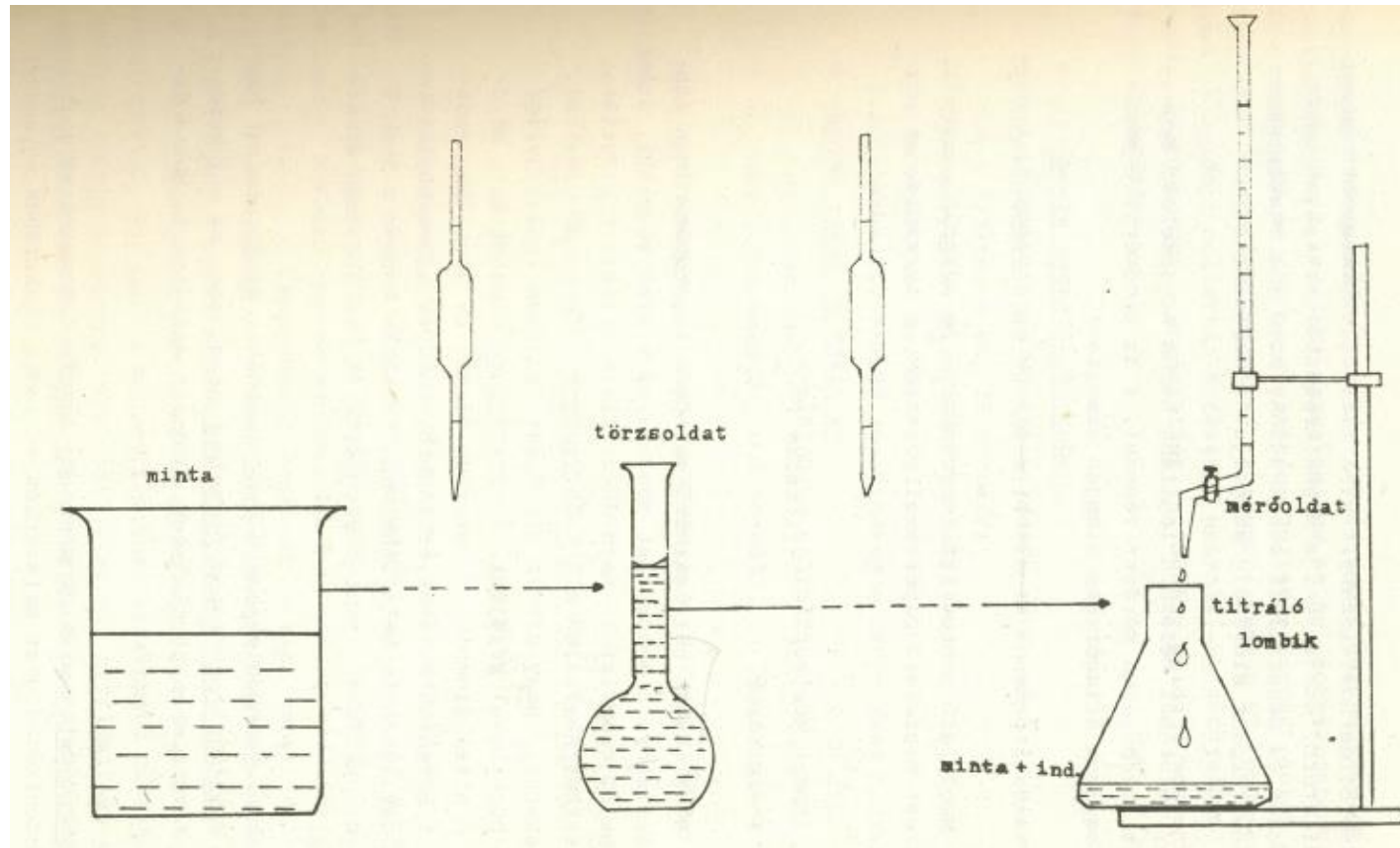
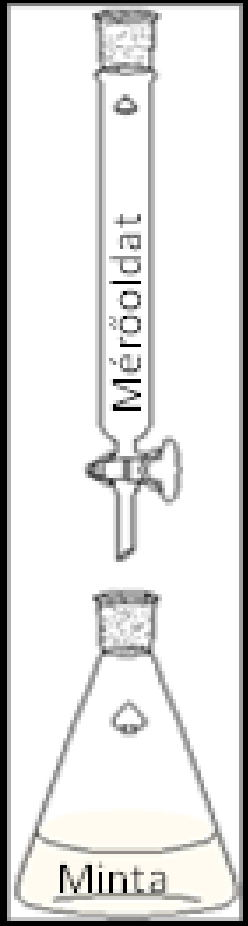


