**14. feladatlap: Csepp a tengerben[[1]](#footnote-1)**

**Módszertani útmutató**

**1. Téma:** Anyagmennyiség, halmazszerkezet

**2. Felhasználás:** 9. osztály, 45 perces tanóra

**3. Szükséges előzetes ismeretek:**

* Az anyagmennyiség és a moláris mennyiségek kapcsolata.
* A sűrűség fogalma.
* Az oldatösszetételt megadó mennyiségek.
* Alapvető számolási műveletek.

**4. Célok:**

* Az anyagmennyiséggel és az elegyek összetételével kapcsolatos összefüggések ismétlése, elmélyítése.
* A számok normál alakjával való műveletek gyakorlása.
* A térfogatmérés módszerei és hibái.
* A hibák fajtái és csökkentésük lehetőségei.
* A térfogat-kontrakció és a felületi feszültség fogalmának bevezetése vagy alkalmazása.
* Táblázatok és grafikonok használatának gyakorlása.
* A megfigyelőképesség és a manuális készségek fejlesztése a tanulókísérletek során.
* A párban vagy csoportban végzett problémamegoldás gyakoroltatása.

**5. Tananyag:**

* **Ismeret** szint:
  + Az anyagmennyiség fogalma, moláris tömeg.
  + Az oldatok tömeg%-os összetétele, térfogat%-os összetétele.
  + A térfogat-kontrakció fogalma.
  + A felületi feszültség fogalma.
* **Megértés** szint:
  + A felületi feszültség - több más tényező mellett - függ a másodrendű kötések erősségétől és a koncentrációtól.
  + A térfogat-kontrakció oka.
* **Alkalmazás** szint:
  + Anyagmennyiséggel kapcsolatos számolások.
  + Az oldatok tömeg%-os összetételével és térfogat%-os összetételével kapcsolatos számítások.
  + Táblázat alapján sűrűség kiszámítása, becslése.
  + A diák számára korábban ismeretlen képlet használata kapott információk és a mérések alapján.
  + Grafikon használata a következtetésekhez.
* **Magasabb rendű műveletek:**
  + A számolással nyert adatok összehasonlítása. A jellemző paraméterek (térfogatarányok és részecskeszám-arányok) arányának változásának megfigyelése a számolási lépések alatt.
  + A mért adat és az irodalmi adat közötti eltérés értelmezése. Hibakeresés.
  + Tapasztalatok alapján következtetések, szabályok megállapítása (felületi feszültség – csepptérfogat és csepptömeg, felületi feszültség – cseppalak).

**6. Módszertani megfontolások:**

* A feladatlap megoldása az „Anyagi rendszerek” tematikus egységben javasolt, a folyadékok halmazállapota és az oldatok töménységének megbeszélése után. Így az előzetes ismeretként szükséges fogalmak tárgyalására már sor került.
* A feladatlapot célszerű csoportmunkában (csoportonként három, esetleg kettő diák) végeztetni.
* A feladatlap feldolgozása során alkalom nyílik a mérések elvének, a mérés hibájának megbeszélésére, a mért és ebből számított adat és az irodalmi adat összehasonlítására. Érdemes megbeszélni a mérések ismétlésének, megismételhetőségének kérdését, és összehasonlítani az egyes diákcsoportok eredményeit. Annak ellenére, hogy maguk a csepptérfogatok feltehetőleg különbözőek lesznek, a térfogatarányoknak és a részecskeszám-arányoknak hasonlóaknak kell lenniük. Erre föl kell hívni a tanulók figyelmét. Vegyék észre, hogy a csepptérfogat függ a cseppentő végének (a kapilláris) átmérőjétől, de azonos eszköz használatakor, különböző folyadékok esetén a csepptérfogatok aránya már csak a folyadék intenzív fizikai tulajdonságaitól (sűrűségtől és felületi feszültségtől) függ.
* Mivel a cseppek térfogata függ a kapilláris végének átmérőjétől (a folyadék sűrűsége és felületi feszültsége mellett), ezért célszerű egyetlen térfogatmérő eszközzel dolgozniuk a diákoknak, és azt a mérendő folyadékkal minden alkalommal át kell öblíteni.
* Az abszolút (100%-os) alkohol helyett olcsóbb, ha kereskedelmi „tiszta” alkoholt (ún. tiszta szeszt) használunk. Ha ennek a tényleges, 95,6%-kos töménységével számolnánk, akkor nem lehetne összehasonlítani az alkohol – víz részecskeszám-arányokat. Didaktikailag jobb, ha a diák 100%-os alkohollal gondolkodik, számol, és a mérés szempontjából a két eredmény (csepptérfogat, felületi feszültség) értékében lényegesen nem tér el egymástól.
* Mind a három típusú feladatlap kiegészíthető egy (pl. a 3.d rész után beszúrható) térfogati kontrakcióról szóló számolási-elméleti résszel, amelyet a tanári változatban lehet megtalálni, a diákok feladatlapja nem tartalmazza. Ezt a jól dolgozó, jól számoló, gyakorlottan kísérletező diákoknak adhatjuk ki, esetleg szakköri keretekben végeztethetjük el. Tekintettel arra, hogy ez a rész kísérletet nem tartalmaz, csak azok eredményére támaszkodik, házi feladatnak is feladható.
* A 3. típusú feladatlap két változatban készült: egy egyszerűsített és egy összetett formában. Az egyszerűsített feladatlapot kitöltőknek nem kell választaniuk a térfogatmérő eszközök között, míg az összetett feladatlaphoz olyan eszközkészletet kell a diák számára összekészíteni, amelyben a térfogatmérő eszközök közül is választhat. Ez utóbbi időigényesebb lehet, de tehetségesebb diákok számára ajánlható (így akár differenciált csoportmunkához is alkalmazható).
* A kipróbálások tapasztalatai alapján ezeknek a feladatlapoknak a megoldására nem minden esetben elegendő egy 45 perces tanóra. Ha nem áll rendelkezésre hosszabb idő, akkor javasolt a számolásokat házi feladatként föladni.
* Ha egy tanár kolléga úgy gondolja, hogy e feladatlapok egyszerűbb, kevesebb, és a kémia tananyaghoz szorosabban kapcsolódó számolást tartalmazó változatát szeretné elvégeztetni a diákjaival, akkor a számára a jelen feladatlapok alapjául szolgáló, az alábbi linken elérhető változatot ajánljuk: Nagy Mária: Csepp a tengerben (IBST feladatsor – Anyagmennyiség és elegyösszetétel; utoljára megtekintve: 2018. augusztus 29. http://www.chem.elte.hu/departments/modszertani/fellap2.html).

**7. Technikai segédlet:**

* **Anyagok és eszközök**
* A feladatlap kísérleteihez:
  + desztillált víz (esetleg ioncserélt)
  + etil-alkohol[[2]](#footnote-2) (abszolút), az abszolút alkohol helyett használhatunk tiszta szeszt (95,6%-os alkoholt) is, de a diák számolásának egyszerűsítésére akkor is címkézzük abszolútként
  + 1:1 térfogatarányban kevert etanol–víz elegy
  + csoportonként 1 db tálca
  + csoportonként 3 db folyadéküveg, amely a vizet, az abszolút alkoholt és az 1:1 térfogatarányú alkohol-víz elegyet tartalmazza, a desztillált víz lehet palackban is
  + csoportonként 3 db 25 cm3-es (vagy nagyobb) főzőpohár
  + csoportonként 1 db 100 cm3-es főzőpohár hulladékgyűjtőnek
  + csoportonként 1-1 db osztott pipetta vagy Pasteur-pipetta vagy kis térfogatú (2 vagy 5 milliliteres) orvosi fecskendő vagy büretta (de mindenképpen legyen legalább egy eszköz, amely térfogatjelzéssel van ellátva!) (Az 1., a 2., és az egyszerűsített 3. típusú feladatlaphoz egyetlen egy elég ebből a listából, de az összetett 3. típusú feladatlaphoz osztott pipetta[[3]](#footnote-3) mindenképpen legyen a tálcán. Továbbá az összetett 3. típusú feladatlap esetében jó, ha legalább még egy, az osztott pipettához képest kevésbé pontos mérőeszköz is a tanulók rendelkezésére áll.)
  + egyszerű cseppentő (csak az összetett 3. típusú feladatlaphoz)
  + csoportonként 1 db 10 cm3-es mérőhenger (csak az összetett 3. típusú feladatlaphoz)
  + csoportonként papírtörlő
  + esetleg védőszemüveg, gumikesztyű
* **Előkészítés:**
* Az osztály (tanulócsoport) minden tagja számára ki kell nyomtatni az előzetes beosztásnak megfelelő típusú feladatlapot (a piros betűs szöveg törlése után) és 1 példányban a tanári változatot is.
* Minden csoportnak készítsünk elő egy tálcát, amelyen a szükséges eszközök és anyagok vannak.
* Az előkészített tálca fényképe a következő:
  + 1., 2. és egyszerűsített 3. típusú feladatlaphoz



* + összetett 3. típusú feladatlaphoz



* **Balesetvédelem**
  + Ügyelni kell arra, hogy az alkohol gyúlékony, ezért nyílt láng ne legyen a tálcák közelében.
  + Óvakodni kell az alkohol szembe vagy bőrre kerülésétől. Amennyiben előfordulna, a szemből szemmosó folyadékkal, bőrről bő vízzel kell eltávolítani.
  + Ügyeljünk, hogy a diák ne nyelhesse le az alkoholt. Nagyobb mennyiség lenyelése esetén orvost kell hívni, vagy orvoshoz kell vinni.
* **Hulladékkezelés**
  + Az anyagok hígítás után veszélytelenek, ezért lefolyóba önthetők.

