

# ELEKTROANALITIKAI LABORGYAKORLAT

## Tartalomjegyzék

Direkt potenciometria .....	2
Coca-Cola és citromlé pH-jának meghatározása .....	2
Fogkrém fluoridion tartalmának meghatározása fluoridion-szelektív elektróddal.....	4
Indirekt potenciometria .....	7
Vas(II)-ionok cerimetriás meghatározása .....	7
Sav-bázis titrálás (Coca-Cola foszforsav tartalmának meghatározása).....	9
Konduktometria .....	10
Csapvíz kloridion tartalmának meghatározása .....	10
Melléklet .....	11
Aktivitás számolása elektrolit oldatokban .....	11
Diffúziós potenciál.....	12
Ellenőrző kérdések.....	13

A gyakorlatra a tankönyvből (*Analitikai kémiai Potenciometria; Konduktometria fejezet*), bevezető előadás anyagából, valamint ezen jegyzetből kell felkészülni!

A laborgyakorlat érdemjegye elsősorban a beugró zh eredménye, amelyen a jegyzőkönyv és a gyakorlaton mutatott teljesítmény pozitív és negatív irányba is módosíthat!

A leirat végén található ellenőrző kérdések a felkészülést segítik, a beugró zh kérdései nem feltétlen ezek közül kerülnek ki.

## Direkt potenciometria

### Coca-Cola és citromlé pH-jának meghatározása

A pH direkt potenciometriás meghatározása során mérő elektródként hidrogénionszelektív üvegelektrodot, referencia elektródként másodfajú elektródokat használunk. A galváncella elektromotoros erejéből a pH kiszámítható, ennek értékét a mérőműszer a kijelzőn azonnal mutatja. A mérés pontossága 0,01 pH-egység.

$$EMF = E_o - S \Delta pH$$

<i>EMF</i>	a mért cellafeszültség
<i>E<sub>o</sub></i>	a mintaoldat aktivitásától független állandó
<i>S</i>	az E - pH kalibrációs egyenes meredeksége, elméleti értéke $S = 2,303 RT / F = 59,16 \text{ mV/pH}$ 25 °C-on,
<i>R</i>	az egyetemes gázállandó,
<i>T</i>	az abszolút hőmérséklet,
<i>F</i>	a Faraday szám

$\Delta pH$  az üvegmembrán két oldalán levő oldatok pH-jának a különbsége.

A pH-érzékeny üvegelektrod lényegében egy vékonyfalú üveggömb (membrán), amely vizes oldattal érintkezve az oldat H<sup>+</sup>-jaival ioncsere-egyensúlyt alakít ki. Az elektród különleges összetételű, relatíve nagy elektromos vezetőképességű és kis olvadáspontú üvegből készített membrán, vastagsága ~100 μm. Az üvegmembrán egy erősebb falú üvegcsőre van forrasztva. Az elektród belsejében nagy kapacitású, 6-7-es pH-jú, kloridiont tartalmazó pufferoldat van, amelybe ezüst/ezüst-klorid elektród (belső referencia) merül. A membránon kialakuló potenciált a két oldalon lévő H<sup>+</sup>-koncentrációk aránya határozza meg. A membrán belső oldalán a pufferoldat révén állandó a [H<sup>+</sup>], így az elektródpotenciál egyedül a külső H<sup>+</sup>-aktivitástól, azaz az oldat pH-jától fog függeni.

Az üvegelektrodok helyes működéséhez az üvegmembrán belső és külső határfelületének (~10 nm) hidratált állapotban kell lennie. Ezt az első használatbavételkor savas (0,1 mol/dm<sup>3</sup> HCl) aktiválással (kondicionálással) érjük el, majd desztillált vízben való tárolással tartjuk fent.

Ha az elektródot különböző pH-jú oldatokba mártjuk, az üveg felszínén kialakuló potenciál igen tág pH-intervallumban lineárisan változik a pH-val (1-12 pH). Szélsőséges pH tartományokban azonban a kalibrációs görbe elhajlik, a mérés pontatlan. Erősen lúgos közegben észlelhető az ún. alkálihiba, ami abban nyilvánul meg, hogy a ténylegesnél kisebb pH-értéket mérünk. Az alkáli hiba az érzékelőmembrán sajátosságaitól függően már pH=11–12 oldatban is jelentkezik. Erősen savas oldatokban (pH<1) lép fel az ún. savi hiba, amely a hidratált üvegmembrán-réteg zsugorodására vezethető vissza.

