

Experimento 4 - Velocidade do som.

Júlia Mendonça Mongeluzo n-USP = 11217343

Introdução:

Ondas sonoras quando propagadas em um meio homogêneo podem formar ondas estacionárias. A relação de velocidade, frequência e comprimento de onda é dada por: $v = \lambda \cdot f$. Nos tubos utilizados nesse experimento, a extremidade aberta corresponde a um nó de pressão (anti-nó de deslocamento), e a extremidade fechada corresponde a um ventre de pressão (nó de deslocamento). Sendo assim, com algumas frequências conhecidas ocorre a sobreposição que provoca as ondas estacionárias, então deve-se compreender a produção dessas ondas, o fenômeno de ressonância e determinar a velocidade do som, através da equação acima.

Materiais e Métodos

Para a realização do experimento 4 foi necessário a utilização dos seguintes materiais, tubo de acrílico com extremidade móvel, amplificador, diapásão, termômetro, trena, martelo de borracha, gerador de função e microfone.

Primeiramente, deve-se realizar a coleta de dados para o alto falante de frequência conhecida. Liga-se o gerador de função que emite o som na frequência conhecida, anotar cada local de ressonância que deve ser anotado, sendo que para achar as outras ressonâncias, é necessário o aumento a extremidade do tubo com a extremidade móvel.

Em um segundo momento, posiciona-se o diapásão no tubo, de modo que ele vibre verticalmente. Realiza-se a mesma marcação de ressonância acima, variando a extremidade e coloca-se o diapásão para vibrar com um martelo de borracha.

Registrar todos os dados obtidos em tabelas (frequências, difração e os dados referentes as distâncias). Repetir o processo para as demais frequências e medir a temperatura local.

a) Resultados e Discussões:

• Frequência = 425,99 Hz

Tabela 1

n	Distância (m)			Média	Erro da média	comp. Onda (λ)	Incerteza de (λ)
	Medida 1	Medida 2	Medida 3				
1	0,175	0,185	0,184	0,181	0,007	0,724	0,027
3	0,582	0,589	0,587	0,586	0,006	0,781	0,007
5	0,997	0,991	0,992	0,993	0,006	0,794	0,005

• Frequência = 376,34 Hz

Tabela 2

n	Distância (m)			Média	Erro da média	comp. Onda (λ)	Incerteza de (λ)
	Medida 1	Medida 2	Medida 3				
1	0,212	0,205	0,204	0,207	0,007	0,828	0,024
3	0,665	0,663	0,659	0,662	0,006	0,882	0,007
5	1,111	1,119	1,117	1,116	0,007	0,892	0,004

• Frequência = 479,30 Hz

Tabela 3

n	Distância (m)			Média	Erro da média	comp. Onda (λ)	Incerteza de (λ)
	Medida 1	Medida 2	Medida 3				
1	0,162	0,161	0,163	0,162	0,005	0,648	0,03
3	0,521	0,522	0,520	0,521	0,005	0,694	0,009
5	0,872	0,877	0,879	0,876	0,006	0,7	0,005

• Frequência = 525,06 Hz

Tabela 4

n	Distância (m)			Média	Erro da média	comp. Onda (λ)	Incerteza de (λ)
	Medida 1	Medida 2	Medida 3				
1	0,140	0,141	0,141	0,141	0,005	0,564	0,03
2	0,469	0,471	0,477	0,472	0,006	0,629	0,008
3	0,800	0,799	0,801	0,800	0,005	0,64	0,006

(1 1)

b) As medidas das extremidades são desprezadas, pois elas não entram em ressonância, apenas as ondas do meio do tubo vão e voltam pelo mesmo caminho.

c) Cálculo da velocidade do som e sua média

equação 1: $V = \lambda \cdot f$

λ = comp. onda (m)
 f = frequência (Hz)
 V = velocidade (m/s)