**Csepp a tengerben** (1. típus: receptszerű változat)

Hány csepp víz lehet vajon a tengerekben? Megszámolni nyilván lehetetlen, de közelítőleg azért meg tudjuk határozni. Kiindulhatunk abból, hogy a Föld vízkészlete kb. 1383 millió km3. Ennek 97,4%-a van a világtengerben. Így már csak 1 vízcsepp térfogatát kell megmérnünk ahhoz, hogy közelítőleg ki tudjuk számolni az eredményt. (Miért csak közelítőleg? Milyen egyszerűsítéseket, elhanyagolásokat teszünk?) Ezzel a feladatsorral folyadékcseppeket fogunk vizsgálni: azok térfogatát és alakját, valamint kiszámítjuk a bennük lévő anyag mennyiségét és a részecskék számát. A cseppek térfogatából (a folyadék sűrűségének segítségével) kiszámolható a folyadék felületi feszültsége is, ami viszont a részecskék közötti összetartó erő nagyságára utal.

**1. Kísérlet:** Mérjétek meg egyetlen csepp víz térfogatát a tálcán található eszközök segítségével.

a) Szívjatok fel Pasteur-pipettába (vagy fecskendőbe vagy pipettába) vizet, és csepegtessek ki 1,0 cm3-t belőle egy főzőpohárba! Számoljátok meg a kicsepegő cseppek számát! Figyeljétek meg a cseppentő végén lévő csepp alakját! Esetleg készítsetek róla fényképet!

b) A mérést ismételjétek meg kétszer! Átlagoljátok a mért adatokat!

c) Számítsátok ki egyetlen vízcsepp térfogatát!

Töltsétek ki a táblázatot! A víz sűrűsége (a Négyjegyű függvénytáblázat alapján, 20 °C-on) **víz = 0,998 g/cm3. Az eredmények megadásakor gondoljatok arra, hogy milyen pontossággal mértetek! (Hány értékes jegyet lehet megadni az eredményben?)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1,0 cm3 vízben a cseppek száma: ……… db, ……… db, ……… db átlag: **……….** db | | | |
| 1 csepp … | | | |
| víz térfogata | víz tömege | vízben található molekulák anyagmennyisége | vízben található molekulák száma |
| *V* = …..…….. cm3 | *m* = ……..…..g | *n* = …..……… mol | *N* = ……..……db |

Miért kellett legalább háromszor elvégezni a mérést?

…………………………………………………………………………………….……………………………………………………………………………………..

……………………………………………………………………………………………………….……………………………………………………………………

Hány csepp víz van tehát a világtengerben? ..................................................................................................................................................................................

……………………………………………………………………………………………………….………………………………………………......................

**2. Kísérlet:** Az előzőekhez hasonlóan határozzátok meg 1 csepp vízmentes („abszolút”) alkohol (etanol, C2H5-OH) ugyanazon adatait, mint az 1. kísérletben a víz esetében tettétek, ezúttal víz helyett alkoholt használva! (A mérés előtt öblítsétek át a térfogatmérő eszközt az új folyadékkal!) Most is figyeljétek meg a cseppentő végén lévő csepp alakját! Esetleg készítsetek róla fényképet! Töltsétek ki a táblázatot! Az abszolút alkohol sűrűsége (a Négyjegyű függvénytáblázat alapján, 20 °C-on) 0,789 g/cm3.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1,0 cm3 alkoholban a cseppek száma: ……… db, ……… db, ……… db átlag: **……….** db | | | |
| 1 csepp … | | | |
| alkohol térfogata | alkohol tömege | alkoholban található molekulák anyagmennyisége | alkoholban található molekulák száma |
| *V* = …..…….. cm3 | *m* = ……..…..g | *n* = …..……… mol | *N* = ……..……db |

**Magyarázatok:** A következő szöveget olvassátok el, majd a szövegben **húzzátok át** a **nem igaz** részeket vagy **húzzátok alá** vagy **keretezzétek be** a helyes részeket, és egészítsétek ki a hiányos mondatot!

a) A folyadékok belsejében lévő részecskékre minden irányból hat összetartó erő, így a részecskékre ható erők eredője nulla. Ezzel szemben a felületén lévő részecskékre lényegében csak a folyadék irányából hat erő, tehát az eredő erők összege nem nulla, hanem a folyadék belsejébe mutat. Ezért is lenne gravitáció nélkül a folyadékcsepp alakja gömb. A felületen lévő részecskékre ható eredő erővel arányos mennyiség a **felületi feszültség** (jele: **mértékegysége N/m). Ennek értéke annál nagyobb, minél erősebbek a kölcsönhatások a folyadék részecskéi közt. A lecseppenő folyadékcsepp tömege egyenesen arányos a felületi feszültséggel. A vízcsepp térfogata **kisebb/nagyobb**, mint az alkoholcsepp térfogata, továbbá a víz sűrűsége **kisebb/nagyobb**, ezért a vízcsepp tömege is **kisebb/nagyobb**, mint az alkoholé. Így következik, hogy a víz felületi feszültsége **kisebb/nagyobb**, mint az alkoholé. Mindezekből pedig következik, hogy a víz molekulái közötti másodrendű kötések **erősebbek/gyengébbek**, mint az alkohol molekulái közötti kötések.

Hasonlítsátok össze 1 csepp víz és 1 csepp alkohol térfogatarányát, illetve molekulaszám-arányát!

*V*(1 csepp víz) : *V*(1 csepp alkohol) = ................. *N*víz : *N*alkohol = .............

b) Mi az oka a fent meghatározott arányoknak?

……………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………………….…………………………………………………...………………

c) Milyen különbség van a vízcsepp és az alkoholcsepp alakja között? …………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

……………………………………………………………………………………………………….……………………………………………………………………

**Magyarázat:** Minél **kisebb/nagyobb** a folyadék felületi feszültsége, a lecseppenő csepp alakja annál kevésbé nyúlt alakú, annál jobban hasonlít egy gömbre.

|  |  |
| --- | --- |
| **tömeg%** | ****(g/cm3)** |
| 30 | 0,9538 |
| 35 | 0,9449 |
| 40 | 0,9352 |
| 45 | 0,9247 |
| 50 | 0,9138 |
| 55 | 0,9026 |
| 100 | 0,7893 |

*Etanol-víz elegy tömeg%-os etanoltartalma és sűrűsége (g/cm3)*

**3. Kísérlet:** 10,0 cm3 víz (A) és 10,0 cm3 etanol (B) elegyítésével készült elegyet vizsgálunk.

a) Mekkora az elegy tömege? *m* = *m*A + *m*B = ( ............ + ...............) g = ...... g

b) Hány tömeg% etanol van az elegyben? *w*B = *m*B / *m* = ............. = ......... %

c) A táblázat alapján határozzátok meg az elegy sűrűségét! *ρ* = ...............g/cm3

d) Mekkora az elegy össztérfogata? *V* = *m*/*ρ* = ..................... cm3

e) Mérjétek meg a korábban használt módszerrel, mekkora az elegy 1 cseppjének térfogata!

1,0 cm3 elegyben a cseppek száma: ……… db, ……… db, ……… db átlag: **……….** db

*V*1 csepp = ….... cm3

f) Ha két folyadékból azonos térfogatot kicsepegtetve (ugyanabból az eszközből) a cseppek számát megmérjük (jelölése *n*, ami nem tévesztendő össze az anyagmennyiség jelével!), akkor a felületi feszültségre (**) a következő összefüggés áll fenn:

Számítsátok ki a vízmentes alkohol és az etanol-víz elegy felületi feszültségét, ha tudjuk, hogy a vízé 72⋅10-3N/m (=72 mN/m, azaz millinewton/méter)!

**etanol = …………mN/m **elegy = …………mN/m

g) Mire következtettek a kapott értékekből? ………………………………………………………………………………………...……………

Figyeljétek meg a következő ábrát!

h) Milyen összefüggést mutat az ábra?

……………………………………………………………………..………............…………………………………………………………….…………………

i) Az általatok mért értékek mennyire egyeznek jól a grafikonról leolvashatóval? Mi lehet az eltérés oka?

…………………………………………………………………….………………………………………………………….……………………….………………

…………………………………………………………………….………………………………………………………….……………………….………………

**Csepp a tengerben** (2. típus: receptszerű változat + a kísérlettervezés elmélete)

Hány csepp víz lehet vajon a tengerekben? Megszámolni nyilván lehetetlen, de közelítőleg azért meg tudjuk határozni. Kiindulhatunk abból, hogy a Föld vízkészlete kb. 1383 millió km3. Ennek 97,4%-a van a világtengerben. Így már csak 1 vízcsepp térfogatát kell megmérnünk ahhoz, hogy közelítőleg ki tudjuk számolni az eredményt. (Miért csak közelítőleg? Milyen egyszerűsítéseket, elhanyagolásokat teszünk?) Ezzel a feladatsorral folyadékcseppeket fogunk vizsgálni: azok térfogatát és alakját, valamint kiszámítjuk a bennük lévő anyag mennyiségét és a részecskék számát. A cseppek térfogatából (a folyadék sűrűségének segítségével) kiszámolható a folyadék felületi feszültsége is, ami viszont a részecskék közötti összetartó erő nagyságára utal.

