Szilárd testek sűrűségének mérése

Mérést végezte: Rudolf Ádám
Mérőpár: Lénárd András
Mérés időpontja: 2008. november 25. 10:00-12:00
Jegyzőkönyv leadásának időpontja: 2008. december 2. 10:00

A mérés célja

Két módszerrel megmérni háromféle anyagból készült próbatestek sűrűségét, majd ezek segítségével meghatározni az anyagukat.

Mérőeszközök

A testek geometriai adatait tolómérővel és csavarmikrométerrel mérjük meg, tömegüket analitikai mérleggel. A másik módszerben a tömeg- és a térfogatmérésre is Mohr-Westphal mérleget használunk.

A mérés rövid leírása

Az első mérés esetében tolómérővel megmérjük a téglatest alakú próbatestek, és csavarmikrométerrel a henger alakú próbatest adatait. Ezekből számítható a térfogat. Ezután mindhárom test tömegét lemérjük analitikai mérleggel. Ezekből az adatokból ki tudjuk számolni a sűrűséget.

A második mérés esetében három másik, de ugyanazokból az anyagokból készült próbatesteket vizsgálunk Mohr-Westphal mérleggel. Először rátesszük a testet a mérlegtányérra, és plusz súlyok felpakolásával kiegyensúlyozzuk a mérleget. Ha a mérlege egyensúlyban van, akkor összesen 20 g van a tányéron. Ebből kiszámolható a test tömege. Ezután a testet áthelyezzük a desztillált vízbe merített mérlegtányérra, és lovasok felhelyezésével kompenzáljuk a felhajtóerőt. Mivel tudjuk, hogy a legnagyobb lovas 10. rovátkába helyezése egy 10 ml-es testre ható felhajtóerőt kompenzál, és tudjuk a lovasok tömegeinek arányát, ebből számítható az adott test térfogata. Az ismert tömeg- és térfogatadatokból ki tudjuk számolni az adott testek sűrűségeit.

Mérési adatok

Órán az első mérés során a következő adatokat nyertem:

	m (g)	x (cm)	y (cm)	z (cm)		
1	53,803	2,875	1,58	1,335		
2	15,483	2,935	1,59	1,23		
	m (g)	h (cm)	d1 (cm)	d2 (cm)	d3 (cm)	d átlag (cm)
3	32,14	1,47	1,956	1,956	1,956	1,956

Az 1. és 2. test a két téglatest, a harmadik pedig a hengeres próbatest. Az *x*, *y* és *z* értékek a téglatestek oldalhosszait jelentik, a *h* a hengeres test magasságát, *d* értékek pedig a három irányból mért átmérőt, $d_{átlag}$ pedig ezek átlagát.

A Mohr-Westphal módszer során a következő értékeket kaptam:

	Lovasok helyzete		
m (g)	1	2	3
6,1	1	6	-
15	1	8	4
8,25	1	5	3

Az *m* azt a tömeget jelenti, ami a test tömegének 20 g-ra való kiegészítéséhez szükséges. A lovasok helyzete azt jelenti, hogy a felhajtóerőt kompenzáló lovasok hányadik rovátkában vannak. Az 1. lovas a legnagyobb, és rendre csökkennek. Az 1. rovátka van a legközelebb a forgástengelyhez, a 10. a legtávolabb.

Hibaforrások

Hibát okozhat leolvasási hiba, a műszerek esetleges pontatlansága, és az, hogy a testek nem ideális téglatestek, illetve hengerek.

Kiértékelés

A téglatestek esetében a $V = x * y * z$ képlettel, a henger esetében a $V = (d/2)^2 * \pi$ képlettel kiszámoltam a térfogatokat, és a $\rho = m/V$ képlettel kiszámoltam a testek sűrűségét.

A tolómérő abszolút hibáját 0,0025 cm-nek, a csavarmikrométer abszolút hibáját 0,0005 cm-nek, az analitikai mérleg abszolút hibáját 0,001 g-nak tekintve a hibaterjedés törvényszerűségei segítségével kiszámoltam a kapott sűrűségadatok bizonytalanságát. Az eredményeket táblázatba foglaltam:

	V (cm^3)	ρ (g/cm^3)	Δρ
1	6,064238	8,8721789	0,03853
2	5,73998	2,6973964	0,0122
3	4,417178	5,5993231	0,00351

A Mohr-Westphal mérleget 20 g tömeggel lehet egyensúlyba hozni, így 20 g-ból kivonva a felpakolt súlyok tömegének összegét, megkapjuk a próbatest tömegét.

A legnagyobb lovas súlya 10 ml 20°C-os desztillált víz súlyával egyenlő, a 2. súlya az elsőnek 10-ed, a 3. a 100-ad része. Ha az adott lovast az *o*-adik vájatba tesszük, akkor *o*/10-szeres felhajtóerőt képes kompenzálni. Mivel a felhajtóerő egyenesen arányos a test térfogatával, a próbatest térfogatát a következőképpen kaphatjuk:

Legyen az első lovas helye *o*, a másodiké *p*, a harmadiké pedig *q*!

$V = 10\ \text{ml}(o/10 + p/100 + q/1000)$

Ezen összefüggések segítségével kiszámoltam a másik három próbatest tömegét és térfogatát, ezekből pedig a sűrűségüket. Az eredményeket táblázatba rendeztem:

	m (g)	V (cm^3)	ρ (g/cm^3)
1	13,9	1,6	8,6875
2	5	1,84	2,7173913
3	11,75	1,53	7,67973856

Eredmények

Anyag	ρ közv. (g/cm^3)	ρ MW (g/cm^3)
1	8,87 ± 0,039	8,688
2	2,69 ± 0,012	2,717
3	7,276 ± 0,0046	7,68

Diszkusszió

A két méréssel kapott adatok láthatóan közel vannak egymáshoz, a különbség betudható a mérési hibának.

Az eredményeket táblázatokkal összehasonlítva úgy találtam, hogy az első test anyaga valószínűleg réz (ρ_{Cu} = 8,96 g/cm³), a második anyag valószínűleg alumínium (ρ_{Al} = 2,70 g/cm³), a harmadik pedig valószínűleg vas (ρ_{Fe} = 7,86 g/cm³).