

# Determinação da densidade de sólidos usando o princípio de Arquimedes\*

\*Texto extraído do manual experimental “Determinação da densidade de sólidos e líquidos pelo princípio de Arquimedes” desenvolvido por Maria Nazareth Stolf Montanheiro do Departamento de Física – UNIMEP, com algumas modificações.

## 1) Objetivos

Determinar a densidade dos diferentes corpos utilizando o princípio de Arquimedes e comparar com o valor esperado de densidade.

## 2) Introdução

Define-se massa específica ou densidade de uma substância como a razão entre sua massa  $m$  e seu volume  $V$ :  $\rho = \frac{m}{V}$

A densidade relativa ou específica (a um padrão), por sua vez, é a razão entre a massa específica da substância e a massa específica do padrão. Adota-se comumente como padrão a água pura a 4°C, cuja densidade é 1,0 g/cm<sup>3</sup>. Assim sendo, a densidade relativa e a densidade de um corpo na unidade de g/cm<sup>3</sup> (sistema CGS) são numericamente iguais.

Na obtenção da densidade de sólidos, muitas vezes não dispomos de meios para determinar corretamente o seu volume.

A maioria das experiências realizadas em aulas práticas de Física utiliza o princípio de Arquimedes e uma balança de molas (como a balança de Jolly ou dinamômetros) como equipamento básico para determinação de densidade.

Neste trabalho, apresentaremos uma experiência muito simples para determinação de densidade de sólidos pelo princípio de Arquimedes, cujo equipamento básico é uma balança comum de laboratório (balança de dois pratos ou com um prato e contrapeso do outro lado).

## 3) Fundamentos Teóricos

Pelo princípio de Arquimedes, todo corpo, parcial ou totalmente submerso em um líquido, fica sujeito a uma força de empuxo  $E$  do líquido, de direção vertical, de baixo para cima, e com intensidade igual ao peso do líquido deslocado.

Assim sendo,  $E = m_l * g$ , na qual  $m_l$  é a massa do líquido deslocado. E, ainda, como  $m_l = \rho_l * V$ , temos:

$$E = \rho_l * V * g \quad (\text{equação 1})$$

na qual  $\rho_l$  é a densidade do líquido e  $V$  é o volume submerso.

O volume do corpo, que se encontra totalmente submerso, pode ser expresso em função da sua massa  $m_s$  e da sua densidade  $\rho_s$  como  $V = \frac{m_s}{\rho_s}$ .

Substituindo V na equação (1), esta fica:  $E = \rho_l * \left(\frac{m_s}{\rho_s}\right) * g$ .

Como  $E = m_l * g$ , então  $m_l * g = \left(\frac{\rho_l}{\rho_s}\right) * m_s * g$ . Simplificando essa expressão obtemos:

$$\rho_s = \rho_l * \left(\frac{m_s}{m_l}\right) \quad (\text{equação 2})$$

que é a equação da densidade absoluta do sólido em função da sua massa e da massa do líquido deslocado. A densidade específica do sólido é  $\rho_{\text{específica}} = \frac{m_s}{m_l}$ .

#### 4) Equipamentos

Neste experimento, serão utilizados uma balança com precisão de 0,1 g, água destilada e diferentes tipos de sólidos, tais como PVC, quartzo, pirita, ametista, prata, ouro, cobre, granito e basalto.

#### 5) Métodos

Suponhamos um béquer contendo um líquido, por exemplo, água destilada, colocado sobre uma balança, a qual registra uma massa B qualquer. Se tomarmos um sólido suspenso por um fio e o mergulharmos totalmente no líquido, sem que ele toque nem nas paredes nem no fundo do recipiente, observaremos um aumento no valor da massa do conjunto, que passará a registrar um valor maior B'. Esse acréscimo na massa registrada é proporcional à força de reação do empuxo sobre o prato da balança devido à massa  $m_l$  de líquido deslocado.

Assim sendo, o valor  $m_l$  que aparece na equação (2) pode ser determinado através da diferença indicada:  $m_l = B' - B$ .

## 6) Procedimento

A experiência será dividida em duas partes, sendo que na primeira determinaremos a densidade de alguns sólidos e, na segunda parte, daremos continuidade às medidas. O experimento deverá ser realizado da seguinte forma:

1. Coloque um béquer contendo água destilada (escolhida como líquido padrão) em uma balança e anote a massa  $B$ .
2. Pendure o sólido-problema em um cordão e mergulhe-o totalmente no líquido, sem que ele toque as paredes ou o fundo do recipiente.
3. Meça novamente a massa, que será registrada pela balança com um valor maior  $B'$ , devido ao empuxo.
4. Calcule a massa  $m_l$  pela diferença  $B' - B$ .
5. Determine a massa  $m_s$  do sólido através da balança.
6. Calcule a densidade  $\rho_s$  do sólido-problema, pela equação (2).
7. Repita o procedimento acima com outros sólidos e compare as densidades encontradas com os valores padrões.