**1. Kísérlet:** Mérjétek meg egyetlen csepp víz térfogatát a tálcán található eszközök segítségével.

a) Szívjatok fel Pasteur-pipettába (vagy fecskendőbe vagy pipettába) vizet, és csepegtessek ki 1,0 cm3-t belőle egy főzőpohárba! Számoljátok meg a kicsepegő cseppek számát! Figyeljétek meg a cseppentő végén lévő csepp alakját! Esetleg készítsetek róla fényképet!

b) A mérést ismételjétek meg kétszer! Átlagoljátok a mért adatokat!

c) Számítsátok ki egyetlen vízcsepp térfogatát!

Töltsétek ki a táblázatot! A víz sűrűsége (a Négyjegyű függvénytáblázat alapján, 20 °C-on) **víz = 0,998 g/cm3. Az eredmények megadásakor gondoljatok arra, hogy milyen pontossággal mértetek! (Hány értékes jegyet lehet megadni az eredményben?)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1,0 cm3 vízben a cseppek száma: ……… db, ……… db, ……… db átlag: **……….** db | | | |
| 1 csepp … | | | |
| víz térfogata | víz tömege | vízben található molekulák anyagmennyisége | vízben található molekulák száma |
| *V* = …..…….. cm3 | *m* = ……..…..g | *n* = …..……… mol | *N* = ……..……db |

Miért kellett legalább háromszor elvégezni a mérést?

…………………………………………………………………………………….……………………………………………………………………………………..

……………………………………………………………………………………………………….……………………………………………………………………

Hány csepp víz van tehát a világtengerben? ..................................................................................................................................................................................

……………………………………………………………………………………………………….………………………………………………......................

A mérés tervezése során figyelembe vettük, hogy egy csepp folyadék térfogata csak nagy bizonytalansággal mérhető meg. Megmérhettük volna 10, 20 stb. csepp térfogatát is, de ekkor is bizonytalan lehet a térfogat leolvasása, hiszen előfordulhat, hogy a térfogatmérő eszköz két jelzése közé esik a 10., 20. stb. csepp térfogata, így ekkor is becsülni kell. Ezért inkább két pontosan megadott jel között, adott térfogatú folyadékból kicsepegtethető cseppek számát mértük meg többször is, és így kaptunk egy átlagtérfogatot. **Minden mérésnek van hibája**. A **véletlen hiba a mérések számának növelésével csökkenthető**. Ezért a méréseket minimum háromszor kell elvégezni. **A rendszeres hibát** a rendelkezésünkre álló **legpontosabb mérőeszköz és mérési módszer** alkalmazásával, a **mérőeszköz kalibrálásával** (pontosabb mérőeszközzel való összehasonlítással) csökkenthetjük.

**2. Kísérlet:** Az előzőekhez hasonlóan határozzátok meg 1 csepp vízmentes („abszolút”) alkohol (etanol, C2H5-OH) ugyanazon adatait, mint az 1. kísérletben a víz esetében tettétek, ezúttal víz helyett alkoholt használva! (A mérés előtt öblítsétek át a térfogatmérő eszközt az új folyadékkal!) Most is figyeljétek meg a cseppentő végén lévő csepp alakját. Esetleg készítsetek róla fényképet! Töltsétek ki a táblázatot! Az abszolút alkohol sűrűsége (a Négyjegyű függvénytáblázat alapján, 20 °C-on) 0,789 g/cm3.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1,0 cm3 alkoholban a cseppek száma: ……… db, ……… db, ……… db átlag: **……….** db | | | |
| 1 csepp … | | | |
| alkohol térfogata | alkohol tömege | alkoholban található molekulák anyagmennyisége | alkoholban található molekulák száma |
| *V* = …..…….. cm3 | *m* = ……..…..g | *n* = …..……… mol | *N* = ……..……db |

**Magyarázatok:** A következő szöveget olvassátok el, majd a szövegben **húzzátok át** a **nem igaz** részeket vagy **húzzátok alá** vagy **keretezzétek be** a helyes részeket, és egészítsétek ki a hiányos mondatot!

a) A folyadékok belsejében lévő részecskékre minden irányból hat összetartó erő, így a részecskékre ható erők eredője nulla. Ezzel szemben a felületén lévő részecskékre lényegében csak a folyadék irányából hat erő, tehát az eredő erők összege nem nulla, hanem a folyadék belsejébe mutat. Ezért is lenne gravitáció nélkül a folyadékcsepp alakja gömb. A felületen lévő részecskékre ható eredő erővel arányos mennyiség a **felületi feszültség** (jele: **mértékegysége N/m). Ennek értéke annál nagyobb, minél erősebbek a kölcsönhatások a folyadék részecskéi közt. A lecseppenő folyadékcsepp tömege egyenesen arányos a felületi feszültséggel. A vízcsepp térfogata **kisebb/nagyobb**, mint az alkoholcsepp térfogata, továbbá a víz sűrűsége **kisebb/nagyobb**, ezért a vízcsepp tömege is **kisebb/nagyobb**, mint az alkoholé. Így következik, hogy a víz felületi feszültsége **kisebb/nagyobb**, mint az alkoholé. Mindezekből pedig következik, hogy a víz molekulái közötti másodrendű kötések **erősebbek/gyengébbek**, mint az alkohol molekulái közötti kötések.

Hasonlítsátok össze 1 csepp víz és 1 csepp alkohol térfogatarányát, illetve molekulaszám-arányát!

*V*(1 csepp víz) : *V*(1 csepp alkohol) = ................. *N*víz : *N*alkohol = .............

b) Mi az oka a fent meghatározott arányoknak?

……………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………………….…………………………………………………...………………

c) Milyen különbség van a vízcsepp és az alkoholcsepp alakja között?

…………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

……………………………………………………………………………………………………….……………………………………………………………………

**Magyarázat:** Minél **kisebb/nagyobb** a folyadék felületi feszültsége, a lecseppenő csepp alakja annál kevésbé nyúlt alakú, annál jobban hasonlít egy gömbre.

|  |  |
| --- | --- |
| **tömeg%** | ****(g/cm3)** |
| 30 | 0,9538 |
| 35 | 0,9449 |
| 40 | 0,9352 |
| 45 | 0,9247 |
| 50 | 0,9138 |
| 55 | 0,9026 |
| 100 | 0,7893 |

*Etanol-víz elegy tömeg%-os etanoltartalma és sűrűsége (g/cm3)*

**3. Kísérlet:** 10,0 cm3 víz (A) és 10,0 cm3 etanol (B) elegyítésével készült elegyet vizsgálunk.

a) Mekkora az elegy tömege? *m* = *m*A + *m*B = ( ............ + ...............) g = ...... g

b) Hány tömeg%-os etanol van az elegyben? *w*B = *m*B / *m* = ............. = ......... %

c) A táblázat alapján határozzátok meg az elegy sűrűségét! *ρ* = ...............g/cm3

d) Mekkora az elegy össztérfogata? *V* = *m*/*ρ* = ..................... cm3

e) Mérjétek meg a korábban használt módszerrel, mekkora az elegy 1 cseppjének térfogata!

1,0 cm3 elegyben a cseppek száma: ……… db, ……… db, ……… db átlag: **……….** db

*V*1 csepp = ….... cm3

f) Ha két folyadékból azonos térfogatot kicsepegtetve (ugyanabból az eszközből) a cseppek számát megmérjük (jelölése *n*, ami nem tévesztendő össze az anyagmennyiség jelével!), akkor a felületi feszültségre (**) a következő összefüggés áll fenn:

(A három kísérlet során azért mértük meg egyenlő térfogatú folyadékokban a cseppek számát, hogy a fenti képletet jól használhassuk.)

Számítsátok ki a vízmentes alkohol és az etanol-víz elegy felületi feszültségét, ha tudjuk, hogy a vízé 72⋅10-3 N/m (=72 mN/m, azaz millinewton/méter)!

**etanol = …………mN/m **elegy = …………mN/m

g) Mire következtettek a kapott értékekből? ………………………………………………………………………..……………………………

……………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………

Figyeljétek meg a következő ábrát!

h) Milyen összefüggést mutat az ábra?

……………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………

i) Az általatok mért értékek mennyire egyeznek jól a grafikonról leolvashatóval? Mi lehet az eltérés oka?