Az üvegelektrodot védeni kell a mechanikai sérülésektől, mert könnyen keletkezik rajta hajszáltrepedés!

Napjainkban az ún. kombinált üvegelektrodot használjuk, amely egy elektródban tartalmazza a mérő és az összehasonlító elektródot is (az üvegelektroddal össze van építve a

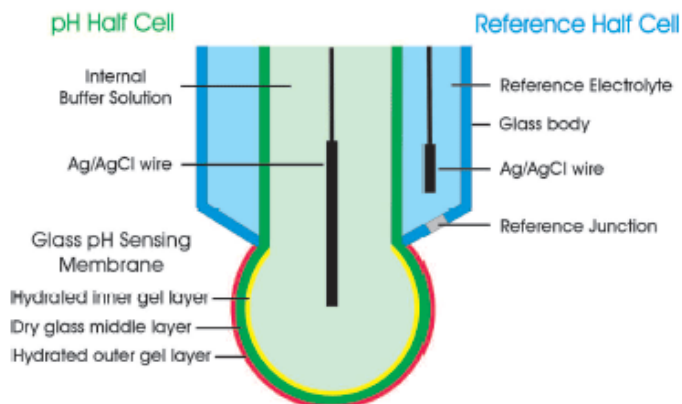
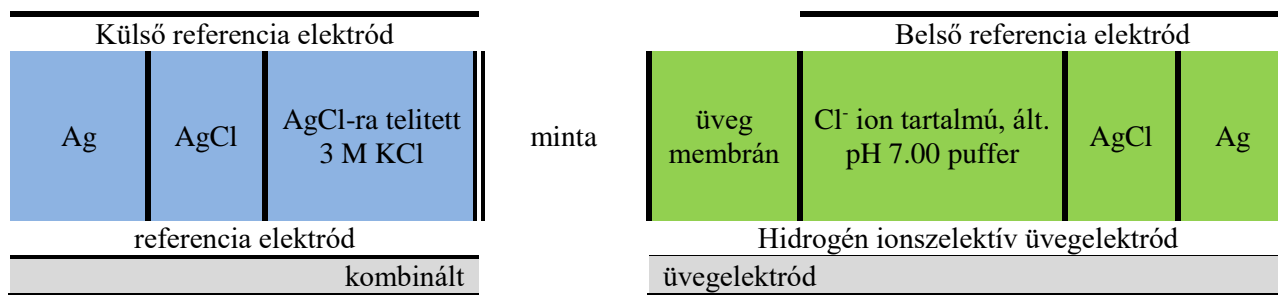
referenciaelektrod). Ekkor az elektrod szára duplafalú üvegcső, amelyben a referencia elektrod (Ag/AgCl) a külső térrészben található. A gyakorlat során egy ilyen kombinált elektrodot kell alkalmazni.



1. ábra

Kereskedelmi forgalomban kapható kombinált üvegelektrodok

A kombinált üvegelektrod, mint galvancia felépítése a szokásos jelöléseket használva



2. ábra

A kombinált üvegelektrod felépítése

### A mérés menete:

A pH meghatározására a közvetlen koncentrációmérés, direkt potenciometria módszerét használjuk. A használt pH mérő kijelzőjéről közvetlenül az oldat pH-ját olvashatjuk le.

Első lépésként a mérőműszer kalibrációját végezzük el. A kalibrálást követően a citromlé, illetve Coca-Cola minta pH-ja közvetlenül mérhető.

A kalibrációs egyenest két pontban, ismert pH-jú pufferoldat segítségével határozzuk meg (a pH-mérő illesztése). A kalibrálást gyárilag garantált pH-jú standard oldatokkal végezzük (2,00 és 4,01 és 7,00 pH). 2 pufferpárt használunk (4,01 és 7,00, valamint 4,01 és 2,00) a kalibrációhoz, mindkét esetben külön-külön megmérve a mintaoldatok pH-ját.

Az oldatok cseréjekor ne felejtsük el az elektródot leöblíteni és megtörölni!

A pH ezzel az eljárással 0,01 egység pontossággal határozható meg.

