



INSTITUTO
SUPERIOR
TÉCNICO

Física Experimental II

T.L. N°5

Acústica Básica

GRUPO N°1

Lisboa, 13 de Maio de 2004, 5ª Feira

André Cunha	N° 53757
Tiago marques	N° 53775
Ricardo Figueira	N° 53755

Determinação da Velocidade do Som a partir da Determinação dos Máximos e Mínimos de uma Onda Estacionária Gerada num Tubo Cilíndrico

- a) Recorrendo a um tubo de ressonância WA-9612 e a um gerador de sinais em modo sinusoidal, determinaram-se 5 frequências de ressonância partindo dos 2000 Hz. As frequências de ressonância foram determinadas tanto para o tubo aberto como fechado.

	Tubo Aberto	Tubo Fechado
1ª frequência de ressonância (Hz)	2080	2036
2ª frequência de ressonância (Hz)	2272	2247
3ª frequência de ressonância (Hz)	2464	2436
4ª frequência de ressonância (Hz)	2642	2666
5ª frequência de ressonância (Hz)	2833	2873

Todas estas frequências foram medidas com uma imprecisão de 1 Hz, a menor divisão da escala do multímetro, somada à gama de valores (5 Hz) associados à difícil determinação da frequência de ressonância exacta.

- b) Utilizando a última frequência de ressonância do tubo aberto medida no ponto anterior (2833 Hz), foram-se medir as posições dos máximos e mínimos da onda estacionária gerada no interior do tubo. Foram medidos 13 máximos e mínimos ao longo dos 80 cm do aparelho determinando-se o comprimento de onda (λ_1) a partir da análise do Gráfico 1.

$$\lambda_1 = 0,12258 \pm 0,00012 \text{ m}$$

Das seguintes fórmulas:

$$v_{som} = \lambda \cdot f \text{ e } e v_{som} = e \lambda \cdot f + \lambda \cdot e f$$

Chegou-se ao valor $v_{som} = 347,27 \pm 0,46254 \text{ m/s}$

Utilizando um processo em tudo semelhante ao anterior, mas desta feita com o tubo fechado e com uma frequência de 2873 Hz, calculou-se um $\lambda_2 = 0,12022 \pm 0,00011 \text{ m}$ (gráfico 2). A partir deste último valor, determinou-se $v_{som} = 345,39 \pm 0,43625 \text{ m/s}$.

Determinação da Velocidade do Som em Função da Temperatura

Recorrendo à montagem disponível no laboratório, na qual o som emitido pela fonte sonora percorre uma distância fixa no interior de um meio a uma determinada temperatura, calculou-se a velocidade do som em função da temperatura. A distância percorrida é de 1,718 metros, equivalente à distância da fonte sonora ao extremo oposto do tubo (0,938 m) somada à distância desse mesmo extremo ao microfone (0,68 m). Uma vez que a análise do sinal captado pelo microfone ao osciloscópio permite a medição do intervalo de tempo entre a emissão do sinal e a recepção do seu eco, é possível determinar a velocidade do som, bem como, o erro correspondente pelas fórmulas:

$$v = \frac{d}{t} \quad e \quad e_v = \left| \frac{1}{t} \right| \cdot e_d + \left| \frac{-d}{t^2} \right| \cdot e_t$$

Após traçar o gráfico velocidade em função da temperatura, verificou-se a seguinte relação:

$$v_{som} = A \cdot \sqrt{T}$$

Ainda foi possível extrapolar o parâmetro γ assim como o seu erro (1,4288 +/- 0,02061) através da fórmula

$$A = \sqrt{\frac{R \cdot \gamma}{M_{gás}}}$$

Usando o valor de A teórico foi possível determinar as temperaturas ambiente nas medições da velocidade do som da primeira parte do procedimento experimental, obtendo-se os valores de 14° C e 18° C para o tubo fechado e aberto, respectivamente.

Conclusão

Este procedimento experimental permitiu, para além da determinação da velocidade do som através de dois métodos distintos, a determinação de cinco frequências de ressonância do tubo.

Verificou-se que a diferença entre as frequências de ressonância em ambos os casos (tubo aberto e fechado) era aproximadamente constante. No entanto, no caso do tubo aberto, as flutuações desse mesmo valor foram maiores, possivelmente dado ao facto de haver interferências em ambas as extremidades do tubo.

Utilizando uma das frequências de ressonância de ambos os casos, determinaram-se os valores de $347,27 \pm 0,46254$ m/s (desvio à precisão de 0,133%) e de $345,39 \pm 0,43625$ m/s (desvio à precisão de 1,26%) para o tubo aberto e fechado respectivamente.

Medindo a temperatura ambiente no final da aula foi possível determinar o valor da velocidade do som teórica, obtendo-se o valor de 350,24 m/s.

Desta forma calcularam-se os desvios à exactidão de ambas as medições, obtendo-se um desvio de 0,847% para o tubo aberto e 1,38% para o fechado, desvio este evidenciado nas temperaturas associadas a cada uma das velocidades (18°C para a primeira e 14°C para a segunda).

Na segunda parte do protocolo, foi-se determinar vários valores da velocidade do som para diferentes temperaturas. A relação que se pretendia obter foi observada graficamente e quando comparada com a curva teórica foi notado um erro sistemático em todas as medições. Deve-se, no entanto, referir que a discrepância entre a curva teórica com a obtida experimentalmente estava contida na barra de erro. Da curva foi possível extrapolar o valor de γ para o qual se obteve 1,4288 com um erro de 0,02061. Sabendo que o valor teórico é 1,40 determinou-se um desvio à exactidão de 2,06%.

Ao longo da execução do trabalho experimental estiveram presentes fontes de erro consideráveis.

Como grande parte das medições feitas foram realizadas através de um microfone, todo o ruído ambiente prejudicou a precisão e, eventualmente, a exactidão dos resultados.

O erro sistemático já referido aquando a medição da velocidade em função da temperatura está presente na medição da temperatura. O valor utilizado era o indicado no aparelho de banho térmico, valor este que seria inferior ao real, pois a temperatura da água demorava bastante a estabilizar. No Gráfico 3 é possível observar uma medição que se encontra mais próxima da curva teórica. Esta medição foi obtida esperando mais tempo para a temperatura estabilizar. Este facto vem a confirmar o já referido.