Titrimetria

- Térfogatós kémiai analízis -



Alapfogalmak

- ▶ **Elv**
 - ▶ ismert térfogatú anyag oldatához annyi ismert konc. oldatot adunk, amely azzal maradéktalanul reagál
 - ▶ a következtetéseket az elfogyott reagens mennyiségéből vonjuk le
 - ▶ olyan reakciókra van szükség, amelyek szigorúan sztöchiometrikusak, gyorsan (pillanatszerűen) egyensúlyra vezetnek és egyensúlyuk a kívánt irányba el van tolva
- ▶ **Titrlás végpontja** (egyenértékpont)
 - ▶ a reagens hozzáadott kémiai mennyisége [mol] egyenértékű (ekvivalens) az analát mennyiségével
- ▶ **Törzsoldat, titrálandó oldat**
- ▶ **Mérőoldat, titrló oldat**
 - ▶ pontosan ismert koncentrációjú oldat



Alapfogalmak

▶ Titer alapanyag (faktorbeállító alapanyag)

- ▶ pontos koncentrációjú oldatot lehet belőle készíteni
- ▶ ezzel lehet meghatározni a névleges koncentrációjú mérőoldat pontos koncentrációját, ill. hatóértékét
 - ▶ Hatóérték (titer): megmutatja, hogy a mérőoldat 1 cm^3 -e hány mg vizsgálandó anyagot mér
- ▶ ismérvei:
 - ▶ jól definiált összetétel
 - ▶ kémiai tisztaság
 - ▶ ne legyen higroszkópos, ne adszorbeáljon szén-dioxidot
 - ▶ az elkészített oldat koncentrációja az idő függvényében ne változzon

▶ Végpont jelzése

- ▶ a végpont nem azonos az egyenértékponttal, csupán megközelíti azt
 - ▶ pl. színváltó indikátorokkal: a titrálás végpontját pl. színváltozással jelzik
-

