

DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA DE UM CORPO -

Turma: _____

Disciplina: Física Experimental 1. Prof^{ta}. Dr. Walmor Cardoso Godoi

1. OBJETIVOS

1.1 Objetivos gerais

Obter a densidade de um corpo a partir das medidas de sua massa e suas dimensões.

1.2 Objetivos específicos

Utilizar os instrumentos de medidas, realizar propagação de erros, gráficos. Comparar o resultado da densidade encontrado com o do material especificado.

2. INTRODUÇÃO TEÓRICA

2.1 Erros estatísticos e sistemáticos

Geralmente ocorrem vários tipos de erros numa mesma medição, os quais podem ser agrupados em dois grandes grupos:

Considerando n resultados para um mensurado, a seguinte distinção é feita:

i) Erro sistemático: é sempre o mesmo nos n resultados. Isto é, quando existe somente erro sistemático, os n resultados são iguais e a diferença para o valor verdadeiro é sempre a mesma. Erros sistemáticos podem ter causas muito diversas e geralmente são definidos como: erros sistemáticos instrumentais (que resultam da calibração do instrumento de medição), ambientais (efeito do ambiente sobre a experiência), observacionais (pequenas falhas do procedimento ou limitações do próprio observador), teórico (uso de fórmulas teóricas aproximadas para a obtenção dos resultados) e outros.

ii) Erro estatístico ou erro aleatório: é um erro tal que os n resultados se distribuem de maneira aleatória em torno do valor verdadeiro (na ausência de erro sistemático). Conforme o número de repetições da medição aumenta indefinidamente, o valor médio se aproxima do valor verdadeiro da grandeza.

Em geral estas variações se devem somente ao processo de medida, mas em certos casos, as variações aleatórias são intrínsecas do próprio mensurado. Por exemplo, ao se medir a massa em uma balança, o erro estatístico pode ser induzido por correntes de ar ou vibrações, que são fatores aleatórios.

Devido à relativa arbitrariedade nas definições de erro estatístico e sistemático, as organizações internacionais recomendam que as incertezas, que correspondem às quantificações destes erros (estimadas com no máximo dois algarismos significativos), sejam classificadas apenas como incertezas de tipo A e de tipo B. As incertezas estimadas por métodos estatísticos são denominadas incertezas de tipo A, enquanto as incertezas estimadas de outras maneiras são as de tipo B. Para um determinado processo de medição, as incertezas de tipo A ou de tipo B se referem, respectivamente, aos erros usualmente entendidos como estatísticos ou como sistemáticos residuais. Entende-se por erros sistemáticos residuais os erros sistemáticos que restam depois de feitas todas as correções possíveis no resultado final.

2.2 Incertezas tipo A e Tipo B

A incerteza padrão tipo A (σ_A) é obtida por métodos estatísticos. Se a medição é repetida n vezes, σ_A é o desvio padrão no valor médio deste conjunto de medidas.

A incerteza padrão tipo B (σ_B) é a incerteza dada na forma de desvio padrão e avaliada por qualquer método que não seja estatístico, ou seja, é a incerteza correspondente aos erros sistemáticos residuais.

A incerteza padrão no resultado final (σ) é dada por:

$$\sigma^2 = \sigma_A^2 + \sigma_B^2 \quad (1)$$

Em geral, a relação entre a incerteza padrão tipo B e o limite de erro sistemático residual (L_r), que corresponde ao valor máximo admissível para o erro de medição, pode ser dada por:

$$\sigma_B \cong \frac{L_r}{2} \quad (2)$$

2.3 Determinação da densidade, do volume e de suas respectivas incertezas

A densidade de um corpo sólido pode ser obtida pela seguinte expressão

$$d = \frac{m}{V} \quad (3)$$

No caso de um corpo com dimensões X, Y e Z, o volume V pode ser dado por:

$$V = xyz \quad (4)$$

Os erros podem ser calculados por propagação de erro por derivada parcial. Assim, o erro da densidade será:

$$\Delta d = \sqrt{\left(\frac{\partial d}{\partial m}\right)^2 \Delta m^2 + \left(\frac{\partial d}{\partial V}\right)^2 \Delta V^2} \quad (5)$$

onde Δm é o erro combinado da massa (que é uma medida direta), ΔV é o erro propagado do volume (que é uma medida indireta), dado por

$$\Delta V = \sqrt{\left(\frac{\partial V}{\partial X}\right)^2 \Delta X^2 + \left(\frac{\partial V}{\partial Y}\right)^2 \Delta Y^2 + \left(\frac{\partial V}{\partial Z}\right)^2 \Delta Z^2} \quad (6)$$

onde ΔX , ΔY e ΔZ são os erros combinados das medidas dos lados X, Y e Z.

3. MATERIAL UTILIZADO

Corpos de prova metálicos, paquímetro, micrômetro, régua, balança digital.

4. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

4.1 Obtenção da densidade usando apenas um corpo de prova (CP)

- Você recebeu 01 corpo-de-prova (CP1) metálico com dimensões X, Y e Z para medida de densidade. Utilize a régua e faça a medição das dimensões necessárias para obter o valor do volume de cada CP fornecido com a incerteza. Lembre-se de fazer pelo menos cinco medições de cada dimensão X, Y e Z.
Além disso, lembre-se de apresentar o erro combinado levando em conta os algarismos significativos adequados. Repita o procedimento com o micrômetro e com o paquímetro, e apresente os resultados nas tabelas 1, 2 e 3.
- Utilize a balança e obtenha a massa do CP. Realize 5 medidas para se ter a média e o desvio padrão da massa e o erro combinado. Apresente os dados na tabela 4.
- Faça a propagação de erros e calcule a densidade com os dados de a e b em g/cm^3 . Lembre-se de apresentar o erro propagado sempre com 2 algarismos significativos. Apresente esses dados na tabela 5.
- Compare o resultado da densidade obtida pelo instrumento mais preciso com o valor tabelado do material utilizado.

