

# **Olimpíadas de Física 2006**

Seleção para as provas internacionais

Prova Experimental A

Sociedade Portuguesa de Física

26/Maio/2006

## Ressoador de Helmholtz

Duração da prova: 2h

### 1 Material

- régua de plástico
- craveira
- balão de vidro
- suporte para balão
- proveta graduada
- gerador de sinal
- multímetro
- fios de ligação
- altifalante
- suporte universal
- grampo de fixação
- papel milimétrico
- termómetro

### 2 Descrição

Quando se sopra no gargalo de uma garrafa vazia, esta emite um som característico. O fenómeno foi investigado pelo físico alemão Helmholtz no final do séc. XIX. Nas suas experiências, usou uma garrafa de geometria simples, com um bojo esférico e um gargalo de pequeno volume. Uma “garrafa” com estas características é conhecida por “ressoador de Helmholtz” (Fig. 1). É fácil verificar que a frequência característica, ou ressonante, da garrafa depende do volume de ar do seu bojo; uma garrafa com algum líquido tem um som característico mais agudo do que uma garrafa vazia.

Quando o volume  $v$  do gargalo é muito menor do que o volume  $V$  do ar aprisionado no bojo da garrafa, a frequência  $f$  de ressonância do recipiente é, segundo Helmholtz,

$$f = \frac{v_s}{2\pi} \sqrt{\frac{S}{L'V}}.$$

Nesta expressão,  $v_s$  é a velocidade do som no ar e  $L' = L + 1,5r$ , um comprimento ‘efectivo’ do gargalo com uma correcção para efeitos de bordo, sendo  $L$  o comprimento real do gargalo e  $r$  o raio da sua secção média de área  $S$  (Fig. 1).

O objectivo desta prova é a determinação da velocidade do som no ar usando um ressoador de Helmholtz.

### 3 Execução

1. Monte o circuito da Fig. 2. Coloque o altifalante sobre o gargalo da garrafa a uma distância de apenas alguns milímetros. Ligue o altifalante ao gerador de sinal e selecione uma onda sinusoidal com uma frequência de cerca de 100 Hz. Rodando devagar o botão de ajuste de frequência, encontre a frequência ressonante da garrafa vazia. Para maior precisão, a frequência deve ser medida com o multímetro, no modo de frequencímetro.
2. Repita a medida colocando água no recipiente a diferentes alturas (meça o volume de água com a proveta). Registe numa tabela as frequências de ressonância.
3. A partir das medições que efectuou, determine a velocidade do som no ar. Estime a precisão e a exactidão deste resultado, sabendo que a velocidade do som no ar é dada pela expressão

$$v_s = 331,5 + 0,6\theta \quad \text{ms}^{-1},$$

onde  $\theta$  é a temperatura ambiente em graus Celsius.

4. Considere um pequeno deslocamento do volume  $v = SL'$  do ar no gargalo devido à pressão da onda sonora emitida pelo altifalante. Este deslocamento de ar provoca um aumento de pressão no interior da garrafa, sendo a compressão do ar adiabática. Analise o movimento da coluna de ar do gargalo e deduza a equação de Helmholtz para a frequência ressonante. (Nota: a velocidade do som num fluido de densidade  $\rho$  à pressão média  $P$  é  $v_s = \sqrt{\frac{\gamma P}{\rho}}$ , sendo  $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$ .)

