequência f e a velocidade v , tal que:

$$v = \lambda \cdot f \quad (1)$$

Logo, medindo-se o comprimento de onda de um som no ar com frequência conhecida, pode-se calcular a velocidade com o qual ele se propaga.

Já foi vista a criação de ondas estacionárias em uma corda vibrante, como conseguir esta condição em um tubo? Neste experimento, vamos considerar um tubo de comprimento L e raio R . Se neste tubo confinarmos ondas mecânicas existirão reflexões nas extremidades e, assim, aparecem ondas que se propagam em sentidos contrários. A sobreposição destas ondas, dependendo das dimensões do tubo em relação ao comprimento de onda da radiação incidente, cria uma onda estacionária. O comportamento desta onda estacionária vai depender então das condições de contorno do problema. No caso da corda que tinha as extremidades fixas ficava imposto que nestas extremidades o deslocamento era nulo e, assim, a existência de nós. Para um tubo a extremidade aberta corresponde a um nó de pressão (ventre ou antinodo de deslocamento) e a extremidade fechada corresponde a um nó de deslocamento (ventre de pressão). Somente para certas frequências de excitação a sobreposição provoca uma onda estacionária, estas frequências específicas são consideradas como de ressonância. No caso de um tubo com uma extremidade fechada e outra aberta poderemos ter as ressonâncias descritas na Figura 1. Assim, o comprimento efetivo L de um tubo sonoro corresponde a:

$$L = \frac{n\lambda}{4}, \text{ para } n = 1, 3, 5, 7, \dots \quad (2)$$

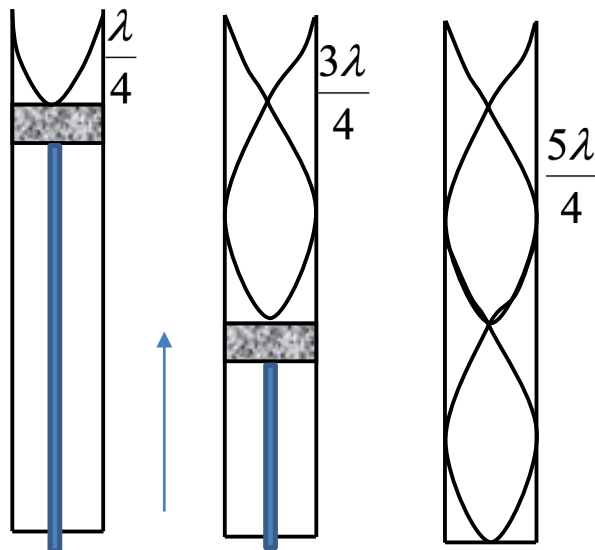


Figura 1 – Representação de ondas estacionárias em um tubo com uma extremidade fechada e seu comprimento efetivo modificado por um êmbolo móvel.

Note que o índice n quantifica o número de ventres de deslocamento que vamos ter no interior de um tubo nas condições descritas e com comprimento específico para cada frequência de ressonância.

Neste experimento usaremos um tubo com um êmbolo móvel como o da Figura 1 para determinarmos a velocidade do som no ar e a frequência de vibração de um diapasão desconhecido.

Lista de Material

Tubo de acrílico com êmbolo móvel, um diapasão com frequência desconhecida, termômetro, martelo de borracha, trena, alto-falante, gerador de áudio com frequência variável, microfone para a captação do som vindo do tubo, fones de ouvido e celular com aplicativo para registro de som e geração de espectro.

Procedimento Experimental

a) Posicione o alto-falante na extremidade aberta do tubo. Mova o êmbolo móvel do tubo até próximo à extremidade e ligue o gerador de áudio em uma determinada frequência (sugerida no laboratório).

b) Escutando atentamente através do fone de ouvidos com o auxílio do microfone posicionado no tubo, mova lentamente o êmbolo aumentando assim o comprimento efetivo do tubo até que ocorra um máximo da intensidade do som. Localize a posição da intensidade máxima o mais precisamente possível (várias tentativas são necessárias para isso: você pode fazer inclusive várias medidas e

calcular um valor médio). Meça distância entre a posição do êmbolo na qual ocorreu a ressonância (posição A_1) e a extremidade do tubo (posição A_0).

c) mova então o êmbolo novamente e localize uma nova posição A_2 de ressonância. Procure outras posições de ressonância e marque-as também procurando explorar toda a extensão do tubo.

d) Registre em uma tabela a frequência utilizada no gerador de áudio e os pares correspondentes às distâncias A_0A_1 , A_1A_2 , e assim por diante.

e) Repita os procedimentos do item *a)* ao *d)* para outros 4 valores de frequência do gerador de áudio.

f) Repita os procedimentos do item *a)* ao *d)* para o diapasão de frequência desconhecida posicionando o diapasão de modo que ele vibre num plano vertical sobre a extremidade aberta do tubo usando o martelo de borracha. **Jamais golpee o diapasão com um objeto metálico, evite que o diapasão toque o tubo quando em vibração e antes de guardá-lo ou colocá-lo sobre um apoio amortecia suas vibrações com a mão..**

g) Meça a temperatura do ar no ambiente.

h) Usando um aplicativo de celular determine a frequência do modo fundamental de vibração do diapasão utilizado.

Análise dos dados

a) Desprezando as medidas da extremidade para cada diapasão, determine os comprimentos de onda dos sons examinados, registrando esses valores também na respectiva tabela.

b) Por que as medidas das extremidades devem ser desprezadas?

c) Determine o comprimento de onda para cada frequência usada fazendo uso das médias das distâncias obtidas e a equação (2).

d) Utilizando as frequências utilizadas e os resultados anteriores, determine a velocidade do som para cada frequência e sua média.

e) Determine graficamente a velocidade do som no ar com todo o conjunto de dados experimentais obtidos com o altofalante.

f) Compare e discuta os resultados dos itens *d)* e *e)*.

g) A partir dos resultados obtidos no item *f)* do procedimento experimental e a velocidade do som determinada graficamente, determine a frequência do diapasão de frequência desconhecida. Compare o resultado com o valor obtido com o aplicativo de celular.

h) determine a velocidade do som a 0°C utilizando a expressão abaixo:

$$V(T) = V_0 \sqrt{1 + \beta \cdot T} \quad (3)$$

Sendo: $V(T)$ e V_0 a velocidade do som a uma temperatura T $^\circ\text{C}$ e a 0°C , respectivamente, e $\beta = 1/273$ $(^\circ\text{C})^{-1}$.

Compare o valor obtido com o reportado na literatura.