

Folyadékok sűrűségének mérése

Balog Dániel

2010.04.22

Mérőtárs neve:Dologh Bence

Mérés időpontja: 2010.04.15.

A mérés célja:

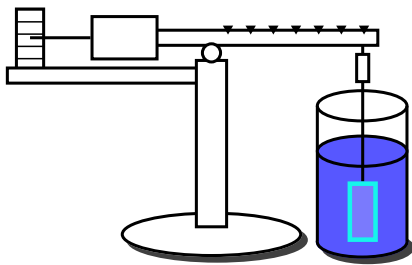
Különböző folyadékokat összekeverve azt tapasztaljuk, hogy a közös térfogatuk kisebb mint a folyadékok külön térfogatának összege. Ennek következtében a sűrűségük sem azonos az elméleti modellel (*ún. ideális elegy*) A mérés célja az, hogy különböző alkohol víz elegyek sűrűségének (*kétféle*) megmérésével megvizsgáljuk az ideális elegytől való eltérésüket.

Mérőeszközök:

- Mohr-Westphal mérleg
- Közlekedőedények
- 7 féle különböző arányú alkohol/víz keverék
- mérőszalag

A mérés leírása:

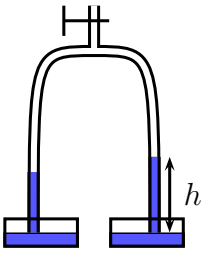
Mérés a Mohr-Westphal mérleggel:



A mérés alapja az, hogy a mérleg egyensúlyban van, amennyiben a súly a levegőben lóg. Ha azonban vízbe merítjük, a súlyra hatni fog a felhajtóerő, ami a sűrűséggel arányos¹ Minden mérést ugyanazzal a testtel végzünk el, - *tehát térfogat, és a gravitációs erő állandó* - így megkapjuk az egyes oldatok vízhez viszonyított sűrűségét. A felhajtóerő nagyságát szeretnénk kimérni, ekkor a mérleg lovasaival ismét egyensúlyba kell hozni a mérleget. A lovasok forgatónyomatékának aránya elégséges a vízhez viszonyított sűrűség meghatározásához. A számszerű értékekhez azonban ismerni kell a víz sűrűségét.

¹ $F_s = V \rho g$

Mérés a közlekedőedényekkel:



A méréshez egy U alakú csövet, két mintatartó edényt (*kiüvetta*) és egy orvosi fecskendőt használunk. Az egyikbe az egész mérés folyamán desztillált vizet használunk, a másikba öntjük a vizsgálandó anyagot. Amikor a fecskendőt kihúzzuk, az üvegcsőben lecsökken a nyomás, emiatt megemelkedik a víz, és a mért folyadékelegy szintje. A külső légnyomás egyenlő a belső légnyomás és a folyadék hidrosztatikai nyomásának összegével. Mindkét csőben ugyanaz a belső gáz nyomása, és a külső légnyomás is azonos, tehát

$$\rho_e h_e = \rho_v h_v \Rightarrow \rho_e = \frac{h_v}{h_e} \rho_v$$

A mérés során a folyadékoszlopok magasságát kell mérni², ebből lehet a sűrűségre következtetni.

Mért adatok:

alkohol/víz	Mohr-Westphal			Közlekedőedények	
	nagy	közepes	kicsi	desztvíz [cm]	oldat [cm]
0:1	10	0	0	∅	∅
1:9	9	9	5	44.7	45.4
3:7	9	7	0	43.2	44.9
1:1	9	3	9	46.2	49.4
7:3	8	8	9	47.1	53.1
9:1	8	4	1	47.8	56.6
1:0	8	1	0	44	55.7

Kiértékelés:

A Mohr-Westphal mérleg desztillált vízzel való "kalibráló" mérésnél a legnagyobb lovaszt a tizedik rovátkába helyezve egyensúlyban volt, így használható a víz sűrűségének "táblázati" értéke, ami $\rho_v = 1g/cm^3$ k -val jelölve az erőkar hosszát i -indexel a méretét ($L/M/S$ jelentése nagy/közepes/kicsi), és ismerve, hogy a súlyok 1 : 1/10 : 1/100 tömegarányúak, a keresett sűrűséhek kiszámításához használandó képlet:

$$\rho_e = \frac{\overbrace{1k_L + 0.1k_M + 0.01k_S}^{\text{elegy}}}{\underbrace{1k_L + 0.1k_M + 0.01k_S}_{\text{víz}}} \cdot \rho_v$$

Ebbe a képletbe behelyettesítve a mért eredményeket, a következő oldalon található táblázatban foglalt eredményeket kaptam.

