Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Engenharia da Computação

Prof. Hélio Saito
Disciplina: LCD **Turma: ET21**

Propagação de Erros e Densidade

Nomes:
Carlos Gabriel Baratieri

Éric Borges da Costa

Gabriel Rodrigues Pereira de Jesus

Lucas Fares Correa Auad Pereira

Cornélio Procópio

2025

1. Objetivo

Familiarizar com a teoria de propagação de erros.

2. Materiais e Métodos

Régua, paquímetro, balança eletrônica e corpo de prova (disco).

Figura 1: Régua

Figura 2: Paquímetro

Figura 3: Balança

Figura 4: Corpo de Prova - Disco

3. Obtenção de dados, Desenvolvimento e Análise dos Dados

Foi utilizada uma régua milimétrica para medir a espessura e o diâmetro do disco, bem como aferir a massa. A espessura foi determinada como $E = (\ 1,70\ \pm\ 0,05\ )$ cm, o diâmetro como $D = (\ 11,20 \pm 0,05)$ cm e a massa como $m = (\ 1266,24 \pm\ 1)$ g. Sabendo-se que, para a maioria dos cálculos simples, é comum aproximar π por 3,141593, calculou-se o volume do disco utilizando os dados obtidos com a régua:

$$V = B.h$$

$$V = \pi.r^2.E$$

Como $D = 2r \rightarrow r = \frac{D}{2}$, obteve-se:

$$V = \frac{\pi D^2 E}{4}$$

$$V = 167,4846\ cm^3$$

Determinou-se a incerteza propagada:

$$\sigma_V = \sqrt{\left(\frac{\partial V}{\partial D}\right)^2 \cdot \sigma_D^2 + \left(\frac{\partial V}{\partial E}\right)^2 \cdot \sigma_E^2}$$

$$\sigma_V = \sqrt{\left(\frac{\pi D E}{2}\right)^2 \cdot \sigma_D^2 + \left(\frac{\pi D^2}{4}\right)^2 \cdot \sigma_E^2}$$

$$\sigma_V = \sqrt{\left(\frac{2D}{2D} \cdot \frac{\pi D E}{2}\right)^2 \cdot \sigma_D^2 + \left(\frac{E}{E} \cdot \frac{\pi D^2}{4}\right)^2 \cdot \sigma_E^2}$$

$$\sigma_V = \sqrt{\left(\frac{2}{D} \cdot \frac{\pi D^2 E}{4}\right)^2 \cdot \sigma_D^2 + \left(\frac{1}{E} \cdot \frac{\pi D^2 E}{4}\right)^2 \cdot \sigma_E^2}$$

$$\text{Como } V = \frac{\pi D^2 E}{4}$$

$$\sigma_V = \sqrt{\left(\frac{2}{D} \cdot V\right)^2 \cdot \sigma_D^2 + \left(\frac{1}{E} \cdot V\right)^2 \cdot \sigma_E^2}$$

$$\sigma_V = \sqrt{V^2 \cdot \left(\frac{2\sigma_D}{D}\right)^2 + V^2 \cdot \left(\frac{\sigma_E}{E}\right)^2}$$

$$\sigma_V = \sqrt{V^2 \left[\left(\frac{2\sigma_D}{D}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_E}{E}\right)^2\right]}$$

$$\sigma_V = V \cdot \sqrt{\left(\frac{2\sigma_D}{D}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_E}{E}\right)^2}$$

$$\sigma_V = 5,148\ cm^3$$

Resultou-se:

$$VOLUME = (\ 167\ \pm\ \ 5\ )\ cm^3$$

$$\rho = \frac{m}{v}$$

$$\rho = 7,5603\ cm^3$$

Determinou-se a incerteza propagada.

$$\sigma_\rho = \sqrt{\left(\frac{\partial \rho}{\partial V}\right)^2 \cdot \sigma_V^2 + \left(\frac{\partial \rho}{\partial m}\right)^2 \cdot \sigma_m^2}$$

$$\sigma_\rho = \sqrt{\left(\frac{-m}{V^2}\right)^2 \cdot \sigma_V^2 + \left(\frac{1}{V}\right)^2 \cdot \sigma_m^2}$$

$$\sigma_\rho = \sqrt{\left(\frac{-1}{V} \cdot \frac{m}{V}\right)^2 \cdot \sigma_V^2 + \left(\frac{m}{m} \cdot \frac{1}{V}\right)^2 \cdot \sigma_m^2}$$

$$\sigma_\rho = \sqrt{\left(\frac{-1}{V} \cdot \frac{m}{V}\right)^2 \cdot \sigma_V^2 + \left(\frac{1}{m} \cdot \frac{m}{V}\right)^2 \cdot \sigma_m^2}$$

$$\sigma_\rho = \sqrt{\left(\frac{m}{V}\right)^2 \cdot \left[\left(\frac{-1}{V}\right)^2 \cdot \sigma_V^2 + \left(\frac{1}{m}\right)^2 \cdot \sigma_m^2\right]}$$

$$\sigma_\rho = \frac{m}{V} \cdot \sqrt{\left(\frac{-1}{V}\right)^2 \cdot \sigma_V^2 + \left(\frac{1}{m}\right)^2 \cdot \sigma_m^2}$$

$$\sigma_\rho = \rho \cdot \sqrt{\left(\frac{\sigma_V}{V}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_m}{m}\right)^2}$$

$$\sigma_\rho = \ 0,2324\ \mathrm{g/cm^3}$$

Resultou-se:

$$\text{DENSIDADE} = (\ 7,6\ \pm\ 0,2)\ g/cm^3$$

Foi utilizada um paquímetro para medir a espessura e o diâmetro do disco, bem como aferir a massa. A espessura foi determinada como $E = (\ 1,870\ \pm\ 0,005\ )\,\mathrm{cm}$, o diâmetro como $D = (\ 11,090 \pm\ 0,005)\,\mathrm{cm}$ e a massa como $m = (\ 1266,24 \pm\ 1)\,\mathrm{g}$. Sabendo-se que, para a maioria dos cálculos simples, é comum aproximar π por 3,141593, calculou-se o volume do disco utilizando os dados obtidos com a régua:

$$V = \frac{\pi D^2 E}{4}$$

$$V = 180,6319\ cm^3$$

$$\sigma_V = 0,5009\ cm^3$$

$$VOLUME = (\ 180,6\ \pm\ \ 0,5\ )\ cm^3$$

$$\rho = 6,995\ cm^3$$

$$\sigma_\rho = 0,02\ \ cm^3$$

$$\text{DENSIDADE} = (\ 6,96\ \pm\ 0,02)\ g/cm^3$$

4. DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

O paquímetro é mais preciso, pois apresentou uma incerteza menor.

5. BIBLIOGRAFIA

JURAITIS, K. R.; DOMICIANO, J. B. **Introdução ao Laboratório de Física Experimental**: métodos de obtenção, registro e análise de dados experimentais. EDUEL, 2005.

VUOLO, J. H. Fundamentos da Teoria de Erros. 2. ed. São Paulo: Blucher, 1992.