

Amo Clara Antononio - nº USP 9879167

## Experimento 4 - Velocidade do som

### Introdução

As ondas sonoras são ondas longitudinais, feitas por partículas vibrando. Essas vibrações são transmitidas para partículas próximas, que passam novamente. É assim que as ondas sonoras viajam através de sólidos, líquidos e gases. Quando as partículas vibram perto de um tímpano, seu tímpano vibra. Este movimento é transformado em um sinal elétrico, que é então transmitido ao nosso cérebro.

As ondas sonoras precisam de partículas para viajar, para que não possam viajar no espaço ou em qualquer outro vácuo. O som pode ser refletido, refratado e difratado, o que mostra que ele viaja como uma onda. As ondas sonoras são ondas longitudinais.

### Objetivo

Estudar o fenômeno de ressonância e a produção de ondas estacionárias.

nárias. Determinar a velocidade do som no ar e a frequência de vibração de um diapásão desconhecido

### Materiais

- tubo de acrílico transparente com extremidade móvel.
- microfone
- Amplificador
- Sone de ouvido  $\sim$
- Conjunto de diapásão
- Termômetro ( $\pm 0,5^\circ\text{C}$ )
- martelo de borracha
- Sirena ( $\pm 0,005\text{ m}$ )
- gerador de frequência ( $\pm 1\text{ Hz}$ )

### Métodos

- Posicionou-se o diapásão de modo que ele vivesse num plano vertical sobre a extremidade aberta do tubo.
- Variando a posição da extremidade com o auxílio de um imã, vibrou-se o diapásão com o martelo de borracha.
- Escutando atentamente, variou-se a posição da extremidade móvel do tubo procurando um primeiro nível para o qual ocorre o máximo da intensidade do som

(ressonância)

- Em seguida, localize-se a posição da intensidade máxima e mais precisamente possível que foi indicado por  $A_1$ .
- O comprimento do tubo foi aumentado até localizar um segundo nível  $A_2$  de ressonância, e assim por diante até toda a extensão do tubo.
- Os valores foram postos em tabelas para melhor realização dos resultados.

### Resultados e discussão

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

Utilizando a equação (1) abaixo, calcule-se os valores do comprimento de onda  $\lambda$  que estão na última coluna das tabelas em anexo.

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

$$n=1$$

$$\lambda = 4,0,181$$

$$\lambda = 0,724 \text{ m}$$

B) Porque as medições das extremidades devem ser desprezadas?

Porque, as ondas ali presentes não apresentam ressonância, mas somente as ondas que se distribuem ao longo do tubo de acrílico

C) Utilizando as frequências conhecidas dos diapasones e os resultados anteriores, determine a velocidade do som e sua média

Para tanto, utilizou-se o valor médio de cada comprimento de onda para as diferentes frequências. É para o cálculo da velocidade do som fez-se o uso da equação (2) abaixo

$$v = \lambda \cdot f \quad (2)$$

$$f_1 = 425,99 \text{ Hz}$$

$$\lambda_1 = 0,724 \text{ m}$$

$$\lambda_3 = 0,781 \text{ m}$$

$$\lambda_5 = 0,794 \text{ m}$$

$$\lambda_m = 0,766 \text{ m}$$

$$v_1 = 0,766 \cdot 425,99$$

$$v_1 = 326,45 \text{ m/s}$$

Os outros valores das velocidades do som e os seus respectivos frequências estão em anexo na tabela 5 em anexo.

D) Determine graficamente a veloci-

dade do som no ar. Qual o gráfico que deve ser montado?

Pela equação (2), substituindo  $\lambda$  por  $4L/n$ , chega-se em uma equação (3) capaz de ser calculada a velocidade do som.

$$v = \frac{4L}{n} f \quad (3)$$

Portanto, ~~construindo um gráfico de  $4L \cdot f$  versus  $n$ , chega-se a conclusão que o coeficiente angular da equação da reta representa o valor da velocidade do som.~~

CORREÇÃO

Os valores de cada velocidade do som e sua respectiva frequência estão expostos na tabela 6 em anexo.

E) Compare e discuta os resultados dos itens C) e D)

Por comparação, os resultados obtidos pela aplicação da equação e graficamente, os que foram obtidos por este último foram mais precisos e próximos do valor esperado para  $T = 20^\circ\text{C}$  que era de  $v = 343 \text{ m/s}$ . Um desvio de 0,35% considerável pelo fato de que a  $24^\circ\text{C}$  a velocidade do som será maior que o valor de literatura, ou seja, são valores

precisos e válidos.

