

# Szilárd testek sűrűsége

Mérést végezte: Méhes Máté  
Mérés időpontja: 2018.10.19.  
Leadás időpontja: 2018.10.25.

## A mérés célja

A szilárd testek sűrűségének megállapítására kétféle módszert alkalmazok. Az első a közvetlen módszer, amikor a testek adataiból közvetlenül megkapom a különböző anyagminták sűrűségét. A második, a közvetett módszer, Mohr-Westphal mérleggel való mérés során kerül meghatározásra a sűrűség. Végül, a hibaszámítások után, összehasonlítom a két módszerrel kapott értékeket egymással és az irodalmi értékekkel is.

## Mérés eszközei

- csavarmikrométer
- tolómérő
- analitikus mérleg
- különböző anyagú és formájú minták(3-3)
- Mohr-Westphal mérleg
- kiegészítő súlyok

## Mért adatok

### Közvetlen mérés

	d [cm]	h [cm]	m [g]
Henger	1,90	1,60	12,55

$\Delta x$ [cm]	$\Delta m$ [g]
0,0005	0,0050

	a [cm]	b [cm]	c [cm]	m [g]
1. Hasáb	1,30	1,60	3,20	50,75
2. Hasáb	1,60	1,30	2,90	53,75

$\Delta x$ [cm]	$\Delta m$ [g]
0,0010	0,0050

### Mohr-Westphal mérleg

Minták	Tömegek [g]									$\Delta m$
	10	5	2	1	0,5	0,2	0,1	0,05	0,01	
1. Henger	1	1					1			0,010
2. Henger		1		1		1				
3. Henger		1	1	1		1	1			
Az adott tömegekből használtak darabszámát adja meg!										

Minták	Lovasok pozíciói		
	Nagy	Köz.	Kicsi
1. Henger	1	8	1
2. Henger	1	5	5
3. Henger	1	5	1

Egyéb szükséges adatok		
g	9,81	m/s <sup>2</sup>
Víz-sűrűség	998,23	kg/m <sup>3</sup>

## Közvetlen módszer

Csavarmikrométerrel és tolómérővel megmértem a 3 nagyobb test adatait. Aztán a henger térfogatát a következő képlettel határozom meg:  $V_h = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot h}{4}$ . Ahol  $d$  az átmérője,  $h$  pedig a magassága a hengernek. A hasábok térfogatának meghatározása után pedig a sűrűséget  $\rho = \frac{m}{V}$  így kapjuk.

Közvetlen mérés			
Minta	V[cm <sup>3</sup> ]	m[g]	$\rho$ [g/cm <sup>3</sup> ]
1. Hasáb	6,656	50,75	7,6246995192
2. Hasáb	6,032	53,75	8,9108090186
Henger	4,536	12,55	2,7664744263

A hibák meghatározásánál a henger esetében figyelembe kell vennünk, hogy az átmérő négyzete szerepel, ezért az átmérő hibáját kétszer kell számolnom.

$$\frac{|\Delta \rho|}{|\rho|} = 2 \frac{|\Delta d|}{|d|} + \frac{|\Delta m|}{|m|} + \frac{|\Delta h|}{|h|}$$

És a hasábok térfogatainak és sűrűségeknek hibái:

$$\frac{|\Delta V|}{|V|} = \frac{|\Delta a|}{|a|} + \frac{|\Delta b|}{|b|} + \frac{|\Delta c|}{|c|}$$

$$\frac{|\Delta \rho|}{|\rho|} = \frac{|\Delta m|}{|m|} + \frac{|\Delta V|}{|V|}$$

Mindezeket összefoglalva az alábbi táblázatban:

Közvetlen mérés bizonytalanságai			
Minta	$\Delta m/m$	$\Delta V/V$	$\Delta \rho$
1. Hasáb	9,85221674876847E-005	0,0017067308	0,0137645112
2. Hasáb	9,30232558139535E-005	0,0017390584	0,0163253293
Henger	0,0003984064	0,0008388158	0,0034227435