……………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………

**Csepp a tengerben** (egyszerűsített 3. típus: kísérlettervező változat)

Hány csepp víz lehet vajon a tengerekben? Megszámolni nyilván lehetetlen, de közelítőleg azért meg tudjuk határozni. Kiindulhatunk abból, hogy a Föld vízkészlete kb. 1383 millió km3. Ennek 97,4%-a van a világtengerben. Így már csak 1 vízcsepp térfogatát kell megmérnünk ahhoz, hogy közelítőleg ki tudjuk számolni az eredményt. (Miért csak közelítőleg? Milyen egyszerűsítéseket, elhanyagolásokat teszünk?) Ezzel a feladatsorral folyadékcseppeket fogunk vizsgálni: azok térfogatát és alakját, valamint kiszámítjuk a bennük lévő anyag mennyiségét és a részecskék számát. A cseppek térfogatából (a folyadék sűrűségének segítségével) kiszámolható a folyadék felületi feszültsége is, ami viszont a részecskék közötti összetartó erő nagyságára utal.

**1. Kísérlet:** Mérjétek meg egyetlen csepp víz térfogatát a tálcán található eszközök segítségével! Figyeljétek meg a lecseppenés előtt a csepp alakját! Esetleg készítsetek róla fényképet!

Egyetlen csepp térfogatának megmérése nagyon nehéz, nagypontosságú műszerek kellenek hozzá. Ezek most nem állnak rendelkezésünkre, de **több csepp térfogatának** mérésére alkalmas eszközöket találhattok a tálcán. Gondoljátok végig, hogyan tudtok minél pontosabb térfogatadatot mérni, számítani egyetlen átlagos cseppre. **Minden mérésnek van hibája**. **A véletlen hiba a mérések számának növelésével csökkenthető. A rendszeres hibát** a rendelkezésünkre álló **legpontosabb mérőeszköz és mérési módszer** alkalmazásával, a **mérőeszköz kalibrálásával** (pontosabb mérőeszközzel való összehasonlítással) csökkenthetjük.

A mérés terve: .....................................................................................................................................................

..............................................................................................................................................................................

Milyen módokon növeltétek a mérés pontosságát? Hogyan próbáltátok csökkenteni a véletlen hibát?

..............................................................................................................................................................................

..............................................................................................................................................................................

Töltsétek ki a táblázatot! A víz sűrűsége (a Négyjegyű függvénytáblázat alapján, 20 °C-on) **víz = 0,998 g/cm3. Az eredmények megadásakor gondoljatok arra, hogy milyen pontossággal mértetek! (Hány értékes jegyet lehet megadni az eredményben?)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| A víz össztérfogata: *V* (cm3) | | | Ebben a térfogatban lévő cseppek száma: | |
|  | | | átlag: ………….db | |
| 1 csepp … | | | | |
| víz térfogata | víz tömege | vízben található molekulák anyagmennyisége | | vízben található molekulák száma |
| *V* = …..…….. cm3 | *m* = ……..…..g | *n* = …..……… mol | | *N* = ……..……db |

Hány csepp víz van tehát a világtengerben?

..................................................................................................................................................................................

……………………………………………………………………………………………………….………………………………………………......................

**2. Kísérlet:** Az előzőhöz hasonlóan határozzátok meg 1 csepp abszolút alkohol (etanol, C2H5-OH) ugyanazon adatait, mint az első kísérletben a víz esetében tettétek, ezúttal víz helyett alkoholt használva! (A mérés előtt öblítsétek át a térfogatmérő eszközt az új folyadékkal!) Most is figyeljétek meg a cseppentő végén lévő csepp alakját! Esetleg készítsetek róla fényképet! A mérések jobb összehasonlíthatóságának érdekében célszerű ugyanakkora térfogatú alkoholmennyiséget választani.

Töltsétek ki a táblázatot! Az abszolút alkohol sűrűsége (a Négyjegyű függvénytáblázat alapján, 20 °C-on) 0,789 g/cm3.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Az alkohol össztérfogata: *V* (cm3) | | | Ebben a térfogatban lévő cseppek száma: | |
|  | | | átlag: ………….db | |
| 1 csepp … | | | | |
| alkohol térfogata | alkohol tömege | alkoholban található molekulák anyagmennyisége | | alkoholban található molekulák száma |
| *V* = …..…….. cm3 | *m* = ……..…..g | *n* = …..……… mol | | *N* = ……..……db |

**Magyarázatok:** A következő szöveget olvassátok el, majd a szövegben **húzzátok át** a **nem igaz** részeket vagy **húzzátok alá** vagy **keretezzétek be** a helyes részeket, és egészítsétek ki a hiányos mondatot!

a) A folyadékok belsejében lévő részecskékre minden irányból hat összetartó erő, így a részecskékre ható erők eredője nulla. Ezzel szemben a felületén lévő részecskékre lényegében csak a folyadék irányából hat erő, tehát az eredő erők összege nem nulla, hanem a folyadék belsejébe mutat. Ezért is lenne gravitáció nélkül a folyadékcsepp alakja gömb. A felületen lévő részecskékre ható eredő erővel arányos mennyiség a **felületi feszültség** (jele: **mértékegysége N/m). Ennek értéke annál nagyobb, minél erősebbek a kölcsönhatások a folyadék részecskéi közt. A lecseppenő folyadékcsepp tömege egyenesen arányos a felületi feszültséggel. A vízcsepp térfogata **kisebb/nagyobb**, mint az alkoholcsepp térfogata, továbbá a víz sűrűsége **kisebb/nagyobb**, ezért a vízcsepp tömege is **kisebb/nagyobb**, mint az alkoholé. Így következik, hogy a víz felületi feszültsége **kisebb/nagyobb**, mint az alkoholé. Mindezekből pedig következik, hogy a víz molekulái közötti másodrendű kötések **erősebbek/gyengébbek**, mint az alkohol molekulái közötti kötések.

Hasonlítsátok össze 1 csepp víz és 1 csepp alkohol térfogatarányát, illetve molekulaszám-arányát!

*V*(1 csepp víz) : *V*(1 csepp alkohol) = ................. *N*víz : *N*alkohol = .............

b) Mi az oka a fent meghatározott arányoknak?

……………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………………….…………………………………………………...………………

c) Milyen különbség van a vízcsepp és az alkoholcsepp alakja között? …………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

……………………………………………………………………………………………………….……………………………………………………………………

**Magyarázat:** Minél **kisebb/nagyobb** a folyadék felületi feszültsége, a lecseppenő csepp alakja annál kevésbé nyúlt alakú, annál jobban hasonlít egy gömbre.

|  |  |
| --- | --- |
| **tömeg%** | ****(g/cm3)** |
| 30 | 0,9538 |
| 35 | 0,9449 |
| 40 | 0,9352 |
| 45 | 0,9247 |
| 50 | 0,9138 |
| 55 | 0,9026 |
| 100 | 0,7893 |

*Etanol-víz elegy tömeg%-os etanoltartalma és sűrűsége (g/cm3)*

**3. Kísérlet:** 10,0 cm3 víz (A) és 10,0 cm3 etanol (B) elegyítésével készült elegyet vizsgálunk.

a) Mekkora az elegy tömege? *m* = *m*A + *m*B = ( ............ + ...............) g = ...... g

b) Hány tömeg% etanol van az elegyben? *w*B = *m*B / *m* = ............. = ......... %

c) A táblázat alapján határozzátok meg az elegy sűrűségét! *ρ* = ...............g/cm3

d) Mekkora az elegy össztérfogata? *V* = *m*/*ρ* = ..................... cm3

e) Mérjétek meg a korábban használt módszerrel, mekkora az elegy 1 cseppjének térfogata!

1,0 cm3 elegyben a cseppek száma: ……… db, ……… db, ……… db átlag: **……….** db

*V*1 csepp = ….... cm3

f) Ha két folyadékból azonos térfogatot kicsepegtetve (ugyanabból az eszközből) a cseppek számát megmérjük (jelölése *n*, ami nem tévesztendő össze az anyagmennyiség jelével!), akkor a felületi feszültségre (**) a következő összefüggés áll fenn:

Számítsátok ki a vízmentes alkohol és az etanol-víz elegy felületi feszültségét, ha tudjuk, hogy a vízé 72⋅10-3 N/m (=72 mN/m, azaz millinewton/méter)!

**etanol = …………mN/m **elegy = …………mN/m

g) Mire következtettek a kapott értékekből? ………………………………………………………………………………………...……………

Figyeljétek meg a következő ábrát!

h) Milyen összefüggést mutat az ábra?

…………………………………………………….……………………

…………………………………………………….……………………

…………………………………………………….……………………

i) Az általatok mért értékek mennyire egyeznek jól a grafikonról leolvashatóval? Mi lehet az eltérés oka?

…….………………………………………………………….…………………………………………………………………….……………………………………

**Csepp a tengerben** (összetett 3. típus: kísérlettervező változat)

Hány csepp víz lehet vajon a tengerekben? Megszámolni nyilván lehetetlen, de közelítőleg azért meg tudjuk határozni. Kiindulhatunk abból, hogy a Föld vízkészlete kb. 1383 millió km3. Ennek 97,4%-a van a világtengerben. Így már csak 1 vízcsepp térfogatát kell megmérnünk ahhoz, hogy közelítőleg ki tudjuk számolni az eredményt. (Miért csak közelítőleg? Milyen egyszerűsítéseket, elhanyagolásokat teszünk?) Ezzel a feladatsorral folyadékcseppeket fogunk vizsgálni: azok térfogatát és alakját, valamint kiszámítjuk a bennük lévő anyag mennyiségét és a részecskék számát. A cseppek térfogatából (a folyadék sűrűségének segítségével) kiszámolható a folyadék felületi feszültsége is, ami viszont a részecskék közötti összetartó erő nagyságára utal.

