

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 o 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). Desta forma, em tubos existem certas frequências para as quais a sobreposição provoca onda estacionária. No caso de um tubo com uma extremidade fechada e outra aberta teremos as ressonâncias descritas na Figura 1. A extremidade aberta corresponde a um antinodo e a extremidade fechada a um nodo de deslocamento. Assim, o comprimento efetivo L de um tubo sonoro corresponde a:

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

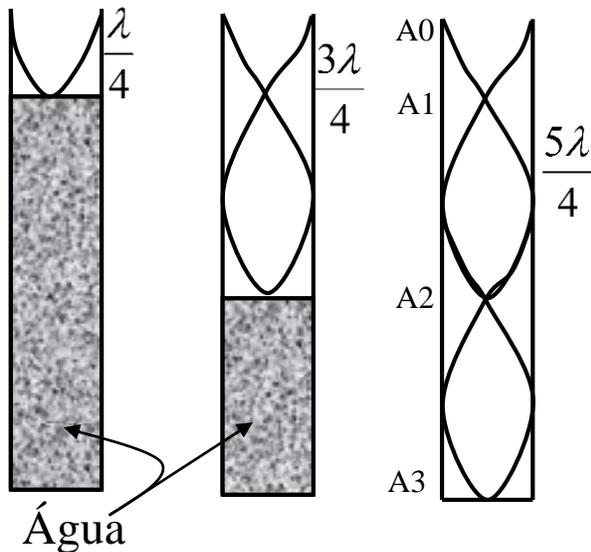


Figura 1 – Representação de ondas estacionárias em um tubo com uma extremidade fechada por um embolo móvel.

Neste experimento usaremos um tubo 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 embolo móvel, um gerador de sinal, um autofalante fixo na extremidade do tubo, um microfone para captação do som amplificador fixo na extremidade do tubo, um fone de ouvido, um diapasão, um martelo de borracha, e em termômetro. A figura abaixo ilustra a bancada de experimental.

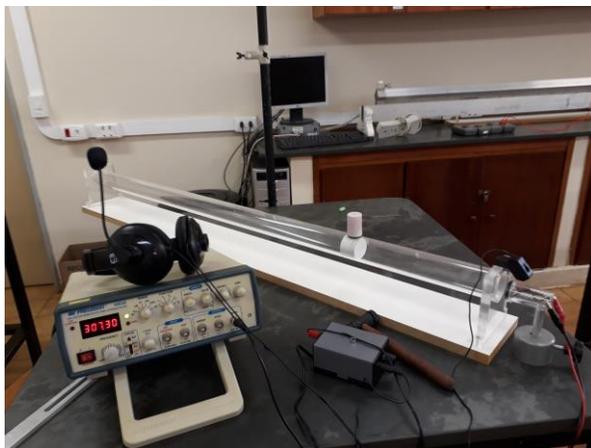


Figura 2 – Bancada experimental com o tubo de ressonância no ar

Procedimento Experimental

A onda de pressão será gerada por autofalante preso a sua extremidade e energizado com um gerador de sinal. O comprimento efetivo do tubo será modificado com um embolo móvel. A variação sonora devido a propagação das ondas transmitidas e refletidas no tubo será observada com o uso de um fone de ouvido. Veja figura abaixo.

1- Identificando o comprimento de onda no tubo:

- a) Deixe o embolo posicionada no início do tubo (próximo ao microfone). Coloque uma frequência de aproximadamente 300 Hz. Usando o fone de ouvido, desloque o embolo lentamente e identifique o primeiro máximo de intensidade sonora (A1). Continue deslocando o embolo e identifique todas as posições de máxima intensidade sonora (ressonância) possíveis (A2, ...,An) ao longo de tubo. Marque essas posições no tubo com o giz e, com o uso de uma trena, registre esses comprimentos (A0A1, A1A2, ...etc) e sua frequência correspondente no gerador, em uma tabela. Considere a posição A0 a extremidade do tubo (veja figura 1);
- b) Repita o procedimento em a) para as frequências de 400, 600, 800, 1200 Hz

2- Identificando a frequência de um diapasão

- c) Remova o autofalante da extremidade do tubo. Agora a fonte sonora será a de um diapasão. Posicione o diapasão de modo que ele vibre num plano vertical sobre a extremidade aberta do tubo e golpeie-o com um martelo de borracha. Mova o embolo para encontrar os pontos de máxima intensidade sonora. Assim como no item a, localize os pontos de ressonância A1, A2,..An e registre em uma tabela. Você precisa ser rápido no processo de golpear o diapasão e mover o embolo para poder escutar os pontos de ressonância antes do som atenuar. **Jamais golpeie 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.**
- d) Retorne o autofalante para a sua posição original na extremidade do tubo e posicione a embolo na posição de A1 observado com o som do diapasão, variando a frequência no gerador descubra qual a frequência de ressonância para essa condição de comprimento do tubo. Essa frequência deve estar entre 300 e 1000Hz. Após descobrir a frequência, mantenha essa fixa e desloque o embolo para verificar se os pontos de ressonância coincidem com os obtidos com o diapasão.
- e) Meça a temperatura do ar no ambiente.

Análise dos dados

- a)** Desprezando as medidas da extremidade (A0A1), determine os comprimentos de onda dos sons examinados para cada frequência, registrando esses valores também na respectiva tabela. Por que as medidas das extremidades devem ser desprezadas?
- c)** Utilizando os comprimentos de ondas obtidos no item a) e suas respectivas frequências, determine a velocidade do som e sua média.
- d)** Determine graficamente a velocidade do som no ar.
- e)** Compare e discuta as velocidades obtidas nos itens **c)** e **d)**.
- f)** A partir do gráfico, determine a frequência do diapásão e compare com a frequência obtida com o uso do gerador de sinal.
- g)** 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 °C e a 0°C, respectivamente, e $\beta = 1/273$ (°C)⁻¹.