

# Folyadékok Sűrűségének Mérése

Mérést végezte: Varga Bonbien

Mérőtárs neve: Megyeri Balázs

Mérés időpontja: 2008.03.04

Jegyzőkönyv Leadásának időpontja: 2008.03.11

## A Mérés célja:

Víz-alkohol elegyek sűrűségének kétféle módon való mérésével, megvizsgálni, hogy azok mennyire tekinthetők ideális elegyeknek.

## A Mérőeszközök:

- Mohr-Westphal mérleg, és a hozzátartozó eszközök(lovak, csipesz, üveghenger stb.)
- U alakú cső, és a hozzátartozó eszközök(fecskendő, mérőszalag, mozgatható állvány stb.)

## A Mérés rövid leírása:

7 db mintát kaptunk. Ezek közül az egyik tiszta alkohol, a másik desztillált víz, a maradék 5 pedig a víznek és alkoholnak valamilyen elegye volt. Először a Mohr-Westphal mérleggel mértem. Mielőtt bármit csináltam volna, ellenőriztem, hogy a mérleg helyesen van kalibrálva, és a lovak nélkül éppen egyensúlyban volt. Ezután először az üvegtestet, beleengedtem a desztillált vizet tartalmazó üveghengerbe, és ellenőriztem, hogy ha a legnehezebb lovas a 10-ik vonásra rakom, akkor egyensúlyban van mérleg. Ezután sorra elvégeztem a mérést a többi elegyre. Minden elegy után az üvegtestet szárazra töröltem és az üveghengert kiszárítottam.

Ezután a közlekedő edények módszerével mértem. Az egyik üvegtárolóban a desztillált víz volt. A másikba először a tiszta alkoholt tettem. Az állítható állványra helyeztem őket, és úgy állítottam be, hogy az üvegcső kb. 2cm-rel lógjon bele a folyadékokba. Felszívtam a folyadékokat a fecskendővel, majd mégmértem, a folyadékoszlopok magasságát, az üvegtárolóban levő szintjüktől kezdve.

A fülke amelyben a mérési berendezés volt, nem volt legjobb, mert bele kellett hajolni, ahhoz, hogy letudjam olvasni a magasságokat, továbbá mikor a műanyag lapot rögzítettem, hogy lemérjem a magasságot, az mindig elmozdult. A mérőszalagot sem lehetett rögzíteni, így azt kézben tartottam. Az üvegtárolókból nehéz visszaönteni a mintát az eredeti edényekbe, mivel még a tölcser használatával is mindig mellé folyik, és a kezeim mindig tiszta alkoholosak lettek.

## Mérési adatok:

A Mohr-Westphal módszer:

Legyen a legnagyobb  $G$  lovas az  $n$  vonásnál, a  $G/10$  súlyú lovas az  $n_{10}$  vonásnál a harmadik  $G/100$  súlyú lovas pedig az  $n_{100}$  vonásnál. Legyen két vonás távolsága  $k$ . Ekkor a forgatónyomaték egyenlet:

$$0 = G \cdot n \cdot k + \frac{1}{10}G \cdot n_{10} \cdot k + \frac{1}{100}G \cdot n_{100} \cdot k - F_{fel} \cdot 10k$$

Felhasználva a mérési leírásban írtakat a következőt kapjuk a folyadék sűrűségére:

$$\rho_f = \left( n + \frac{n_{10}}{10} + \frac{n_{100}}{100} \right) \frac{\rho_v}{10}$$

A mérési adatok tehát, és a fenti képlet alapján az egyes folyadékok sűrűségei (az arányok alkohol:víz):

adatok a Mohr-Westphal módszerrel

elegy	$n$	$n_{10}$	$n_{100}$	sűrűség( $g/cm^3$ )	$\rho_{id}(g/cm^3)$	$\Delta\rho$
tiszta víz	10	0	0	1	1	0
tiszta alkohol	8	1	1	0,811	0,811	0
1:9	9	9	3	0,993	0,981	0,012
3:7	9	7	0	0,970	0,943	0,027
1:1	9	3	3	0,933	0,905	0,028
7:3	8	6	10	0,870	0,868	0,002
9:1	8	3	7	0,837	0,83	0,007

A közlekedő edények módszerénél a mérési leírás szerint az alábbi képletet kell használni:

$$\rho_f = \frac{h_v}{h_f} \rho_v$$

Itt  $\rho_f$  a folyadék elegy sűrűsége,  $h_v$  a vízoszlop,  $h_f$  a folyadékoszlop magassága,  $\rho_v$  a víz sűrűsége. Ezt már ismerjük a Mohr Westphal módszerből, és a leírás szerint azt az értéket kell használnunk. Tehát  $\rho_v = 1 \frac{g}{cm^3}$ .