(ld. még: Analitikai Kémia elektronikus jegyzet 2.4.4. fejezetben az Üvegelektrodok c. részt; 110-114. old) (ld. még: Analitikai Kémia elektronikus jegyzet 2.3. fejezet bevezetője és 2.3.1rész; 95-97. old)

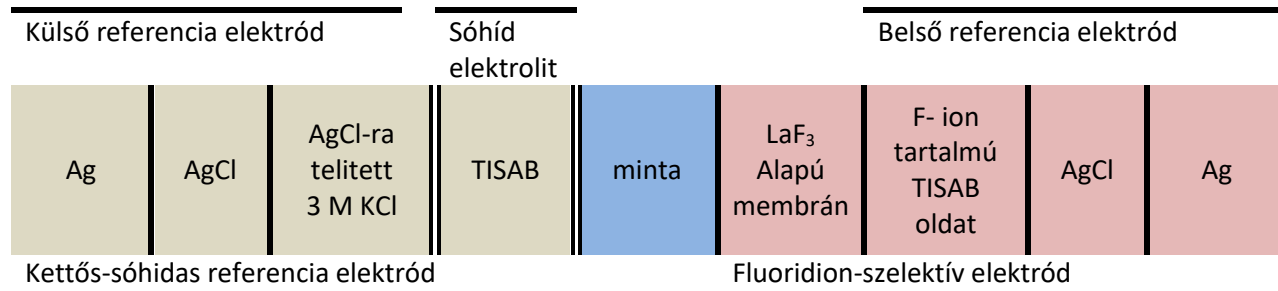
### **Fogkrém fluoridion tartalmának meghatározása fluoridion-szelektív elektróddal**

A fluoridionok direkt potenciometriás meghatározása során a fluoridion-szelektív elektródból és vonatkozási elektródból álló galváncella cellafeszültségét mérjük először megfelelő standard oldatokban,, majd az ismeretlen mintában. A standard oldatokban történő kalibráció során a standard oldatok  $pF = -\lg(a_F)$  értékei és a standard puffer oldatokban mért cellafeszültség értékek között fennálló lineáris függvény paramétereit határozzuk meg.

$$EMF = E^0 + \frac{RT}{zF} \ln a = E^0 + \frac{RT}{\lg(e)zF} \lg a = E^0 + S \lg a$$

ahol  $EMF$  a mért cellafeszültség,  $E^0$  a mintaoldat aktivitásától független állandó,  $S$  a kalibrációs egyenes kísérletileg meghatározott meredeksége, melynek elméleti értéke  $S = -2,303RT/F = -59,16 \text{ mV/pF}$ ,  $R$  az egyetemes gázállandó,  $T$  az abszolút hőmérséklet,  $F$  a Faraday szám és  $a$  mintaoldat fluoridion aktivitása.

A galváncella felépítése a szokásos jelöléseket használva:



### A kalibrációs görbe felvétele:

A fluoridion-szelektív elektród kalibrációját a mérendő iont ismert koncentrációban tartalmazó állandó ionerősségű oldatsorozat segítségével végezzük. Az ionerősség beállítására fluoridion-szelektív elektród esetén ún. TISAB (Total Ionic Strength Adjustment Buffer) oldatot használunk. (lásd tankönyv 95. oldal, valamint a mellékletben). A TISAB oldat összetétele a meghatározandó minta összetételének, illetve a mintában előforduló zavaró komponensek koncentrációjának függvénye. A TISAB oldatok mindig tartalmaznak a pH beállítását biztosító puffert (pl. ecetsav / nátrium-acetát) a fluoridionok meghatározását zavaró vas és alumínium ionokat komplex formában megkötő komplexképzőt (pl. citrát, DCTA - Diamino Cyclohexane Tetraacetic Acid) valamint a konstans ionerősséget biztosító inert só nagy koncentrációban (pl. NaCl). **Az ionerősség beállításával biztosítjuk az aktivitási koefficiens állandóságát a mérendő ionokat eltérő koncentrációban tartalmazó oldatokban, ami a direkt potenciometriás koncentráció meghatározás feltétele.** Az ionerősség beállításának további előnye, hogy ily módon nagymértékben csökkenthető a direkt potenciometriás méréseknél szisztematikus hibát okozó diffúziós potenciál ( $E_D$ ) hatása, mivel az állandó ionerősségű oldatokban értéke közel azonos.

