• Referências Bibliográficas

• HALLIDAY, David. Fundamentos de Física vol II Gravitação, Ondas e Termodinâmica, 10° edição - Rio de Janeiro LTC - 2016

EXP. 4

• Velocidade do som no ar: Tubo de Ressonância

Introdução

Todas as ondas possuem uma velocidade, determinada pela distância percorrida sobre o tempo gasto. Quando a onda se propaga em meio homogêneo, essa velocidade é dada por:

$$v = \lambda \cdot f \quad \text{(I)}$$

A utilização de um tubo com uma extremidade aberta e uma extremidade fechada permite que as ondas sejam confinadas, a fim de surgirem ondas em sentidos contrários. A onda original e as surgida em sobreposição cria onda estacionária. A extremidade aberta do tubo corresponde a um nó de pressão e a extremidade fechada corresponde a um nó de deslocamento. Dessa forma, é possível determinar o comprimento efetivo do tubo a partir de:

$$L = \frac{n\lambda}{4} \quad \text{(II)}$$

Materiais e métodos

O experimento consistiu em duas partes, a primeira consistiu em conectar um gerador de frequência à extremidade aberta do tubo e fixando a frequência em 376,34 Hz; 425,99; 479,30 e 525,06 Hz, escutando com o fone de ouvido os níveis de máxima intensidade do som foram definidos, ou seja, as ressonâncias, os quais foram marcados com um giz. Os erros para cada ressonância também foram definidos. Já na segunda parte foi determinada a frequência de um diapasão de frequência desconhecida, o procedimento foi idêntico ao realizado na primeira parte mas agora, na extremidade aberta foi posicionado o diapasão em vibração. Por fim, a temperatura do ar foi medida. Com os dados coletados em ambas as partes foram construídos tabelas e gráficos para cada frequência. Os comprimentos de som examinados foram determinados, assim como a velocidade do som. Com os resultados obtidos, a frequência do diapasão desconhecida foi determinada. Por fim, a velocidade do som a 0°C foi calculada usando a equação III. Além disso, outra forma de realização do experimento também foi sugerida.

- $V(T) = V_0 \sqrt{1 + \beta \cdot T}$ III

4 Resultados e Discussão

* temperatura do ar na sala ⇒ $24 \pm 0{,}5\,°C$

* incerteza do gerador ⇒ $\pm 1\,Hz$

* incerteza da trena ⇒ $\pm 0{,}005\,m$

* Tabelas

• tabela 1: Comprimentos de Onda e velocidade para f = 376,39 Hz

n	Média das Distâncias (m)	Erro da média	Lambda (m)	v (m/S
1	0,207	0,007	0,828	311,610
3	0,662	0,006	0,883	332,308
5	1,116	0,007	0,893	336,072

• tabela 2: Comprimentos de Onda e velocidade para f = 425,99 Hz

n	Média das Distâncias	Erro da média	Lambda (m)	v (m/S
1	0,181	0,007	0,724	308,416
3	0,586	0,006	0,781	332,698
5	0,993	0,006	0,794	338,236

• tabela 3: Comprimentos de Onda e velocidade para f = 479,30 Hz

n	Média das Distâncias	Erro da média	Lambda (m)	v (m/S
1	0,162	0,005	0,648	310,586
3	0,521	0,005	0,649	311,065
5	0,876	0,006	0,701	335,989

• tabela 4: Comprimentos de Onda e velocidade para f = 525,06 Hz

n	Média das Distâncias	Erro da média	Lambda (m)	v (m/S
1	0,141	0,005	0,564	296,133
3	0,472	0,006	0,629	330,260
5	0,800	0,005	0,640	336,038