## Közvetett módszer

A hengerek tömegét a súlytányérba rakott súlyok segítségével határozom meg. 20 g esetén van egyensúlyban a mérleg, tehát addig rakom a segédsúlyokat amíg a 20 grammot nem éri el a tálca tartalma. A térfogatokhoz szükségem van a felhajtóerő meghatározásához ezért a tömegük meghatározása után a mintákat a merülőtálcába helyezem, így a mérlegem már nem lesz egyensúlyban. Most a lovasok megfelelő elhelyezésével, azok forgatónyomatékával a felhajtóerőt kompenzálom így újra egyensúlyba kerül a mérleg, ezért a következő egyenletet használom.

$$F_{fel} 10 k = G x_{nagy} k + \frac{1}{10} G x_{közepes} k + \frac{1}{100} G x_{kicsi} k$$

$F$  a felhajtó erő,  $k$  két vájat közötti távolság,  $G$  a legnagyobb lovas súlya ami 10 ml 20 fokos desztillált víznek felel meg,  $x$  pedig a lovasok pozícióját jelenti. Az egyenletbe behelyettesítve a felhajtó erő meghatározható. A térfogatot pedig a következő képletből adódik.  $F = V \rho_{viz} g$  Ezek után nincs más dolgom, mint a fenti sűrűségképletbe behelyettesíteni.

Mohr-Westphal mérleggel közvetett módon				
Minta	$m_{\text{hozáadott}}[\text{g}]$	$m[\text{g}]$	$V[\text{cm}^3]$	$\rho[\text{g/cm}^3]$
1.Henger	15,1	4,9	1,81	2,70718232
2.Henger	6,2	13,8	1,55	8,903225806
3.Henger	8,3	11,7	1,51	7,748344371

A mérleggel való mérés bizonytalansága:

Közvetett mérés bizonytalanságai		
Minta	$\Delta m/m$	$\Delta \rho$
1.Henger	0,0055248619	5,5248619E-005
2.Henger	0,0064516129	6,4516129E-005
3.Henger	0,0066225166	6,6225166E-005

## Hibaforrások

*Közvetett mérésnél:*

- analitikai mérleg pontatlansága 0,05g
- tolómérő pontatlansága 0,01mm
- csavarmikrométer pontatlansága 0,05mm
- leolvasási hiba

*Mohr-Westphal mérleggel:*

- a műszernél az egyensúlyi helyzet leolvasási hibája
- a mérőműszer lehetséges pontatlan beállítása
- vízben lévő szennyeződések, nem tökéletes desztillált víz

## Diszkusszió

A méréseket összevetve egymással belátható, hogy jó közelítéssel a 3-3 test sűrűségét hasonlónak mondható. Az összefoglaló táblázat alapján azonosítom a 3 minta anyagát.

Minta	Közvetlen mérés		Mohr-Westphal	
	$\rho[\text{g/cm}^3]$	$\Delta \rho$	$\rho[\text{g/cm}^3]$	$\Delta \rho$
1.anyag	7,6246995192	0,0137645112	7,7483443709	6,62252E-005
2.anyag	8,9108090186	0,0163253293	8,9032258065	6,45161E-005
3.anyag	2,7664744263	0,0034227435	2,7071823204	5,52486E-005

Sűrűségek a wikipédiáról	
Cu sűrűség	8,96[g/cm <sup>3</sup> ]
Fe sűrűség	7,874[g/cm <sup>3</sup> ]
Al sűrűség	2,7[g/cm <sup>3</sup> ]

Ezek alapján a vizsgált anyagmintáim a réz, vas és alumínium. A Mohr-Westphal méréssel a sűrűségek pontosabbak kell, hogy legyenek, de az én mérésem során a réz minta eseténél nagy hibát véthettem, mivel a közvetlen mérés eredménye pontosabbnak bizonyult. A vas és az alumínium esetében viszont a közvetett módszer egzaktabb eredményt ad.

A réz esetén valószínűleg nem pontosan határoztam meg a tömeg egyensúlyi értékét, vagy a lovasokat nem a megfelelő pozícióba raktam, ahol forgatónyomatékaik jobban kiegyenlítik a réz minta felhajtóerejét.

Összességében a Mohr-Westphal mérleggel pontosabb mérési adatokhoz juthatunk, viszont használata körülményes és nehézkes. Ezzel szemben nagy előnye, hogy bármilyen alakú testet mérhetünk vele, nem csak a szabályos alakzatokat, mivel a térfogatot a felhajtóerőből ki tudjuk számolni.