A kalibráló oldatok állandó ionerősségét a NaF standard oldatok és a TISAB oldat azonos térfogatú részleteinek összepipettázásával készítjük (10 ml standard és 10 ml TISAB). A minta oldatot 1 g fogkrém 100 ml ioncserélt vízben való feloldásával készítjük el, ezután mérés előtt minta oldat ionerősségét a kalibráló oldatokkal megegyező mértékre állítsuk be TISAB hozzáadásával (10 ml minta és 10 ml TISAB).

A kalibrációs görbe felvétele során minden egyes kalibráló oldatban cellafeszültség mérést végzünk. A két különböző aktivitású standard, illetve minta oldatban történő mérés között az elektródpárt az oldatból kiemeljük, desztillált vízzel lemoszuk, majd szűrőpapírral leitatjuk. A potenciálértékek leolvasását az egyensúlyi érték beállása után végezzük.

A kalibráció során az alábbi táblázatnak megfelelően célszerű a mérési adatokat rendszerezni:

$c_F$ (mol/l)	pF (-)	$E_1$ (mV)
$10^{-1}$		
$10^{-2}$		
$10^{-3}$		
$10^{-4}$		
$10^{-5}$		

### Értékelés:

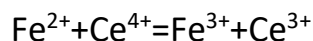
A kalibrációs egyenes paramétereinek meghatározása görbeillesztéssel (legkisebb hibanégyzetek módszerével, a lineáris tartományon kívül eső pontok figyelmen kívül hagyása mellett) pF-E értékpárok felhasználásával történik. A kalibrációs egyenes paramétereinek ismeretében az ismeretlen minta fluoridkoncentrációjának meghatározása számítással, illetve grafikus interpolációval történhet.

(ld. még: Analitikai Kémia elektronikus jegyzet 2.4.4. fejezetben a Csapadék alapú elektródok c. részt; 114-116.old)

## Indirekt potenciometria

### Vas(II)-ionok cerimetriás meghatározása

Vas (II)-ammóniumsulfát oldat  $\text{Fe}^{2+}$  tartalmának meghatározását a savas közegben, szobahőmérsékleten lejátszódó



reakcióegyenlet alapján, potencimetriás titrálással végezzük. Indikátor elektródként Pt fémelektrodot, referencia elektródként kalomel elektródot használunk. A minta oldat hozzáadása automata bürettával, a cellapotenciál mérése nagy bemenő ellenállású feszültségmérővel történik.

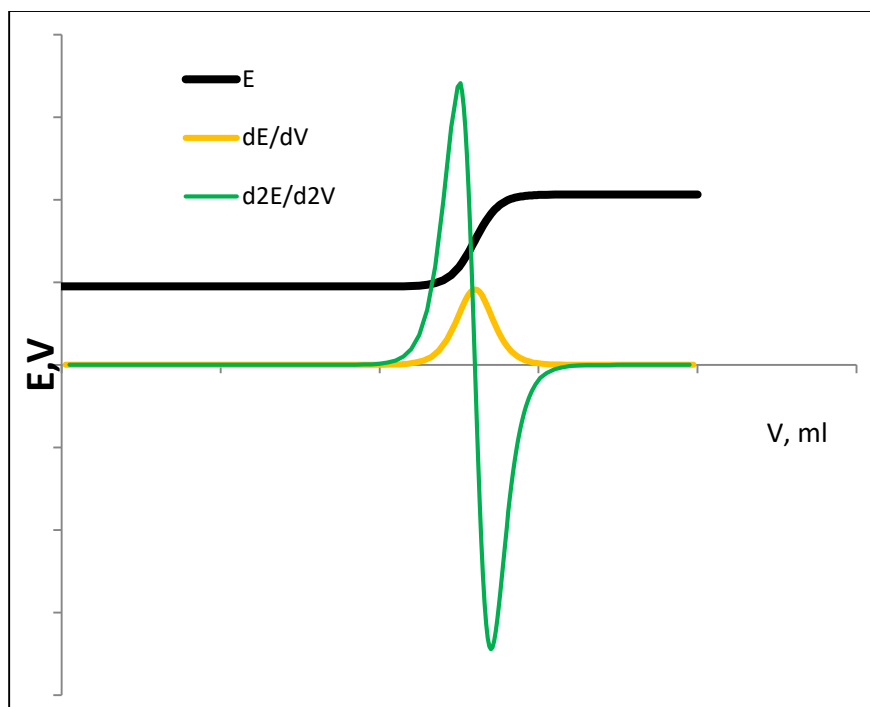
A galváncella felépítése a szokásos jelöléseket használva:



Az egyenértékpont meghatározása két lépésben történik. Első lépésként a mérőoldatot 1 ml-enként adagolva határozzuk meg a végpont körülbelüli értékét. A második titrálás során a pontosabb meghatározása érdekében az inflexiós pont környékén kisebb térfogategységeket (0,1 ml) adunk a mintához.