4.2 Medida da densidade de um corpo por método gráfico

- Escolha cinco corpos de prova (CPs) constituídos pelo mesmo material. Dica: eles devem ter dimensões e massas diferentes.
- Obtenha a massa de cada um dos cinco CPs (lembre-se de fazer cinco medidas de massa para cada corpo de prova). Apresente os dados na tabela 6.
- Faça a medida do volume de cada um dos CPs com o paquímetro. Para CP1 pode utilizar as mesmas medidas do item 4.1.
- No papel milimetrado faça um gráfico da Massa (g) por Volume (cm^3) dos dados obtidos.
- Calcule a densidade do material de que é composto os CPs a partir do gráfico do papel milimetrado (coeficiente angular).
- No SciDavis faça um gráfico da massa (g) por Volume (cm^3) utilizando barra de erros.

- g) Calcule a densidade do material de que é composto os CPs a partir do gráfico do SciDavis (regressão linear – ajuste de reta).
 h) Comparar o resultado da densidade encontrado com o do material especificado.

5. DADOS E RESULTADOS

5.1 Dados obtidos para Obtenção da densidade usando apenas um corpo de prova (CP)

Medida	Lado X (mm)	Lado Y (mm)	Lado Z (mm)
1			
2			
3			
4			
5			
Média			
Erro instrumental			
Desvio Padrão Erro estatístico			
Erro Combinado			

Tabela 1: Dados obtidos para o item 4.1 utilizando a régua.

Medida	Lado X (mm)	Lado Y (mm)	Lado Z (mm)
1			
2			
3			
4			
5			
Média			
Erro instrumental			
Desvio Padrão Erro estatístico			
Erro Combinado			

Tabela 2: Dados obtidos para o item 4.1 utilizando o paquímetro.

Medida	Lado X (mm)	Lado Y (mm)	Lado Z (mm)
1			
2			

3			
4			
5			
Média			
Erro instrumental			
Desvio Padrão Erro estatístico			
Erro Combinado			

Tabela 3: Dados obtidos para o item 4.1 utilizando o micrômetro.

Medida	Massa (g)
1	
2	
3	
4	
5	
Média	
Erro instrumental	
Desvio Padrão Erro estatístico	
Erro Combinado	

Tabela 4: Dados obtidos para o item 4.1 para a massa do corpo.

Instrumento	Densidade (g/cm³)	Erro propagado da Densidade (g/cm³)
régua		
paquímetro		
micrômetro		

Tabela 5: Dados obtidos para a densidade do corpo do item 4.1.

5.2. Dados obtidos para medida da densidade de um corpo por método gráfico

Medida	CP1	CP2	CP3	CP4	CP5
1					
2					
3					
4					
5					
Média					
Erro instrumental					
Desvio padrão Erro estatístico					
Erro combinado					

Tabela 6: Dados obtidos para a massa dos corpos.

Medida	Lado A (mm)	Lado B (mm)	Lado C (mm)
1			
2			
3			
4			
5			
Média			
Erro instrumental			
Desvio Padrão Erro estatístico			
Erro Combinado			

Tabela 7: Dados obtidos para as dimensões do corpo CP1.

Medida	Lado A (mm)	Lado B (mm)	Lado C (mm)
1			
2			
3			
4			
5			
Média			
Erro instrumental			
Desvio Padrão Erro estatístico			
Erro Combinado			

Tabela 8: Dados obtidos para as dimensões do corpo CP2.

Medida	Lado A (mm)	Lado B (mm)	Lado C (mm)
1			
2			
3			
4			
5			
Média			
Erro instrumental			
Desvio Padrão Erro estatístico			
Erro Combinado			

Tabela 8: Dados obtidos para as dimensões do corpo CP3.

Medida	Lado A (mm)	Lado B (mm)	Lado C (mm)
1			
2			
3			
4			
5			
Média			
Erro instrumental			
Desvio Padrão Erro estatístico			
Erro Combinado			

Tabela 8: Dados obtidos para as dimensões do corpo CP4.

Medida	Lado A (mm)	Lado B (mm)	Lado C (mm)
1			
2			
3			
4			
5			
Média			
Erro instrumental			
Desvio Padrão Erro estatístico			
Erro Combinado			

Tabela 9: Dados obtidos para as dimensões do corpo CP5.

CP	Massa (g)	Erro Massa (g)	Volume (cm ³)	Erro Volume(cm ³)
1				
2				
3				
4				
5				

Tabela 10: Valores obtidos para massa e volume dos corpos de prova.

5.3 Cálculo da densidade do material de que é composto os CPs a partir do gráfico do SciDavis

6. DISCUSSÕES

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

JURAITIS K. R.; DOMICIANO J. B. Introdução ao Laboratório de Física Experimental. Londrina. EDUEL, 2009.

VUOLO J. Fundamentos da Teoria de Erros. Edgard Blucher Ltda, 1996.