Experimento 4

Introdução

Ondas sonoras são ondas mecânicas, ou seja, elas precisam de um meio para se propagar. A propagação de ondas em um meio homogêneo obedece uma relação entre comprimento de onda (λ) e a frequência (f) em que elas são emitidas, conforme a equação $v = \lambda . (f)$. Uma vez que já foram estudadas as ondas estacionárias (ondas com mesma amplitude, comprimento de onda e frequência, mas sentidos contrários), temos conhecimento suficiente para analisar a propagação de ondas em um tubo de comprimento variável.

Para termos uma onda estacionária no tubo deste experimento, devemos ter um nodo de deslocamento na extremidade fechada e um antinodo de deslocamento na extremidade aberta. Podemos ver que o comprimento de onda do modo fundamental é dado por $\lambda = 4l$, onde l é o comprimento que vai da extremidade aberta até a extremidade fechada do tubo. Assim, o comprimento efetivo de um tubo sonoro corresponde a:

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

A partir disso, teremos que encontrar os harmônicos através dos pontos de ressonância e, posteriormente, calcular a velocidade de propagação no ar. Também será utilizado um diapasão, instrumento metálico sonoro fabricado para vibrar em uma única frequência.

~~Resultados e Discussão~~

Materiais e Métodos

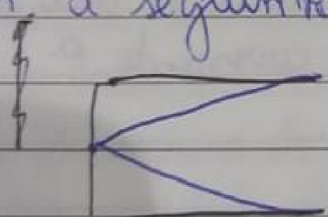
Os materiais usados para a prática desse experimento foram: tubo de ressonância de acrílico, gerador de função, alto falante, microfone, detector de pico, diapasão de alumínio e martelinho.

Na primeira parte do experimento o gerador de função foi ligado para gerar as ondas sonoras enquanto o ~~tama~~ tamanho do tubo era variado para perceber a diferença de acordo com o comprimento de onda, assim foram encontrados os harmônicos e através de uma trena que fica junto ao tubo foi visto a distância dos harmônicos do começo do tubo.

Na segunda parte do experimento o gerador de função e o alto falante foram substituídos pelo diapasão. Uma pessoa ficou na frente do tubo batendo no diapasão enquanto outra ~~pessoa~~ variava o comprimento do tubo para encontrar os pontos de ressonância igual a primeira parte do experimento

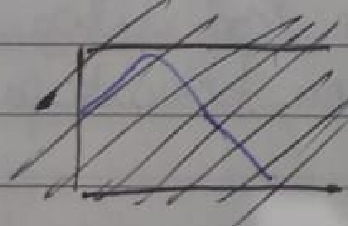
Resultados e Discussão

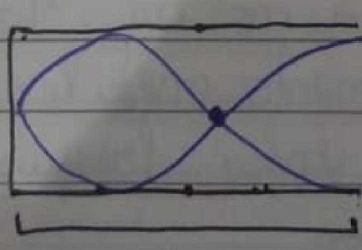
Os tipos de onda que estamos ~~av~~ analisando apresentam a seguinte característica



L_1

→ Nesse caso, L_1 a distância de um nó até a metade da frente, porém sabemos que a distância de um ventre $(\lambda/2)$ então se vai até metade de um ventre, $L_1 = \frac{\lambda}{4}$





L_2

→ Nesse caso, L_2 é a distância de um ventre completo $(\lambda/2)$ mais a metade de um ventre $(\lambda/4)$ logo

$$L_2 = \frac{3\lambda}{4}$$

Generalizando os casos, chegamos a seguinte expressão: $L = \frac{n\lambda}{4}$. Percebemos que "n" não pode ser um número par, já que sempre teremos a metade de um ventre nos casos examinados

Com essa fórmula conseguimos descobrir o comprimento de onda com os valores das tabelas 1,2,3 e 4

"Tabela 1": frequência = 425,99 Hz λ médio = 0,76711 m

"Tabela 2": frequência = 376,34 Hz λ médio = 0,868 m

"Tabela 3": frequência = 479,30 Hz λ médio = 0,681 m

"Tabela 4": frequência = 525,06 Hz λ médio = 0,61 m

Sabendo as frequências e os comprimento de onda descobrimos a velocidade do som e a sua média pela seguinte fórmula:
$V = \lambda . f$