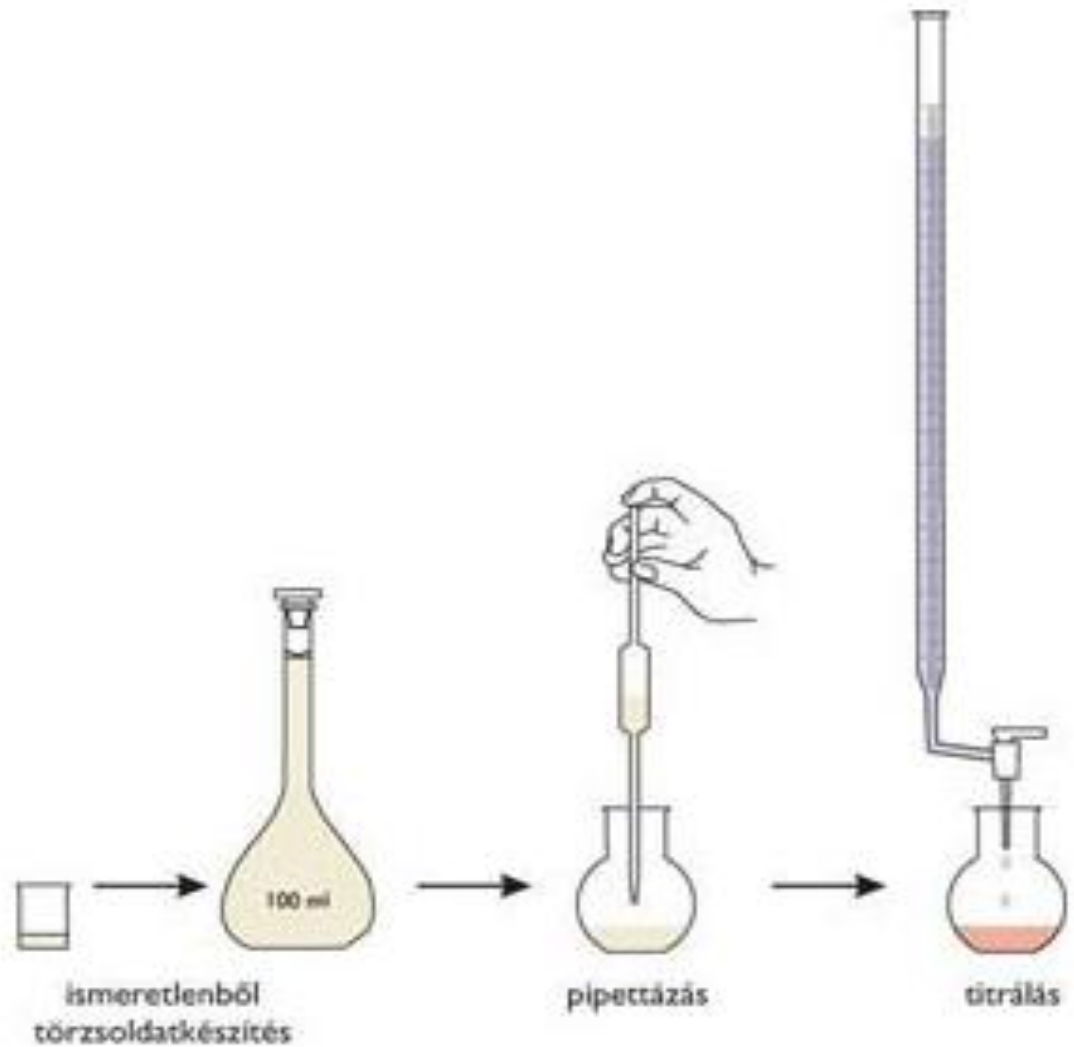


Lejátszódó kémiai reakciók követelményei

- ▶ Egyértelműen leírható
- ▶ Gyors
- ▶ Pillanatszerű változás
- ▶ Végpont jól jelezhető



Eszközök



Mérleg

- ▶ Tömegmérésre alkalmas
- ▶ Mindig a célnak leginkább megfelelő mérleg alkalmazása
- ▶ Analitikai mérleg

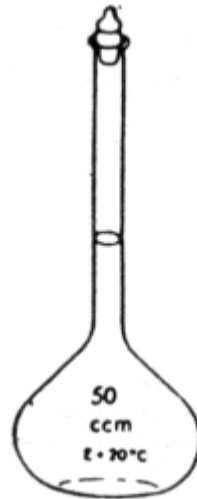
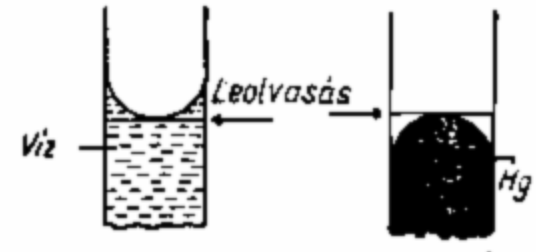


Térfogatmérő eszközök I.

▶ Meniszkusz leolvasása

▶ Betöltésre hitelesített

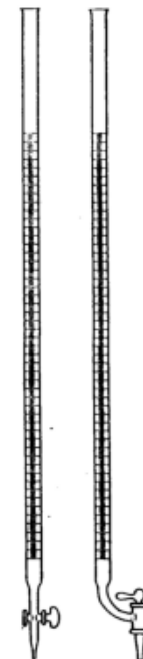
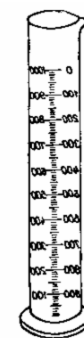
▶ Mérőlombik oldatkészítés



Térfogatmérő eszközök II.