Para $f = 425,99 \text{ Hz}$

$n=1$ $V = 0,724 \cdot 425,99 = 308,4 \text{ m/s} \pm 12$

$n=3$ $V = 0,781 \cdot 425,99 = 332,69 \text{ m/s} \pm 3$

$n=5$ $V = 0,794 \cdot 425,99 = 338,23 \text{ m/s} \pm 2$

$V_m = 326 \text{ m/s}$

Para $f = 376,34 \text{ Hz}$

$n=1$ $V = 0,828 \cdot 376,34 = 311,6 \text{ m/s} \pm 9$

$n=3$ $V = 0,882 \cdot 376,34 = 331,9 \text{ m/s} \pm 3$

$n=5$ $V = 0,892 \cdot 376,34 = 335,7 \text{ m/s} \pm 2$

$V_m = 326 \text{ m/s}$

//

Para $f = 479,30 \text{ Hz}$

$$n=1 \quad v = 0,648 \cdot 479,30 = 310,5 \text{ m/s} \pm 14$$

$$n=3 \quad v = 0,694 \cdot 479,30 = 332,6 \text{ m/s} \pm 4$$

$$n=5 \quad v = 0,700 \cdot 479,30 = 335,5 \text{ m/s} \pm 2$$

$$V_m = 326 \text{ m/s}$$

Para $f = 525,06 \text{ Hz}$

$$n=1 \quad v = 0,564 \cdot 525,06 = 296 \text{ m/s} \pm 15$$

$$n=3 \quad v = 0,629 \cdot 525,06 = 330 \text{ m/s} \pm 4$$

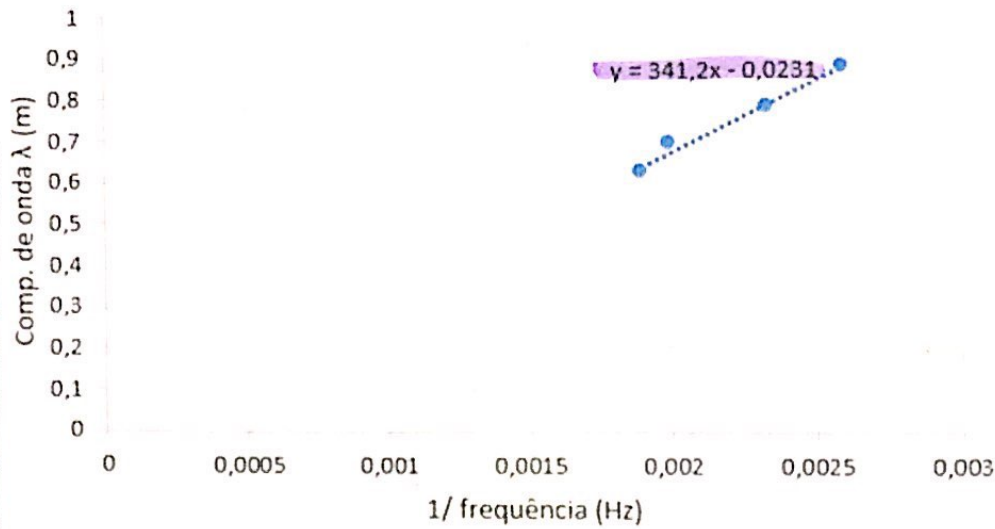
$$n=5 \quad v = 0,640 \cdot 525,06 = 336 \text{ m/s} \pm 3$$

$$V_m = 320 \text{ m/s}$$

Média final = 325 m/s

d) Para determinar graficamente a velocidade do som, foi utilizado o mesmo raciocínio da equação 1, apenas alterando a relação para: $v = \lambda / \Delta / f$, ou seja, lambda dividido por Δ sobre a frequência. E para a obtenção de resultados mais precisos, utilizou-se média dos comprimentos de onda para cada frequência. Dados utilizados das tabelas 1, 2, 3 e 4.

