1. Um grupo de alunas mediu a velocidade do som no ar para várias frequências e obteve a seguinte tabela:

Supondo que a velocidade do som não depende da frequência (uma suposição razoável para a gama de frequências testadas, determine:

- a) A incerteza padrão dos pontos experimentais.
- b) Exprima a média e respetiva incerteza padrão com o número de algarismos significativos adequado.

v (m/s) 344,00 343,20 342,40 348,00

## 1.

## **a**)

Incerteza padrão dos pontos experimentais.

- 344,00 m/s
- 343,20 m/s
- 342,40 m/s
- $348,00\,\mathrm{m/s}$

Média das velocidades 
$$\bar{x} = \frac{344,00+343,20+342,40+348,00}{4} = 344,40\,\mathrm{m/s}$$
 Incerteza padrão  $\sigma$  
$$(344,00-344,40)^2 = 0,16$$
 
$$(343,20-344,40)^2 = 1,44$$
 
$$(342,40-344,40)^2 = 4,00$$
 
$$(348,00-344,40)^2 = 12,96$$

$$\sum (x_i - \bar{x})^2 = 0, 16 + 1, 44 + 4, 00 + 12, 96 = 18, 56$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{N - 1}} = \sqrt{\frac{18, 56}{3}} = 2,49 \,\text{m/s}$$

$$\bar{x} = 344, 4 \,\text{m/s} \ \sigma = 2,5 \,\text{m/s}$$

$$344, 4 \pm 2,5 \,\mathrm{m/s}$$

## b)

Incerteza da média

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{N}}$$

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{2,49}{\sqrt{4}} = 1,245 \,\mathrm{m/s}$$

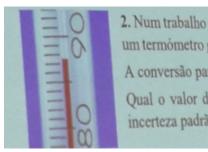
$$\sigma_{\bar{x}} = 1.2 \,\mathrm{m/s}$$

Média das velocidades:  $\bar{v} = \frac{v_1 + v_2 + v_3 + v_4}{4}$   $\sigma_{\bar{v}} = \sqrt{\left(\frac{\partial \bar{v}}{\partial v_1} \cdot \sigma_{v_1}\right)^2 + \left(\frac{\partial \bar{v}}{\partial v_2} \cdot \sigma_{v_2}\right)^2 + \left(\frac{\partial \bar{v}}{\partial v_3} \cdot \sigma_{v_3}\right)^2 + \left(\frac{\partial \bar{v}}{\partial v_4} \cdot \sigma_{v_4}\right)^2}$   $\frac{\partial \bar{v}}{\partial v_i} = \frac{1}{4}$   $\sigma_{\bar{v}} = \sqrt{\left(\frac{1}{4} \cdot \sigma_{v_1}\right)^2 + \left(\frac{1}{4} \cdot \sigma_{v_2}\right)^2 + \left(\frac{1}{4} \cdot \sigma_{v_3}\right)^2 + \left(\frac{1}{4} \cdot \sigma_{v_4}\right)^2}$ Como  $\sigma_{v_1} = \sigma_{v_2} = \sigma_{v_3} = \sigma_{v_4}$  então:  $\sigma_{\bar{v}} = \frac{1}{4}\sqrt{4\sigma_v^2}$   $\sigma_{\bar{v}} = \frac{1}{4} \cdot 2\sigma_v$   $\sigma_{\bar{v}} = \frac{1}{2}\sigma_v$ 

 $\sigma_{\bar{v}} = \frac{1}{2} \cdot 2,49 = 1,25 \,\mathrm{m/s}$ 

Mas como a incerteza está nas décimas:

$$\sigma_{\bar{v}} = 1.2 \,\mathrm{m/s}$$



2. Num trabalho para a determinação da viscosidade da água, um grupo de alunos usou um termómetro graduado em °F (graus fahrenheit) registando a leitura na foto à direita. A conversão para °C (graus celcius) é dada por:  $T_{\text{°C}} = \frac{5}{9} \cdot (T_{\text{°F}} - 32)$ .

Qual o valor da temperatura da água expressa em graus celcius e qual a respetiva incerteza padrão?

## 2.

Temperatura da água em graus celsius e incerteza padrão. Leitura do termómetro é de 87,3 °F

$$T_C = \frac{5}{9} \cdot (87.3 - 32) = 30,7^{\circ}$$
C

Para determinar a precisão do termómetro tomei metade da menor divisão, ou seja, 0,5 °F

$$\Delta T_C = \frac{5}{9} \cdot 0, 5 = 0, 3^{\circ} \text{C}$$
  
 $T_c = 30, 7 \pm 0, 3^{\circ}$ 

$$T_C = \frac{5}{9} \cdot (T_F - 32)$$

$$\sigma_{T_C} = \left| \frac{\partial T_C}{\partial T_F} \right| \cdot \sigma_{T_F}$$

$$\frac{\partial T_C}{\partial T_F} = \frac{5}{9}$$