**1. Kísérlet:** Mérjétek meg egyetlen csepp víz térfogatát a tálcán található eszközök valamelyikének segítségével. Figyeljétek meg a lecseppenés előtt a csepp alakját! Esetleg készítsetek róla fényképet!

Egyetlen csepp térfogatának megmérése nagyon nehéz, nagypontosságú műszerek kellenek hozzá. Ezek most nem állnak rendelkezésünkre, de több csepp térfogatának mérésére alkalmas eszközöket találhattok a tálcán. Gondoljátok végig, hogyan tudtok minél pontosabb térfogatadatot mérni, számítani egyetlen átlagos cseppre. A mérőhenger betöltésre hitelesített eszköz: azaz azt a térfogatot mutatja pontosan, amennyi folyadék benne van, a fecskendő, Pasteur-pipetta és az osztott pipetta kifolyásra hitelesített eszköz, azaz azt a térfogatot mutatja, amennyi folyadék belőle kifolyt. A mérőhenger a párolgásra érzékenyebb, míg a fecskendő, a pipetta gátolja a párolgást. **Minden mérésnek van hibája. A véletlen hiba a mérések számának növelésével csökkenthető. A rendszeres hibát** a rendelkezésünkre álló **legpontosabb mérőeszköz és mérési módszer** alkalmazásával, a **mérőeszköz kalibrálásával** (pontosabb mérőeszközzel való összehasonlítással) csökkenthetjük.

Milyen eszközöket választottatok?......................................................................................................................

A mérés terve: .....................................................................................................................................................

................................................................................................................................................................................

Milyen módokon növeltétek a mérés pontosságát? Hogyan próbáltátok csökkenteni a véletlen hibát és hogyan a rendszeres hibát? ................................................................................................................................................

...............................................................................................................................................................................

Töltsétek ki a táblázatot! A víz sűrűsége (a Négyjegyű függvénytáblázat alapján, 20 °C-on) **víz = 0,998 g/cm3. Az eredmények megadásakor gondoljatok arra, hogy milyen pontossággal mértetek! (Hány értékes jegyet lehet megadni az eredményben?)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| A víz össztérfogata: *V* (cm3) | | | Ebben a térfogatban lévő cseppek száma: | |
|  | | | átlag: ………….db | |
| 1 csepp … | | | | |
| víz térfogata | víz tömege | vízben található molekulák anyagmennyisége | | vízben található molekulák száma |
| *V* = …..…….. cm3 | *m* = ……..…..g | *n* = …..……… mol | | *N* = ……..……db |

Hány csepp víz van tehát a világtengerben?

..................................................................................................................................................................................

……………………………………………………………………………………………………….………………………………………………......................

**2. Kísérlet:** Az előzőhöz hasonlóan határozzátok meg 1 csepp abszolút alkohol (etanol, C2H5-OH) ugyanazon adatait, mint az első kísérletben a víz esetében tettétek, ezúttal víz helyett alkoholt használva! (A mérés előtt öblítsétek át a térfogatmérő eszközt az új folyadékkal!) Most is figyeljétek meg a cseppentő végén lévő csepp alakját! Esetleg készítsetek róla fényképet! A mérések jobb összehasonlíthatóságának érdekében célszerű ugyanakkora térfogatú alkoholmennyiséget választani.

Töltsétek ki a táblázatot! Az abszolút alkohol sűrűsége (a Négyjegyű függvénytáblázat alapján, 20 °C-on) 0,789 g/cm3.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Az alkohol össztérfogata: *V* (cm3) | | | Ebben a térfogatban lévő cseppek száma: | |
|  | | | átlag: ………….db | |
| 1 csepp … | | | | |
| alkohol térfogata | alkohol tömege | alkoholban található molekulák anyagmennyisége | | alkoholban található molekulák száma |
| *V* = …..…….. cm3 | *m* = ……..…..g | *n* = …..……… mol | | *N* = ……..……db |

**Magyarázatok:** A következő szöveget olvassátok el, majd a szövegben **húzzátok át** a **nem igaz** részeket vagy **húzzátok alá** vagy **keretezzétek be** a helyes részeket, és egészítsétek ki a hiányos mondatot!

a) A folyadékok belsejében lévő részecskékre minden irányból hat összetartó erő, így a részecskékre ható erők eredője nulla. Ezzel szemben a felületén lévő részecskékre lényegében csak a folyadék irányából hat erő, tehát az eredő erők összege nem nulla, hanem a folyadék belsejébe mutat. Ezért is lenne gravitáció nélkül a folyadékcsepp alakja gömb. A felületen lévő részecskékre ható eredő erővel arányos mennyiség a **felületi feszültség** (jele: **mértékegysége N/m). Ennek értéke annál nagyobb, minél erősebbek a kölcsönhatások a folyadék részecskéi közt. A lecseppenő folyadékcsepp tömege egyenesen arányos a felületi feszültséggel. A vízcsepp térfogata **kisebb/nagyobb**, mint az alkoholcsepp térfogata, továbbá a víz sűrűsége **kisebb/nagyobb**, ezért a vízcsepp tömege is **kisebb/nagyobb**, mint az alkoholé. Így következik, hogy a víz felületi feszültsége **kisebb/nagyobb**, mint az alkoholé. Mindezekből pedig következik, hogy a víz molekulái közötti másodrendű kötések **erősebbek/gyengébbek**, mint az alkohol molekulái közötti kötések.

Hasonlítsátok össze 1 csepp víz és 1 csepp alkohol térfogatarányát, illetve molekulaszám-arányát!

*V*(1 csepp víz) : *V*(1 csepp alkohol) = ................. *N*víz : *N*alkohol = .............

b) Mi az oka a fent meghatározott arányoknak? ……………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………………………….…………………………………………………...………………

c) Milyen különbség van a vízcsepp és az alkoholcsepp alakja között? …………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

……………………………………………………………………………………………………….……………………………………………………………………

**Magyarázat:** Minél **kisebb/nagyobb** a folyadék felületi feszültsége, a lecseppenő csepp alakja annál kevésbé nyúlt alakú, annál jobban hasonlít egy gömbre.

|  |  |
| --- | --- |
| **tömeg%** | ****(g/cm3)** |
| 30 | 0,9538 |
| 35 | 0,9449 |
| 40 | 0,9352 |
| 45 | 0,9247 |
| 50 | 0,9138 |
| 55 | 0,9026 |
| 100 | 0,7893 |

*Etanol-víz elegy tömeg%-os etanoltartalma és sűrűsége (g/cm3)*

**3. Kísérlet:** 10,0 cm3 víz (A) és 10,0 cm3 etanol (B) elegyítésével készült elegyet vizsgálunk.

a) Mekkora az elegy tömege? *m* = *m*A + *m*B = ( ............ + ...............) g = ...... g

b) Hány tömeg% etanol van az elegyben? *w*B = *m*B / *m* = ............. = ......... %

c) A táblázat alapján határozzátok meg az elegy sűrűségét! *ρ* = ...............g/cm3

d) Mekkora az elegy össztérfogata? *V* = *m*/*ρ* = ..................... cm3

e) Mérjétek meg a korábban használt módszerrel, mekkora az elegy 1 cseppjének térfogata!

1,0 cm3 elegyben a cseppek száma: ……… db, ……… db, ……… db átlag: **……….** db

*V*1 csepp = ….... cm3

f) Ha két folyadékból azonos térfogatot kicsepegtetve (ugyanabból az eszközből) a cseppek számát megmérjük (jelölése *n*, ami nem tévesztendő össze az anyagmennyiség jelével!), akkor a felületi feszültségre (**) a következő összefüggés áll fenn:

Számítsátok ki a vízmentes alkohol és az etanol-víz elegy felületi feszültségét, ha tudjuk, hogy a vízé 72⋅10-3 N/m (=72 mN/m, azaz millinewton/méter)!

**etanol = …………mN/m **elegy = …………mN/m

g) Mire következtettek a kapott értékekből? ………………………………………………………………………………………...……………

Figyeljétek meg a következő ábrát!

h) Milyen összefüggést mutat az ábra?

…………………………………………………….……………………

…………………………………………………….……………………

…………………………………………………….……………………

i) Az általatok mért értékek mennyire egyeznek jól a grafikonról leolvashatóval? Mi lehet az eltérés oka?

…….………………………………………………………….…………………………………………………………………….……………………………………

**Csepp a tengerben** (tanári változat)

Hány csepp víz lehet vajon a tengerekben? Megszámolni nyilván lehetetlen, de közelítőleg azért meg tudjuk határozni. Kiindulhatunk abból, hogy a Föld vízkészlete kb. 1383 millió km3. Ennek 97,4%-a van a világtengerben. Így már csak 1 vízcsepp térfogatát kell megmérnünk ahhoz, hogy közelítőleg ki tudjuk számolni az eredményt. (Miért csak közelítőleg? Milyen egyszerűsítéseket, elhanyagolásokat teszünk?) Ezzel a feladatsorral folyadékcseppeket fogunk vizsgálni: azok térfogatát és alakját, valamint kiszámítjuk a bennük lévő anyag mennyiségét és a részecskék számát. A cseppek térfogatából (a folyadék sűrűségének segítségével) kiszámolható a folyadék felületi feszültsége is, ami viszont a részecskék közötti összetartó erő nagyságára utal.

