

Elérhetőségek

Lukács Diána, PhD hallgató

Mérnöki Kar, Kémia Intézet, Analitikai Kémia Intézeti Tanszék

C épület, 419-es szoba

lukacsd@almos.uni-pannon.hu

Jegyzőkönyv követelmények

Csoportos jegyzőkönyv készítés

Nyomtatva (1 példány, sablon követése ajánlott)

Leadási határidő: PÉNTEK, 14:00

Fejléc

- Mérés címe
- Laborgyakorlat megnevezése
- Mérés időpontja
- Mérőcsoport száma
- Mérőcsoport tagjainak neve (Szak megnevezése); *(csak a megjelentek neve)*

Mérési feladat leírása ¹

- Elméleti háttér
- Mérés részletes leírása (mérés célja, mérés menete, műszer, mérési eredmények, számolás, meghatározott eredmények)

További jegyzetek:

Kémiai analízis I. tankönyv (Dr. Kristóf János) 205-207. oldal

Anyagvizsgálati módszerek (mechatronika szak) Ábragyűjtemény (Dr. Hajós Péter)

Elektromos vezetés mérése, Elektromos vezetés mérése oldatokban

Kémiai tulajdonságokkal kapcsolatos vizsgálati módszerek

pH mérés, potenciometriás érzékelők, Potenciometriás elektródok szerkezete

Érzékelők, szenzorok

Elektromos vezetés számítása, Erős savak, bázisok pH mérése, számítása

¹ A jegyzőkönyv adott méréshez tartozó elméleti és gyakorlati részének kidolgozásához a megjelölteken kívül egyéb forrás is felhasználható.

A kiadott segédanyag és mintajegyzőkönyv vázlatos formájának másolata nem értékelhető!

ELMÉLETI ÖSSZEFOGLALÓ

Érzékelők, szenzorok

szenzorok: jelátalakítók, melyek különböző tulajdonságokat (mechanikus, kémiai, termikus, mágneses, optikai) elektromos jellé alakítanak

- a szerzor jele továbbvezethető, erősíthető, szűrhető, feldolgozható

elektrokémiai elven működő szenzorok: kémiai reakciók által előidézett elektromos jel detektálása, átalakítása (koncentrációjával arányos jel)

- kritikus paraméterek (O₂ koncentráció, pH stb.) gyors jelzése, szabályozása
- hűtővizek tisztaságának, sótartalmának ellenőrzése

pH mérés

pH fogalma és számítása

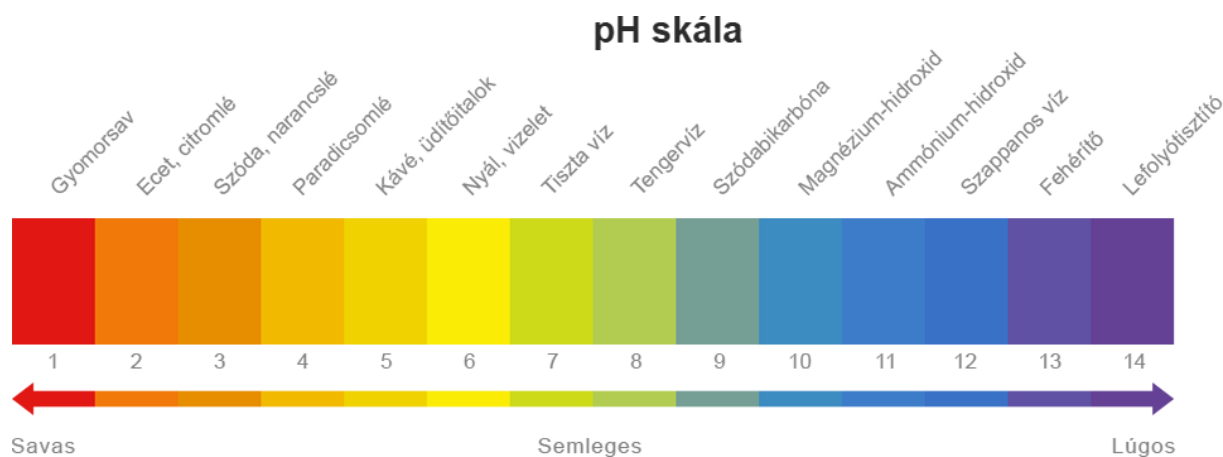
- adott oldat kémhatását (savas, lúgos) jellemző kémiai mennyiség (dimenzió nélküli)
- hígvízes oldatokban a hidrogén ion koncentráció tízes alapú logaritmusának negatív értékével arányos
- alapegyenletek:

