

Folyadékok sűrűségének mérése

Név: Tüzes Dániel

Mérési dátum: 2007.10.11.

Mérőpár: Papp László – Tüzes Dániel

Leadás ideje: 2007.10.18.

Mérés célja: megvizsgálni, hogy mennyire tekinthető a víz-alkohol elegy ideálisnak ezek sűrűségének kétféle módon történő mérésével.

Mérési eszközök:

- U alakú üvegcső, a hozzá tartozó eszközökkel (állvány, gumicső, fecskendő...)
- Mohr-Westphal mérleg, a hozzá tartozó eszközökkel (csipesz, súlyok...)

Mérés leírása: adott 7 minta, egyik tiszta vizet, a másik tiszta alkoholt tartalmazott, a többi ezek valamilyen elegyét. Első módszerként a Mohr-Westphal mérleggel kellett mérnem.

A mérleg – a mérési vezető szerint is – hitelesített volt, hisz súlyok nélkül éppen egyensúlyban volt. Amibe az elegyet öntöttem, és amibe a merülőtestet engedtem, alaposan megtöröltem, majd a merülőtestet is megtisztítottam. Ezután öntöttem csak az elegyet az üvegbe. A víz sűrűségének kimérésével kezdtem, ahogy a feladatban le volt írva. 1-1 mérés végeztével a folyadékot visszaöntöttem a tartójába tölcser segítségével, majd a tölcser is megszáritottam. Meglepő módon mindegyik elegy esetében 0-ra adódott a 3. tizedesjegy a sűrűség mérése során, ahol a sűrűséget g/cm^3 -ben értem. Valamennyi mérés elvégeztével derült ki, hogy a kengyel rossz helyen volt. Így a mérést meg kellett ismételni. Miután valamennyi mérést újra elvégeztem, az adatok szemre is hibásnak tűntek, hisz a tiszta víz sűrűsége $677 g/cm^3$ -re adódott. Ugyanis a mérleg hitelesítése kezdetben a rossz kengyel szerint lett elvégezve. A kengyel jó helyre igazításával azonban a mérleg kezdeti hitelesítettségét elvesztette. Belátható azonban, hogy ezzel a mérési eredmények csak egy konstanssal lettek eltolva. Mivel újabb mérés elvégzésére nem volt lehetőségem, leghitelesebb adatokat akkor nyerhetünk, ha a tiszta víz sűrűségét 1000-nak vesszük, a konstans eltolás értéke pedig a víz valódi sűrűsége mínusz annak mért értéke.

A kétszeres mérés és hibakeresés miatt a sebtében elvégzett mérés a közlekedő edények módszerével esetenként a vártnál nagyobb hibákat hozhatnak. Továbbá figyelembe kell venni, hogy ennél a módszernél könnyen koszolódhatnak az elegyek, mert a csőből az előző mérés alkalmával felszívott folyadék lassan csordogált vissza. Valamelyik másik mérő pedig túl magasra szívhatta a folyadékokat, mert a fecskendőben folyadék volt. Valamint senki sem fordította kellő figyelmet a tölcser tisztítására. Így mind az előző, mind ezen mérési módszernél adódhattak hibák, melyekről mi nem tehattunk. Ennél a módszernél két tálkába (kicsiny kád)ba öntöttem az elegyet, a polcra helyezvén azt az U alakú cső szájaig toltam, hogy az hozzávetőleg 1-2cm-re belelógjon. A fülke, melyben a mérést kellett végezni, akadályozta a szabad mozgást, így nem lehetett az U alakú cső tetejétől 10cm-ig felszívni a folyadékot a fecskendővel. Nehézkés volt továbbá a távmérő használata is (kialakítása révén két kézzel lehet a hossza változtatni, de a szükséges hossz beállításához egyik végét a mérési kezdőhelyen kell tartani). (A rajta található nóniusz pedig csak egy gyenge poén erejéig jó.) A magassághoz illeszthető plexi lap rögzítése szintén körülményes volt, rögzítés pillanatában elmozdult a helyéről és ferdén is állt be, ezért nem csak nehéz volt a szinthez igazítani, de az eredmény is biztosan hoz hibát.