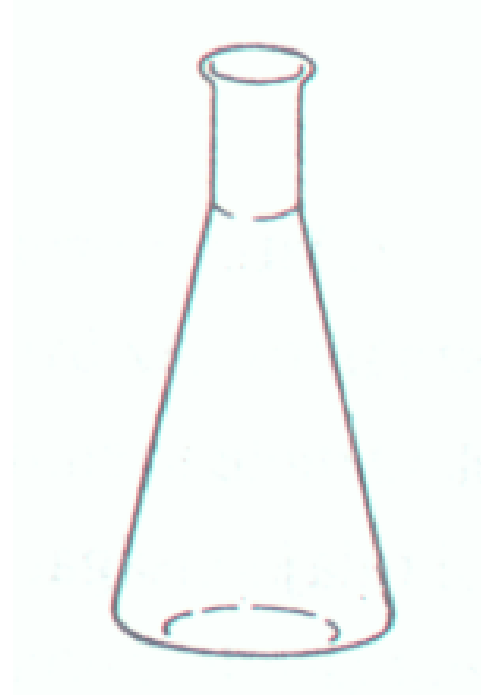
▶ Kifolyásra hitelesített

- ▶ Pipetta törzsoldat vagy adott oldat kimérése
- ▶ Büretta mérőoldat fogyásának megállapítása
- ▶ Mérőhenger oldat bemérése kis pontossággal
pl.: pH beállítás



Reakciótér

- ▶ Vizsgálható oldatot tartalmazó edény
- ▶ Általában Erlenmeyer lombik
- ▶ Körkörös mozgás



Oldatok - Oldatkészítés

Oldatból oldatba történik a meghatározás

- ▶ **Mérőoldat** (hatóértéke (titere) az a szám, ami megmutatja, hogy 1 cm³-e ? mg vizsgálandó anyagot mér)
 - ▶ Anyagmennyiség koncentráció
 - ▶ 0,1 – 0,05 M-os oldatok
 - ▶ Névleges koncentráció
- ▶ **Törzsoldat** (ha a minta szilárd v. tömény)
- ▶ **Titer alapanyagból készült oldatok** (kém.-i tisztaság, nem higroszk., jól deffin.összetétel, stb.)

$$c_{ni} = \frac{n_i}{V_{oldat}}$$



Indikátorok



Jellemzők

- ▶ Egyenértékpont jelzése, általában színváltozással
- ▶ Érzékenység
- ▶ Oldat vagy szilárd anyag
- ▶ Mennyisége nem minden esetben pontosan meghatározott



Hibalehetőségek - Csoportosítás

- ▶ Véletlen hibák
 - ▶ Szubjektív
- ▶ Rendszeres hibák
 - ▶ Mérési módszer
 - ▶ Méréshez használt eszköz
 - ▶ Elvégzett művelet
 - ▶ Személyi hiba



Titrátsági fok

- ▶ hányadosként vagy százalékban megadva kifejezi, hogy hol tart a titrálás folyamata

$$\alpha_t = \frac{\text{a hozzáadott reagens mennyisége}}{\text{a mérendővel egyenértékű reagens mennyisége}}$$

- ▶ alutitrált: kevesebb a hozzáadott reagens, mint a mérendő anyag kezdeti mennyisége

$$\alpha_t < 100\%$$

- ▶ Éép: : sztöchiometriailag azonos mennyiségű a hozzáadott reagens és a mérendő anyag kezdeti mennyisége

$$\alpha_t = 100\%$$

- ▶ Túltitrált: több a hozzáadott reagens, mint a mérendő anyag kezdeti mennyisége

$$\alpha_t > 100\%$$



Reakciókinetika

Tömeghatás törvénye:

ha valamely dinamikus egyensúlyba jutott rendszerben úgy változtatjuk meg az egyik, vagy több anyag koncentrációját, hogy a koncentrációkból képzett tört értéke más lesz, mint az egyensúlyi állandóé, olyan folyamat indul meg, amelynek következtében a tört lecsökkent értéke nőni, megnőtt értéke pedig csökkenni fog.