[Csak az 1. és 2. típusú csoportnak!]

**1. Kísérlet:** Mérjétek meg egyetlen csepp víz térfogatát a tálcán található eszközök segítségével.

a) Szívjatok fel Pasteur-pipettába (vagy fecskendőbe vagy pipettába) vizet, és csepegtessek ki 1,0 cm3-t belőle egy főzőpohárba! Számoljátok meg a kicsepegő cseppek számát! Figyeljétek meg a cseppentő végén lévő csepp alakját! Esetleg készítsetek róla fényképet!

b) A mérést ismételjétek meg kétszer! Átlagoljátok a mért adatokat!

c) Számítsátok ki egyetlen vízcsepp térfogatát!

[Csak a 3. típusú csoportoknak! Egyszerűsített verzió]

**1. Kísérlet:** Mérjétek meg egyetlen csepp víz térfogatát a tálcán található eszközök segítségével. Figyeljétek meg a lecseppenés előtt a csepp alakját! Esetleg készítsetek róla fényképet!

Egyetlen csepptérfogatának megmérése nagyon nehéz, nagypontosságú műszerek kellenek hozzá. Laborban ezek nem állnak rendelkezésre, de **több csepp térfogatának** mérésére alkalmas eszközöket találhattok a tálcán. Gondoljátok végig, hogyan tudtok minél pontosabb térfogatadatot mérni, számítani egyetlen átlagos cseppre. **Minden mérésnek van hibája**. **A véletlen hiba a mérések számának növelésével csökkenthető.** A **rendszeres hibát** a rendelkezésünkre álló **legpontosabb mérőeszköz és mérési módszer** alkalmazásával, a **mérőeszköz kalibrálásával** (pontosabb mérőeszközzel való összehasonlítással) csökkenthetjük.

*Megjegyzés: A kalibrálás alkalmával az adott mérőeszköz eredményeit összehasonlítjuk egy pontosabb (etalon) mérőeszköz eredményeivel. A hitelesítés nem azonos a kalibrációval. A hitelesítés jogilag rögzített eljárás, csak hitelesítő laboratórium végezheti. A kalibrációt mindenki (minden labor) a maga számára – a belátása szerint – elvégezheti,[[4]](#footnote-4)*

[Csak a 3. típusú csoportoknak! Összetett verzió]

**1. Kísérlet:** Mérjétek meg egyetlen csepp víz térfogatát a tálcán található eszközök valamelyikének segítségével. Figyeljétek meg a lecseppenés előtt a csepp alakját! Esetleg készítsetek róla fényképet!

Egyetlen csepp térfogatának megmérése nagyon nehéz, nagypontosságú műszerek kellenek hozzá. Ezek most nem állnak rendelkezésünkre, de több csepp térfogatának mérésére alkalmas eszközöket találhattok a tálcán. Gondoljátok végig, hogyan tudtok minél pontosabb térfogatadatot mérni, számítani egyetlen átlagos cseppre. A mérőhenger betöltésre hitelesített eszköz: azaz azt a térfogatot mutatja pontosan, amennyi folyadék benne van, a fecskendő, Pasteur-pipetta és az osztott pipetta kifolyásra hitelesített eszköz, azaz azt a térfogatot mutatja, amennyi folyadék belőle kifolyt. A mérőhenger a párolgásra érzékenyebb, míg a fecskendő, a pipetta gátolja a párolgást. **Minden mérésnek van hibája. A véletlen hiba a mérések számának növelésével csökkenthető. A rendszeres hibát** a rendelkezésünkre álló **legpontosabb mérőeszköz és mérési módszer** alkalmazásával, a **mérőeszköz kalibrálásával** (pontosabb mérőeszközzel való összehasonlítással) csökkenthetjük.

*Megjegyzés: A kalibrálás alkalmával az adott mérőeszköz eredményeit összehasonlítjuk egy pontosabb (etalon) mérőeszköz eredményeivel. A hitelesítés nem azonos a kalibrációval. A hitelesítés jogilag rögzített eljárás, csak hitelesítő laboratórium végezheti. A kalibrációt mindenki (minden labor) a maga számára – a belátása szerint – elvégezheti.*

Milyen eszközöket választottatok? **Osztott pipetta és főzőpohár.**

*Megjegyzések:*

* *A Pasteur-pipetta és a fecskendő csak közelítő pontosságú térfogatmérésre alkalmas eszközök.*
* *Ha a mérőhengert választanák, az erősen megnövelné a mérés hibáját a további mérések során, mivel a mérőhengerben bennmaradó folyadék csökkenti az adott térfogat eléréséhez szükséges cseppek számát, továbbá a későbbiek során az alkohol párolgása is növelheti a mérés pontatlanságát.*

[Csak a 3. típusú csoportoknak! Mindkét verzió]

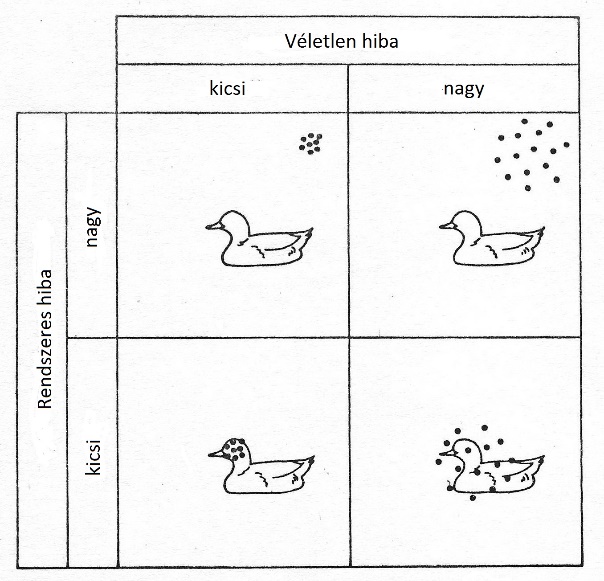
A mérés terve: **Adott térfogatú folyadékot kicsepegtetünk az osztott pipettából a főzőpohárba, miközben megszámoljuk a cseppek számát. A térfogatot a cseppek számával osztva megkapható egyetlen csepp térfogata.**

**A méréseket legalább kétszer megismételjük.**

Milyen módokon növeltétek a mérés pontossággát? Hogyan próbáltátok csökkenteni a véletlen hibát és hogyan a rendszeres hibát? **A véletlen hiba csökkentése: a méréseket többször is megismételtük/többször mértünk/próbáltuk elkerülni a szennyeződéseket. A rendszeres hiba csökkentése: a rendelkezésre álló legpontosabb mérőeszközt választása/pontos térfogatmérésre törekedtünk/nagy térfogatú folyadékból kicsepegtethető cseppek számát mértünk/figyeltük, hogy a körülményeken ne változtassunk.**

*Megjegyzések:*

* *Figyeljünk oda, hogy a diákok a méréseket legalább háromszor elvégezzék.*
* *Jó alkalom átismételni esetleg a véletlen és a rendszeres hiba fogalmát, csökkentésének módjait. Emlékeztetőül az alábbi ábra segítségével felidézhetjük az 1. feladatlap kapcsán erről tanultakat:*



* *A rendszeres hiba csökkentésének érdekében nagyon fontos, hogy a csöpögtetéskor mindig kb. ugyanakkora erővel nyomják a diákok a Pasteur-pipettát, illetve az injekciós fecskendőt. Sztalagmométerrel történő méréskor egyáltalán nem szabad nyomást alkalmazni, mert az jelentősen megváltoztatja a kiáramlást. Ezért a sztalagmométereknél még a hidrosztatikai nyomás változását is igyekeznek minimalizálni a pipettához hasonló kihasasodással).*
* *A folyadék adott térfogatában megszámolt cseppek száma természetesen függ a csepegtetésre használt térfogatmérő eszköz kifolyó nyílásának átmérőjétől is.*

[Csak az 1. és 2. típusú csoportnak!]

Töltsétek ki a táblázatot! A víz sűrűsége (a Négyjegyű függvénytáblázat alapján, 20 °C-on) **víz = 0,998 g/cm3. Az eredmények megadásakor gondoljatok arra, hogy milyen pontossággal mértetek! (Hány értékes jegyet lehet megadni az eredményben?)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1,0 cm3 vízben a cseppek száma: **23** db, **24** db, **23** db átlag: **23,3** db | | | |
| 1 csepp … | | | |
| víz térfogata | víz tömege | vízben található molekulák anyagmennyisége | vízben található molekulák száma |
| *V* = **0,043** cm3 | *m* = **0,043**g | *n* = **0,0024** mol | *N* = **1,4⋅1021 db** |

**A számítások (5 ml-es orvosi fecskendővel mérve):**

**A 1,0 cm3 víz 23, 24, 23 cseppből állt, tehát az átlag 23,3 csepp. Így a vízcsepp átlagos térfogata 1,0 cm3/23,3 = 0,043 cm3. Tömege pedig 0,043 cm3 × 0,998 g/cm3 = 0,043 g. Az egy csepp vízben**

**0,043 g/18 g/mol = 0,0024 mol, azaz 0,0024 ⋅ 6 ⋅ 1023 = 1,4⋅1021 db vízmolekula található.**

Miért kellett legalább háromszor elvégezni a mérést? **Azért, hogy a véletlen hiba csökkenjen/a mérés pontossága növekedjen/a mérések során elkövetett hibákat ki tudjuk javítani.**

[Csak a 3. típusú csoportoknak!]