$$pH = -\log[H^+]$$

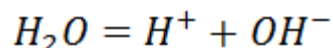
$$pOH = -\log[OH^-]$$

ahol $[H^+]$ a hidrogén ion koncentráció, $[OH^-]$ pedig a hidroxid ion koncentráció mol/dm³ mértékegységben

$$pH + pOH = 14$$



- pH = 7: semleges kémhatás (a H^+ és OH^- koncentráció egyenlő)
- savakban a szabad hidrogén ionok (H^+), míg bázisokban/lúgokban a szabad hidroxid ionok (OH^-) vannak túlsúlyban
- a víz amfoter tulajdonságú (savként és bázisként is viselkedhet)



- pH érték csak a szabad ionos formában levő (teljes mértékben disszociált) H^+ ionok koncentrációját jellemzi
- csak erős (teljesen disszociált) sav-, ill. lúgoldatok esetén határozható meg a pH a koncentrációból
 - erős sav pl.: sósav (HCl), kénsav H_2SO_4 , salétromsav (HNO_3) (vizes oldatban teljes disszociáció H^+ -ra és anionra)
 - erős lúg pl.: nátrium-, kálium-hidroxid ($NaOH$, KOH) (vizes oldatban teljes disszociáció OH^- -ra és kationra)
- gyenge savak és bázisok csak részlegesen disszociálnak így a pH számítás bonyolultabb
 - gyenge sav pl.: szénsav (H_2CO_3), ecetsav (CH_3COOH)
 - gyenge bázis pl.: ammónia vizes oldata (NH_4OH , szalmiákszesz)
- pH információ tartalma:
 - oldat savas, bázikus karaktere
 - sav- ill. lúgerősség
 - disszociáció mértéke

pH meghatározás módszerei

A.) sav-bázis indikátorok használata (kolorimetria)

- vizes oldatok kémhatása leggyorsabban sav-bázis indikátorokkal határozható meg
- indikátort tartalmazó vizsgálandó oldat színét hasonlítjuk össze ismert pH-jú, ugyanazt az indikátort tartalmazó pufferoldat színével
- gyors, egyszerű, megbízható módszer
- az indikátoranyag meghatározott pH értéknél megváltoztatja a színét (indikátorpapír, indikátoroldat)
 - kétszínű indikátorok
 - egyféle indikátoranyag
 - szűk pH tartományban alkalmazható
 - közelítőleg szükséges ismerni az oldat pH-ját
 - pl.: lakmuszpapír → piros < pH=7 < kék
 - pl.: fenolftalein oldat → színtelen < pH=8 < rózsaszín
 - univerzál indikátorok
 - többféle indikátoranyag
 - teljes pH tartományban alkalmazható
 - különböző érzékenység
 - teljes pH tartományban 1-0.5 érzékenység
 - szűkebb pH tartományban 0.1-0.2 érzékenység



1. ábra: Univerzális indikátorpapír színskálával

B.) Potenciometriás mérés

- a pH legpontosabban potenciometriás módszerrel határozható meg (akár 0.001 pontosság)
- elektroanalitikai módszer (potenciálmérés a mérő- és a referenciaelektrod között kialakuló feszültségkülönbség mérésével)
 - mérőelektrodként üvegelektrod
 - referenciaelektrodként másodfajú elektrod (pl.: Hg/Hg₂Cl₂ vagy Ag/AgCl)
 - kombinált üvegelektrod (a mérő- és referencia elektrod egy egységben, duplafalú)
- a két elektrodot galvánelemmé kapcsolják össze
- a galvánelem elektromotoros erejéből a pH kiszámítható (a készülék közvetlenül pH egységben jelzi ki az értéket)
- előzetes kalibrálás szükséges (ismert pH-jú pufferoldat segítségével, a pH és a potenciál különbség linearitásának beállítása)
- a potenciálkülönbség és az azt létrehozó komponens koncentrációja között az összefüggést a Nernst-egyenlet írja le:

$$E = E^{\circ} + \frac{R * T}{n * F} * \ln a$$

ahol E° a standard elektrodpotenciál [V] (1 mol/l-re vonatkoztatva), R az egyetemes gázállandó (8.314 J/mol*K), T a hőmérséklet [K], n az elektrod folyamat elektronszám változása, F a Faraday állandó (96 487 C/mol), a pedig a komponens aktivitása [mol/dm³]