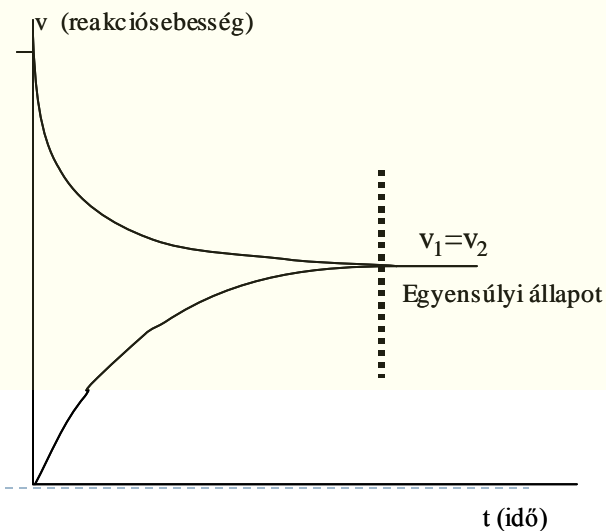
Le Chatelier–Braun-elv: Ha egyensúlyban lévő rendszerre változást kényszerítünk, akkor a rendszer úgy reagál, hogy csökkentse a változás mértékét.



$$v_1 = k_1 \cdot [A] \cdot [B] \quad v_2 = k_2 \cdot [C] \cdot [D]$$

$$v_1 = v_2 \Rightarrow k_1 \cdot [A]_e \cdot [B]_e = k_2 \cdot [C]_e \cdot [D]_e$$

$$K = \frac{k_1}{k_2} = \frac{[C]_e \cdot [D]_e}{[A]_e \cdot [B]_e}$$



Közepes és nagyobb koncentrációjú oldatok

Aktivitással számolni kell

$$a = f \cdot c \quad K = \frac{a_C \cdot a_D}{a_A \cdot a_B} \quad K = \frac{[C] \cdot f_C \cdot [D] \cdot f_D}{[A] \cdot f_A \cdot [B] \cdot f_B} = \frac{[C] \cdot [D]}{[A] \cdot [B]} \cdot \frac{f_C \cdot f_D}{f_A \cdot f_B}$$

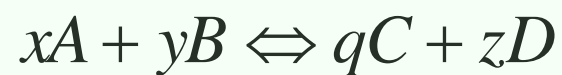
- Adott hőmérsékleten és ionerősségű oldatban az aktivitási együttható értéke állandó
- Adott ionerősség mellett a tömeghatás tört értéke állandó

Híg oldatok

$a \approx 1 \Rightarrow$ aktivitással nem kell számolni



Általánosságban



$$K = \frac{[C]_e^q \cdot [D]_e^z}{[A]_e^x \cdot [B]_e^y}$$

T; p állandó



Titrimetria módszerei



Titrimetria módszerei

Klasszikus analitikai módszerek

Titrimetria

- sav-bázis
- komplexometriás
- csapadékos
- redox

Gravimetria

Ionvadászat

- ▶ Híg oldat
- ▶ Vizes közeg



Acidi-alkalimetria

Sav-bázis titrimetria



Elv

Titrálandó	Mérőoldat
sav	erős bázis: pl.: $NaOH$, KOH
bázis	erős sav: pl.: HCl , H_2SO_4 , $HClO_4$ (perklórsav)

▶ **Acidimetria** savmérés

Ismeretlen koncentrációjú savoldat bázis mérőoldattal történő koncentrációjának meghatározása

▶ **Alkalimetria** lúgmérés

Ismeretlen koncentrációjú lúgoldat sav mérőoldattal történő koncentrációjának meghatározása



Alapfogalmak I.

- ▶ Sav-bázis
- ▶ Vízionszorzat (25°C-on)



$$K = \frac{[H^+] \cdot [OH^-]}{[H_2O]}$$

$$K \cdot [H_2O] = [H^+] \cdot [OH^-]$$

$$K_v = [H^+]_e \cdot [OH^-]_e$$

$$K_v = 10^{-14} = [H^+]_e \cdot [OH^-]_e$$

$$10^{-7} M = [H^+] = [OH^-]$$



Alapfogalmak II.