Töltsétek ki a táblázatot! A víz sűrűsége (a Négyjegyű függvénytáblázat alapján, 20 °C-on) **víz = 0,998 g/cm3. Az eredmények megadásakor gondoljatok arra, hogy milyen pontossággal mértetek! (Hány értékes jegyet lehet megadni az eredményben?)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| A víz össztérfogata: *V* (cm3) | | | Ebben a térfogatban lévő cseppek száma: | |
| **1,0** | | | **23, 24, 23 db**  átlag**: 23,3** db | |
| 1 csepp … | | | | |
| víz térfogata | víz tömege | vízben található molekulák anyagmennyisége | | vízben található molekulák száma |
| *V* = **0,043** cm3 | *m* = **0,043**g | *n* = **0,0024** mol | | *N* = **1,4⋅1021** db |

[Mindhárom típusú csoportnak!]

*Megjegyzés:*

* *A mérés pontossága kisebb, mint a megadott sűrűségadat. Tehát a számoláshoz használható nagyobb pontosság, de az eredmények nem adhatók meg három értékes jegyre, mivel a legkisebb pontosságú adathoz kell igazítani az eredmények értékes jegyeit. Ezt hasznos lehet megbeszélni a diákokkal.*
* *Az átlagolásnál is kell arra figyelni, mennyire pontosan tudtak mérni, s így hány értékes jeggyel lehet az átlagot megadni*
* *Fontos felhívni a figyelmet arra, hogy ha a mért értékek között van nagyon eltérő, akkor jobb újra mérni, az indokoltan hibás adatot pedig az átlagból kihagyni.*
* *A mérések pontosságának megbeszélésénél esetleg érdemes megjegyezni, hogy ha nagyobb térfogatú folyadék cseppszámát mértük volna meg, pontosabb eredményeket kaptunk volna. Ebben az esetben azért választottunk kis térfogatot, hogy az időkeretbe beférjünk. Rá lehet kérdezni, hogy egyetlen csepp tévedés mekkora hibát jelent. (A fenti konkrét példában 4,3%-ot.)*

Hány csepp víz van tehát a világtengerben? **A világtenger térfogata: 1383 ⋅ 106 ⋅ 1015 ⋅  0,974 cm3 = 1,347⋅1024 cm3. Tehát ezt az értéket elosztva egyetlen csepp térfogatával: 1,347⋅1024 cm3 : 0,043 cm3 = 3,1⋅1025 db.**

*Megjegyzések:*

* *Hiba lehetőség a mértékegységek átváltása, illetve a nagy számokkal, a normál alakkal való számolás.*
* *Hibát eredményezhet az is, ha buborék marad a fecskendőben/cseppentőben, ez megnövelheti az eredmények szórását. Erre a mérés során érdemes figyelni, és szóban is felhívni rá a diákok figyelmét!*

[Csak a 2. típusú csoportnak!]

A mérés tervezése során figyelembe vettük, hogy egy csepp folyadék térfogata csak nagy bizonytalansággal mérhető meg. Megmérhettük volna 10, 20 stb. csepp térfogatát is, de ekkor is bizonytalan lehet a térfogat leolvasása, hiszen előfordulhat, hogy a térfogatmérő eszköz két jelzése közé esik a 10., 20. stb. csepp térfogata, így ekkor is becsülni kell. Ezért inkább két pontosan megadott jel között, adott térfogatú folyadékból kicsepegtethető cseppek számát mértük meg többször is, és így kaptunk egy átlagtérfogatot. **Minden mérésnek van hibája**. A **véletlen hiba a mérések számának növelésével csökkenthető**. Ezért a méréseket minimum háromszor kell elvégezni. **A rendszeres hibát** a rendelkezésünkre álló **legpontosabb mérőeszköz és mérési módszer** alkalmazásával, a **mérőeszköz kalibrálásával** (pontosabb mérőeszközzel való összehasonlítással) csökkenthetjük.

*Megjegyzés: A kalibrálás alkalmával az adott mérőeszköz eredményeit összehasonlítjuk egy pontosabb (etalon) mérőeszköz eredményeivel. A hitelesítés nem azonos a kalibrációval. A hitelesítés jogilag rögzített eljárás, csak hitelesítő laboratórium végezheti. A kalibrációt mindenki (minden labor) a maga számára – a belátása szerint – elvégezheti.[[5]](#footnote-5)*

[Csak az 1. és 2. típusú csoportnak!]

**2. Kísérlet:** Az előzőekhez hasonlóan határozzátok meg 1 csepp vízmentes („abszolút”) alkohol (etanol, C2H5-OH) ugyanazon adatait, mint az első kísérletben a víz esetében tettétek, ezúttal víz helyett alkoholt használva! (A mérés előtt öblítsétek át a térfogatmérő eszközt az új folyadékkal!) Most is figyeljétek meg a cseppentő végén lévő csepp alakját! Esetleg készítsetek róla fényképet!

Töltsétek ki a táblázatot! Az abszolút alkohol sűrűsége (a Négyjegyű függvénytáblázat alapján, 20 °C-on) 0,789 g/cm3.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1,0 cm3 alkoholban a cseppek száma: **46** db, **46** db, **45** db átlag: **46,7** db | | | |
| 1 csepp … | | | |
| alkohol térfogata | alkohol tömege | alkoholban található molekulák anyagmennyisége | alkoholban található molekulák száma |
| *V* = **0,022** cm3 | *m* = **0,017**g | *n* = **0,38**millimol = 0,00038 mol | *N* = **2,3⋅1020** db |

**A számítások (5 ml-es orvosi fecskendővel mérve):**

**A 1,0 cm3 alkohol 46, 46, 45 cseppből állt, tehát az átlag 45,7 csepp. Így az átlagos alkoholcsepp térfogata 1,0 cm3 / 45,7 = 0,022 cm3. Tömege pedig 0,022 cm3 ⋅ 0,789 g/cm3 = 0,017 g. Az egy csepp alkoholban 0,017 g / 46g/mol = 0,00038 mol, azaz 0,00038 ⋅ 6⋅1023 = 2,3⋅1020alkoholmolekula található.**

[Csak a 3. típusú csoportoknak!]

**2. Kísérlet:** Az előzőhöz hasonlóan határozzátok meg 1 csepp abszolút alkohol (etanol, C2H5-OH) ugyanazon adatait, mint az első kísérletben a víz esetében tettétek, ezúttal víz helyett alkoholt használva! (A mérés előtt öblítsétek át a térfogatmérő eszközt az új folyadékkal!) Most is figyeljétek meg a cseppentő végén lévő csepp alakját! Esetleg készítsetek róla fényképet! A mérések jobb összehasonlíthatóságának érdekében célszerű ugyanakkora térfogatú alkoholmennyiséget választani.

Töltsétek ki a táblázatot! Az abszolút alkohol sűrűsége (a Négyjegyű függvénytáblázat alapján, 20 °C-on) 0,789 g/cm3.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Az alkohol össztérfogata: *V (*cm3) | | | Ebben a térfogatban lévő cseppek száma: | |
| **1,0** | | | **46, 46, 45 db**  átlag:**46,7 db** | |
| 1 csepp … | | | | |
| alkohol térfogata | alkohol tömege | alkoholban található molekulák anyagmennyisége | | alkoholban található molekulák száma |
| *V* = **0,022** cm3 | *m* = **0,017**g | *n* = **0,38** millimol = 0,00038 mol | | *N* = **2,3⋅1020** db |

[Mindhárom típusú csoportnak!]

**Magyarázatok:** A következő szöveget olvassátok el, majd a szövegben **húzzátok át** a **nem igaz** részeket vagy **húzzátok alá** vagy **keretezzétek be** a helyes részeket, és egészítsétek ki a hiányos mondatot!

a) A folyadékok belsejében lévő részecskékre minden irányból hat összetartó erő, így a részecskékre ható erők eredője nulla. Ezzel szemben a felületén lévő részecskékre lényegében csak a folyadék irányából hat erő, tehát az eredő erők összege nem nulla, hanem a folyadék belsejébe mutat. Ezért is lenne gravitáció nélkül a folyadékcsepp alakja gömb. A felületen lévő részecskékre ható eredő erővel arányos mennyiség a **felületi feszültség** (jele: **mértékegysége N/m). Ennek értéke annál nagyobb, minél erősebbek a kölcsönhatások a folyadék részecskéi közt. A lecseppenő folyadékcsepp tömege egyenesen arányos a felületi feszültséggel. A vízcsepp térfogata **~~kisebb~~/nagyobb**, mint az alkoholcsepp térfogata, továbbá a víz sűrűsége **~~kisebb~~/nagyobb**, ezért a vízcsepp tömege is **~~kisebb~~/nagyobb**, mint az alkoholé. Így következik, hogy a víz felületi feszültsége **~~kisebb~~/nagyobb**, mint az alkoholé. Mindezekből pedig következik, hogy a víz molekulái közötti másodrendű kötések **erősebbek/~~gyengébbek~~**, mint az alkohol molekulái közötti kötések.

