

# Folyadékok sűrűségének mérése

Kalló Bernát

A mérés dátuma: **2012. 04. 11.**

Leadás dátuma: **2012. 04. 18.**

Mérőtárs neve: **Magony Miklós**

Mérőpár száma: **1.**

**A mérés célja.** Ha két különböző anyagú folyadékot összekeverünk, bizonyos esetekben a keverék térfogata ( $V$ ) eltér a két anyag térfogatának összegétől ( $V \neq V_1 + V_2$ ). Ezt a jelenséget kontrakciónak vagy dilatációnak nevezzük aszerint, hogy nagyobb vagy kisebb a keverék térfogata. Ha egyenlőség áll fenn, a keveréket ideális elegynek tekintjük.

A víz és alkohol keverékében kontrakció lép fel, a kísérletünkben ennek mértékét vizsgáljuk. A kontrakció jellemzésére a  $\Delta \varrho = \varrho - \varrho_{\text{id}}$  mennyiséget használjuk, ahol  $\varrho$  a keverék,  $\varrho_{\text{id}}$  pedig az ideális elegy sűrűsége. A keverékeket az

$$x = \frac{V_a}{V_a + V_v}$$

névleges térfogati hányaddal jellemezzük, ebből az ideális keverék térfogata

$$\varrho_{\text{id}} = \varrho_a x + \varrho_v (1 - x).$$

**A mérés leírása.** Kétféle módszerrel mérjük az elegyek sűrűségét. Először egy U alakú cső segítségével meghatározzuk az egyes elegyek sűrűségének arányát a vízéhez képest. Az U alakú cső két végét vízbe ill. a mérendő keverékbe merítjük, és a közepén lévő csapon keresztül felszívunk valamennyi folyadékot mindkettőből. A két folyadékoszlop egyensúlyt tart a külső és a belső légnyomás között, ezért

$$\varrho_v g h_v = \varrho g h$$
$$\frac{\varrho}{\varrho_v} = \frac{h_v}{h}$$

A másik módszer a Mohr–Westphal mérleggel történik. A mérleghez tartozó üveg nehezékekkel kiegyensúlyozzuk a mérleget, majd a nehezéket a vizsgált folyadékba merítjük. Ekkor a mérlegkarra még a nehezékre ható felhajtóerő forgatónyomatéka is fog hatni, ezt ki kell egyensúlyozzuk a mérlegkarra akasztott súlyokkal, az ún. lovasokkal. A lovasok helyzete megadja helyiértékenként a folyadék sűrűségét.

**A mért adatok.** A mért adatokat az alábbi két táblázat tartalmazza. A Mohr–Westphal mérleggel megmért víz sűrűségét használtuk fel, hogy az U alakú csővel mért arányokból konkrét értékeket kapjunk.

$V_a : V_v$	$\varrho_{\text{MW}} (\text{kg/m}^3)$
0:1	1000
1:4	982
2:3	963
1:1	942
3:2	922
4:1	873
1:0	825

1. táblázat. A Mohr–Westphal mérleggel végzett mérés

$V_a : V_v$	$h_v (\text{m})$	$h (\text{m})$	$\varrho_U (\text{kg/m}^3)$
0:1	—	—	1000
1:4	0.469	0.479	979.1
2:3	0.467	0.484	964.9
1:1	0.467	0.496	941.5
3:2	0.468	0.504	928.6
4:1	0.470	0.544	864.0
1:0	0.473	0.576	821.2

2. táblázat. Az U alakú csővel végzett mérés

**Kiértékelés.** Az alkohol sűrűsége  $\varrho_{\text{MW}} = 825$  ill.  $\varrho_U = 821.2 \text{ kg/m}^3$  lett. A  $\varrho_{\text{id}}(x)$  függvény