▶ pH, pOH

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

$$pH = -\lg a_{H^+}$$

$$pK_v = -\lg K_v = -\lg 10^{-14} = 14$$

$$pH + pOH = 14$$

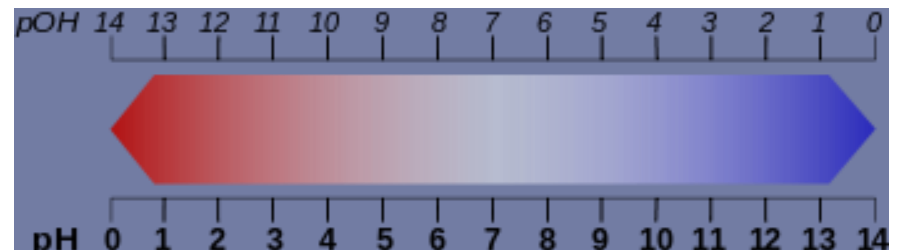
▶ Semleges, savas, lúgos kémhatás

▶ Pufferoldat

▶ Tompító, kiegyenlítő oldat

▶ Nagy mennyiségű sav vagy bázis hatására is csak kis mértékben változik az oldat pH-ja

▶ Előállítás, gyenge sav és annak sója, vagy gyenge bázis és annak sója
 $NH_4OH + NH_4Cl$