Hasonlítsátok össze 1 csepp víz és 1 csepp alkohol térfogatarányát illetve molekulaszám-arányát!

*V*(1 csepp víz) : *V*(1 csepp alkohol) = ..***2,0***... *N*víz : *N*alkohol = ...***6,1***…

b) Mi az oka a fent meghatározott arányoknak? **A csepptérfogatok arányát a felületi feszültségek (és a sűrűségek aránya) határozzák meg, míg az anyagmennyiség-arány (molekulaszám-arány) kiszámításánál figyelembe kellett venni cseppek tömegének és a két folyadékot alkotó molekulák moláris tömegének arányát is**.

*Megjegyzés: Ha közösen összehasonlítjuk az egyes diákcsoportok eredményeit, érdemes a diákokkal megbeszélni a következőket. Annak ellenére, hogy maguk a csepptérfogatok feltehetőleg különbözőek lesznek, a térfogatarányoknak és a részecskeszám-arányoknak hasonlóaknak kell lenniük. Vegyék észre, hogy a csepptérfogat függ a cseppentő végének (a kapillárisnak) az átmérőjétől, de a különböző folyadékok esetén a térfogatok aránya már csak a folyadék intenzív fizikai tulajdonságaitól (sűrűségtől és felületi feszültségtől) függ.*

c) Milyen különbség van a vízcsepp és az alkoholcsepp alakja között? **Az alkoholcsepp kisebb, és zömökebb, a vízcsepp nyaka jobban elkeskenyedik.**

Magyarázat: Minél **~~kisebb~~/nagyobb** a folyadék felületi feszültsége, a lecseppenő csepp alakja annál kevésbé nyúlt alakú, annál jobban hasonlít egy gömbre.

*Megjegyzés: Előfordulhat, hogy széles kapilláris (cseppentő) esetén, az alkoholcsepp szinte csak egy félgömb.*



*Egy vízcsepp és egy alkoholcsepp alakja*

*Érdekesség: ma már rendelkezésünkre állnak olyan készülékek és programok, amelyek a csepp alakjából és a folyadékok fizikai jellemzőiből kiszámítják a felületi feszültséget. Ennek például különféle biokémiai és környezetkémiai problémák megoldása során nagy jelentősége lehet.*

|  |  |
| --- | --- |
| **tömeg%** | ****(g/cm3)** |
| 30 | 0,9538 |
| 35 | 0,9449 |
| 40 | 0,9352 |
| 45 | 0,9247 |
| 50 | 0,9138 |
| 55 | 0,9026 |
| 100 | 0,7893 |

*Etanol-víz elegy tömeg%-os etanoltartalma és sűrűsége (g/cm3)*

**3.Kísérlet:** 10,0 cm3 víz (A) és 10,0 cm3 etanol (B) elegyítésével készült elegyet vizsgálunk.

a) Mekkora az elegy tömege? *m* = *m*A + *m*B = (***9,98*** + ***7,89***) g = ***17,87*** g

b) Hány tömeg% etanol van az elegyben? *w*B = *m*B / *m* = ***0,441*** = ***44,1***%

c) Az alábbi táblázat alapján határozzátok meg az elegy sűrűségét! *ρ* = ***kb. 0,925 vagy pontosan 0,927*** g/cm3

d) Mekkora az elegy össztérfogata? *V* = *m*/*ρ* = ***19,3*** cm3

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

|  |
| --- |
| *Opcionálisan beszúrható rész:*  Diák feladatlapjára (mindhárom típusú csoportnak:)  Az elegy térfogata kisebb, mint az összekevert folyadékkomponensek térfogatának összege. Ezt térfogati kontrakciónak hívják, amelyért egyrészt felelős az elegy komponensei közötti erős kölcsönhatás.  **[[6]](#footnote-6)**  e) A kép alapján indokoljátok meg, mi lehet egy további ok!  ………………………………………………………………………………………………………………………………………  f) Hány térfogat% az elegy etanoltartalma? *ϕ*B = *V*B / *V* = ............. = ......... %  Miért különbözik a *ϕ*B és *w*B értéke?……………………………………………………………………………………  g) Milyen molekulaarányban van a víz és az alkohol ebben az elegyben? *N*víz/*N*alkohol = ….... : 1  Megoldások:  e) A következő kép alapján indokoljátok meg, hogy az elegy térfogata miért nem egyenlő az összekevert folyadék-komponensek térfogatának összegével!  **A kisebb méretű vízmolekulák beférnek a nagyobb alkoholmolekulák közé, így nagyobb a térkitöltés, tehát kisebb a térfogat, mintha a két eredeti térkitöltéssel számolnánk**.  f) Hány térfogat%-os? *ϕ*B = *V*B/*V* = ***0,519*** = ***51,9***%  Miért különbözik a *ϕ*B és *w*B értéke? **Mert a folyadékok (víz, alkohol, elegy) sűrűsége különböző.**  *Megjegyzés: Érdemes felhívni a figyelmet a tömegszázalék és a térfogatszázalék különbözőségére. Egy algebrai kifejezéssekkel jól bánó osztályban akár a két mennyiség közötti általános összefüggés levezetését is feladhatjuk szorgalmi feladatnak.*  g) Milyen molekulaarányban van a víz és alkohol ebben az elegyben? *N*víz/*N*alkohol = ***3,22*** : 1 |

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

e) Mérjétek meg a korábban használt módszerrel, mekkora az elegy 1 cseppjének térfogata! *V*1 csepp = **0,024** cm3

**Számítás (5 ml-es orvosi fecskendővel): a cseppek száma 1,0 cm3 elegyben: 41, 42, 41 csepp, azaz az átlag 41,3 csepp, így egy csepp térfogata 1 cm3/41.3 =0,024 cm3.**

f) Ha két folyadékból azonos térfogatot kicsepegtetve (ugyanabból az eszközből) a cseppek számát megmérjük (jelölése *n*, ami nem tévesztendő össze az anyagmennyiség jelével!), akkor a felületi feszültségre () a következő összefüggés áll fenn:

[Csak a 2. típusú csoportnak!]

(A három kísérlet során azért mértük meg egyenlő térfogatú folyadékokban a cseppek számát, hogy a fenti képletet jól használhassuk.)

[Mindhárom típusú csoportnak!]

Számítsátok ki a vízmentes alkohol és az etanol-víz elegy felületi feszültségét, ha tudjuk, hogy a vízé 72⋅10-3 N/m (=72 mN/m, azaz millinewton/méter)! etanol = **28** mN/m elegy = **38** mN/m

*Megjegyzések: Az elegy esetén az irodalmi érték alapján a felületi feszültségre kb. 30 mN/m értéket kellett volna kapni, de a mérés pontossága ilyen eszközökkel sajnos igen kicsi. Vékonyabb kapillárissal és nagyobb térfogattal lehetne javítani a pontosságon.*

g) Mire következtettek a kapott értékekből? **A felületi feszültség csökken az alkohol koncentrációjának növekedésével. (Ennek oka, hogy az alkohol összességében a vízénél gyengébb másodrendű kötéseket létesít.)**

*Megjegyzés: Érdemes átismételni, hogy nem csak a felületi feszültség változik az alkoholtartalommal, hanem egyéb tulajdonságok is, például (a sűrűség mellett) az éghetőség is (ld. a 4. feladatlap, címe: Milyen tömény rum kell a Gundel-palacsintához?).*

Figyeljétek meg a következő ábrát!

h) Milyen összefüggést mutat az ábra?

**A felületi feszültség összetétel-függését, amely szerint a felületi feszültség csökken az alkohol növekvő töménységével**.

i) Az általatok mért értékek mennyire egyeznek jól a grafikonról leolvashatóval? Mi lehet az eltérés oka (ha van)?

**Pontatlan mérés hibája/alkohol párolgása/kapilláris mérete/túl kis térfogat elemzése.**

1. A feladatlap az alábbi feladatsor alapján készült, annak módosításával: Nagy Mária: Csepp a tengerben (IBST feladatsor – Anyagmennyiség és elegyösszetétel; utoljára megtekintve: 2018. augusztus 29. http://www.chem.elte.hu/departments/modszertani/fellap2.html) [↑](#footnote-ref-1)
2. A kísérlethez jól használható a MOLAR Chemical Kft (2314 Halásztelek, Árpád u. 1.) által forgalmazott denaturált szesz (irányár 1.500 Ft/liter). [↑](#footnote-ref-2)
3. Osztott pipetta alkalmazásakor természetesen meg kell tanítani annak szabályos használatát is. [↑](#footnote-ref-3)
4. <http://mkeh.gov.hu/meresugy/gyakori_kerdesek/hit-kal> (utoljára megtekintve: 2018. 09. 16.) [↑](#footnote-ref-4)
5. <http://mkeh.gov.hu/meresugy/gyakori_kerdesek/hit-kal> (utoljára megtekintve: 2018. 09. 16.) [↑](#footnote-ref-5)
6. Stoker, H.S.: General, Organic, and Biological Chemistry, Cengage Learning, 7th Edition, 2016., 213.o. [↑](#footnote-ref-6)