

Relatório 3

Planejamento Acústica

Autores:

Eduardo Barbosa Jubilado (217494)
Gustavo Guimarães de Carvalho (258492)
Isabel Shurman Feitoza (218316)
Maria Eduarda Teixeira S. Hage (267139)

Setembro, 2023

Resumo

O experimento tem como objetivo principal medir a velocidade do som no ar, no ambiente do laboratório, visto que a velocidade do som depende de uma série de parâmetros ambientais, como temperatura, pressão e umidade do ar, podendo variar de lugar para lugar e até mesmo de uma hora do dia para outra, no mesmo ambiente. Para tanto será necessário adquirir um sinal de referência e avaliação da relação sinal/ruído, analisar os dados em escala linear e logarítmica e realizar a proposição de hipóteses a respeito dos fenômenos observados.

Introdução

Neste laboratório iremos utilizar a ideia de acústica e dos *RessadoesdeHelmholtz*. Iremos variar a experimentação em três etapas, um sistema de referência, um sistema com o tubo de PVC e um sistema utilizando as garrafas, baseado nisso iremos detectar os sinais de ressonância e comparar com o valor teórico esperado a fim de descobrir e analisar a velocidade do som encontrada nos seguintes moldes experimentais.

Objetivo

Este experimento tem como objetivo estimar a velocidade do som no ar de maneira experimental a partir da comparação de sistemas aberto-aberto, fechado-aberto e se possível fechado-fechado com um valor de referência.

Modelo

Não conseguimos entender e formular esse modelo ainda, o máximo que conseguimos chegar foi na formulação da seguinte equação:

$$\nu = \lambda f = \frac{2L'}{\eta} f \quad (1)$$

No relatório final, pretendemos obter o modelo e o passo a passo de obtenção do mesmo.

Suposições

Devemos considerar as seguintes suposições:

- 1ª - O posicionamento do microfone influencia os dados coletados;
- 2ª - A configuração do sistema interfere na medição;
- 3ª - O valor de referência se estabelece com o celular enviando o sinal sem isolamento;
- 4ª - O gráfico precisa coletar o primeiro harmônico como pico;
- 5ª - O aspecto da garrafa (ranhuras, altura, bocal, etc) influenciam a coleta de dados;
- 6ª - A altura de líquido na garrafa influencia a coleta de dados.

Procedimento experimental

Para realizar o experimento precisamos dos seguintes materiais:

- Tubo de PVC
- Trena
- Régua milimetrada
- Paquímetro
- Celular com o aplicativo *phyphox*

- Fones de ouvido com microfone (headset)
- Garrafas de vidro com bocais diferentes

Ao executar o experimento utilizamos um tubo de PVC de medidas $L = 0,5m$ de comprimento, $D = 0,038m$ de diâmetro interno. Para o caso aberto-aberto e fechado-fechado utilizamos as relações

$$kL' = \eta\pi, k = \frac{2\pi}{\lambda}, \nu = \lambda f \quad (2)$$

realizamos o experimento em uma faixa baixa de frequência ($200a500Hz$), tivemos que utilizar a correlação $L' = L + 0,6D$, além de utilizarmos a velocidade do som encontrado pelo Wolfram Alpha que foi de $346,19m/s$ para descobrir qual eram as frequências em que se espera formar harmônicos, essa tabela se apresenta abaixo:

Para o caso aberto-fechado e fechado-aberto utilizamos as relações anteriores, mas nesse caso $kL = \eta/2$

Figure 1: Tabela 1

e obtivemos essa tabela para as frequências esperadas:

Figure 2: Tabela 2

Para os gráficos por hora conseguimos constatar o de amplitude da pressão pela frequência: Pode-

Figure 3: Diferença de Pressão pela frequência no tubo aberto-aberto

mos observar que próximo à frequência esperada de $346,19Hz$ verificamos um ponto de máximo e um mínimo, algo que não esperávamos pela equação da pressão para um harmônico em um tubo aberto-aberto:

$$Pe(x, t) = A \sin(kx) \cos(\omega t) \quad (3)$$

Como colocamos o nosso microfone na posição $x = 0$, logo esperávamos que a pressão nessa posição fosse 0 quando ocorresse um harmônico. Mas como observado, a pressão não corresponde com os dados coletados, já que o ponto mais próximo de 0 possui o valor de $340Hz$ que de acordo com o cálculo do tubo seria o valor do primeiro harmônico. Utilizando a equação abaixo, podemos notar que a velocidade do som obtida no tubo aberto-aberto foi de:

$$\nu = \lambda f = \frac{2L'}{\eta} f = 356 \pm 6m/s \quad (4)$$

A velocidade obtida acima está a menos de 2 desvios padrões da velocidade calculada pelo software *WolframAlpha*, onde constata-se o valor de $346,19m/s$. O que não exclui o fato da incerteza atingir um valor muito alto, o que se faz necessário uma alternativa para minimizar esse fator. Uma possível solução seria diminuir os intervalos entre as frequências emitidas pelo software *Phyphox*. Já para o caso aberto-fechado do tubo de PVC, capturamos o seguinte gráfico: é observável que a frequência esperada $331,09 Hz$ está depois

Figure 4: Gráfico de amplitude de pressão (Pa) versus frequência (Hz)

de um ponto de mínimo, algo que não esperávamos pela equação da pressão para um harmônico em um tubo aberto-aberto, como demonstrado a seguir:

$$Pe(x, t) = A \sin(kx) \cos(\omega t) \quad (5)$$

Utilizando a equação abaixo, a velocidade do som obtida no tubo aberto-fechado foi de:

$$\nu = \lambda f = \frac{2L'}{\eta} f = 324 \pm 6m/s \quad (6)$$

No qual esse valor ficou a mais de 3 desvios padrões calculados pelo software *WolframAlpha*, onde observamos que ficou muito longe do previsto, o que se faz necessário uma nova análise.

Discussão

Acreditamos que pelos dados coletados não conseguimos fazer uma análise rica e próxima da que está descrita no guia do experimento, já que no momento da coleta de dados erramos o procedimento o que se faz necessário uma nova bateria de coleta de dados e uma maneira mais sólida de coletar esses dados com o máximo de precisão possível.

Resultados

Ainda faltam muitos resultados experimentais a serem analisados devido a coleta de dados.

Conclusão

Como apontado na seção de discussão, não podemos e nem temos embasamento científico suficiente neste momento para concluir algo relevante ao experimento a não ser o fato de que necessitamos enriquecer a etapa da coleta de dados para tratarmos valores mais precisos e confiáveis.

Referências

"F 229 — Física Experimental II, Guia de Laboratório", Coordenador: Pierre-Louis de Assis, versão 1.1.0 (outubro 2022)

Hollow Cylinder Moment of Inertia. Disponível em: <https://amesweb.info/inertia/hollow-cylinder-moment-of-inertia.aspx>

NUSSENZVEIG, H. Moysés. Curso de física básica 2: Fluidos, oscilações e ondas, calor. 5.ed. São Paulo: Blucher, 2013.

Apêndice A: Dados experimentais e incertezas