

OLDATOK KÉSZÍTÉSE

Cél

Oldatok készítése szilárd anyagból beméréssel és folyadékból, törzsoldatból hígítással.

Elméleti háttér

Az oldatok olyan két- vagy többkomponensű homogén rendszerek, amelyekben az egyik komponenst valamilyen szempontból kiemeljük, megkülönböztetjük. Ez rendszerint a (leg)nagyobb mennyiségben jelenlévő komponens, amelyet oldószernek nevezünk; a többi(ek) az oldott anyag(ok). A gyakorlatban leggyakrabban folyékony rendszereket nevezünk oldatoknak, amelyeket úgy készítünk, hogy szilárd, folyékony vagy gáz halmazállapotú anyago(ka)t valamely cseppfolyós halmazállapotú anyagban oldunk fel. A legegyszerűbbek a kétkomponensű, ún. biner oldatok.

A gyakorlat során savak, bázisok vagy sók adott mennyiségű és összetételű vizes oldatát készítjük el pontosan ismert térfogatú mérőlombikban.

Az oldat készítéséhez mérőlombikot használunk, amely bemérésre kalibrált térfogatmérő eszköz. Térfogata a lombik alja és a lombik nyakán lévő jel síkja közötti térrész térfogatát jelenti, mely az adott hőmérsékletű víz tömegének és sűrűségének hányadosaként határozható meg:

$$V_{\text{lombik}} = V_{\text{víz}} = m_{\text{víz}} / \rho_{\text{víz}} \quad (1)$$

Szükséges eszközök

100 cm³-es mérőlombik

10-20 cm³-es mérőhenger

spriccflasska

100 cm³-es főzőpohár (2 db)

vegyszeres kanál

üvegbot (2 db)

spatula

A gyakorlat kivitelezése

Első lépés a mérőlombik pontos térfogatának meghatározása, melyet, ha hitelesített a lombik, gyakorlatszerzés céljából hajt végre.

A mérőlombik térfogatának meghatározása

1. Nagyobb (400-600 ml-es) tiszta főzőpoharat vagy mérőhengert (100-250 ml-eset) töltsön meg desztillált vízzel, majd helyezzen bele egy olyan hőmérőt, amelynek skáláján legalább 0,1 fokként található beosztás. Várjon 5-10 percet, amíg a hőmérő felveszi a víz hőmérsékletét, majd olvassa le a hőmérsékletet és jegyezze le az eredménylapra (I.).
2. Vegye a tiszta, kívül-belül száraz mérőlombikot. A szintén száraz csiszolt üvegdugót a nyakába illesztve, táramérlegen (részletek a mérleghasználatról a Függelékben) mérje le a tömegét és jegyezze fel az eredménylapra (II.). A mérlegek használatáról részletesen a függelékben lehet olvasni.
3. A mérőlombikot töltsé jelre az ismert hőmérsékletű desztillált vízzel, azaz annyi desztillált vizet tegyen bele, hogy a meniszkusz legalsó pontja éppen a lombik nyakán levő jellel legyen egy magasságban.
Tippek: Amikor a meniszkusz már majdnem elérte a jelet, óvatosan, cseppenként adagolja a desztillált vizet, nehogy „túlszaladjon”. Ha mégis túl sokat juttatna a lombikba, keveset kiönthet belőle, és újra kezdheti a csepegtetést.

A meniszkusz a kisebb átmérőjű csövekben (mérőlombik nyaka, pipetták szára, büretták csöve) kialakuló folyadékfelület, illetve annak látványa oldalnézetből, a folyadékfelszín magasságából. A folyadékmolekulák között, továbbá a folyadékmolekulák és az üveg fala között is van kölcsönhatás. Ha ezek eltérő erősségűek, a folyadék felszíne nem sík lesz. Nedvesedő folyadékoknál (pl. vizes oldatoknál üvegfelületen) homorú, azaz a felületen kissé emelkedik vagy nemnedvesedő folyadékoknál (pl. higanynál az üvegfelületen) domború, azaz a felületen kissé lesüllyed az oldat belsejéhez képest. Előbbinél a görbült felület legalacsonyabb, utóbbinál a legfelső pontját állítják be a megfelelő magasságra, vagy annak a helyzetét olvassák le. Kivétel az átlátszatlan oldat, pl. a káliumpermanganát vizes oldata, melynél oldalról vízszintes vonalnak látszik a folyadékfelszín, ilyenkor ennek a magassága a mérvadó.