Gráfico λ versus $1/f$



eixo X (1/f)	eixo Y (λ média)
0,00234	0,766
0,0026	0,867
0,002	0,68
0,0019	0,611

equação da reta
 - Coeficiente angular
 = velocidade \therefore
341 m/s

e) Os dados obtidos nos itens c e d, embora diferentes não são tão distintos. A velocidade do som no ar a 20°C é igual a 343 m/s, na parte c do experimento é encontrado um valor mais distante de 325 m/s, por devidos erros experimentais comuns, e a utilização individual dos comprimentos de ondas, junto as incertezas de cada medida. Já no método gráfico apresentado no item d, encontra-se um valor mais próximo, igual a 341 m/s, devido as médias para os comprimentos de onda referentes a cada frequência, no entanto também não é um valor exato ao 343 m/s esperado teoricamente, devido aos já citados erros experimentais e incertezas dos equipamentos e medidas.

f) Diapasão de frequência desconhecida

n	Distância (m)			Média	Erro da média	comp. Onda (λ)	Incerteza de (λ)
	Medida 1	Medida 2	Medida 3				
1	0,118	0,126	0,119	0,121	0,007	0,484	0,04
3	0,398	0,389	0,381	0,39	0,01	0,52	0,01
5	0,657	0,656	0,639	0,65	0,01	0,52	0,01

Para o cálculo da frequência do diapasão foi realizado uma média dos valores encontrados para as duas velocidades encontradas no experimento (c e d).

Para $v = 325 \text{ m/s}$

$$325 = 0,484 \cdot f = 671,48 \text{ Hz}$$

$$325 = 0,520 \cdot f = 625,0 \text{ Hz}$$

$$f \text{ média} = 664,19 \text{ Hz}$$

Para $v = 341 \text{ m/s}$

$$341 = 0,484 \cdot f = 704,54 \text{ Hz}$$

$$341 = 0,52 \cdot f = 655,76 \text{ Hz}$$

g) Velocidade do som : $20^\circ = 343 \text{ m/s}$, $0^\circ = ?$

$$V(T) = V_0 \sqrt{1 + \beta \cdot T} \rightarrow V(24^\circ) = V(10^\circ) \sqrt{\frac{1 + \beta \cdot 24}{1 + \beta \cdot 10}} \rightarrow$$

$$\beta = \frac{1}{273^\circ \text{C}}$$

$$v_0 = \frac{343}{\sqrt{\frac{1+24}{273}}} \rightarrow v_0 = \frac{343}{\sqrt{\frac{297}{273}}} \therefore v_0 = \underline{330 \text{ m/s}}$$

Vel. do som a 0° = 330 m/s.

h) Para a realização dos cálculos para obter os valores dos comprimentos de onda (λ) em (a e f) foi utilizada a seguinte expressão, que chega a equação final utilizada.

Com $L = \frac{\lambda}{4} + n \cdot \frac{\lambda}{2}$, temos que

$$L = \frac{\lambda}{4} \cdot (2n+1) \quad \text{logo,}$$

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

↪ para n par

↪ para n ímpar

i) Outra forma simples de realizar o experimento, seria utilizar a água como meio homogêneo para a propagação da onda mecânica, formando as ondas estacionárias, com o auxílio de um cono e uma extremidade móvel mais um programa de computador para gerar áudios em frequências conhecidas, o experimento poderia ser realizado com resultados parecidos aos encontrados nesse experimento 4.

Conclusão:

Nesse experimento foi possível compreender o fenômeno da ressonância, ou seja, quando uma onda mecânica vai e volta pelo mesmo caminho; a observação dos harmônicos e das frequências das ondas. Com isso, foi possível estudar e calcular o comprimento das ondas (λ) e a velocidade do som de duas formas, uma através do cálculo experimental e outra graficamente. Também foi possível compreender o efeito da temperatura na velocidade do som (v) -