²Én a két jelzőt megfelelő magasságra beállítva az egyik aljától a másik tetejéig mértem, hiszen így sokkal biztosabb a mérési pont, de minden mért adatból ki kell vonni a jelző magasságát, ami $h_j = 1.8cm$

A mért adatok mellett az ideális folyadék sűrűségét is ki kell számolni, hiszen a mérés célja az, hogy az eltérést vizsgáljuk. Az ideális elegy sűrűségét a

$$\rho_{id}(x) = \rho_a x + \rho_v(1 - x)$$

képlettel érdemes jellemezni, ahol az $x = V_a/(V_v + V_a)$, és a két folyadék térfogata ideális elegyek esetében megegyezik a keverék térfogatával. Az alkohol sűrűségét az utolsó, tiszta alkoholt jellemző mérés adja meg, hiszen ott az ideális és a valós folyadék között nincs különbség. Ennek eredményeit, valamint az eltérést is táblázatba foglalva:

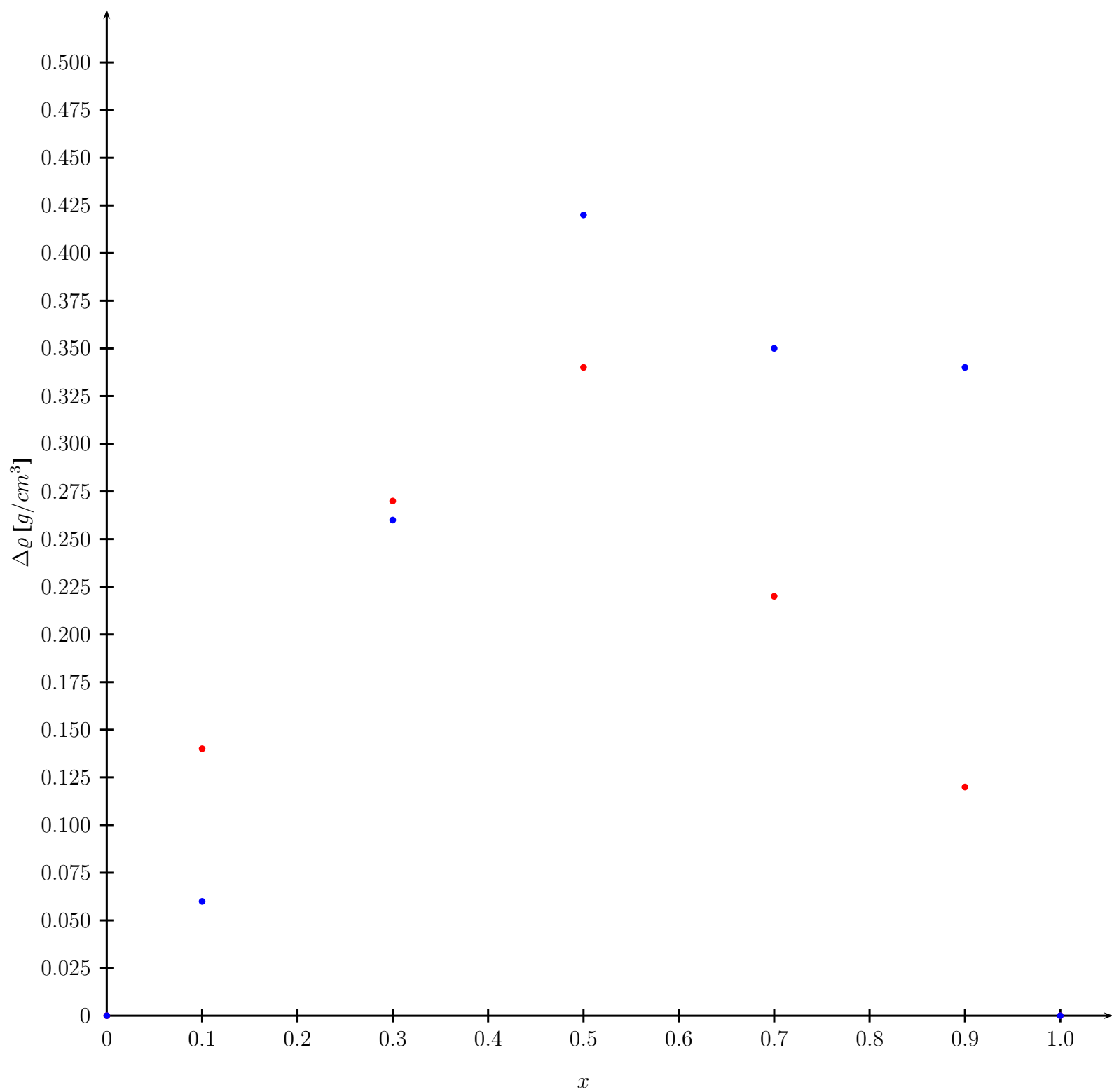
alkohol/víz	mért sűrűség [g/cm^3]	ideális sűrűség [g/cm^3]	$\Delta\rho$
0:1	1.000	1.00	0.000
1:9	0.995	0.981	0.0140
3:7	0.970	0.943	0.0270
1:1	0.939	0.905	0.0340
7:3	0.889	0.867	0.0220
9:1	0.841	0.829	0.0120
1:0	0.810	0.810	0.000