Tabela 5: Pontos de encontro para o diapasão de f desconhecida

n	Média	Erro da média
1	0,121	0,007
2	0,389	0,010
3	0,651	0,01

* Gráficos

Gráfico 1: Médias das Distâncias pelo n para a frequência de 376,34 Hz

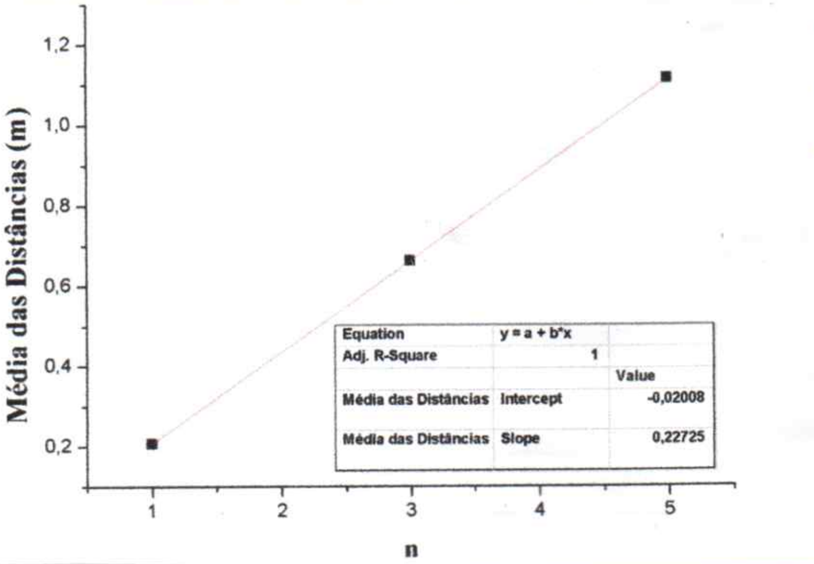


Gráfico 2: Médias das Distâncias pelo n para a frequência de 425,99 Hz

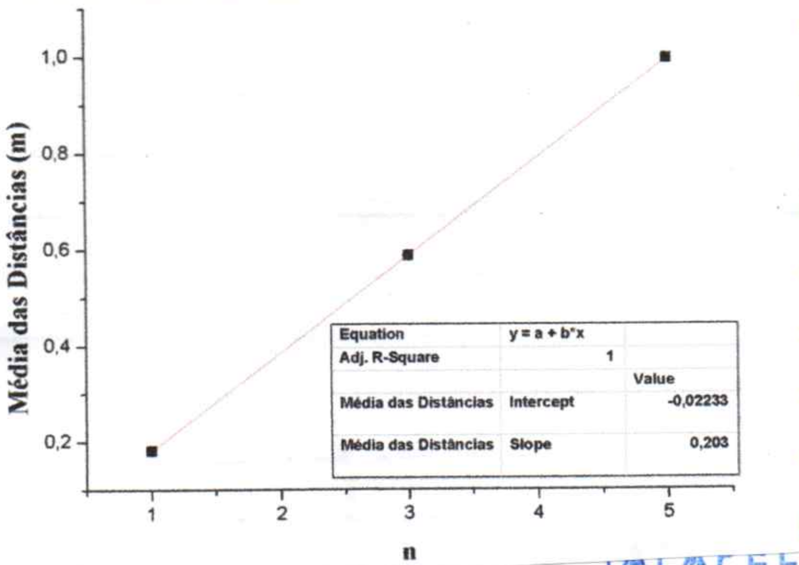


Gráfico 3: Médias das Distâncias pelo n para a frequência de 479,30 Hz

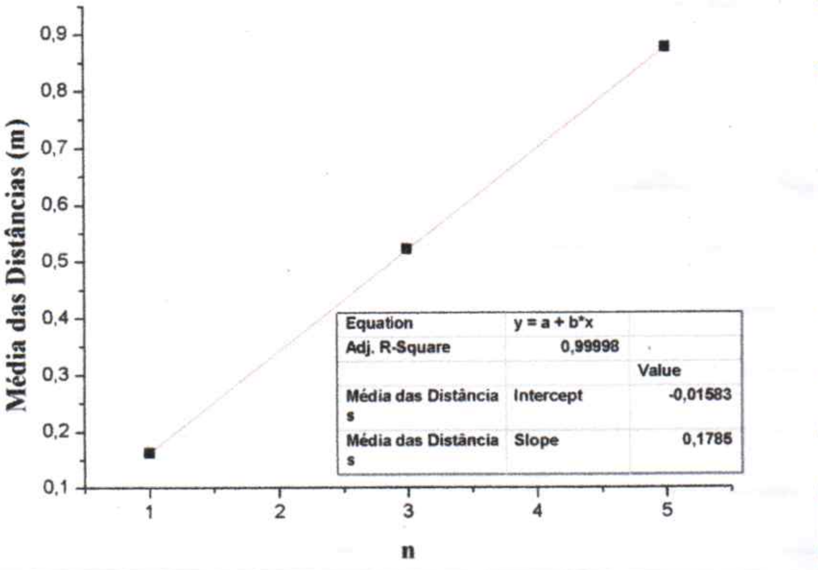
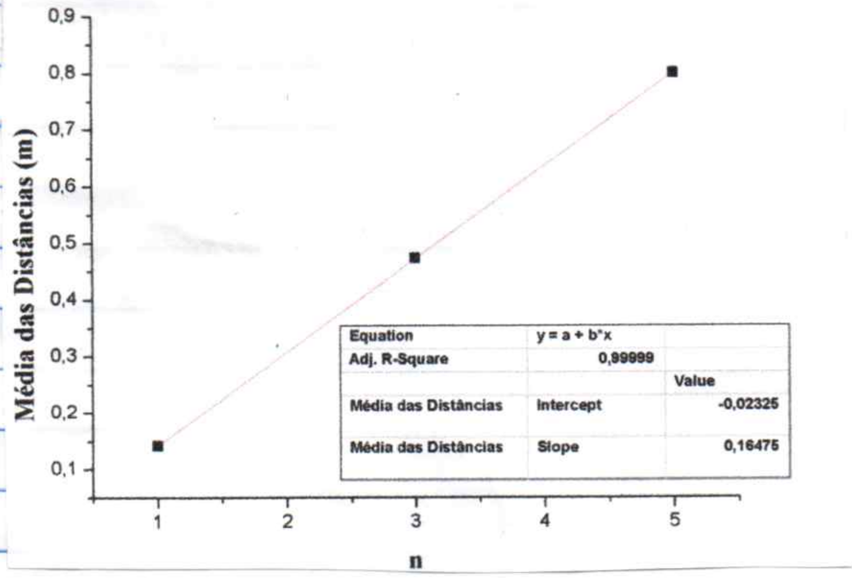


Gráfico 4: Médias das Distâncias pelo n para a frequência de 525,06 Hz



As medidas das extremidades foram desconsideradas pois as ondas só irão entrar em ressonância no meio do tubo.