"Tabela 5": frequência = 425,99 Hz   V média = 326,781 m/s

"Tabela 6": frequência = 376,34 Hz   V média = 326,618 m/s

"Tabela 7": frequência = 479,30 Hz   V média = 326,477 m/s

"Tabela 8": frequência = 525,06 Hz   V média = 320,706 m/s

Então temos como a velocidade média total a partir dos dados das tabelas igual a ~~32~~ 325,146 m/s

- Vamos utilizar um gráfico de distância (m) versus o número de nós para descobrir graficamente a velocidade do som. O coeficiente angular da reta deste gráfico é igual a $\frac{\lambda}{4}$, então multiplicamos por 4 o coeficiente angular e obtemos "λ" graficamente

"Gráfico 1" - distância versus número de nós
para $f = 425,99\ Hz$
temos $\lambda = 0,812\ m$
logo $V = 345,90\ m/s$

"Gráfico 2" - distância versus número de nós
para $f = 376,34\ Hz$
temos $\lambda = 0,908\ m$
logo $V = 342,02\ m/s$

"Gráfico 3" - distância versus número de nós
para $f = 479,30\ Hz$
temos $\lambda = 0,714\ m$
logo $V = 342,22\ m/s$

"Gráfico 4" - distância versus número de nós
para $f = 525,06\ Hz$
temos $\lambda = 0,6592\ m$
logo $V = 346,12\ m/s$

☆ Por fim, temos que o Vmédio obtido graficamente é igual a 344,06 m/s. Podemos perceber a discrepância entre os valores obtidos graficamente e pelas tabelas, havendo uma diferença de 18,92 entre as velocidades. Porém a velocidade obtida graficamente é bem precisa e condizente à realidade, já que a 20°C, a velocidade do som no ar é igual a 343 m/s. Agora com esses valores, vamos descobrir a frequência do diapasão com os dados obtidos pela tabela e pelo gráfico abaixo

"Gráfico 5" - distância versus número de nós

"Tabela 9"

Com o gráfico somos capazes de descobrir o λ e por sua vez a frequência do diapasão:

$\lambda = 1{,}059$ m → Usando $v = \lambda \cdot f$ temos para $V_1 = 344{,}06$ m/s, $f = 324{,}83$ Hz

E para $V = 325{,}14$ m/s temos $f = 306{,}97$ Hz

Podemos observar uma diferença de 17,86 Hz entre as frequências e podemos dizer que a frequência de 324,83 Hz é a que chega mais próximo da verdadeira frequência do diapasão devido a distância entre o aparelho que produz o som não foi incluída nos dados e ela é necessária, visto que o espaço percorrido pelo som até entrar no tubo é considerável

Para descobrirmos a velocidade do som a 0°C, vamos utilizar a seguinte fórmula

$V(t) = V_0\sqrt{1 + \beta t}$ sendo ~~de~~ t a temperatura que se quer descobrir a velocidade do som.

Para $V(25) = 344,06\ m/s$

$$\left\{ V(25) = V_0 \sqrt{1 + \frac{25}{273}} \rightarrow V_0 = \cancel{329} \ 329,31\ m/s \right.$$

A velocidade do som a 0°C é igual a 331,45 m/s, havendo uma diferença de 2,14 entre a velocidade obtida com a real velocidade do som a 0°C, provando nossa boa precisão.

Conclusão

Através da realização do experimento pudemos elucidar conceitos a respeito da velocidade do som no ar e do tubo de ressonância. Foi discutido como calcular o "n" da expressão $L = \frac{n\lambda}{4}$ através da formação de harmônicos. Com os dados obtidos no experimento, construiu-se tabelas que facilitaram o cálculo do comprimento de onda, e posteriormente, a velocidade, que aquela onda possui quando propagada no tubo. Foram construídos gráficos da distância (em metros) x número de nós, sendo que a partir desse gráfico também era possível obter o valor do comprimento de onda. Comparou-se os valores de velocidade obtidos pelo método gráfico e pelas tabelas, concluindo que a obtida pelo método gráfico era mais precisa. Por fim, calculou-se a frequência do diapasão (atentando-se para as considerações feitas durante o experimento que poderiam causar disparidades nos resultados), e a velocidade do som a 0°C.

