Determinação da densidade de um sólido

Matheus Aparecido Souza Silva, João Vitor Costa, Isabela Santana, Gustavo Pereira

Turma: TA **Horário**: 6M23 **Curso**: Engenharia Elétrica

1 Metodologia

A metodologia utilizada visou determinar a densidade de um cilindro contendo um furo circular no centro de sua base, por meio de três modelos experimentais distintos.

1.1 Modelo 1

O primeiro modelo adotado foi:

$$\rho_1 = \frac{m}{V}, \tag{1}$$

no qual m representa a massa do sólido, determinada diretamente utilizando uma balança semi-analítica de resolução 1g e V representa o volume de água deslocada quando o cilindro é inserido em um béquer graduado com resolução de 5mL

1.2 Modelo 2

O terceiro modelo adotado foi:

$$\rho_3 = \frac{m}{m_a}\rho a, \tag{2}$$

no qual m e m_a representam a massa do sólido e a massa de água contida no béquer, respectivamente, determinadas diretamente utilizando uma balança semianalítica de resolução 1 g. ρ_a representa o valor da densidade da água, que é obtida como a razão entre sua massa e seu volume.

$$\rho(m, V) = \frac{m}{V} \tag{3}$$

O valor de referência da densidade da água é 1 g/cm^3.

Neste modelo, estamos substituindo a medição direta do volume de água deslocado quando o sólido é inserido no béquer pela medição direta da respectiva massa de água deslocada quando diferentes sólidos são inseridos no béquer.

1.3 Modelo 3

O segundo modelo adotado foi:

$$\rho_2 = \frac{4m}{\pi(d_e^2 - d_i^2)h} \tag{4}$$

No qual m representa a massa do sólido, determinada diretamente utilizando uma balança semi-analítica de resolução 1 g, h representa a altura do cilindro, e d_e e d_i representam seus diâmetros externo e interno, respectivamente. As medições de h, d_e, e d_i foram realizadas utilizando um paquímetro de resolução 0,05 mm.

2 Determinação da densidade da água

A densidade da água foi obtida como a razão entre sua massa e seu volume:

$$\rho(m, V) = \frac{m}{V} \tag{5}$$

Usando a balança e o béquer, obteve-se os seguintes resultados de medição:

$$m = (248,00 \pm 0,58)\text{g e } V = (250,0 \pm 2,9)\,\text{cm}^3 \tag{6}$$

A incerteza deste modelo de medição é dada por:

$$\begin{aligned}
u_\rho &= \sqrt{\left(\frac{\partial\rho}{\partial m}\right)^2 \sigma_m^2 + \left(\frac{\partial\rho}{\partial V}\right)^2 \sigma_V^2} \\
&= \sqrt{\left(\frac{1}{\overline{V}}\right)^2 \sigma_m^2 + \left(\frac{-\overline{m}}{\overline{V}^2}\right)^2 \sigma_V^2} \\
&= \frac{\overline{m}}{\overline{V}}\sqrt{\left(\frac{\sigma_m}{\overline{m}}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_V}{\overline{V}}\right)^2} \\
&= \frac{248}{250}\sqrt{\left(\frac{0.58}{248}\right)^2 + \left(\frac{2.9}{250}\right)^2} \\
&\approx 0.01168511303610994 \\
&\approx 0.012\,\text{g/cm}^3.
\end{aligned}$$

Logo, o valor principal será:

$$\rho_{\text{média}} = \frac{\overline{m}}{\overline{V}} = 0.992\,\text{g/cm}^3. \tag{7}$$

Finalmente:

$$\rho = (0.992 \pm 0.012)\,\text{g/cm}^3. \tag{8}$$

2.1 Modelo 1

Os valores encontrados para a massa m e o volume V referentes ao primeiro modelo experimental foram:

$$m = (50,00 \pm 0,58)\,\mathrm{g} \quad \text{e} \quad V = (5,0 \pm 2,9)\,\mathrm{cm}^3. \tag{9}$$

Para ambas as medições, o teste de flutuação de resultados indicou incertezas do tipo B. Assumindo distribuições de probabilidades retangulares para as duas medições, as incertezas foram calculadas de acordo com as expressões:

$$u_m = \frac{\Delta_{rb}}{\sqrt{3}} \quad \text{e} \quad u_V = \frac{\Delta_{rq}}{\sqrt{3}}. \tag{10}$$

Onde Δ_{rb} e Δ_{rq} representam as resoluções da balança e do béquer, respectivamente. A resolução da balança é $\Delta_{rb} = 1,0$ g e a do béquer é $\Delta_{rq} = 5$ ml, assim:

$$u_m = \frac{1}{\sqrt{3}} = 0,58\,\mathrm{g} \quad \text{e} \quad u_V = \frac{5}{\sqrt{3}} = 2,9\,\mathrm{cm}^3. \tag{11}$$