A közlekedőedényeknél a $\rho_e = \frac{h_w}{h_e} \rho_v$ képletet használva, a víz sűrűségét a Mohr-Westphal eredményeinél használt $1g/cm^3$ -nek véve a táblázatban szereplő értékek jönnek ki.

Az alkohol sűrűsége eltér, tehát a Mohr-Westphal mérlegnél írt módon ismét ki kell számítani az ideális elegy sűrűségértékeit.

alkohol/víz	mért sűrűség	ideális sűrűség	$\Delta\rho$
0:1	\emptyset	1	0
1:9	0.984	0.978	0.00600
3:7	0.961	0.935	0.0260
1:1	0.933	0.891	0.0420
7:3	0.883	0.848	0.0350
9:1	0.839	0.805	0.0340
1:0	0.783	0.783	0.000

A kapott eredményeket a következő oldalon ábrázoltam.



A piros pöttyök a Mohr-Westphal, a kék pöttyök a közlekedőedények eredményét jelzik.

Diszkusszió:

A két mérési módszer eredményei nagyon eltérnek egymástól, és az alkohol táblázati sűrűségéhez viszonyítva is igen nagy az eltérés, a számításaim eredménye itt látható

Módszer	mért sűrűség	táblázati sűrűség	eltérés	
Mohr-Westphal	0.810	0.792	0.0180	2.27 %
Közlekedőedények	0.783	0.792	-0.00900	1.14 %

Az eredmények érdekessége, hogy a két mérés nagyságrendileg ugyanannyira pontos, de az egyik többet, a másik kevesebbet mutat. A fölfelé való eltérés magyarázata (*A Mohr-Westphal mérlegnél*) az lehet, hogy az alkoholt utólag kénytelen voltam ismét lemérni, mivel az első mérésre irreális eredményt kaptam, valószínűleg amiatt, hogy az alkohol nem volt tiszta. Így a második mérésemet elkapkodtam, így nem volt pontosan egyensúlyban. A közlekedőedények módszerével mért adat kisebb eltérést mutat, de a grafikonon látható, hogy a töményebb keverékeknel hasonló eltéréseket kaptam, így lehetséges, hogy itt az oldatok keveredtek.

Szerintem a Mohr-Westphal mérleg megbízhatóbb, ugyanis könnyebben tisztítható, és egyszerűbben észrevehető az irreális eredmény. Hátránya azonban, hogy sokkal könnyebben elállítódik.

A víz alkohol elegy eltérése, főleg a Mohr-Westphal eredményeit nézve Gauss-görbéhez hasonló. Tehát a legnagyobb eltérés az 1:1-es keveréknél van, így minél közelebb vagyunk ehhez, annál kevésbé ideális. Itt a relatív eltérés a Mohr-Westphalnál 3.757 % a közlekedőedényeknél 4.714 % , ezek ismeretében szerintem itt semmiképpen nem tekinthető ideális elegynek.

Ennek az anyagszerkezeti oka az lehet, hogy a vízmolekula kisebb mint az alkohol, így beférkőzik az alkohol közötti helyekre (*mint például mák és bab összeöntésekor*). Emellett H-kötések is kialakulnak.