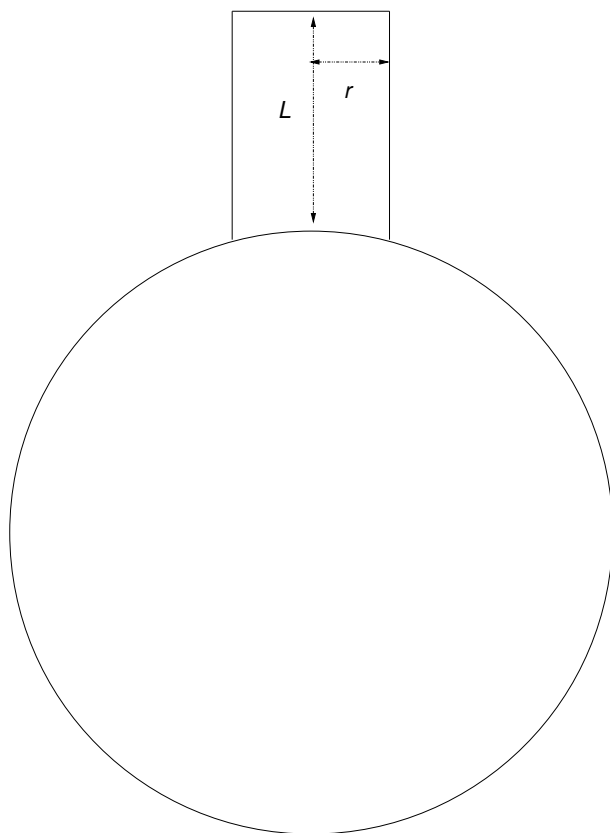


Figura 1: Ressorador de Helmholtz

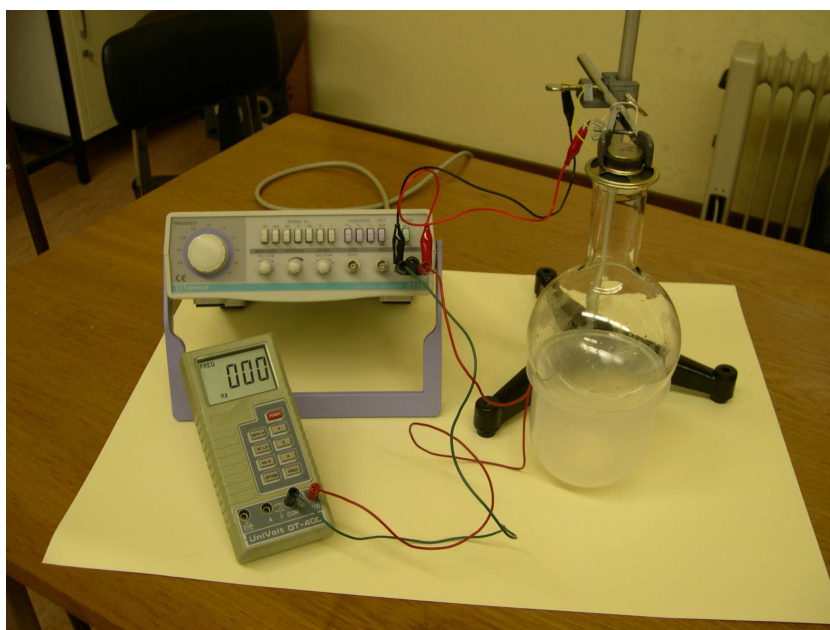


Figura 2: Montagem experimental

# **Olimpíadas de Física 2006**

Seleção para as provas internacionais

Prova Experimental B

Sociedade Portuguesa de Física

26/Maio/2006

## Dilatação do alumínio

Duração da prova: 2h

### 1 Material

- laser
- régua
- aquecedor
- recipiente com óleo
- proveta
- barra de alumínio em U com duas lâminas
- termómetro

### 2 Descrição

Quando se aquece uma barra metálica de comprimento  $L_0$  à temperatura ambiente ela sofre uma variação de comprimento  $\Delta L$  que é proporcional ao comprimento inicial da barra e à variação de temperatura  $\Delta T$ :

$$\Delta L = \alpha L_0 \Delta T.$$

A constante  $\alpha$  é o coeficiente de dilatação do metal.

O objectivo desta prova é a medição do coeficiente de dilatação do alumínio usando a difracção de luz por uma fenda. A expressão da intensidade da luz difractada por uma fenda de largura  $b$  é

$$I = I_0 \left( \frac{\sin \eta}{\eta} \right)^2, \quad \eta = \frac{\pi b}{\lambda} \sin \theta,$$

onde  $\theta$  é o ângulo de dispersão da luz e  $\lambda$  o seu comprimento de onda.

Vai utilizar uma peça de alumínio em forma de U (Fig. 1). Duas lâminas estão presas a esta peça através de duas hastes em plástico, mau condutor do calor. A dilatação da peça em U provoca um aumento da largura,  $b$ , da fenda entre as duas lâminas.

### 3 Execução

1. Monte o circuito da Fig. 2. Alinhe o laser com a fenda formada pelas duas lâminas de modo a observar uma figura de difracção projectada no alvo colocado na parede. Meça

a largura  $w$  das manchas de difracção laterais (Fig. 2) . A partir do valor encontrado, determine a largura da fenda por onde passa o laser.

**Atenção: Não deve olhar directamente para o feixe de luz laser!**

2. Repita a medida para várias temperaturas, aquecendo o óleo até temperaturas **não superiores a  $150^{\circ}\text{C}$** . Apresente os resultados na forma de uma tabela.

**Atenção: Tenha muito cuidado ao manipular o óleo quente para não se queimar!**

3. A partir das medições que efectuou, determine o coeficiente de dilatação do alumínio.

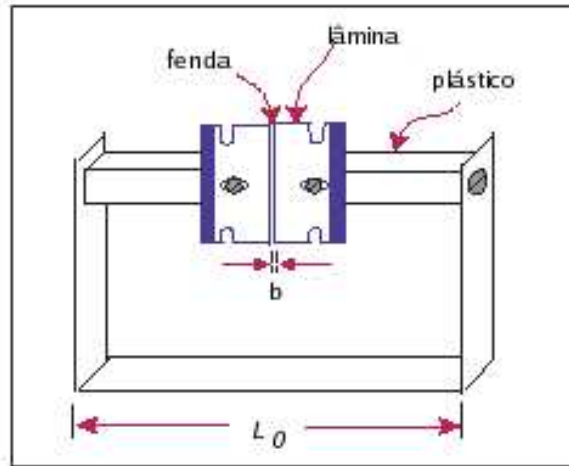


Figura 1: Peça em U, de alumínio, com uma fenda formada por duas lâminas.

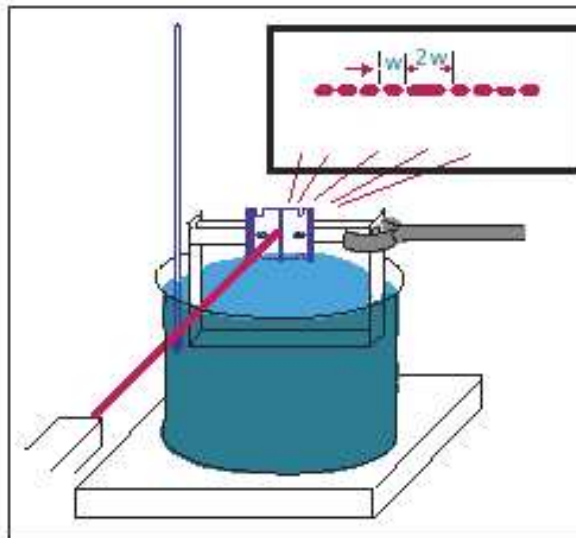


Figura 2: Montagem experimental