

Experimento 4 - Velocidade do som

Introdução:

Onda sonora é definida como qualquer onda longitudinal, ou seja, que possua a mesma direção da vibração de sua trajetória. A trajetória dessa onda implica que há uma velocidade envolvida que depende de algumas propriedades como comprimento de onda λ e frequência f , notados pela seguinte equação:

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

~~Nesse experimento os resultados podem existir nesse tipo de tubo. Conhecendo o valor de comprimento L e a frequência f é possível determinar v .~~

Nesse experimento, ao emitir som na entrada de um tubo de acrílico cuja a frequência f é conhecida, algumas ondas sonoras estacionárias podem ser produzidas. Como existe um antinódo na extremidade aberta e um nó na extremidade fechada, o modo mais simples (no caso geral) de se obter frequências de ressonância de um tubo de comprimento L com uma extremidade aberta e outra fechada é dado por:

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

Resultados e discussão

③ Desprezando as medidas das extremidades para cada ^{diagrama, determine os comprimentos} ~~comprimento de onda~~ de onda dos sons examinados, registrando esses valores também na respectiva tabela.

utilizando a eq.(2) calculou-se os valores de comprimento de onda λ que estão na última coluna de cada tabela.

Tabela 1 – Pontos de encontro para frequência de 425,99 Hz.

n	L ₁ (m) ± 0,005	L ₂ (m) ± 0,005	L ₃ (m) ± 0,005	L médio	Erro da média	λ (m)
1	0,175	0,185	0,184	0,181	0,007	0,724
3	0,582	0,589	0,587	0,586	0,006	0,781
5	0,997	0,991	0,992	0,993	0,006	0,794

Tabela 2 – Pontos de encontro para frequência de 376,34 Hz.

n	L ₁ (m) ± 0,005	L ₂ (m) ± 0,005	L ₃ (m) ± 0,005	L médio	Erro da média	λ (m)
1	0,212	0,205	0,204	0,207	0,007	0,828
3	0,665	0,663	0,659	0,662	0,006	0,883
5	1,111	1,119	1,117	1,116	0,007	0,893

Tabela 5 – Pontos de encontro para frequência de 479,30 Hz.

n	L ₁ (m) ± 0,005	L ₂ (m) ± 0,005	L ₃ (m) ± 0,005	L médio	Erro da média	λ (m)
1	0,162	0,161	0,163	0,162	0,005	0,648
3	0,521	0,522	0,520	0,521	0,005	0,695
5	0,872	0,877	0,879	0,876	0,006	0,701

Tabela 4 – Pontos de encontro para frequência de 525,06 Hz.

n	L ₁ (m) ± 0,005	L ₂ (m) ± 0,005	L ₃ (m) ± 0,005	L médio	Erro da média	λ (m)
1	0,140	0,141	0,141	0,141	0,005	0,564
3	0,469	0,471	0,477	0,472	0,006	0,629
5	0,800	0,799	0,801	0,800	0,005	0,640

Porque as medidas das extremidades devem ser desprezadas?

As medidas das extremidades são desprezadas pelo fato de que as ondas ali apresentam uma compressão, mas somente as ondas que se distribuem ao longo do tubo.

Utilizando as frequências conhecidas dos diapasões e os resultados anteriores, determine a velocidade do som e sua média.

Para isso, utilize-se o valor médio de cada comprimento de onda para as diferentes frequências.

Tabela 5 – Velocidade do som para cada frequência utilizada

Frequência (Hz)	Velocidade do Som (m/s)
425,99	326,45
376,34	326,66
479,30	326,56
525,06	320,81

Valor médio: 325,12 m/s

Determine graficamente a velocidade do som no ar. Qual é o gráfico que deve ser montado?

Pela equação (1), substituindo λ por $4L/n$, chega-se em uma equação para extrair a velocidade.

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

Nesse modo, constituindo um gráfico de $4Lf$ versus n , o coeficiente angular da eq. data será então o valor da velocidade do som.

A tabela a seguir apresenta os valores de n que equivalem a velocidade do som v .