A mérési eredményeket táblázatosan érdemes megadni, mivel a titrálás végpontja az elsőrendű és másodrendű derivált segítségével határozható meg egyértelműen.

V [ml]	EMF [mV]	V' [ml]	dE/dV [mV/ml]	V'' [ml]	d <sup>2</sup> E/dV <sup>2</sup> [mV/ml <sup>2</sup> ]
--------	----------	---------	---------------	----------	--



3. ábra

A titrálási görbe, valamint első és második deriváltja

(ld. még: Analitikai Kémia elektronikus jegyzet 2.4.2. fejezetben a Redoxielektrodok c. részt, 101-104. old)



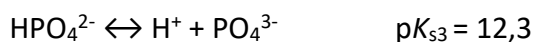
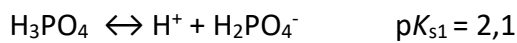
## Sav-bázis titrálás (Coca-Cola foszforsav tartalmának meghatározása)

Coca-Cola foszforsav tartalmát indirekt potenciometriás méréssel, potenciometriás sav-bázis titrálással határozzuk meg. A méréshez kombinált üvegelektrodot használunk mérő, illetve referencia elektródként. A mérőoldat 0,05 M-os NaOH.

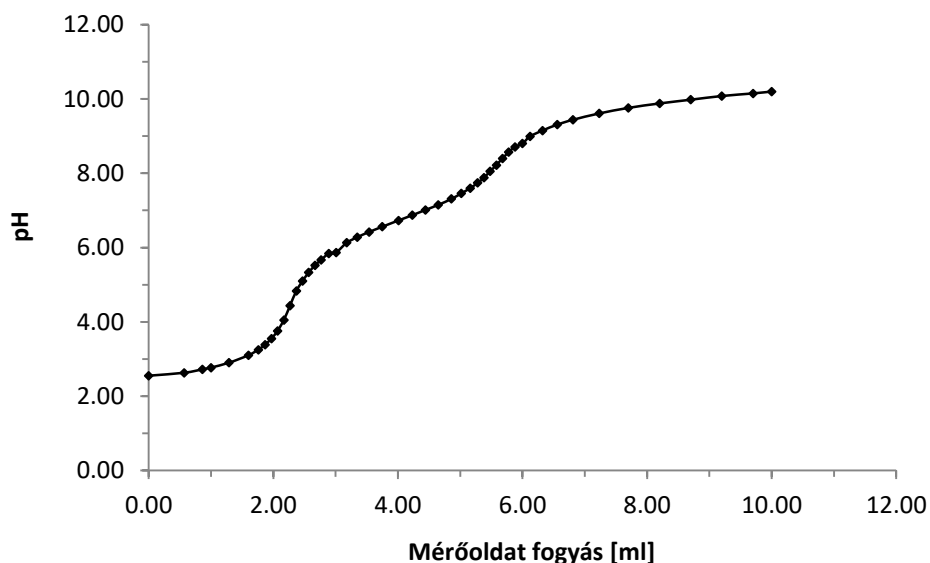
A sav-bázis titrálást automata titrátor segítségével végezzük el. A program elindítása után a készülék automatikusan adagolja a mintához a mérőoldatot, az egyenértékponthoz való távolság függvényében kisebb, illetve nagyobb térfogatonként (min. 100  $\mu$ l, max. 500  $\mu$ l). A készülék kijelzőjén folyamatosan nyomon követhető a titrálási görbe és a mért adatok.

A többértékű savak és bázisok disszociációja lépcsőzetes, az oldatban a különböző formák együtt vannak jelen.

