

Experimento 4

Introdução

As ondas são perturbações que se propagam no espaço em meios materiais transportando energia, qualquer corpo material que vibra, gera ondas mecânicas no meio em que está imerso. O som é uma onda classificada como longitudinal que se propaga através de pequenas vibrações e como todos os fenômenos ondulatórios, é caracterizado pela velocidade de propagação que depende do meio que o fenômeno observado se propaga.

O estudo da onda se dá pela equação:

$$v = \lambda \cdot f$$

em que medindo o comprimento de onda (λ) com uma frequência (f) conhecida, se calcula a velocidade de propagação.

Metodologia.

Os materiais utilizados no experimento foram um tubo de acrílico transparente com extremidade móvel, medidor de frequência, trena, martelo de borracha, termômetro, diapásão com frequência desconhecida, amplificador, e um fone de ouvido.

O experimento foi feito em duas partes, na primeira

foi usado o tubo de ressonância de acrílico, e o gerador de função, quando ligado o gerador é emitido pelo o tubo através de um emissor de autôfalante ondas senoidais na frequência calibrada, a onda interage com o tubo. No tubo, contém um êmbolo móvel, que pode variar o comprimento limitando o espaço onde as ondas se propagam. No fundo do tubo estava a trena, sendo possível anotar o comprimento com base no som emitido, em certos pontos se observo o fenômeno da ressonância, foram marcados todas as distâncias que o mesmo som no interior do tubo vai emitido. O mesmo processo foi repetido para três frequências diferentes, sendo 354 Hz , 603 Hz e 1228 Hz .

A segunda etapa, tinha como objetivo descobrir a frequência do som emitido pelo diapasão. Substituindo o gerador e o alto falante, foi usado o toque do martelo no diapasão no início do tubo, enquanto ocorria a variação do êmbolo no tubo para se achar os pontos de ressonância, foram anotadas as distâncias definidas no tubo nesta parte do experimento. Foi medido a temperatura do ar no ambiente em 24°C .

- Incerteza do termômetro = $\pm 0,5^\circ\text{C}$
- Incerteza da trena = $\pm 0,005 \text{ m}$
- Incerteza do gerador = $\pm 1 \text{ Hz}$

• Análise de Dados •

Os comprimentos de onda (λ) estão apresentados nas tabelas 1, 2, 3, 4, 5. E foram calculados a partir da equação (2):

$$L = \frac{\lambda n}{4} \rightarrow \lambda = \frac{4L}{n}$$

As extremidades do tubo funcionam como nó de pressão e deslocamento, não ocorrendo a ressonância nesses pontos, sendo então desprezada as medidas nas extremidades.

Com o comprimento de onda e frequência dados nas tabelas 1, 2, 3, 4 foi possível calcular a velocidade do som a partir da equação (1):

$$v = \lambda \cdot f$$

com $\cdot f = 425,99 \text{ Hz}$ a $\bar{v} = 327 \text{ m/s}$

com $\cdot f = 376,34 \text{ Hz}$ a $\bar{v} = 327 \text{ m/s}$

com $\cdot f = 479,30 \text{ Hz}$ a $\bar{v} = 326 \text{ m/s}$

com $\cdot f = 525,06 \text{ Hz}$ a $\bar{v} = 321 \text{ m/s}$

Assim: $\bar{v}_t = 325 \text{ m/s}$

A partir da equação (1) se tem: $\lambda = \frac{4L}{n}$ com isso,

traçando o comprimento de onda λ versus $\frac{1}{f}$, se tem

o coeficiente angular do gráfico igual a velocidade. Na construção do gráfico foi usado o valor médio de λ para não haver tanto erro, a velocidade encontrada foi de

$v = 339 \text{ m/s}$, e o gráfico está em anexo.

Observa-se uma diferença na velocidade de $\bar{v} = 325 \text{ m/s}$ e $v = 339 \text{ m/s}$. A velocidade do som no ar à 25°C é de 340 m/s , sendo assim é possível afirmar que o método gráfico foi mais preciso.

Conhecendo os valores de v e λ e substituindo na equação (1), encontra-se a frequência.

