

## A pH „érzékelése” indikátorokkal

A sav-bázis indikátorok olyan "festékek", melyek színüket a pH függvényében változtatják. Ennek alapja az, hogy egy HB indikátor maga is H<sup>+</sup> kationra és B<sup>-</sup> anionra disszociál, s mivel csak kis mennyiségben alkalmazzuk, így a disszociációját a mérendő oldat pH-ja szabja meg. Az indikátor disszociált illetve disszociálatlan formájának a színe eltér.

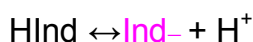
Átcsapási tartomány azért van, mert a szemünk csak akkor érzékeli a színváltozást, ha az indikátor valamelyik formája kb. tízszeres feleslegben van a másikkal szemben. A táblázatban néhány indikátor színváltozása ill. az ahhoz tartozó pH-intervallum látható.

indikátor	vizes oldatának színe az alsó határ alatt	átcsapási pH-tartomány	vizes oldatának színe a felső határ felett
fenolftalein	színtelen	8,0-9,8	lila
Bróm-timolkék	sárga	6,0-7,6	kék
metilnarancs	vörös	3,1-4,4	narancssárga
kongóvörös	kék	3,0-5,2	vörös
fenolvörös	narancssárga	6,8-8,4	ibolyás vörös
timolkék	sárga	8,0-9,6	kék
lakmusz	piros	6,0-8,0	kék

A pH közelítő meghatározására úgynevezett univerzális pH-papírt használhatunk, mely a teljes pH-tartományban jellegzetes színnel jelzi az aktuális pH-t. Léteznek érzékenyebb pH-papírok is, ezek gyakran csak 1-2 tizednyi pH-intervallumot fednek át és 1-2 tizedesjegy pontossággal lehet a segítségükkel a pH-t meghatározni.

A végpont jelzésére, indikátorként olyan szerves anyagokat használhatunk, melyek gyenge savak ill. bázisok és disszociálatlan molekuláik más színűek, mint ionjaik. Ilyen pl. a metilnarancs, mely savas oldatban vörös, lúgos oldatban sárga színű, vagy a fenolftalein, mely savas közegben színtelen, lúgos színe pedig vörös.

A fenolftalein, mint minden gyenge sav (rövidítsük HInd-nek), vízben részlegesen disszociál:



A folyamat egyensúlyi állandója  $K = [\text{Ind}^-] \cdot [\text{H}^+] / [\text{HInd}] = 10^{-9}$

*Mi történik az indikátorral, ha a H<sup>+</sup>-ionok koncentrációja éppen megegyezik az egyensúlyi állandóval?*

Ekkor ugye  $K / [\text{H}^+] = 1 = [\text{Ind}^-] / [\text{HInd}]$ , azaz a  $[\text{Ind}^-] = [\text{HInd}]$ . Tehát a kétféle formának a keverék színét látjuk, azaz az oldat halványrózsaszín színű.

*Mekkora a pH az átmeneti színű (halványrózsaszín) oldatban?*

$$\text{Mivel } [\text{H}^+] = K = 10^{-9}, \text{ pH} = -\lg[\text{H}^+] = -\lg K = 9,00$$

Tehát az átmeneti színű oldat pH-ja 9,00, azaz ennél a pH-nál megegyezik a savas és bázisos forma koncentrációja, a két szín keverék színének, halvány rózsaszínnek látjuk az oldatot. A valóságban, ha a pH kb 8-nál kisebb, az oldat színtelen, míg 10-esnél nagyobb pH esetén élénk rózsaszín színű. Az indikátor úgynevezett átcsapási tartománya pH = 8 és pH = 10 között van.

Tehát a sav-bázis indikátorok színükkel képesek jelezni az oldat pH-ját (legalábbis egy bizonyos tartományban).

### **Titrálás**

A titrálás olyan mennyiségi elemzési módszer, amelynél ismert koncentrációjú reagens oldat segítségével határozzuk meg ismeretlen oldat hatóanyagtartalmát. (A titrálás nem mindig sav-bázis reakció.) Ha ismerjük a kémiai folyamat lefutását, a fogyott méroldat térfogatából és koncentrációjából kiszámíthatjuk a vizsgált anyag mennyiségét. A kémiai reakció akkor teljes, ha a vizsgálandó anyag és az adagolt reagens kémiaiilag egyenértékű mennyiségben van jelen. Ez az ún. egyenértékpontban (ekvivalenciapontban) következik be.

A titrálás végpontjának (amelynél a semlegesítés megtörténik) meghatározása legegyszerűbb esetben indikátorral történik, de történhet műszeres nyomonkövetéssel is.