Foszforsav disszociációs egyensúlyai:



A foszforsavat a savanyú sóig lehet titrálni, a szabályos sóhoz vezető reakció nem alkalmas a meghatározásra. (A hozzá tartozó minimális hiba 40%.)

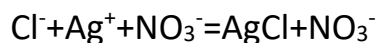


4. ábra  
Foszforsav titrálása 0,05 M NaOH-dal

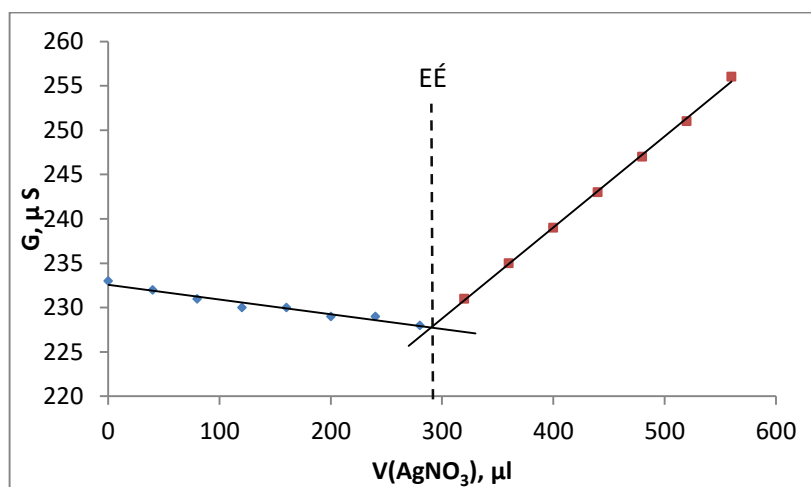
## Konduktometria

### Csapvíz kloridion tartalmának meghatározása

Csapvíz kloridion tartalmát meghatározhatjuk a klasszikus analitikai módszerek közé tartozó csapadékos titrálással. Az argentometriás titrálásoknál több végpontjelzési módszer közül választhatunk (Mohr, Volhard vagy Fajans szerinti végpontjelzés). Lehetséges a végpont jelzése műszeresen is, a vezetőképesség mérésével. A lejátszódó reakció



közben az egyenértékpontra eléréséig oldatban lévő klorid ionok nitrátionokra cserélődnek. A nitrátionok mozgékonyasága kisebb a kloridionokénál, ezért a végpontig az oldat vezetőképessége kismértékben csökken. Az egyenértékpont után a feleslegben adott jól disszociáló ezüst-nitrát hatására a vezetőképesség drasztikusan növekszik.



5. ábra

Klorid ion titrálása ezüst-nitráttal

Az ezüst-klorid oldhatósági szorzata csökkenthető nemvízes oldószernek (metanol) a mintába adagolásával. Az utóbbi használatának különösen híg oldatokban történő meghatározások során fontos.

A mérés során 50 ml csapvízhez 20 ml metanolt adunk, majd a keveréket 0,01 M AgNO<sub>3</sub> mérőoldattal titráljuk. A titráló szert 40 μl-es adagokban adjuk a mintához állandó keverés mellett, minden hozzáadás után leolvassuk a vezetőképességet.

(ld. még: Analitikai Kémia elektronikus jegyzet 3. fejezet, 3.1.1 fejezet, és a 3.2.2 fejezet második felére; 120-121. old, 127-128. old)

## Melléklet

### Aktivitás számolása elektrolit oldatokban

A kalibrációs egyenes megrajzolásához illetve a szelektivitás kiszámolásához szükséges a vizsgált ionok aktivitásának kiszámolása. Ennek menete:

1, Az ion erősség meghatározása, N féle iont tartalmazó oldatban

$$I = \frac{1}{2} \sum_1^N z_n^2 c_n$$

2, Az aktivitási koefficiens logaritmusának kiszámolása a kérdéses ionra a Debye-Hückel egyenlettel

$$\lg \gamma = \frac{-0,51z^2 \sqrt{I}}{1 + \alpha \sqrt{I} / 305}, \text{ ahol } \alpha \text{ a effektív hidratált ionsugár pm-ben}$$

3, Az aktivitás megadása  $a = \gamma \cdot c$

Pár gyakrabban előforduló ion effektív ionsugara pm (pikométerben):

ion	$\alpha$ , pm
Na <sup>+</sup>	450
K <sup>+</sup>	300
H <sup>+</sup>	900
Ag <sup>+</sup>	250
Mg <sup>+</sup>	800
Pb <sup>+</sup>	450
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	300
OH <sup>-</sup>	350