$\theta/^\circ\text{C}$	$\rho/(\text{g}/\text{cm}^3)$
20	0,9982
21	0,9980
22	0,9978
23	0,99755
24	0,9973
25	0,99705
26	0,9968
27	0,9965
28	0,9962
29	0,9959
30	0,9956

- A lombikot zárja a száraz, csiszolt dugóval. Amennyiben szükséges, törölje kívülről szárazra, majd mérje le a táramérlegen. A kapott tömeget (III.) jegyezze fel az eredménylapra.
- Számítsa ki a mérőlombikban levő víz tömegét (IV.)
- Keresse ki az 1. táblázatból a víz sűrűségét az adott hőmérsékleten. Ha szükséges használja a lineáris interpolációt (ld. függelék)!
- A víz sűrűségének ismeretében az (1) egyenletből számítsa ki a mérőlombik térfogatát (V.) és jegyezze fel az eredménylapra.

1. táblázat. A desztillált víz sűrűsége különböző hőmérsékleteken

Az oldatkészítés menete

- Győződjön meg arról, hogy az oldott anyag milyen formában áll rendelkezésére (szilárd anyag vagy folyadék).
- Számolja ki, hogy az oldott anyag adott formájából mennyi szükséges a kívánt mennyiségű és összetételű oldat elkészítéséhez. Ha az oldandó anyag szilárd halmazállapotú, a legegyszerűbben és legpontosabban tömegméréssel mérheti ki a számított mennyiséget, tehát az oldott anyag tömegét számítsa ki. Ha az oldandó anyag cseppfolyós halmazállapotú, vagy pedig oldott anyagként, a kívántnál töményebb oldat formájában áll rendelkezésre, térfogatmérő eszközzel kell bemérni az oldandó anyagot, ezért a bemérendő mennyiség térfogatát számítsa ki.
- Egy, a kívántnál kisebb térfogatú főzőpohárban a szilárd anyagot oldja fel vagy hígítsa a tömény oldatot. A főzőpohárból juttassa a mérőlombikba ezt, a tervezettnél töményebb oldatot, és további oldószert adjon hozzá, de még mindig a szükségesnél kicsivel kevesebbet.
- Óvatosan töltsen át az oldatot a mérőlombikba. Ha a lombik nyaka nem túl keskeny, akkor kisebb méretű főzőpohárból közvetlenül is átönthető az oldat a lombikba. Ha valaki nem túl ügyes, akkor válasszon egy tölcsért, amelynek a szára belefér a mérőlombik nyakába, és még van mellette egy kis hely, ahol levegőzni tud. Az üvegbotot belülről érintse a tölcsér falához és erre öntse a folyadékot, így az nem folyik mellé. Mossa a lombikba a maradék oldatot a főzőpohárból és annak faláról, valamint a tölcsérről és az üvegbotról kevés oldószerezrel a spriccflaskából. Ne használjon túl sok vizet, nehogy a mérőlombik nyakán lévő jel fölé kerüljön a folyadékszint! Amennyiben az oldattal teli lombik hőmérséklete szobahőmérsékletű, óvatosan, cseppenként töltsen jelig a lombikot a spriccflaskából. Ha a folyadékszint mégis a jel fölé kerülne, készítsen új oldatot.

Tipp: Ha az oldás során nagyon felmelegszik/lehűl az oldat vigyázzon az oldószereadagolásnál, mert jelentős térfogatváltozás lehetséges a hőmérséklet-változáskor. A spriccflaska oldalát összenyomva a mosogatóba engedhetünk hirtelen egy kevés oldószert, mert amikor a nyomást megszüntetjük, kevés oldószert húzódik vissza a csőbe, amelyet azután a palack óvatos összenyomásával már könnyű cseppenként adagolni.