Mérés ábrázolása, értékelése: A Mohr-Westphal módszernél úgy határozható meg a sűrűség, hogy a legnagyobb lovas adja az 1. tizedesjegy értékét, a tized akkora lovas adja a 2. tizedesjegy értékét, a tized ekkora lovas pedig a 3. tizedesjegy értéket adja. A mérleg

kialakítása folytán, helyes kalibráció mellett így a lovasok alapján leolvasható az abszolút sűrűség. Ezt az értéket írtam a táblázatba, melyet grafikusán is ábrázoltam.

Közlekedő edények módszernél a kapott sűrűség értékek (a megfelelő mértékegységben) megfelelnek a folyadékok magasságainak arányának, mert a víz sűrűségét 1g/cm^3 -nek vettem. A feladat kéri, hogy adjuk meg a $\rho_{id}(x)$ egyenesek egyenletét. Ezt megadom a térfogati hányados függvényében. A két mérésben az alkohol sűrűségére elég közeli értéknek adódott. Ezen adatok is az adattáblázatban, ábrázolásuk pedig a grafikonon található.

Az elegy ideálistól való eltérése legnagyobb, ha az elegy összetétele fele víz fele alkohol. Az eltérés közelítéssel egy parabola – tükrözve és eltolva. Grafikusán ezt milliméterpapíron ábrázoltam.

Következtetés: Valóban nem ideális elegy a víz-alkohol elegy. Ennek magyarázata, hogy a nagyobb alkohol molekulák között lévő kicsiny helyre a víz még könnyebben beférhet, mint egy másik alkohol molekula. Ráadásul a víz két H kötés kialakítására is képes. Ennek feltétele, hogy az alkohol oldódjék vízben, mely teljesül is, mert poláris és képes H kötések kialakítására és mérete összevethető a vízmolekulával. Erre szemléletes analógia a mákba szórt cukor összekeverése, vagy a nagy kavicsok közé szórt kisebb kavicsok, esetleg az ehhez szórt homok, valamint az ehhez töltött folyadék.)

A két mérési eljárás között jelentős különbség van. A közlekedő edények módszerével kapott eltérés értékek majdnem kétszer akkora, mint a *Mohr-Westphal* módszerrel mértek. A közlekedő edények módszerénél legalább 2 érték eltér a várthoz képest. Habár itt az ideáliságtól való eltérés nagyobb, ennek ellenére abszolút mértékben is nagyobbak tűnik a hiba. *Mohr-Westphal* módszerrel kisebb sűrűség-eltérés kapunk, és abszolút értékben is kisebbnek tűnik a hiba. Ezekből biztos következtetés nem vonható le, de úgy tűnik, a *Mohr-Westphal* módszer pontosabb, legalábbis pontosabbnak látszó eredményeket kaptam.

Kellő idő és megfelelő eszközökkel mindkét eszközzel sokkal pontosabb mérés végezhető (ebben a mérésben csak 1 mérést kellett végezni, márpedig 1 mérés nem mérés). A közlekedő edények módszerénél pontosabb eredményeket kaphattunk volna, ha

- Megfelelő távolság-mérő eszköz áll rendelkezésünkre
- Lehetőség van több U alakú csővel mérni, vagy az egy darab csövet ki lehet mosni
- Vastagabb átmérőjű a cső, hogy a meniszkusz miatt ne hibázzunk
- Pontosabban állítjuk be a folyadékmagasságot az edényeknél
- Magasabb folyadékoszlopokat hozhatunk létre

A *Mohr-Westphal* módszerrel nagyon pontosan lehet felhajtóerőt számolni, ha használjuk az ezred lovas is. Főképp, ha nem azt várjuk meg, hogy beálljon egyensúlyba a mérleg, hanem ha az egyensúlyok esetén direkt belengetjük azt, és a csillapodását vizsgáljuk. A módszer éppen ezért nagyon érzékeny az emberi figyelmetlenségre: egy kisebb buborék az üveg falán, a merülőtest nem mindig merül a folyadékba, az eszközöket nem tisztítottuk rendesen... Az ilyen, meglehetősen pontos felhajtóerő mérés miatt gondolom, hogy ez a módszer adja a pontosabb eredményt.

Hibaszámitás: elméletben, ebben a mérési elrendezésben a lehetséges hibák a felsoroltakon kívül:

- Közlekedő edények módszerénél a leolvasási pontosság, mely $\pm 0,5\text{mm}$
- *Mohr-Westphal* módszernél a legkisebb alkalmazott lovas tömege, vagyis $\pm 0,0005\text{g} / \text{cm}^3$