

# Szilárd testek sűrűségének mérése

Balog Dániel

2010.02.25

**Mérőtárs neve:**Dologh Bence

**Leadás időpontja:** 2010.03.04

## **A mérés célja:**

Ismeretlen anyagú testek sűrűségét szeretnénk megmérni. A sűrűséget közvetlenül nem lehet, így a tömeget és térfogatot mérjük.

## **Mérőeszközök:**

- Tolómérő
- Mohr-Westphal mérleg
- Analitikai mérleg
- Csavarmikrométer

## **A mérés leírása:**

Az ismeretlen anyagú testek oldalait tolómérővel, a henger átmérőjét csavarmikrométerrel megmérjük, majd az analitikai mérleget használva a tömegüket is megállapítjuk. Ezekből az adatokból már kiszámítható a sűrűség. A Mohr-Westphal mérleggel való mérés előnye, hogy szabálytalan testekre is alkalmazható, itt azonban csupán a mérési eredmény ellenőrzése a cél.

## Mért adatok:

Testek	vörös test	világosszürke test	sötétszürke test <sup>1</sup>
Méretek:			
$x$ (mm)	28.75	29.3	19.55
$y$ (mm)	15.5	15.85	13.7
$z$ (mm)	15	12.3	
Tömeg: (g)	63.6065	15.493	32.13375
Mohr-Westphal mérleg			
tömeg: (g)	7.26	15	8.62
Lovasok <sup>2</sup>	1/5/0	1/8/9 <sup>◇</sup>	1/5/5

<sup>1</sup>Ez hengeres, így átmérőt és magasságot lehet mérni

<sup>2</sup>nagy/közepes/kicsi

◇Egy jelöléssel az egyensúly fölött volt a mérleg.

## Hibaforrások:

- A Mohr-Westphal mérleg kiegyensúlyozott állapotában 1 jelöléssel az egyensúly fölött volt
- Az analitikai mérleg bizonytalansága 1 mg.
- A csavarmikrométer bizonytalansága 0.0005 mm.
- A tolómérő bizonytalansága 0.025 mm.
- A  $\pi$ -t 3.14-el számoltam, így ennek pontatlansága 0.0016

## Kiértékelés:

Az első mérésből származó térfogatoknál a relatív hiba az oldalak relatív hibájának összege.

$$\delta V = \frac{\Delta x}{x} + \frac{\Delta y}{y} + \frac{\Delta z}{z}$$

Ahol  $V$  a test térfogata,  $\delta V$  a térfogat relatív bizonytalansága,  $\Delta x, y, z$  rendre a hosszúságmérés bizonytalansága.

$$\delta m = \frac{\Delta m}{m}$$

A tömegnél fellépő relatív hiba csak a műszer pontatlanságából adódik.

A sűrűség egyenlő  $\rho = \frac{m}{V}$ -vel, így ennek a pontatlansága:

$$\delta \rho = \delta V + \delta m$$

A második méréssel nem közvetlenül a tömeget, hanem azt a tömeget mérjük, amivel együtt 20 gramm lesz.

$$m_2 = 20g - m_{\text{mért}}$$

A térfogatot hasonlóan, indirekt módon mértük. Ismert, hogy a felhajtóerő:

$$F = \rho_{\text{víz}} \cdot V_{\text{test}} \cdot g$$

A Mohr-Westphal mérleg legnagyobb lovasának tömege megegyezik  $10\text{cm}^3$   $20\text{ }^\circ\text{C}$  fokos víz tömegével, valamint a közepes lovas a nagyobb súlyának tizede a kicsi pedig százada.

A beállítás miatt a felhajtóerő megegyezik a lovasok tömegének és a gravitációs gyorsulásnak a szorzatával. Az erőkarokat figyelembevéve:

$$\left( M_n \cdot a \cdot k + \frac{M_n}{10} \cdot b \cdot k + \frac{M_n}{100} \cdot c \cdot k \right) \cdot g = \rho_{\text{víz}} \cdot V_{\text{test}} \cdot g \cdot d \cdot k$$

Ahol  $k$  az erőkar beosztásának egysége,  $a, b, c$  sorra a mért adatok,  $d = 10$ .

$$10\text{cm}^3 \cdot \rho_{\text{víz}} \cdot g \left( a \cdot k + \frac{1}{10} \cdot b \cdot k + \frac{1}{100} \cdot c \cdot k \right) = \rho_{\text{víz}} \cdot V_{\text{test}} \cdot g \cdot 10 \cdot k$$

## Eredmény:

A fenti számításokból az eredmény:

Hibák:

	vörös	v. szürke	s. szürke
$\delta m$	0.000786%	0.0032272%	0.0015559%
$\delta V$	0.4149135%	0.4463049%	0.2358847%

Eredmények:

	vörös	v. szürke	s. szürke
Analitkus	$9.52 \pm 0.04 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$	$2.71 \pm 0.012 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$	$7.81 \pm 0.011 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$
Mohr-Westphal	$8.49 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$	$2.65 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$	$7.34 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$
sejtés:	réz	alumínium	vas
táblázati érték:	$8.96 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$	$2.70 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$	$7.86 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

## Diszkusszió

Az eredményekből kitűnik, hogy az alumínium mérése a legpontosabb. Ennek a magyarázata az emberi tényezőben keresendő, mivel réz-alumínium-vas sorrendben mértem, így réznél még rutintalan voltam a mérés alatt, hiszen akkor használtam a mérőeszközt először. Ezzel szemben a vas mérésénél már elfáradtam, ez különösen jól látható a Mohr-Westphal eredményén. Emellett a Mohr-Westphal pontatlanságát magyarázza az, hogy a mérleg kicsit kevesebbet mutatott. Az analitikus mérlegnél a réz tömege kiugró a hiba, így amennyiben visszszámolok a táblázati sűrűséggel, és a mért térfogattal, 60 körüli értéket kapok. Így a mért adatnál a 3 gramm feltételezésem szerint elírás.

Ezt a mérést sokkal szerencsésebb analitikus úton mérni, hiszen szabályos testekkel dolgoztunk, így a Mohr-Westphal mérleg előnye kihasználatlan marad, azonban ugyanúgy nehezen kezelhető és könnyen elállítódik.