5. Zárja a lombikot a dugóval, és keverje össze az oldatot a lombik többszöri fel-lefelé fordításával, mert a lombikban az oldat felett levő buborék mozgása révén az oldat homogén lesz.
6. A lezárt, homogén oldatot tartalmazó lombikot mutassa be az oktatónak.

Oldatkészítés szilárd anyagból

1. Az eredménylapra jegyezze fel a **Készítendő oldat** szükséges információit: az oldott anyag nevét, molekulatömegét, a készítendő oldat térfogatát és az oldott anyag oldatbeli összetételét.
2. A rendelkezésre álló szilárd kiindulási anyag képletét és moláris tömegét is jegyezze fel.
3. Számolja ki a bemérendő szilárd anyag tömegét, amely a kívánt összetételű és térfogatú oldat elkészítéséhez szükséges. Jegyezze fel a bemérendő tömeget az eredménylapra.

Tippek: Amennyiben a szilárd anyag kristályvizet is tartalmaz, ne felejtse el azt is figyelembe venni a számításakor.

4. A szilárd anyagot bemérő edénykében, óraüvegen vagy – nagyobb mennyiség esetén – főzőpohárban mérjük ki, tara- vagy analitikai mérlegen. A bemérendő tömeg nagysága ismeretében döntse el, hogy milyen mérleget használ a mérésre. A táramérleg hibája 0,01 g, míg az analitikai mérlegé 0,0001 g, ezért 1 g-nál kisebb tömegű anyagot analitikai mérlegen kell mérni. Ennél nagyobb mennyiség esetén táramérleg is használható. Előfordulhat, hogy többszöri próbálkozásra sem sikerül a mérleg pontosságával bemérni a kívánt tömeget. Ez nem baj, de figyelembe kell venni az eltérést. Az eredménylapra írja fel a ténylegesen bemért tömeget (**VI.**).
5. A kimért szilárd anyagot az óraüvegből tegye (vegyszeres kanállal kaparja át) egy alkalmas méretű főzőpohárba, majd adjon hozzá a készítendő oldat térfogatánál kisebb mennyiségű oldószert (annak kb. felét vagy kétharmadát), és üvegbottal kevergetve oldja fel az anyagot. Az oldódás gyorsítható, ha a szilárd anyagot még kimérése előtt dörzsmozsárban jól elporítja, hogy minél nagyobb felületen tudjon érintkezni az oldószerral. A szilárd anyagok többségénél az oldat melegítése is beválik, illetve eleve forró oldószemben is feloldhatók.

Tippek: Győződjön meg róla, hogy az oldószert (víz) mennyisége kisebb, mint az elkészítendő oldat mennyisége. Ha melegítés szükséges, várja meg, amíg a meleg oldat lehűl.

