

Szilárd testek sűrűségének mérése

Mérést végezte: Enyingi Vera Atala
Mérőtárs neve: Fábíán Gábor (7. mérőpár)
Mérés időpontja: 2010. december 11. (12:00-14:00)
Jegyzőkönyv leadásának időpontja: 2010. december 13.

A mérés célja:

Fémek sűrűségének meghatározása közvetlen úton, illetve a Mohr-Westphal mérleggel. Az eredmények összehasonlítása, a testek anyagának meghatározása.

A mérőeszközök:

- Tolómérő
- Csavarmikrométer
- Két téglá-, illetve egy henger alakú, fémből készült testek
- Ugyanezen fémekből készült 3 db henger alakú korong
- Csipesz
- Súlyok
- Lovasok
- Analitikai mérleg

A mérés leírása:

A két téglatest, illetve a henger hosszúságadatait megmértem, majd az analitikai mérleg segítségével a tömegüket. Ezután a Mohr-Westphal mérleggel először a korongok tömegét határozzuk meg, aztán pedig a lovasok segítségével a felhajtóerőt, ezáltal a térfogatot.

Mérési adatok:

Közvetlen módszerrel mért adatok:

	1. téglatest		2. téglatest		Henger
Tömeg [kg]	0,0636004	Tömeg [kg]	0,0154904	Tömeg [kg]	0,0321436
	0,01605		0,01228	Magasság [m]	0,01369
Oldalak [m]	0,01553	Oldalak [m]	0,01636	Átmérő [m]	0,01955
	0,02880		0,02930	Sugár [m]	0,009775

Mohr-Westphal mérleggel mért adatok:

	Kiegyenlítő tömeg [kg]	Valós tömeg [kg]	Forgatónyomaték
1. test	0,00608	0,01392	$Gk + \frac{1}{10}G6k + \frac{1}{100}G8k$
2. test	0,01505	0,00495	$Gk + \frac{1}{10}G5k + \frac{1}{100}G5k$
3. test	0,00825	0,01175	$Gk + \frac{1}{10}G6k + \frac{1}{100}G4k$

Kiértékelés:

Elsőként a **közvetlen módszer** alapján állapítom meg a testek sűrűségét. Ehhez megmértük a tömegüket, illetve a hosszadatok alapján számolható a térfogatuk is. Ez téglatest esetén $V = abc$, ahol a, b és c az oldalak, henger esetén $V = r^2\pi M$, ahol r az alapterület sugara és M a test magassága.

A sűrűség a $\rho = \frac{m}{V}$ képlettel számolható.

Az így számolt értékek:

	Tömeg [kg]	Térfogat [m ³]	Sűrűség [kg/m ³]
1. téglatest	0,0636004	7,17859 * 10 ⁻⁶	8859,7377
2. téglatest	0,015482	5,88639 * 10 ⁻⁶	2630,1334
Henger	0,0321387	4,10948 * 10 ⁻⁶	7820,6248

Második módszerként a **Mohr-Westphal mérleggel** közvetett módon mérem a sűrűséget. Először a próbahenger mellé, a felső tányérba rakott súlyokkal kiegyensúlyozom a mérleget. Ez 0,02 kg-ot mutat kezdetben, ezt figyelembe kell vennünk. Kivonással tehát számolhatjuk a valódi tömeget. Ezután a kis hengert csipesszel az alsó tányérba helyezük, amelyet vízbe merítünk, de eközben a súlyok a felső tányérban maradnak. A fellépő felhajtóerő miatt az egyensúly felborul, és a mérleget újra ki kell egyenlíteni, ezt a lovasokkal hajtjuk végre. Azokat a mérleg vájaitaiba helyezük. A legnagyobb lovas súlya (G) megegyezik a tízedik vájlatba helyezve 10 ml 20°C-os víz súlyával, és a további lovasok ennek tizede, százada, ezrede súlyúak. Két vájat közt a távolság k. Így tehát felírhatóak a forgatónyomatékok. Tehát:

$F_{fel} = V\rho g$, ahol F_{fel} a felhajtóerő [N], V a térfogat [m³], ρ a víz sűrűsége [$\frac{kg}{m^3}$] és g a nehézségi gyorsulás [m/s²].

