

Szilárd testek sűrűségének mérése kétféle módszerrel

Mérést végezte: Seres Attila, 2019.10.09.

Mérés célja

A testek sűrűségének meghatározása csupán a kétféle módszerrel nyert mérési adatokból. Ezeket összevetjük egymással, ill. az ismert fémek sűrűségével és következtetünk az anyagukra.

Közvetlen mérés menete

Megmérjük a testek kiterjedését csavarmikrométerrel/tolómérővel, ill. a tömegüket mérleggel.

Mérőeszközök

csavarmikrométer, tolómérő és digitális mérleg

Hibaforrások

Digitális mérleg hibája: 0,025g

Tolómérő hibája: 0,025 mm

Csavarmikrométer hibája: 0,005 mm

Mért adatok:

	d [mm]	h [mm]	m [g]	Δx [mm]	Δm [g]	
Henger	19,29	11,25	12,55	0,005	0,025	
	a [mm]	b [mm]	c [mm]	m [g]	Δx [mm]	Δm [g]
1. Hasáb	15,81	12,9	32	50,75	0,025	0,025
2. Hasáb	15,5	16,05	28,75	63,55		

Számított adatok

d [cm]	h [cm]		m [g]	ρ [g/cm ³]
1,929	1,125		12,55	3,81907
a [cm]	b [cm]	c [cm]	m [g]	ρ [g/cm ³]
1,581	1,29	3,2	5,075	7,77615
1,55	1,605	2,875	6,355	8,88528

Hibaszámtás:

Relatív bizonytalanság hasáb esetében: $\left| \frac{\Delta V}{V} \right| = \left| \frac{\Delta a}{a} \right| + \left| \frac{\Delta b}{b} \right| + \left| \frac{\Delta c}{c} \right|$

Ugyanez hengernél: $\left| \frac{\Delta V}{V} \right| = 2 \left| \frac{\Delta r}{r} \right| + \left| \frac{\Delta h}{h} \right|$

Az összeadódó relatív hiba a térfogatnál: $\left| \frac{\Delta \rho}{\rho} \right| = \left| \frac{\Delta V}{V} \right| + \left| \frac{\Delta m}{m} \right|$

	$\Delta V/V$	$\Delta m/m$	$\Delta \rho/\rho$	$\Delta \rho$ [g/cm ³]	ρ [g/cm ³]
Henger	0,00096285	0,00199203	0,00295488	0,01128488	3,8190654 ±0,001128488
1. Hasáb	0,00430051	0,00049261	0,00479312	0,03727203	7,7761475 ±0,037273203
2. Hasáb	0,0040401	0,00039339	0,00443349	0,0393928	8,885277 ±0,0393928

Kiértékelés

A közvetlen módszer segítségével már meglehetősen pontosan, de csak szabályos alakú testeket lehet mérni. Így kapott adataimat a sűrűség táblázatokkal összevetve, sejtésem szerint a henger anyaga alumínium (hivatalosan 2,7 g/cm³), az első hasábé vörösréz (8,9 g/cm³), míg a másodiké vas (7,9 g/cm³).

Mérés menete Mohr-Westphal mérleggel:

A 20dkg-nál kisebb tömegű mérendő testet a 20dkg-ra kiegyensúlyozott egykarú mérleg súlytányérjára akasztjuk, és addig teszünk mellé piciny tömegeket, amíg a mérleg egyensúlyba nem kerül. Ekkor a test súlyából kivonással meghatározhatjuk a tömegét. Ezután a desztillált vízbe mártott merülőtányérba tesszük, így a mérlegre az egyensúly ismételt beállításig akasztgatott lovasokkal a forgató nyomaték segítségével megállapítható a test által kiszorított víz súlya. Innen a kiszorított desztillált víz ismert sűrűségét felhasználva kiszámolható a térfogata, ami egyezik értelemszerűen azt a kiszorító próbatest térfogatával. Ebből már kiszámítható a sűrűsége is.

Mérőeszközök: Mohr-Westphal mérleg, mérőpohár, piciny tömegek, lovasok.

Mért és számított értékek:

Minták	Lovasok pozíciói		
	Nagy	Köz.	Kicsi
1. Henger	1	8	0
2. Henger	1	5	8
3. Henger	1	4	5

Minták	Tömegek [g]										Δm
	10	5	2	1	0,5	0,2	0,1	0,05	0,02	0,01	
1. Henger	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,005
2. Henger	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	
3. Henger	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	

Hibalehetőségek

Hibalehetőség a mérőműszer pontatlansága, a leolvasás hibája, vagy pl. a méréshez használt víz 20 foktól eltérő hőmérséklete.

test tömege	tömeg hibája	térfogata	sűrűsége
m [g]	$\Delta m/m$	cm ³	g/cm ³
5,00	0,0010	1,80	2,78
13,89	0,0004	1,58	8,79
11,37	0,0004	1,45	7,84

Hibaterjedés és anyag megtippelése

A sűrűség relatív bizonytalanságát a közvetlen mérés esetéhez hasonló módon számoltam, azzal a különbséggel, hogy a relatív térfogatbizonytalanságot szintén a Mohr-Westphal mérleg mérési pontatlanságából vezettem le, méghozzá azt a lovasok tömegével elosztva, hiszen a test térfogatára jelen esetben – közvetve – a lovasokkal végzett mérésből következettünk.

	$\Delta V/V$	$\Delta m/m$	$\Delta \rho/\rho$	$\Delta \rho$ [g/cm ³]	ρ [g/cm ³]	anyaga	$\rho_{\text{hivatalos}}$
Henger	0,003	0,001	0,004	0,0105	2,78 ±0,0105	alumínium	2,7 g/cm ³
1. Hasáb	0,003	0,0004	0,004	0,0310	8,79 ±0,0310	réz	8,94 g/cm ³
2. Hasáb	0,003	0,0004	0,004	0,0305	7,84 ±0,0305	vas	7,9 g/cm ³

Diszkusszió:

Látható, hogy a Mohr-Westphal mérleggel pontosabb adatok jöttek ki az internetről szedett sűrűség értékekkel összevetve, mint a közvetlen mérés során. Az is kivehető a kapott adatokból, hogy a két különféle módszerrel való mérés során a két hasábot felcseréltem. Ezt nem korrigáltam a táblázatokban, mivel az eredeti jegyzőkönyvben is így szerepel, itt azonban felhívom rá a figyelmet. Mindazonáltal elmondható, hogy mindkét mérési módszer segítségével magabiztosan meg tudtam állapítani a kapott sűrűség-értékekből az anyagi minőséget, bár tény, hogy ehhez a hétköznapi tapasztalataimra (színe, tapintása, stb) alapozott előzetes sejtéseimet is felhasználtam.