Oldatkészítés folyadékból, töményebb törzsoldatból hígítással

1. Az eredménylapra jegyezze fel a **Készítendő oldat** szükséges információit: az oldott anyag nevét, molekulatömegét, a készítendő oldat térfogatát és az oldott anyag oldatbeli összetételét.
 2. A rendelkezésre álló folyadék/oldat kiindulási anyag összetételét és sűrűségét is jegyezze fel.
 3. Számolja ki a bemérendő oldat térfogatát, amely a kívánt összetételű és térfogatú oldat elkészítéséhez szükséges. Jegyezze fel a bemérendő térfogatot az eredménylapra.
 4. Folyadékokat legegyszerűbben, leggyorsabban alkalmas méretű mérőhengerrel lehet kimérni, ha nem szükséges nagy pontosság. A lehető legkisebb térfogatú mérőhengert célszerű választani, amelybe a kívánt térfogatú oldat még belefér. Ha fontos, hogy az oldat pontos összetételű legyen, pipettát vagy bürettát kell használni. Az eredménylapra jegyezze fel a ténylegesen bemért térfogatot (**VI.**).
- Tippek: Ne közvetlenül a vegyszeres üvegből öntse a folyadékot a mérőhengerbe vagy bürettába vagy pipettázzon belőle, hanem a vegyszeres üvegből öntse egy kisebb főzőpohárba.*
5. A kimért folyadékot hígítsa egy főzőpohárban a folyadék térfogatának körülbelül felét kitevő desztillált víz kis adagokban történő hozzáadásával, üvegbottal történő keverés közben. HA TÖMÉNY SAVAT, LÚGOT, vagy más folyadékot hígítunk, ahol az oldódás erősen exoterm és a törzsoldatsűrűség sokkal nagyobb, mint a víz sűrűsége, akkor a desztillált vízhez adjuk óvatosan a kimért folyadékot.
 6. Fejezze be az oldatkészítést a fentebb (oldatkészítés menete) írtak szerint.

A készített oldat összetételének meghatározása

1. A mérőlombik pontos térfogatából (V.) és a bemért tömegből vagy térfogatból (VI.) számítsa ki az elkészített oldat összetételét az oktató által előírt mennyiségben (w%, koncentráció, stb.) és rögzítse az eredménylapon (VII.) a számítások részleteinek feltüntetésével. Az eredménylapra rögzítse a kapcsolódó H- és P-mondatokat.

Mintaszámolás

Oldatkészítés szilárd anyag oldásával

A feladat 100 ml térfogatú 5,70 w%-os konyhasóoldat készítése szilárd NaCl felhasználásával. A NaCl kristályvízmentes só formájában áll rendelkezésünkre ($M_r = 58,44$). Mennyi konyhasót kell bemérni?

1. Ha nem ismert, keresse ki a készítendő oldat sűrűségét. A feladatban a 2. táblázatból keressük ki az 5,70 w%-os NaCl-oldat sűrűségét. A táblázatban nem szerepel az 5,70 w%-os oldat sűrűsége, van viszont két olyan adat (a 4 és a 6 w%-os oldat sűrűsége), amelyek közé esik a kérdéses oldat sűrűsége.

Lineáris interpolációt (részletek a Függelékben) alkalmazva ezen adatokra ($y_a = \rho_a = 1,0268 \text{ g/cm}^3$ és $x_a = w\%_a = 4\%$, valamint $y_f = \rho_f = 1,0413 \text{ g/cm}^3$ és $x_f = w\%_f = 6\%$) az $x_m = w\%_m = 5,70 \text{ w\%}$ -os oldat sűrűsége:

$$\rho_m = \rho_a + (w\%_m - w\%_a) \frac{\rho_f - \rho_a}{w\%_f - w\%_a} = 1,0391 \text{ g/cm}^3$$

2. Az oldat tömege: $m = \rho \cdot V = 1,0391 \text{ g/cm}^3 \cdot 100 \text{ cm}^3 = 103,91 \text{ g}$.
3. A bemérendő NaCl anyag tömege: $m_2 = m \cdot w = 103,91 \text{ g} \cdot 0,0570 = 5,92 \text{ g}$
A bemérendő tömeg: 5,92 g NaCl

Oldatkészítés folyadék, törzsoldat hígításával

A feladat 100 ml 5,00 w%-os sósavoldat készítése a rendelkezésre álló tömény sósavoldat felhasználásával ($M_r = 36,46$). Mennyi tömény sósavoldatot kell bemérni?