- Nernst-egyenlet (25°C-on, tízes alapú logaritmust használva):

$$E = E^{\circ} + \frac{0.0591}{n} * \lg c$$

ahol c a koncentráció [mol/dm³]

Potenciometriás elektrodok

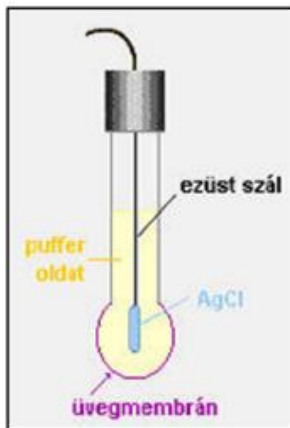
- a.) ionszelektív elektrodok: elektrokémiailag eltérő aktív membránt tartalmaznak, a membrán belső oldalán referencia oldat, külső oldalán mérendő oldat, az elektrod potenciál a külső ion koncentrációjával arányos

b.) pH érzékeny üvegelektrod

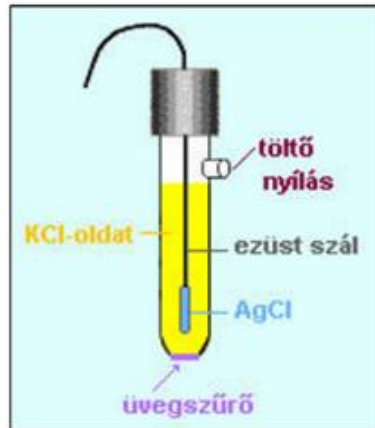
- pH érzékeny üvegmembrán (különleges összetételű, nagy elektromos vezetőképességű, kis olvadáspontú)
- kivezetőként ezüst/ezüst-klorid elektród
- az üvegmembrán vizes oldattal érintkezve vizet vesz fel, több molekula rétegben megduzzad, és ioncsere-egyensúlyt alakít ki az oldat H^+ ionjaival
- a membránon kialakuló elektródpotenciált a két oldalon levő H^+ ion koncentrációk aránya határozza meg
- az elektród belsejében nagy kapacitású pufferoldat (pH=6–7) miatt az üveggömb belsejében a H^+ ion koncentráció állandó, így az elektródpotenciált csak a külső H^+ ion koncentráció, azaz az oldat pH-ja határozza meg

$$E = c - 0.0591 \text{ pH}$$

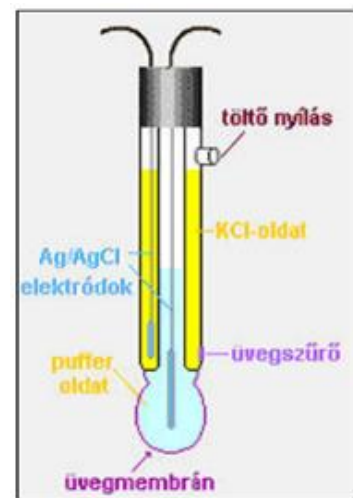
- bármilyen összetételű vizes oldatban használható
- pufferolt oldatokban 0.001 pontosság (nem pufferolt oldatokban 0.05)