Adatok a közlekedő edények módszerrel

elegy	$h_v$ (cm)	$h_f$ (cm)	sűrűség( $\rho g/cm^3$ )	$\rho_{id}(g/cm^3)$	$\Delta\rho$
tiszta alkohol	39,4	48,4	0,814	0,814	0
1:9	54,2	55	0,985	0,981	0,004
3:7	47,1	48,7	0,967	0,944	0,023
1:1	46,4	50,1	0,926	0,907	0,019
7:3	46,7	52,7	0,886	0,869	0,017
9:1	45,8	54,2	0,845	0,833	0,012

### A Mérési adatok kiértékelése:

Most a  $\rho_{id}(x)$  egyenes egyenletét kell meghatározni a különböző mérésekre. Először szedjük ki az előző táblázatból az összetartozó  $(x, \rho_{id}(x))$  adatképeket:

adatképek a Mohr-Westphal mérésből

$x(V_a/V_{össz})$	$\rho_{id}(g/cm^3)$
0	1
1	0,811
0,1	0,981
0,3	0,943
0,5	0,905
0,7	0,868
0,9	0,83

Az egyenes egyenlete pedig:

$$\rho_{id}(x) = (\rho_a - \rho_v)x + \rho_v = -0,189 \cdot x + 1$$

Most a közlekedő edények módszerére ugyanezt:

Adapárok a közlekedő edények mérésből

$x(V_a/V_{össz})$	$\rho_{id}(g/cm^3)$
0	1
1	0,814
0,1	0,981
0,3	0,944
0,5	0,907
0,7	0,869
0,9	0,833

Az egyenes egyenlete pedig:

$$\rho_{id}(x) = -0,186x + 1$$

Láthatóan a két mérés eredményei alig térnek el, és az egyenesek egyenleteire is mondhatjuk, hogy megegyeznek.

A következő lapon van ábrázolva, az egyenes miliméterpapíron.

Most ábrázoljuk, a  $(x, \Delta\rho)$  adatpárokat. A korábbi táblázatokból kinyert értékek:

Adapárok a Mohr-Westphal mérésből

$x(V_a/V_{össz})$	$\Delta\rho(g/cm^3)$
0	0
1	0
0,1	0,012
0,3	0,027
0,5	0,028
0,7	0,002
0,9	0,007

Ezek az adatpárok a közlekedő edények módszerére:

Adatpárok a közlekedő edények mérésből

$x(V_a/V_{össz})$	$\Delta\rho(g/cm^3)$
0	0
1	0
0,1	0,004
0,3	0,023
0,5	0,019
0,7	0,017
0,9	0,012

A következő oldalon ezek az adatpárok is ábrázolva vannak.

Az adatpárokat ábrázolva, azt láthatjuk, hogy közelítőleg egy parabolán helyezkednek el. És azt is láthatjuk, hogy minél kisebb az eltérés az elegyben az alkohol és víz mennyisége között, anél nagyobb a  $\Delta\rho$  azaz annál, kevésbé ideális a folyadék.

### Hibaforrások:

- Közlekedő edények módszerénél a leolvasási pontosság  $\pm 1mm$
- Mohr-Westphal mérés az üveghenger lehet, hogy nem lett megfelelően kiszárítva. A legkisebb alkalmazott lovas tömegének megfelelő  $\pm 0,0005 \frac{g}{cm^3}$  hiba.
- a mérőberendezések további hibáira a diszkusszióban térek ki.

## Diszkusszió:

A mérési eredmények elég pontosnak mondhatóak, hiszen a tiszta alkohol, mért sűrűsége alig tér el az irodalmi adattól. Az alkohol ha jól tudom methanole volt.

mérési és irodalmi adatok tiszta alkoholra

módszer	mérés( $g/cm^3$ )	irodalom	eltérés
Mohr-Westphal	0,811	0,792	2,3%
Közl. Edény	0,814	0,792	2,7%

Az eltérés a két módszer között láthatóan nem túl nagy, de azért mégis van eltérés. Ez többek között a közlekedő edények módszerénél a mérés bizonytalanságának köszönhető. Sajnos nem volt elég hely a mérést rendesen elvégezni, be kellett hajolni a fülkébe, ennek következménye lehet fizikai sérülés is, hiszen könnyen belehet verni a fejünket. Ez alatt bizonytalan egyensúlyi helyzetben vagyunk ezáltal erőt kell kifejtenünk az álláshoz, és így sokkal jobban remeg a kéz, mellyel a mérőszalagot fogjuk. A mérőszalagot nem lehet rendesen rögzíteni, és a műanyag színjelző lapok is ferdén állnak be, továbbá messze vannak a csőtől így nem tudjuk azokat a meniszkusz szintjébe helyezni. Ha mindezekkel megküzdöttünk, akkor utána, a folyadék kiengedésénél, mindig a csőben marad egy kicsi, és ez bezavarhatja a következő folyadék vizsgálat. A használt folyadék visszaöntésénél az eredeti üvegtárolójába az mindig a kézre, és a fülke aljára ömlik, mely miatt sok alkohol vész el.

Ezzel ellentétben a Mohr-Westphal mérleggel már sokkal kényelmesebben lehet mérni, és így annak hibáját tulajdoníthatjuk csak a saját hibáknak, figyelmetlenségünknek. Ezzel a módszerrel továbbá nagyon pontosan lehet mérni, ha még az ezredlovaszt is használjuk. Ez esetben sem várjuk meg, hogy a mérleg az egyensúlyban megálljon, hanem belengetjük az egyensúlyi helyzet körül, és a csillapodását vizsgáljuk.

A fentieket összevetve én úgy gondolom, hogy a Mohr-Westphal módszerrel pontosabban lehet mérni.

A mérési eredmények alapján egyértelműen kimondhatjuk, hogy a víz-alkohol elegy nem ideális. De ezt is vártuk, hiszen az anyagszerkezeti vizsgálatból ez következik. Az alkohol molekulák mérete ugyanis nagyobb a vízmolekulákénál, és így az alkohol molekulák közötti kis helyre a vízmolekulák könnyebben beférnek. Mivel az alkohol mérete azért összevethető a vízével, és oldódik is a vízben, ezért H kötések is létrejöhetnek. Ezt az egészet úgy lehet elképzelni, mint pl. kövek közé homokot szórunk.