1. Az 5,00 w%-os sósavoldat sűrűsége $1,0230 \text{ g/cm}^3$ (pl. Németh Béla: Kémiai táblázatok könyv 182. oldal, 8. táblázat) A rendelkezésre álló tömény sósavoldat 36 w%-os, sűrűsége $1,1789 \text{ g/cm}^3$ (Általában a vegyszeres üvegről olvasható).
2. A készítendő oldat tömege $m = \rho \cdot V = 1,0230 \text{ g/cm}^3 \cdot 100 \text{ cm}^3 = 102,30 \text{ g}$
3. A készítendő oldatban levő oldott anyag tömege: $m_2 = m \cdot w = 102,30 \text{ g} \cdot 0,0500 = 5,115 \text{ g}$
4. A készítendő oldathoz szükséges törzsoldat tömege: $m = m_2/w = 5,115 \text{ g}/0,036 = 14,208 \text{ g}$
5. A szükséges törzsoldat térfogata: $V_2 = m_2/\rho_2 = 14,208 \text{ g}/(1,1789 \text{ g/cm}^3) = 12,051 \text{ cm}^3$.
A bemérendő térfogat: 12,1 cm³ tömény sósav

Függelék

A mérlegek használata

1. Szabályok

- (a) Mindig ellenőrizze a mérleg maximális kapacitását. Soha ne lépje azt túl.
- (b) Soha ne tegyen semmilyen vegyszert közvetlenül a mérleg serpenyőjére. Mindig használjon bemérőcsónakot, főzőpoharat, stb.
- (c) Soha ne tegyen meleg edényt a mérlegre, csak szobahőmérsékletű tárgyakat mérjen.
- (d) Csak kívül is száraz és tiszta edényt helyezzen a mérlegre.
- (e) Használat után mindig hagyja tisztán a mérleget és környékét.
- (f) Egy kísérlet során próbálja mindig ugyanazt a mérleget használni.

2. Táramérleg használata

- (a) Kapcsolja be a mérleget, és várja meg, amíg a kijelző stabilizálódik. Szükség esetén tárazza le.
- (b) Helyezze a mérendő tárgyat a mérlegre, és várja meg, amíg a kijelző stabilizálódik. Ha szükséges jegyezze fel a tömeget, vagy tárazza le a mérleget (a "tare" gomb megnyomása után a "0,00 g" jelenik meg a kijelzőn).
- (c) Óvatosan adja hozzá a mérni kívánt anyagot. Figyeljen arra, hogy a mérleg tányérjára ne essen vegyszer. Ha igen, akkor azonnal tisztítsa fel. Várjon, amíg a kijelző stabilizálódik, és jegyezze fel a kimért anyag tömegét.
- (d) Vegye le a tárgyat a mérlegről, és szükség esetén tisztítsa meg a mérleget.

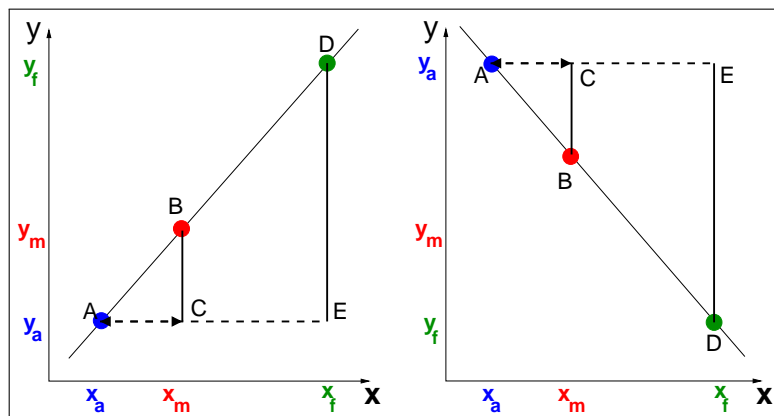
3. Analitikai mérleg (0,1 mg pontosság) használata

- (a) Óvatosan csukja be a mérleg ajtaját, ha az nyitva van.
- (b) Kapcsolja be a mérleget, és várja meg, amíg a kijelző stabilizálódik. Tárassa le.
- (c) Óvatosan nyissa ki a mérleg ajtaját, és helyezze a tárgyat a mérleg tányérjára. Óvatosan csukja be a mérleg ajtaját, és várja meg, amíg a kijelző stabilizálódik. Szükség esetén jegyezze fel a tömeget, vagy tárazza le a mérleget.
- (d) A mérlegajtó nyitása után mérje be a szükséges anyagot. Figyeljen arra, hogy a mérleg tányérjára ne essen vegyszer. Ha igen, akkor azonnal tisztítsa fel. Csukja be a mérleg ajtaját, és várja meg, amíg a kijelző stabilizálódik. Jegyezze le a kimért anyag tömegét.
- (e) A mérleg ajtajának kinyitása után vegye ki a tárgyat és csukja be a mérleg ajtaját.