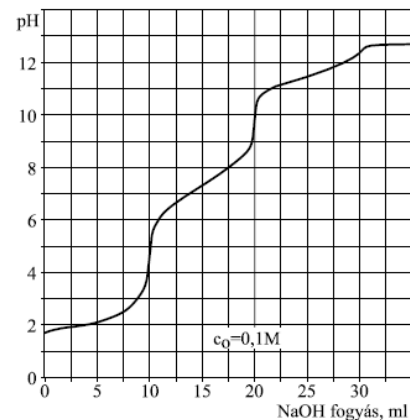
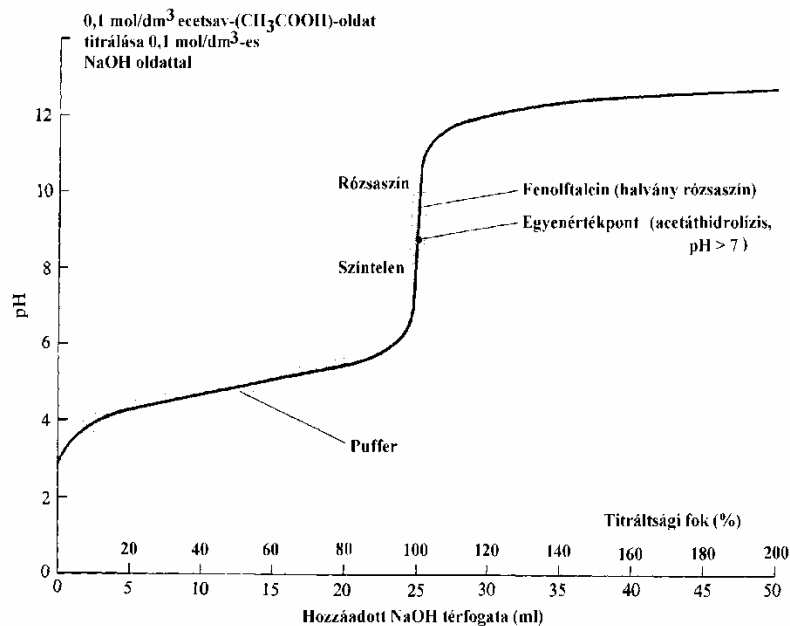
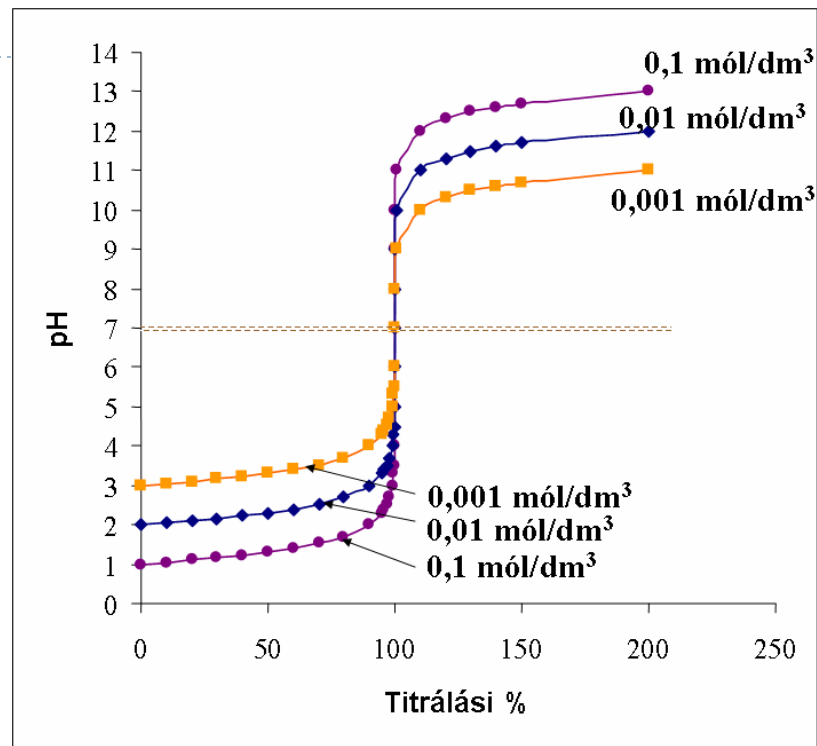
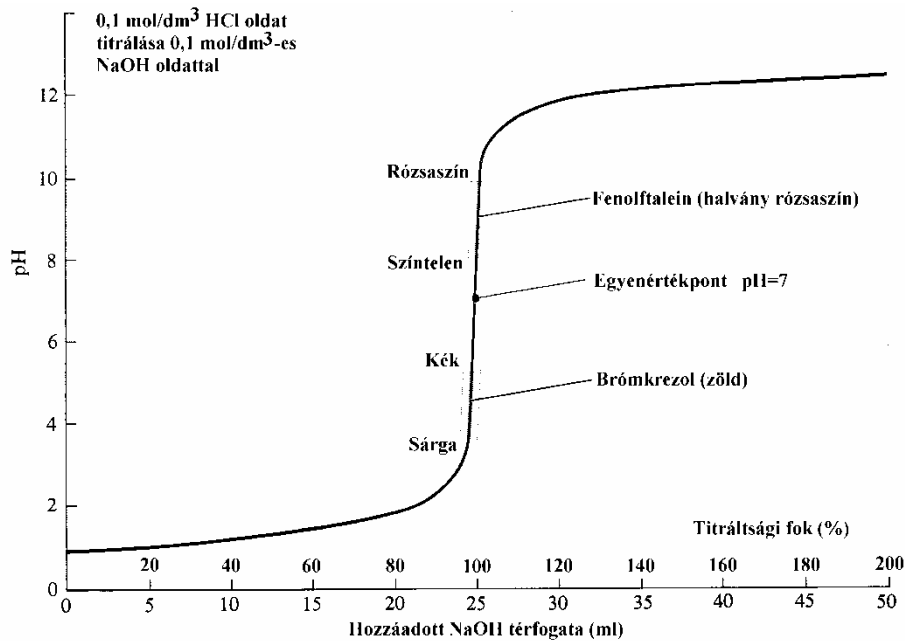
Titrálási lehetőségek

- ▶ Erős sav – erős bázis eép.: $\text{pH} \approx 7$
- ▶ Erős bázis – erős sav eép.: $\text{pH} \approx 7$
- ▶ Gyenge sav – erős bázis eép.: $\text{pH} > 7$
- ▶ Gyenge bázis – erős sav eép.: $\text{pH} < 7$
- ▶ Gyenge sav – gyenge bázis eép.: $\text{pH} \approx 7$

Nem minden esetben 7-es pH!



