

Nome: Glória Resoni Marçal

Experimento 4 - Velocidade do som

## x Introdução

Ondas sonoras são ondas mecânicas que vibram em uma frequência de 20 a 20.000 hertz, e possuem a mesma direção de vibração de sua trajetória. Isso implica uma velocidade envolvida que depende de algumas propriedades como comprimento de onda  $\lambda$  e frequência  $f$  definidos pela seguinte equação:

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

Assim, medindo-se o comprimento de uma onda sonora no ar com frequência conhecida, pode-se calcular a velocidade com a qual ela se propaga.

No experimento, basta-se em emitir som na entrada de um tubo acústico cuja frequência é conhecida sendo então produzidas algumas ondas. Com a existência de um antinó na extremidade aberta e um nó na extremidade fechada, o modo mais simples de se obter frequências de ressonância de um tubo de comprimento; é dado por

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

Com  $n$  ímpares, concluímos que somente harmônicos ímpares podem existir nesse tipo de tubo. Sabendo o valor do comprimento  $L$  e a frequência  $f$  é possível determinar o respectivo comprimento de onda  $\lambda$  e ainda calcular com qual velocidade as ondas sonoras viajam.

## x Objetivo

O objetivo será determinar a velocidade do som no ar e a frequência de vibração de um diapás desconhecido

## \* Procedimento Experimental

Para obter o diapasão com intuito de vibração no plano vertical sobre a extremidade aberta do tubo, variou-se a posição da extremidade com o auxílio de um imã, vibrou-se o diapasão com o martelo de benedito; com atenção variando a posição da extremidade móvel do tubo procurando um primeiro nível para o qual ocorre o máximo de intensidade do som.

Em seguida, localizou-se a posição da intensidade máxima, identificando como  $A_1$ . O comprimento do tubo foi aumentando até localizar um segundo nível de ressonância,  $A_2$  e assim por diante.

## \* Resultados e Discussão

A) Desprezando as medidas das extremidades para cada diapasão, determine os comprimentos de onda dos sons examinados registrando estes valores também na tabela abaixo:

Utilizando a equação (2) calculou-se os valores de comprimento de onda,  $\lambda$ , que estão na última coluna de cada tabela.

$n$	$L_1$	$L_2$	$L_3$	$L$ médio	Erro da média	$\lambda$
1	0,175	0,185	0,184	0,181	0,007	0,724
3	0,582	0,589	0,587	0,586	0,006	0,711
5	0,997	0,991	0,992	0,993	0,006	0,794

Tabela 01 - Pontos de encontro para frequência de 425,99 Hz

\* Tabela deve ter a descrição em cima dele, as proximidades estão certas.

/ /

Tabular 2 - Pontos de encontro para frequência de 376,34 Hz

$n$	$L_1$	$L_2$	$L_3$	$L$ médio	Erro de média	$\lambda$
1	0,212	0,205	0,204	0,207	0,007	0,728
3	0,665	0,663	0,659	0,662	0,006	0,783
5	1,111	1,119	1,117	1,116	0,007	0,793

Tabular 3 - Pontos de encontro para frequência de 479,30 Hz

$n$	$L_1$	$L_2$	$L_3$	$L$ médio	Erro de média	$\lambda$
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	0,876	0,876	0,006	0,709

Tabular 4 - Pontos de encontro para frequência de 525,06 Hz

$n$	$L_1$	$L_2$	$L_3$	$L$ médio	Erro de média	$\lambda$
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

B) Porque os medidos das extremidades devem se desprezadas?

Por as ondas presentes na extremidades não apresentam ressonância, mas somente as ondas que se distribuem ao longo do tubo acústico.

11

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

Utilize-se o valor médio de cada comprimento de onda para as diferentes frequências.

Sendo assim, para frequência 425,99 Hz - a velocidade do som é 326,47 (m/s); 376,39 Hz - 326,66 (m/s); 479,30 Hz - 326,56 (m/s); 525,06 Hz - 320,81 (m/s).

Obtendo a média da velocidade do som, sendo: 325,12 m/s.

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

Pela equação 1, substituindo  $\lambda$  por  $v/f$ , obtém-se uma equação para extrair diretamente a velocidade.

$$v = \frac{4L_f}{n}$$

Construindo um gráfico de  $4L_f$  versus  $n$ , obtém-se o valor da velocidade do som pelo coeficiente angular da equação da reta.

Sendo assim, para frequência de 425,99 Hz - a velocidade do som é 345,9 (m/s); 376,39 Hz - 342,7 (m/s); 479,30 Hz - 342,2 (m/s); 525,06 Hz - 346,0 (m/s).

Obtendo a média da velocidade do som, sendo 344,20 m/s.

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

Os resultados obtidos pelo método direto, foram mais precisos pelo método gráfico, pois que o valor espacial para  $T = 20^\circ\text{C}$ , era  $v = 343$  m/s. Já pelo o método gráfico, como os pontos foram todos distribuídos e não se trabalhou com valor médio, o resultado foi mais preciso.

f) Determine a frequência do diapasão de frequência desconhecida.

Utilizando a velocidade do som  $v = 344,20 \text{ m/s}$  ;  
 $n = 5$  ;  $L = 0,65 \text{ m}$ . Através da equação  $v = \frac{4L f}{n}$   
valeu  $f$  e chegou-se em:  $f = \frac{v n}{4L}$

Com a média dos valores de  $L$  médio de todas as frequências; a frequência encontrada foi de  $f = 661,92 \text{ Hz}$

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

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

$$v_0 = \frac{325,12}{\sqrt{1 + \frac{24}{273}}} \Rightarrow v_0 = 311,7 \text{ m/s}$$

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

$$v_0 = \frac{344,20}{\sqrt{1 + \frac{24}{273}}} \Rightarrow v_0 = 330,01 \text{ m/s}$$

A diferença apenas de pequena, é dada por se o sítio obtido com métodos diferentes e dando um deles menos preciso

h) Demonstração da equação (2).

$\lambda = 4L \rightarrow$  modo mais simples //  $\lambda = 4L/3 \rightarrow$  modo mais simples<sup>2o</sup>

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

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

pois adm. tendo apenas nº ímpares

$n$

i) Uma forma mais limpa, barata e simples de realizar este experimento.

Utilizando um balde de água, com uma PVC que pode ter o comprimento variado facilmente; os diapasões substituídos por programador de computador que que ajuda.

### \* Conclusão

Os valores encontrados de velocidade do som foram próximos do esperado; tratando de um experimento prático, os erros são sistemáticos inerentes, que não invalidam o processo.

### \* Referências

- Halliday. Fundamentos de Física, volume 2: Gravitação, ondas e termodinâmica; 9ª edição - Rio de Janeiro LTC, 2013.