$$\varrho_{\text{id}} = \varrho_a x + \varrho_v (1 - x)$$

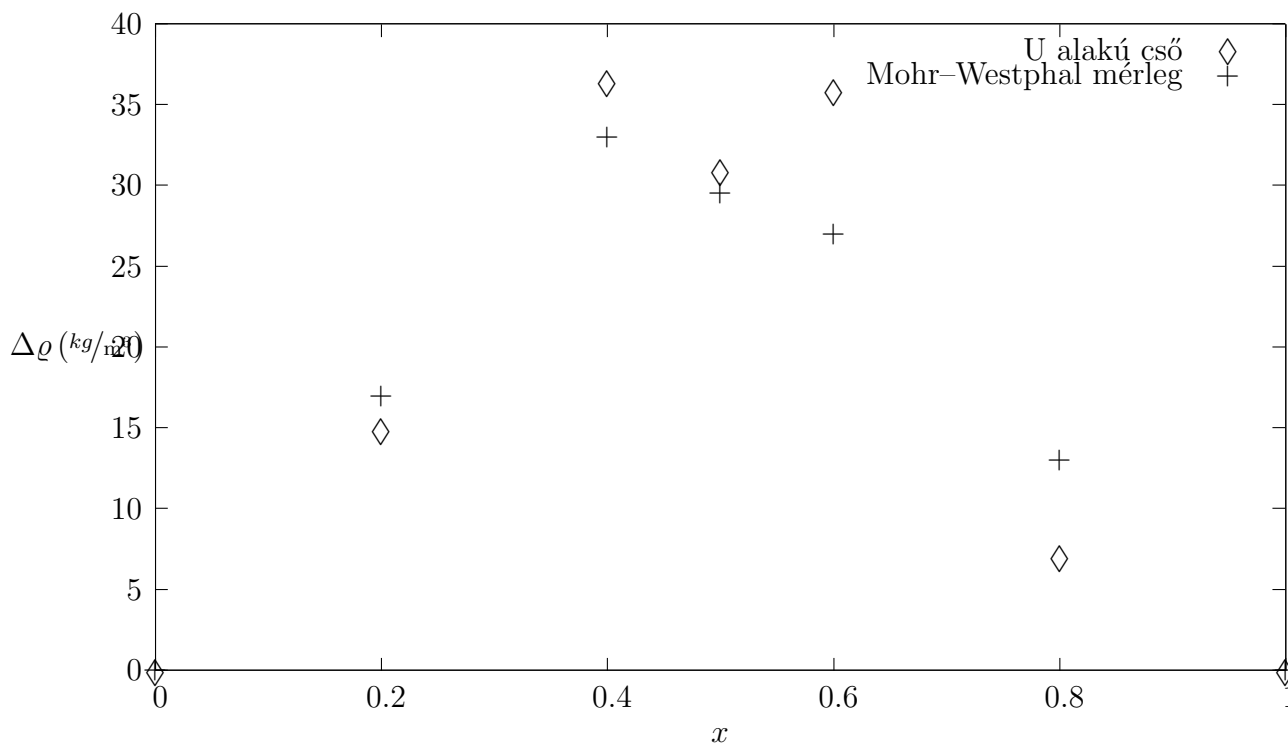
alapján

$$\varrho_{\text{id MW}}(x) = 825x + 1000(1 - x) = 1000 - 175x$$

ill.

$$\varrho_{\text{id U}}(x) = 821.2x + 1000(1 - x) = 1000 - 179x$$

Ábrázoltuk a két mérés alapján kiszámolt  $\Delta\varrho$  értékeket a következő grafikonon. A két méréshez a nekik megfelelő mérésből számított alkoholsűrűséget használtuk fel.



1. ábra. A kontrakció mértéke

$V_a : V_v$	$\Delta\rho_U \text{ (kg/m}^3\text{)}$	$\sigma_U$	$\Delta\rho_{MW} \text{ (kg/m}^3\text{)}$	$\sigma_{MW}$
0:1	0	0%	0	0%
1:4	15	1.5%	17	1.8%
2:3	36	3.9%	33	3.5%
1:1	31	3.4%	30	3.2%
3:2	36	4.0%	27	3.0%
4:1	7	0.8%	13	1.5%
1:0	0	0%	0	0%

3. táblázat. Eredménytáblázat

**Diszkusszió.** Az eredménytáblázatban  $\sigma$ -val jelöltük a kontrakciós együtthatót. Azt kaptuk, hogy maximum  $36 \text{ kg/m}^3$  eltérés volt az ideális oldattól (a 2:3 és a 3:2 esetben), ez 4.0%-os kontrakciós együtthatót jelent. Az irodalmi érték az 1:1 térfogatarányú keverékre 4%, tehát a 2:3 és 3:2 esetben jól mértünk. Az 1:1 arányú keveréknél viszont ennél kevesebbet mértünk, holott az irodalom szerint a kontrakció grafikonja egy konvex görbe kellene legyen. Úgyhogy lehet, hogy ennél a lépésnél mindkét mérésnél tévedtünk, vagy valószínűbb, hogy az 1:1 oldat nem volt pontos.

**A jelenség magyarázata.** Az etanolban és a hidrogénben is hasonló molekulák közötti hidrogénkötések lépnek fel, ezért a keverékükben is jól ki tudnak alakulni a hidrogénkötések a víz- és etanol-molekulák között is, tehát nagyjából ugyanolyanok lesznek a molekulák közötti kötéstávolságok. A

víz- és etanolmolekulák különböző méretűek, ezért el tudnak úgy rendeződni, hogy jobban kitöltik a teret, mint az egyes anyagok külön-külön. Ezt úgy lehetne modellezni, mintha kosárlabdákkal és teniszlabdákkal szeretnénk kitölteni a teret: a különböző méretek miatt nagyobb arányú kitöltést lehet elérni, mint azonos méretű gömbökkel. Ezért csökken tehát a keverék térfogata és lesz nagyobb a sűrűsége.