Como para o método gráfico os pontos foram todos distribuídos e não se trabalhou com valor médio, o procedimento foi mais preciso.

F) A partir dos resultados obtidos nos itens c) e d), determine a frequência do diapasão de frequência desconhecida.

Para o cálculo utilizou-se o valor médio da velocidade do som do item d. Usando a equação (3), isolando o  $f$  chega-se a uma equação (4), onde o cálculo foi realizado.

$$f = \frac{v_n}{4L} \quad (4)$$

$$v = 344,20 \text{ m/s}$$

$$n = 5$$

$$L = 0,650 \text{ m}$$

$$f = \frac{344,20 \cdot 5}{4 \cdot 0,650}$$

$$f = 661,92 \text{ Hz}$$

g) Determinar a velocidade do som a  $0^\circ\text{C}$

Para isso, foi utilizado a equação (5)

$$v(T) = v_0 \sqrt{1 + \beta \cdot T} \quad (5)$$

$$\text{com } v(T) = 325,12 \text{ m/s}$$

$$\beta = 1/273(^{\circ}\text{C})^{-1}$$

$$v_0 = \frac{325,12}{\sqrt{1 + 24/273}}$$

$$v_0 = 311,7 \text{ m/s}$$

Com  $v(T) = 344,20 \text{ m/s}$

$$v_0 = \frac{344,20}{\sqrt{1 + 24/273}}$$

$$v_0 = 330,01 \text{ m/s}$$

Para o valor de  $v(T) = 344,20 \text{ m/s}$ , chegou-se ao valor esperado de  $v = 330 \text{ m/s}$ , foi para  $v(T) = 325,12 \text{ m/s}$  o valor foi bem longe do esperado, isso resulta do método experimental usado que foi menos preciso.

H) Demonstração da equação (1)

$$\lambda = 4L \rightarrow \text{1}^{\circ} \text{ modo mais simples}$$

$$\lambda = 4L/3 \rightarrow \text{2}^{\circ} \text{ modo mais simples}$$

$$\therefore L = \frac{3}{4} \lambda = \frac{\lambda}{4} + \frac{n\lambda}{2}$$

$$L = \frac{\lambda}{4} + 2n\lambda$$

$$L = \frac{\lambda}{4} (2n + 1)$$

Logo,

$$\lambda = \frac{4L}{2n+1}$$

$$\text{Lado admite somente } n^{\circ} \text{ ímpares}$$

$$\therefore \lambda = \frac{4L}{n} \quad (n = 1, 3, 5, \dots)$$

1) Sugira outra forma mais limpa e simples e barata de realizar este experimento

- Balde com água, com cano de PVC, cujo comprimento da coluna de ar pode ser variado facilmente possibilitando os pontos de ressonância

- Os diapasones são substituídos por um programa de computador que gera áudios

- Através do som produzido, a uma determinada frequência é possível variar o comprimento da coluna de ar até um valor total que ocorre a ressonância devido a reflexão das ondas na superfície líquida

### Conclusão

Dessa maneira, a partir dos resultados obtidos conclui-se que para uma precisão melhor de valores, o método mais eficaz para a realização dos cálculos é a partir do método gráfico, a velocidade do som ficou bem perto do esperado. Alguns erros sistemáticos são inerentes, entretanto, não invalidam o procedimento.

**Distância (m)**

<b>n</b>	<b>Medida 1</b>	<b>Medida 2</b>	<b>Medida 3</b>	<b>Média</b>	<b>Erro da média</b>	<b><math>\lambda</math> (m)</b>
<b>1</b>	0,175	0,185	0,184	0,181	0,007	0,725
<b>3</b>	0,582	0,589	0,587	0,586	0,006	0,781
<b>5</b>	0,997	0,991	0,992	0,993	0,006	0,794

Tabela 1. Ponto de encontro para frequência 425,99 Hz.

**Distancia (m)**

<b>n</b>	<b>Medida 1</b>	<b>Medida 2</b>	<b>Medida 3</b>	<b>Média</b>	<b>Erro da média</b>	<b><math>\lambda</math> (m)</b>
<b>1</b>	0,212	0,205	0,204	0,207	0,007	0,828
<b>3</b>	0,665	0,663	0,659	0,662	0,006	0,883
<b>5</b>	1,111	1,119	1,117	1,116	0,007	0,893

Tabela 2. Ponto de encontro para frequência 376,34 Hz.