Para os quatro gráficos montados. Tem-se a seguinte relação:

$$d = n\frac{\lambda}{4}$$

na qual d representa o eixo da Média das distâncias (eixo y) e n representa o eixo x. Dessa forma, para cada gráfico, o coeficiente angular representa 1/4 do valor do comprimento de onda λ naquela frequência. Assim, para um n igual a 5, o valor de λ, em metros, para as frequências de 376,39; 425,99; 479,30 e 525,06 Hz será respectivamente de:

- $\lambda_1 = 0,909$ m
- $\lambda_2 = 0,812$ m
- $\lambda_3 = 0,714$ m
- $\lambda_4 = 0,659$ m

A partir desses valores de comprimento de onda é possível calcular a velocidade em cada caso utilizando a equação I. Portanto, para as frequências de 376,39; 425,99; 479,30 e 525,06 Hz o valor da velocidade do som, em m/s, será respectivamente de:

- $v_1 = 342,093$ m/s
- 345,903 m/s
- 342,220 m/s
- 346,014 m/s

Fazendo uma média aritmética com esses quatro valores tem-se que a velocidade do som nesse meio será de aproximadamente de 344,06 ± 0,20 m/s o que não destoa muito do valor teórico.

Além disso, adotando esse valor médio das velocidades, utilizando os dados da tabela 5 e manipulando as equações 1 e 2 é possível determinar o valor da frequência do diapasão de frequência desconhecida da seguinte forma

$v = \lambda \cdot f$ I e $L = \dfrac{n\lambda}{4}$ II

$\lambda = \dfrac{v}{f}$

$\lambda = \dfrac{4L}{n}$

Logo: $\frac{v}{f} = \frac{4L}{n}$

$\frac{1}{f} = \frac{4L}{vn}$ ∴ $f = \frac{vn}{4L}$ IV

Aplicando os valores de $L = 0,651$ m; $V = 344,06$ m/s e $n = 5$ na equação IV, encontramos um valor de f para o diapasão de frequência desconhecida que será de 660,63 Hz.

Agora se utilizarmos novamente o valor da média das velocidades na equação III também é possível determinar o valor do som a 0°C, usando os seguintes valores $V(T) = 344,06$ m/s; $T = 24°C$ e $\beta = \frac{1}{273}$ $(°C^{-1})$. Após efetuar esse cálculo se chegará no valor de V_0 que será de aproximadamente de $329,87 \pm 0,10$ m/s. Nota-se que a velocidade do som a 0°C não apresentou uma diferença grande do valor a 24°C, já que esta é uma temperatura ambiente não tão alta, ficando próximo das condições de temperatura e pressão

Por fim, também podemos deduzir a equação II da seguinte forma:

- $L = n\left(\frac{\lambda}{2}\right) + \frac{\lambda}{4}$ $\quad n = 1, 3, 5, \ldots$

$L = 2n\lambda + \frac{\lambda}{4} = \frac{\lambda}{4}(2n+1)$ então $\lambda = \frac{4L}{(2n+1)}$ para $n = 0, 1, 3, 5, 7$

Portanto $2n+1$ é composto por números ímpares

$\lambda = \frac{4L}{n}$ $\quad n = 1, 3, 5, 7, \ldots$

Visando materiais mais acessíveis e ecológicos outra forma de realizar esse experimento seria a substituição do tubo com êmbolo móvel por um cano de PVC e um balde cheio parcialmente com água. O balde com água representaria o êmbolo móvel. Obviamente que para esse caso as bases teóricas e equações ainda seriam totalmente válidas.

↳ Conclusão

Quando se analisa a velocidade do som pelos dois métodos propostos (pelos dados das tabelas e pelos gráficos), percebe-se que os valores são extremamente próximos, validando os procedimentos. Já a frequência do diapasão deu um valor mais alto que as frequências do gerador, já que esse instrumento vibra de forma bem intensa e definida.

↳ Referências Bibliográficas

• HALLIDAY, David. Fundamentos de Física vol II. Gravitação, Ondas e Termodinâmica. décima edição - Rio de Janeiro - LTC 2016

CORREÇÃO - EXP. 4

~~Correção Exp 4~~

- Resultados

  - Faltou ser calculado o desvio padrão relacionado aos dados gerados. Após o cálculo, obteve-se que:

    - Desvio padrão: 1,77

Visto que os valores expostos na tabela não tiveram uma variação tão grande (visto que o desvio padrão é inferior a 2), então os erros obtidos podem estar relacionados na execução do cálculo.