• $n = 1$ $A_1) v = 325 \text{ m/s} \rightarrow f_1 = 675 \text{ Hz}$

• $n = 2$ $A_2) v = 325 \text{ m/s} \rightarrow f_2 = 626 \text{ Hz}$

• $n = 3$ $A_3) v = 325 \text{ m/s} \rightarrow f_3 = 623 \text{ Hz}$

$b_1) v = 339 \text{ m/s} \rightarrow f_1 = 600 \text{ Hz} \quad \bar{f}_1 = 637 \text{ Hz}$

$b_2) v = 339 \text{ m/s} \rightarrow f_2 = 653 \text{ Hz} \quad \bar{f}_2 = 639 \text{ Hz}$

$b_3) v = 337 \text{ m/s} \rightarrow f_3 = 651 \text{ Hz} \quad \bar{f}_3 = 637 \text{ Hz}$

frequência média $\Rightarrow \bar{f} = 654 \text{ Hz}$

A velocidade do som a 0°C pode ser calculado pela equação (3) e utilizando a velocidade igual a 320 m/s : e

$$v(T) = v_0 \sqrt{1 + \beta T} \quad (3) \rightarrow v_0 = \frac{320}{\sqrt{1 + 24}} = 318 \text{ m/s}$$

$$\sqrt{\frac{1+24}{272}}$$

sendo a velocidade do som a $0^\circ\text{C} = 318 \text{ m/s}$

Como se tem duas ondas harmônicas iguais :

$y_1 = A \cos(kx - \omega t)$ e $y_2 = A \cos(kx + \omega t)$. A sobreposição

das ondas se dá por: $y = y_1 + y_2 = A \cos(kx - \omega t) + A \cos(kx + \omega t)$

ωt). Então $y = A(\cos kx \cos \omega t + \sin kx \sin \omega t + \cos kx \cos \omega t +$

$\sin kx \sin \omega t) = 2A \cos kx \cos \omega t \rightarrow A(x) = 2A \cos(kx)$

Como $\cos(kx) = a$, a amplitude é mínima, com $\sin$, $kx = 0, \pi, 2\pi, \dots$
 $\frac{n\pi}{2}$, com $k = \frac{2\pi}{\lambda}$ Assim, $x = \frac{n\pi}{2} \cdot \frac{\lambda}{2\pi} = \frac{n\lambda}{4}$ (2)

Logo, é possível chegar a equação $\frac{n\lambda}{4}$ através desse passo.

Um outro método mais simples de realizar este experimento seria utilizando a água no lugar das ondas sonoras. No caso o tubo seria fechado e a água funcionaria como a parede móvel. Ao se colocar a fonte sonora na outra extremidade, a aparelhagem teria a mesma função.

Conclusão

No experimento realizado foi possível observar o fenômeno da ressonância em prática, determinar a velocidade do som através dos pontos de ressonância e obter-se os resultados próximos dos esperados teoricamente.

1ª parte

Tabela 1 $\rightarrow f = 425,99 \text{ Hz}$

n	med. 1 (m)	med. 2 (m)	med. 3 (m)	média	erro da média	λ (m)
1	0,175	0,185	0,184	0,181	0,007	0,725
3	0,582	0,589	0,587	0,587	0,006	0,781
5	0,997	0,991	0,992	0,992	0,006	0,795

amplitude associada ao λ	$V(\text{m/s})$	amplitude associada ao V
0,020	309	8
0,007	333	3
0,005	339	2

Tabela 2 $\rightarrow f = 376,34 \text{ Hz}$

n	medida 1 (m)	medida 2 (m)	medida 3 (m)	média	erro da medida
1	0,212	0,205	0,204	0,207	0,007
3	0,665	0,663	0,659	0,662	0,006
5	1,111	1,119	1,117	1,116	0,007

λ (m)	amplitude associada ao λ	$V(\text{m/s})$	amplitude associada ao V
0,822	0,020	312	8
0,883	0,007	332	3
0,893	0,005	335,9	2

Tabela 3 $\rightarrow f = 479,30 \text{ Hz}$

n	medida 1 (m)	medida 2 (m)	medida 3 (m)	média	erro do média
1	0,162	0,161	0,163	0,162	0,005
3	0,521	0,522	0,520	0,521	0,005
5	0,872	0,877	0,879	0,876	0,006

λ (m)	incerteza assoc. ao λ	V (m/s)	incerteza assoc. a V
0,648	0,020	311	10
0,695	0,007	333	3
0,701	0,005	335,9	2

Tabela 4 $\rightarrow f = 525,06 \text{ Hz}$

n	medida 1 (m)	medida 2 (m)	medida 3 (m)	média	erro do média
1	0,140	0,141	0,141	0,141	0,005
3	0,469	0,471	0,477	0,472	0,006
5	0,800	0,799	0,801	0,800	0,005

λ (m)	incerteza assoc. ao λ	V (m/s)	incerteza assoc. a V
0,563	0,020	295	5
0,630	0,007	331	4
0,640	0,005	336	3

2ª parte

Tabela 5: uso do diapasão

n	med 1(m)	med 2(m)	med 3(m)	média	erro da média	$\lambda(m)$	inc. calculada antes da λ
1	0,1118	0,1126	0,1119	0,1121	0,0007	0,484	0,020
3	0,398	0,389	0,381	0,390	0,010	0,519	0,007
5	0,657	0,656	0,639	0,650	0,010	0,521	0,005