**Distância (m)**

<b>n</b>	<b>Medida 1</b>	<b>Medida 2</b>	<b>Medida 3</b>	<b>Média</b>	<b>Erro da média</b>	<b><math>\lambda</math> (m)</b>
<b>1</b>	0,162	0,161	0,163	0,162	0,005	0,648
<b>2</b>	0,521	0,522	0,520	0,521	0,005	0,695
<b>3</b>	0,872	0,877	0,879	0,876	0,006	0,701

Tabela 3. Ponto de encontro para frequência 479,30 Hz.

### Distância (m)

n	Medida 1	Medida 2	Medida 3	Média	Erro da média	$\lambda$ (m)
1	0,140	0,141	0,141	0,141	0,005	0,564
2	0,469	0,471	0,477	0,472	0,005	0,629
3	0,800	0,799	0,801	0,800	0,006	0,640

Tabela 4. Ponto de encontro para frequência 525,06 Hz.

Frequência (Hz)	Velocidade do som (m/s)
425,99	326,45
376,34	326,66
479,30	326,56
525,06	320,81
<b>Valor médio: 325,12 m/s</b>	

Tabela 5. Velocidade do som e suas respectivas frequências.

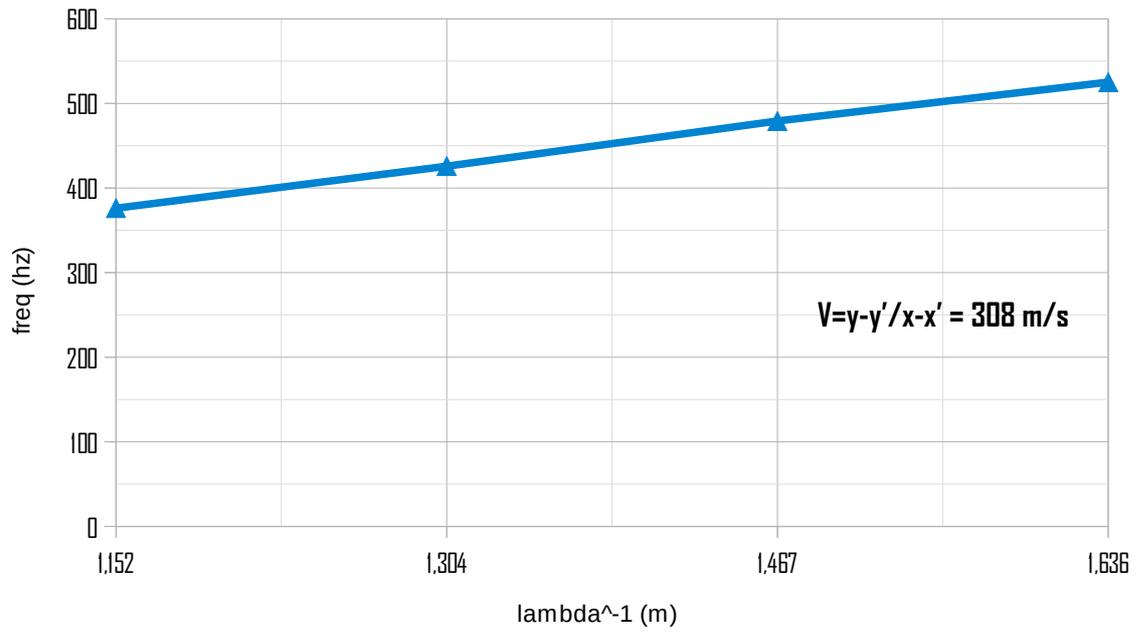
Frequência (Hz)	Velocidade do som (m/s)
425,99	345,9
376,34	342,1
479,30	342,2
525,06	346,0
<b>Valor médio: 344,12 m/s</b>	

Tabela 6. Velocidade do som encontrada graficamente a partir do coeficiente angular  $v=4Lf/n$  e suas respectivas frequências.

<b>Distância (m)</b>					
<b>n</b>	<b>Medida 1</b>	<b>Medida 2</b>	<b>Medida 3</b>	<b>Média</b>	<b>Erro da média</b>
<b>1</b>	0,118	0,126	0,119	0,121	0,007
<b>3</b>	0,398	0,389	0,381	0,39	0,01
<b>5</b>	0,657	0,656	0,639	0,65	0,01

Tabela 7 Pontos de encontro do diapasão para uma frequência desconhecida.

Planilha1



frequência (hz)	1/lambda (m)
376,34	1,152
425,99	1,304
479,3	1,467
525,06	1,636