## Diffúziós potenciál

Két egymással érintkező folyadék szegmens között fellépő potenciál, ha a folyadék szegmensekben eltérő az ionok koncentrációja. Oka a különböző ionok mozgékonyságának egymástól való eltérése. Mértéke a Henderson egyenlettel számítható:

$$E_D = \frac{-\sum_n z_n u_n (c'_n - c''_n)}{\sum_n z_n^2 u_n (c'_n - c''_n)} \cdot \frac{RT}{F} \ln \frac{\sum_n z_n^2 u_n c'_n}{\sum_n z_n^2 u_n c''_n}$$

A betűk jelentése:

- u mozgékonyság
- c' koncentráció az egyik szegmensben (*mérendő oldat*)
- c'' koncentráció a másik szegmensben (*a referencia elektród sóhídja*)
- z töltésszám

A negatív és pozitív ionokra is összegzünk *n* szerint.

A mérések rövid ideje alatti esetleges koncentráció változásokat elhanyagolhatjuk. (*pl. a referencia elektródból kiáramló K<sup>+</sup> ionok koncentrációját elhanyagolva a mérendő oldatban koncentrációjukat nullának vesszük*)

ion	u, 10 <sup>10</sup> cm <sup>2</sup> mol/Js
H <sup>+</sup>	376,00
K <sup>+</sup>	80,00
Ag <sup>+</sup>	67,36
Na <sup>+</sup>	54,70
Pb <sup>2+</sup>	38,4
Mg <sup>2+</sup>	29,0
Cl <sup>-</sup>	81,10
OH <sup>-</sup>	199,06
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	75,80

A nagy mértékű diffúziós potenciál elkerülése miatt a gyakorlatban a referencia elektródok sóhídjában olyan sókat használnak, melyekben a kationok és az anionok mozgékonysága közel azonos (pl. KCl, NH<sub>4</sub>Cl, LiOAc).

## Ellenőrző kérdések

1. Mi a direkt potenciometria?
2. Mi az indirekt potenciometria?
3. Milyen elektródhoz viszonyítjuk az elektródok standard redox potenciálját? Alkalmazzák-e jellemzően ezt az elektródot a gyakorlatban referencia elektródként? Válaszát indokolja!
4. Rajzoljon le egy fluoridion-szelektív elektródot, nevezze meg a részeit és azok funkcióját! Mi biztosítja a szelektivitást a fluorid ionra?
5. Rajzoljon le egy pH érzékeny üvegelektrodot, nevezze meg a részeit és ezek funkcióját.
6. Rajzoljon le egy pH érzékeny kombinált üvegelektrodot, nevezze meg a részeit és azok funkcióját!
7. Rajzoljon le egy kettős sóhidas Ag/AgCl referencia elektródot, nevezze meg a részeit és azok funkcióját! Miért van szükség két sóhíd alkalmazására (hozzon rá konkrét példát)?
8. Rajzoljon le egy telített kalomel elektródot, nevezze meg a részeit és azok funkcióját!
9. Mi a pH definíciója szavakkal, definiáló egyenlete?
10. Hogyan működik a pH érzékeny üvegelektrod? (Mi az alapja a hidrogénion szelektivitásnak, mi a szerepe a hidratált üvegrétegnek, mitől függ a membránon kialakuló potenciálkülönbség?)
11. Hogyan függ a közepes aktivitási koefficiens az ionerősségtől? Miként befolyásolja ez az aktivitás és a koncentráció közötti összefüggést?
12. Változik-e az oldatban mért pH, ha az oldathoz nagy mennyiségben inert só-t adunk?
13. Soroljon fel 5 lehetséges hibaforrást, ami az üvegelektroddal elvégzett pH mérés során előfordulhat!
14. Mi a savi és az alkáli hiba, melyik milyen pH tartományban fordul elő, és milyen irányú hibát okoz?
15. Hogyan változik meg az oldat pH-ja a melegítés hatására, miért? Milyen értékeket vehet fel a pH?
16. Mennyi az 1M-os HCl-oldat pH-ja, hogyha feltételezzük, hogy ilyen koncentrációban is teljes mértékben disszociál?
17. Létezik negatív pH? Hogyha igen, hozzon rá példát, hogyha nem, akkor miért nem.
18. Létezik 14-es pH-nál nagyobb pH? Hogyha igen, hozzon rá példát, hogyha nem, akkor miért nem.
19. Hány mV-al mérek más feszültséget a referencia elektródhoz képest, hogyha 100-szorosára hígítom az a) 1mM-os b) 1 $\mu$ M-os HCl-oldatot? Kisebb vagy nagyobb feszültséget mérek a hígítás hatására?
20. Ismerni kell pufferek és gyenge savak/bázisok vizes oldatainak pH-jának számolását!
21. Milyen szükséges komponensei vannak egy TISAB oldatnak, és mi a szerepe az egyes komponenseknek a fluoridion meghatározásnál?
22. Mi a direkt potenciometriás koncentráció meghatározás feltétele, és ez hogyan biztosítható?
23. Hogyan működik a fluoridion-szelektív elektród? (mi biztosítja a szelektivitást, mitől függ a membránon kialakuló potenciálkülönbség, miből épül fel a membrán?)
24. Mekkora a kalibrációs egyenes elméleti meredeksége egy potenciometriás mérés során?
25. Mi a referenciaelektrod szerepe? Adjon egy példát lehetséges referenciaelektrodra!