Correção do experimento 4 ⛤ → Representa onde estão os erros

- Determine graficamente a velocidade do som no ar.

- Gráfico do inverso do comprimento de onda versus a frequência (anexado)

- Determine a frequência do diapasão de frequência desconhecida

$0,121 = \frac{\lambda_1}{4} \Rightarrow \lambda_1 = 0,484\ m$ $\quad 0,39 = \frac{3\lambda_2}{4} \rightarrow \lambda_2 = 0,52\ m$ $\quad 0,65 = \frac{5\lambda_3}{4} \rightarrow \lambda_3 = 0,52\ m$

$$\lambda_{médio} = 0,501\ m$$

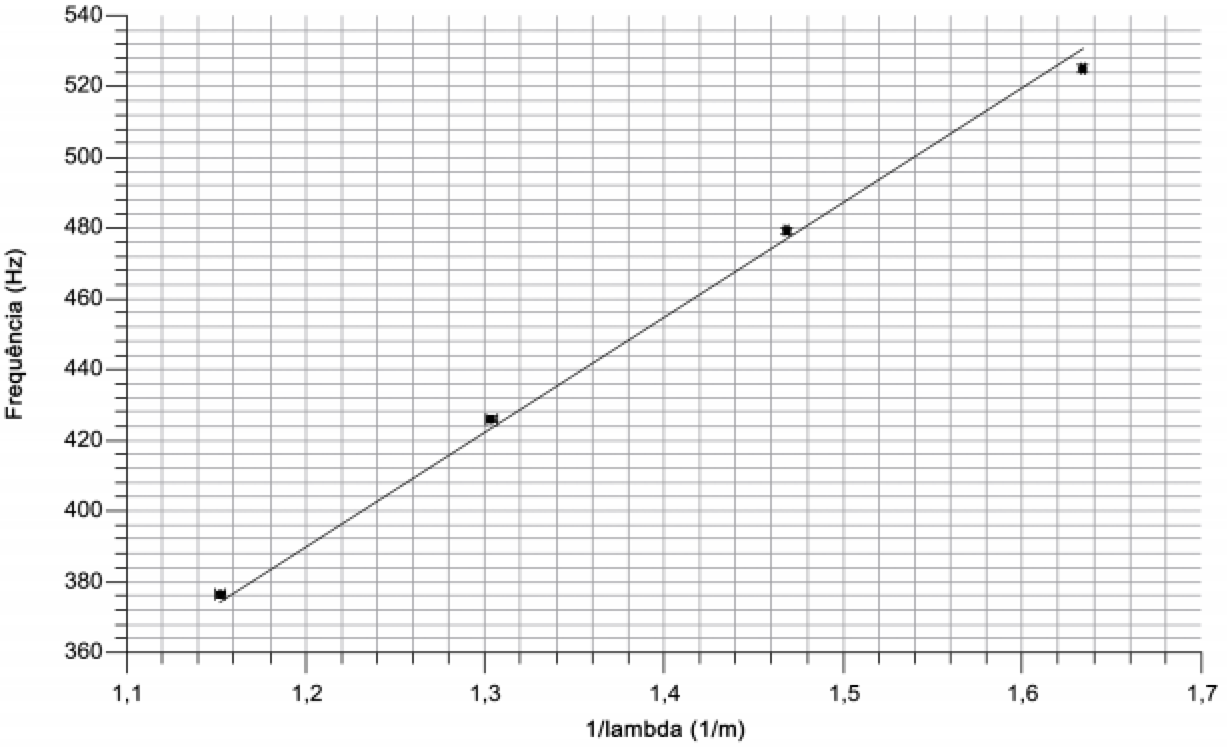
$$f_1(V_m) = \frac{325,14}{0,501} \rightarrow f_1(V_m) = 648,98\ Hz$$

$$f_2(V) = \frac{324,79}{0,501} \rightarrow f_2(V) = 648,28\ Hz$$

- Velocidade do som no ar.

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

$$V_0 = \frac{V(T)}{\sqrt{1+\beta \cdot T}} = \frac{\cancel{35}\ 325}{1,04} = 312\ m/s$$



Coeficiente Angular

$$V = 324,79 \pm 1,435 m/s$$