### **Sav-bázis titrálások**

A sav-bázis titrálások alapjául szolgáló reakció a



egyenlet értelmében lezajló semlegesítés.

A sav-bázis titrálások két legfontosabb mérőoldata a 0,1 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú HCl-oldat (lúgok mérésére), illetve a 0,1 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú NaOH-oldat (savak mérésére).

## 0,1 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú HCl-oldat faktorának meghatározása

A 0,1 mólos HCl-oldat készítése: az oldat a HCl moláris tömegének egytized részét (3,65g) tartalmazza 1 dm<sup>3</sup>-ében.

A tömény HCl-oldatból készített mérőoldat nem lesz pontosan 0,1 mólos, ezért meg kell állapítanunk az oldat faktorát. A faktor meghatározását („beállítás”) szilárd nátrium-hidrogénkarbonát segítségével végezzük el.

100 cm<sup>3</sup>-es széles szájú Erlenmeyer lombikba analitikai mérlegen bemérünk négy tizedesjegy pontossággal 0,1 g nátrium-hidrogénkarbonátot. Ezután kb. 20 ml desztillált vizet öntünk a lombikba, majd a szilárd anyag feloldódása után belecseppentünk 1 csepp metilnarancs indikátort. Ezután a 0,1 M sósavoldattal átmeneti színűre titráljuk az oldatunkat. Ezután felforraljuk az oldatot, majd csap alatt gyorsan lehűtjük és újra átmeneti színűre titráljuk oldatunkat (kb. 1-2 csepp).

A bürettán század cm<sup>3</sup> pontossággal leolvassuk a fogyást.

Számítás: Ha a HCl-oldatunk pontosan 0,1 mol/ dm<sup>3</sup> koncentrációjú lenne, akkor 0,1001 g nátrium-hidrogénkarbonátra **10 cm<sup>3</sup> 0,1 mol/ dm<sup>3</sup> koncentrációjú sósavnak kellene fogynia**. Az általunk észlelt v cm<sup>3</sup>- fogyás azonban rendszerint valamivel több vagy kevesebb ennél. Ennek megfelelően a faktor 1-nél kisebb vagy nagyobb lesz:

$$\text{Faktor} = \frac{\text{elméleti fogyás}}{\text{gyakorlati fogyás}}$$

A titrálást két párhuzamossal (paralel) próbával végezzük, melyek fogyásai között legfeljebb 0,1 cm<sup>3</sup> eltérés lehet. (Ellenkező esetben újabb titrálást végzünk a kimosott és desztillált vízzel kiöblített titráló lombikban). A fogyások középértékéből három tizedesjegy pontossággal kiszámítjuk a faktort.

A jegyzikönyv a mérés rövid leírása mellett tartalmazza az összes észlelt adatokat és a számítást, kiemelve a faktor értékét.

Ezután meghatározzuk az elkészített nátrium-hidroxid oldat koncentrációját.

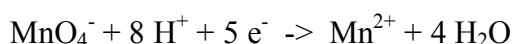
Az előkészített nátrium-hidroxid oldatból az oktató utasításának megfelelő mennyiséget 100 cm<sup>3</sup>-es mérőlombikba pipettázunk és desztillált vízzel jelig töltjük. Az így nyert oldatból 10,0 cm<sup>3</sup>-ert széles szájú erlenmeyer lombikba pipettázunk, desztillált vízzel kb 20 cm<sup>3</sup>-re hígítjuk és egy csepp fenolftalein hozzácseppentése után

az előzőleg megfaktorozott 0,1 M sósavval átmeneti színűre titráljuk. Legalább 3 párhuzamos mérést végzünk!

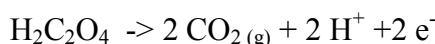
**Beadandó:** A mérés leírása, az eredeti nátrium-hidroxid oldat koncentrációja, a készített oldat koncentrációja.

### Permanganometria

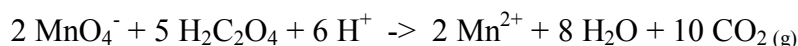
A redoxi reakciók elektronátlépéssel járó kémiai reakciók. A folyamatban az oxidálószer elektront vesz fel és redukálódik miközben a redukálószer ugyanannyi elektront ad le és közben oxidálódik. Például a permanganát-anion ( $\text{MnO}_4^-$ ) savas közegben mangán(II)-kationná redukálódik:



Ha az oldatban oxidálható komponensként oxálsav van jelen, akkor az széndioxidá alakul:



A teljes kémiai reakciót úgy írhatjuk fel, ha a leadott és a felvett elektronok száma azonos lesz.