26. Milyen só (kation és anion) választana egy elektród sóhídjába egy potenciometriás mérésnél és miért?
27. Írja fel a gyakorlaton elvégzendő cerimetriás titrálás egyenletét! Rajzolja fel a titrálási görbét és magyarázza annak lefutását.
28. Rajzoljon fel egy potenciometriás redoxi titrálási görbét, ha a titrálás az oxidáció irányába halad!
29. Rajzoljon fel egy potenciometriás redoxi titrálási görbét, ha a titrálás a redukció irányába halad!
30. Milyen elektródot/elektródokat kell alkalmazni egy potenciometriás redoxi titrálás során és miért?
31. Mekkora a mért elektromotoros erő a cerimetriás titrálás esetén X %-os ( $X = 50-200$  között bármi lehet) titráltsági foknál ( $C_{0;Fe^{2+}} = 0,05$  M), ha a mérés platina mérőelektódot és telített kalomel referencia elektródot alkalmazunk? *Különös tekintettel:* Mekkora az elektromotoros erő az egyenértékponthoz és 200%-os titráltságnál (100%-os túltitráltságnál)?  
( $E_{ref} = +0,244$  V;  $E_{Fe^{3+}/Fe^{2+}}^0 = +0,77$  V;  $E_{Ce^{4+}/Ce^{3+}}^0 = +1,61$  V)
32. Mekkora a mért elektromotoros erő a cerimetriás titrálás esetén X %-os titráltsági foknál ( $C_{0;Fe^{2+}} = 0,05$  M), ha a mérés során használt kalomel referenciaelektrodot lecseréljük platina elektródra? ( $E_{Fe^{3+}/Fe^{2+}}^0 = +0,77$  V;  $E_{Ce^{4+}/Ce^{3+}}^0 = +1,61$  V)
33. Hogyan lehet kloridiont konduktometriásan meghatározni? Mi a mérés menete, rajzolja fel a kapott titrálási görbét, és hogy ebből hogyan határozható meg az egyenértékponthoz?
34. Konduktometriás mérés során milyen segédanyagot adunk a rendszerhez, és mi a szerepe a mérés során?
35. Fellép-e hiba a konduktometria esetén az elektrolízis miatt? Ha igen, milyen, ha nem, miért nem?
36. Mik befolyásolják, hogy mekkora vezetést mérünk egy oldatban? (3 példa)
37. Mit lehet elmondani a konduktometriás módszer szelektivitásáról?
38. Hogyan változik a titrálási görbe, hogyha a kiindulási csapvíz minta térfogatát a) ioncserélt vízzel b) ugyanazzal a csapvízzel duplájára növeljük?
39. Milyen matematikai összefüggéseken alapul a vezetőképesség meghatározása?
40. Ismertesse a laborban elvégzendő összes mérés menetét a laborleiratnak megfelelően!  
(ismerni kell, hogy melyik mérésnél milyen oldatokat, elektródokat kell alkalmazni, hol mi a mérés menete, célja).