1. ábra: Üvegelektrod



2. ábra: Összehasonlító vagy vonatkoztatási elektród



3. ábra: Kombinált elektród

Vezetőképesség meghatározás

Vezetőképesség fogalma, számítása

- elektromos ellenállás: anyagi tulajdonság (jele: R , mértékegysége ohm [Ω])
 - 1 amper intenzitású áram létrehozásához szükséges feszültség és az áramerősség hányadosa

$$R = \frac{U}{I}$$

- fajlagos ellenállás: 1 m hosszú, 1 mm² keresztmetszetű vezetõn 1 amper intenzitású áram létrehozásához szükséges feszültség és áramerősség hányadosa
- elektrokémiában ezek reciproka használatos
- a vezetőképességből illetve annak változásából (kémiai reakciók során) analitikai információ származtatható
- vezetőképesség/konduktancia (jele: G , mértékegysége: siemens [S])
 - az elektromos (ohmikus) ellenállás reciproka

$$G = \frac{1}{R} = \kappa * \frac{A}{l} = \frac{\kappa}{K}$$

ahol κ a fajlagos vezetőképesség (egységnyi 1 cm² felületű, egységnyi távolságra 1 cm-re levő elektródok közötti elektrolitoldat vezetőképessége; a fajlagos ellenállás reciproka), A az elektródok felülete [cm²], l az elektródok közötti távolság [cm], K pedig a cellaállandó (l/A)

- ekvivalens (moláris fajlagos) vezetőképesség (jele: Λ , mértékegysége: Sm²/mol)

$$\Lambda = 1000 * \frac{\kappa}{c}$$

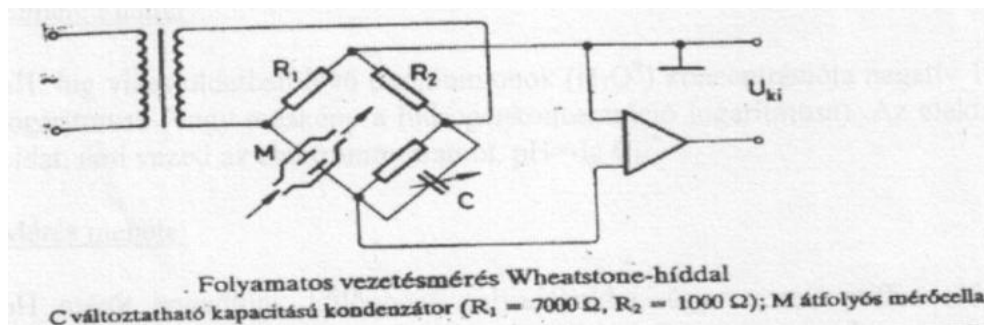
ahol c a koncentráció [mol/dm³]

- az elektromos vezetés feltétele olyan töltéshordozók (pl.: elektronok, anionok, kationok) jelenléte, melyek elektromos tér hatására elmozdulnak (ennek alapján vezetők vagy szigetelők)
- a vezetőképesség függ az oldat térfogategységre eső ionjainak számától (koncentráció), az ionok mozgékonyaságától (az a sebesség, mellyel az ion elektromos tér hatására mozogni képes), az oldat hőmérsékletétől és a rendszerre kapcsolt feszültségtől

- az oldatok vezetőképessége additív tulajdonság, melynek következtében a konduktometria nem szelektív módszer (csak az összionkoncentráció határozható meg, az összetétel nem)
- alkalmazása jellemzően egy elektrolitot tartalmazó rendszereknél vagy olyan kémiai reakcióknál, ahol jelentősen változik az ionmozgékonyosság

Vezetőképesség mérése – Konduktométer

- mérés elve: az oldat ellenállásának mérése Wheatstone hidas kapcsolás segítségével oldatba merített harangelektróddal vagy átfolyós rendszerű elektróddal
 - szembenálló platina lemezek vagy gyűrűk
- a kijelzés kis frekvenciás, váltakozó áramú mérőberendezéssel (egyenáram hatására polarizálódnak az elektródok)
 - analóg vagy digitális kijelzés
 - különböző méréstartományok
- mérési körülmények:
 - platinagyűrűk/lemezek teljes borítása, buborékmentes elektród szükséges
- mérés megkezdésekor ill. méréstartomány váltás esetén kalibráció szükséges (végkitérés beállítása) (analóg készülék)



- direkt konduktometria: homogén (tiszt) elektrolitoldatok koncentrációjának közvetlen meghatározása
 - természetes vizek összes sótartalmának meghatározása
 - desztillált ill. ioncserélt víz minőségellenőrzése
 - ionos szennyeződések kimutatása