Az eredő forgatónyomaték egyenlő 0, ezért azok felírhatóak a lovasok által kifejtett erők forgatónyomatékaiként.

A víz sűrűsége 1g/cm³, G súlya egyenlő 10 cm³ 20°C-os víz súlyával ezért $G = \rho V g = 0,1N$

	Felhajtóerő
1. test	$Gk + \frac{1}{10}G6k + \frac{1}{100}G8k = 0,168$
2. test	$Gk + \frac{1}{10}G5k + \frac{1}{100}G5k = 0,155$
3. test	$Gk + \frac{1}{10}G6k + \frac{1}{100}G4k = 0,164$

$F_{fel} = V\rho g$, tehát innen számolhatóak az értékek.

	Tömeg [kg]	Felhajtóerő [N]	Térfogat [m ³]	Sűrűség [kg/m ³]
1. test	0,01392	0,168	0,00000168	8285,7143
2. test	0,00495	0,155	0,00000155	3193,5484
3. test	0,01175	0,164	0,00000164	7164,6341

Hibaszámlás

A mérés során hiba léphet fel a csavarmikrométer, a tolómérő, az analitikai mérleg és a Mohr-Westphal mérleg használatakor. Figyelembe kell vennünk továbbá a hibaöröklődést is.

Közvetlen mérés

Téglatestek (m a tömeg, a, b, és c az oldalak)

$$\frac{\Delta\rho}{\rho} = \delta\rho = \delta m + \delta a + \delta b + \delta c = \frac{\Delta m}{m} + \frac{\Delta a}{a} + \frac{\Delta b}{b} + \frac{\Delta c}{c}$$

$$= \frac{0,0000005}{1} + \frac{0,0000025}{1} + \frac{0,0000025}{1} + \frac{0,000005}{1} = 0,0000105$$

Ebből kifejezve

$$\rho = 0,0000105$$

Henger alakú test (m a tömeg, M a magasság, r a sugár)

$$\frac{\Delta\rho}{\rho} = \delta\rho = \frac{\Delta m}{m} + \frac{\Delta r}{r} + \frac{\Delta r}{r} + \frac{\Delta M}{M} = \frac{0,0000005}{1} + \frac{0,000005}{1} + \frac{0,000005}{1} + \frac{0,0000025}{1} = 0,000013$$

$$\rho = 0,000013$$

Mohr-Westphal mérleg

$$\frac{\Delta\rho}{\rho} = \delta\rho = \delta m + \delta V = \frac{\Delta m}{m} + \frac{\Delta V}{V} = \frac{0,0000005}{1} + \frac{0,000000005}{1} = 0,000005005$$

$$\rho = 0,000005005$$

Eredménytáblázat a testek sűrűségeiről

	Közvetlen mérés	Vélt anyagi minőség	Mohr-Westphal mérés
1. téglatest	8859,7377	vörösréz	8285,7143
2. téglatest	2630,1334	alumínium	3193,5484
Henger	7820,6248	vas	7164,6341

Diszkusszió:

A hibaszámítások alapján nagyon jó pontosságú adatokat tudtunk meghatározni. Azonban a számított eredmények között olyan eltérések vannak, amelyeket ez a hibaszámítás nem magyaráz meg. Ezek a pontatlanságok adódhattak egyrészt a pontatlan mérésből, továbbá abból hogy a víz hőmérséklete nem pont 20°C-os volt, illetve abból is, hogy esetleg a próbatestek nem homogének, hanem ötvözetek, amelyek befolyásolják a testek összetételét és ezáltal a sűrűségüket is. Mindazonáltal a testek anyagait meg tudtuk határozni, és ezek alapján egyező eredményeket kaptunk, tehát összességben a mérés jónak mondható.