A lineáris interpoláció

A kísérleti munka során gyakran használunk olyan táblázatokat, amelyek egy rendszer valamilyen fizikai jellemzőjét (pl. sűrűségét) tartalmazzák többféle hőmérsékleten vagy különböző összetételű rendszerek valamely mennyiségét (pl. sűrűségét) adják meg adott hőmérsékleten. Az is gyakori, hogy olyan körülmények (pl. hőmérsékleten vagy összetételnél) között lenne szükségünk a kérdéses adatra, amely nem szerepel a táblázatban. Ilyenkor is felhasználhatjuk a táblázat adatait, és az ismert adatokból az ismeretlenekre következtethetünk. Többféleképpen is eljárhatunk, de a leggyorsabb és legegyszerűbb eljárás azonban az úgynevezett **lineáris interpoláció**. Ez azon a feltevésen alapul, hogy nem követünk el nagy hibát, ha feltételezzük, hogy a táblázat két szomszédos pontja közötti tartományban lineáris kapcsolat van a két mennyiség között (lásd 1. ábrát).

Ha adott x_m mennyiséghez tartozó y_m mennyiséget kívánjuk meghatározni, akkor kiválasztunk egy x_m -nél kisebb x_a és egy nála nagyobb x_f mennyiséget, melyeknél ismert y_a és y_f értéke. A kiválasztásnál a mért mennyiséghez lehető legközelebbi mennyiségeket keresünk. Ez azért fontos, mert a görbének olyan szakaszát kell kiválasztanunk, amelyhez minél közelebb esik a kiválasztott pont, és minél kisebb görbeszakaszt veszünk, annál kevésbé tér el az egyenestől, azaz annál jobban teljesül a feltevésünk.



1. ábra. Lineáris interpoláció szemléltetése

Az 1. ábra alapján láthatjuk, hogy az egyenesek meredekségének előjelétől függetlenül, a kisebb ABC és a nagyobb ADE háromszög hasonló egymáshoz, melynek alapján az egyes befogók aránya egymással megegyezik, azaz $\frac{y_m - y_a}{x_m - x_a} = \frac{y_f - y_a}{x_f - x_a}$, melyet átrendezve kapjuk, hogy

$$y_m = y_a + (x_m - x_a) \frac{y_f - y_a}{x_f - x_a} . \quad (2)$$

Például, ha az $x_m = 20,3 \text{ }^\circ\text{C}$ víz sűrűségét szeretnénk meghatározni, akkor olyan hőmérsékleteken mért adatokra van szükségünk, amelyek „közrefogják” a kiválasztott hőmérsékletet (egyik kisebb, másik nagyobb), és a lehető legközelebb esnek egymáshoz (a táblázatban szomszédos pontok). A legközelebbi két hőmérséklet az 1. táblázat alapján az $x_a = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ és $x_f = 21 \text{ }^\circ\text{C}$, illetve a hozzá tartozó sűrűségek: $y_a = \rho_a = 0,9982 \text{ g/cm}^3$ és $y_f = \rho_f = 0,9980 \text{ g/cm}^3$.

A $20,3 \text{ }^\circ\text{C}$ víz sűrűsége a (2) egyenletbe helyettesítve:

$$y_m = \rho_m = 0,9982 \text{ g/cm}^3 + (20,3 - 20) \text{ }^\circ\text{C} \frac{(0,9980 - 0,9982) \text{ g/cm}^3}{(21 - 20) \text{ }^\circ\text{C}} = 0,99814 \text{ g/cm}^3 .$$