Tabela 6 – Velocidade do som para cada frequência utilizada encontrada graficamente pelo coeficiente angular $v = 4Lf/n$

Frequência (Hz)	Velocidade do Som (m/s)
425,99	345,9
376,34	342,7
479,30	342,2
525,06	346,0

Valor médio= 344,20 m/s

g) Discussão dos resultados dos itens c) e d)

Comparando os resultados obtidos pelo método direto 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 $V = 343 \text{ m/s}$. Como para o método gráfico os pontos foram ^{todos} distribuídos e não se trabalhou com valor médio, o procedimento foi mais preciso.

d) Determine a frequência do diapasão de frequência desconhecida

- utilizou-se a velocidade do som $V = 344,20 \text{ m/s}$; $n = 5$; $L = 0,650 \text{ m}$

através da equação 3 isolando f chega-se em:

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

Distância L (m)

n	Medida 1	Medida 2	Medida 3	Média	Erro da média
1	0,118	0,126	0,119	0,121	0,007
3	0,398	0,389	0,381	0,39	0,01
5	0,657	0,656	0,639	0,65	0,01

Logo, a frequência encontrada foi de $f = 661,42 \text{ Hz}$

g) determinar a velocidade do som a 0°C

Com $V(1) = 325,17 \text{ m/s}$

$$V_0 = \frac{325,17}{\sqrt{1+24/273}} \Rightarrow V_0 = 311,3 \text{ m/s}$$

Com $V(2) = 344,72 \text{ m/s}$

$$V_0 = \frac{344,72}{\sqrt{1+24/273}} \Rightarrow V_0 = 329,01 \text{ m/s}$$

Para $V(1) = 344,72 \text{ m/s}$ despreze o valor estendido de $V = 329 \text{ m/s}$, enquanto que para $V(2) = 325,17 \text{ m/s}$ o valor foi extremamente menor, tratando-se de um valor cuja velocidade foi obtida por um método menos preciso.

h) Demonstração da equação (2)

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

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

$$\text{Logo: } L = \frac{3\lambda}{4} = \frac{\lambda}{4} + n\frac{\lambda}{2}$$

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

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

$$\therefore \lambda = \frac{4L}{2n+1} \rightarrow \text{admite apenas números ímpares}$$

Logo:

$$\lambda = \frac{4L}{n} \quad \text{com } n = 1, 3, 5, \dots$$

① Uma forma simples, limpa e mais barata de realizar este experimento

- balde com água com tubo PVC, cujo comprimento da coluna de ar pode ser variado facilmente possibilitando detectar os pontos de ressonância;

- as diapasões são substituídos por um programa de computador que gera áudio;

- 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 à reflexão das ondas na superfície líquida.

Conclusão

O objetivo do experimento foi concluído e pôde-se assim estudar os fenômenos envolvidos por trás da propagação de ondas mecânicas sonoras. Os valores encontrados de velocidade do som foram próximos do esperado, e tratando de um experimento prático, possíveis erros sistemáticos são inerentes, entretanto não invalidam o procedimento.

Correção - Relatório 4

item D)

A partir da equação (5), rearranjando, chega-se em:

$$v = \frac{\lambda}{\frac{1}{f}}$$

Extraindo o coeficiente angular de um gráfico de λ versus $1/f$, encontra-se a velocidade do som no ar. O gráfico corrigido encontra-se ao final do relatório, com $v = 339,79 \text{ m/s}$

O gráfico foi construído a partir dos valores λ para cada frequência no item (A)

Comparando os resultados obtidos pelo método direto e graficamente, este último foi o mais próximo do esperado para a velocidade do som no ar a 20°C que é de 343 m/s . Com o método gráfico, o desvio com a literatura foi de $0,93\%$, ao passo que o desvio do valor encontrado no item C com a literatura foi $3,2\%$

credeal

item E)

Calculando a frequência para $v = 325,12 \text{ m/s}$

$$n=1 \quad f = 325,12/4 \cdot 0,121 = 631,5 \text{ Hz}$$

$$n=3 \quad f = 975/4 \cdot 0,39 = 625 \text{ Hz}$$

$$n=5 \quad f = 1625/4 \cdot 0,65 = 625 \text{ Hz}$$

Calculando a frequência para $v = 339,79 \text{ m/s}$

$$n=1 \quad f = 339,79/4 \cdot 0,121 = 702 \text{ Hz}$$

$$n=3 \quad f = 1059,39/4 \cdot 0,39 = 653,44 \text{ Hz}$$

$$n=5 \quad f = 1698,99/4 \cdot 0,65 = 653,44 \text{ Hz}$$

$$\bar{f} = 654,9 \text{ Hz}$$

Os gráficos feitos na primeira versão foram com base em cada frequência utilizada para as três medições que geraram 3 diferentes comprimentos de onda, gerando assim coeficientes angulares muito próximos. Entretanto, não foi um método muito preciso, recorrendo então a um único gráfico utilizando os valores médios de comprimento de onda e cada frequência.

$$y = 339,79x - 0,0319$$

Gráfico de λ versus $1/f$