A reakció egyenletek felírásánál mindig vegyük figyelembe az anyagmegmaradás törvényét és a töltések megmaradását is!

A fenti reakció alkalmas a permanganát oldat faktorának meghatározására is

#### A permanganát oldat faktorozása

Kb. 0,12 g kálium-oxalátot ( $\text{K}_2(\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) Széles szájú erlenmeyer lombikba mérünk analitikai mérlegen. Az anyagunkat 20 cm<sup>3</sup> desztillált vízben oldjuk, majd 8-10 cm<sup>3</sup> 20%-os kénsavat adunk az oldathoz. Ezután kb. 40-50 °C hőmérsékletűre melegítjük és lassan, cseppenként elkezdjük a 0,02 M permanganát-oldatunkkal titrálni. Kezdetben a reakció nagyon lassú, de a képződött  $\text{Mn}^{2+}$  ionok katalizálják a reakciót, és ezután már gyorsabban is titrálhatunk. A titrálást addig folytatjuk, míg az utolsó csepp permanganát oldat színe meg nem marad, és még 1 perc eltelte után sem tűnik el.

$$faktor = \frac{1000 \cdot m_{\text{kálium-oxalát}}}{9,2007 \cdot V_{0,02M \text{ permanganát}}}$$

## Mohr só vas(II)-tartalmának meghatározása

A kapott vas-sót ( $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ) bemérőcsónakban, analitikai mérlegen pontosan lemérjük, majd  $100 \text{ cm}^3$ -es mérőlombikba mossuk, tölcséren keresztül. Desztillált vízzel átöblítjük a mérőlombikot és a tölcsért is, majd a lombikot jellegig töltjük.  $10,0 \text{ cm}^3$ -t széles szájú Erlenmeyer lombikba pipetázunk, és desztillált vízzel kb.  $25\text{-}30 \text{ cm}^3$ -re hígítjuk.  $0,02 \text{ M}$  permanganát mérőoldattal átmeneti színűre titráljuk. Ebben a pontban oldatunk narancssárga színű lesz, ami a feleslegbe került permanganát halvány ibolya színéből és a képződő vas(III)ionok sárga színéből tevődik össze.

**Beadandó:** A kapott anyag %-os vastartalma és víztartalma

Feladatunkat azzal kezdjük, hogy az eszközeinket ellenőrizzük. Mindig tiszta, zsírtalan eszközzel dolgozunk, mert térfogatmérésünk csak így lesz pontos. Tisztítás, használat után a bürettát többször átmoszuk csapvízzel, végül desztillált vízzel.



Teflonos csappal ellátott büretta esetén ellenőrizni kell a büretta csapját is, a csavaros dugónak akadásmentesen kell elfordulnia és jól kell zárnia.

A pipettákat is ellenőrizni kell, szükség esetén azokat is alaposan el kell mosni, kitisztítani, megszáritani!

A titráláshoz használjunk széles szájú Erlenmeyer-lombikot! Főzőpoharat ne használjunk titráláshoz!

Az állványba fogott burettát kevés mérőoldattal néhányszor öblítsük át, utána teljesen feltölthetjük úgy, hogy a csap alatti csőrészben sem maradjon légbuborék. A meniszkusz pontos beállítását (0-ra állítást) csak közvetlenül a titrálás megkezdése előtt végezzük el!

Mielőtt a pipettába a vizsgálandó oldatot felszívnánk töröljük szárazra papírvattával, és néhányszor öblítsük át a mérendő oldattal. Az oldatból egy keveset a pipettába szívunk és megforgatva végigcsorgatjuk a pipetta falán. Savak-lúgok felszívását a pipettába pipettázó labda segítségével végezzük el!

Titráláskor a meghatározandó oldatot tartalmazó lombikot jobb kezünkben tartva és állandó rázogatózás közben addig csepegtetjük hozzá a burettából a mérőoldatot, míg az indikátor átmeneti szint nem mutat. A elején nagyobb részletekben is egedhetjük a mérőoldatot a végén inkább (tört)cseppenként. A buretta csapjáról az utolsó (tört)cseppet a lombik falához érintve vesszük le és belemossuk az oldatba. A titrálás vége fele a lombikot megdöntve forgassuk meg, hogy a falára fröccsent apró cseppeket is belemossuk.

A színváltozást jobban látjuk, ha a lombik alá fehér papírlapot rakunk. A mérés akkor jó, ha az első titrálás (tájékoztató mérés) után úgy választjuk meg a burettát, vagy a vizsgálandó oldatból annyit mérünk be, hogy a buretta térfogatának kb. 2/3-ad része fogy a titráláskor.