Titrálási görbék



2.3.2.2. ábra. 10 ml 0,1 mólos foszforsav titrálása 0,1 mólos NaOH-dal

Sav-bázis indikátorok

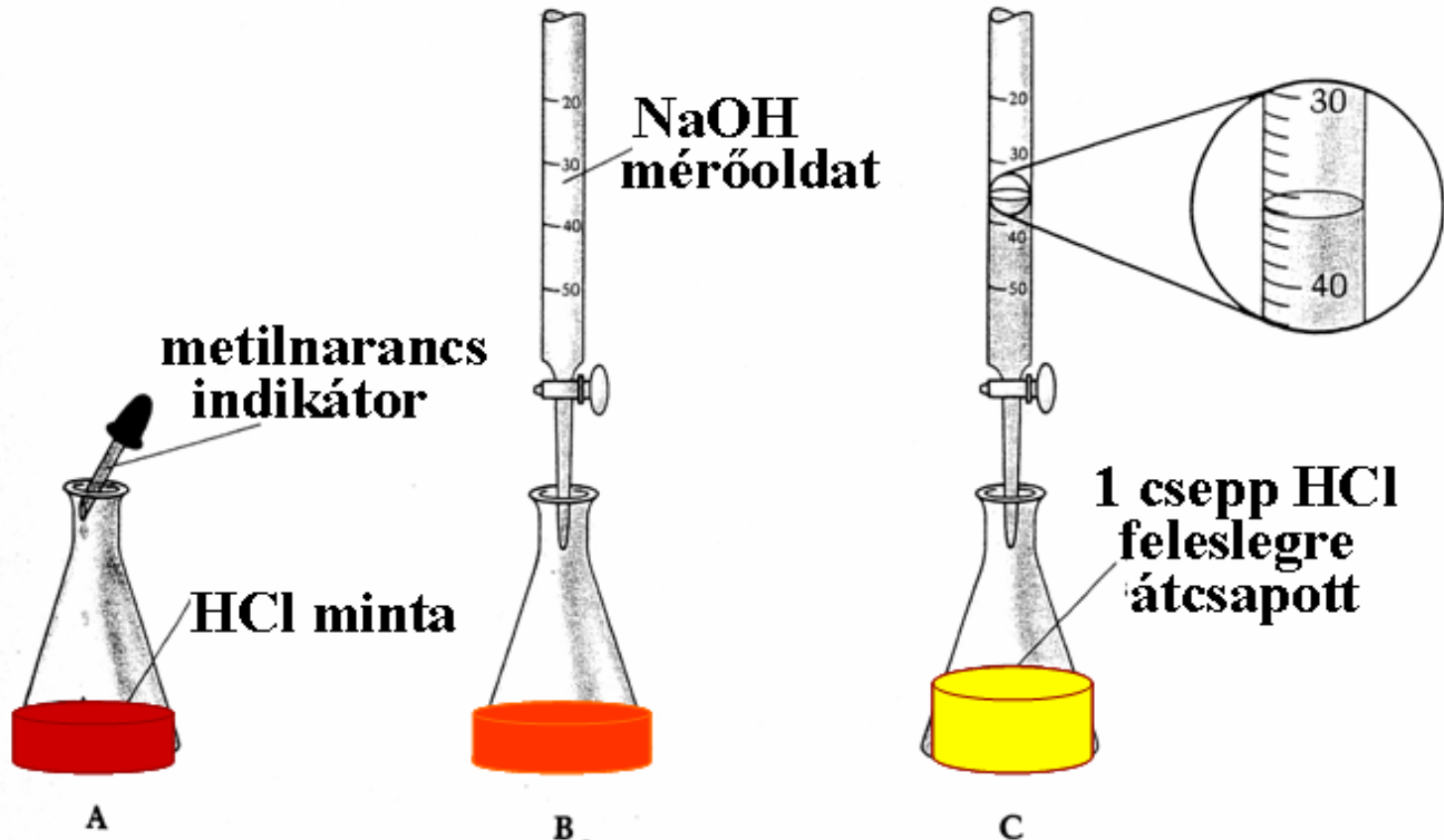
▶ Színváltó

Indikátor neve	Indikátor színe	
	Savas közeg	Lúgos közeg
Metilnarancs	narancssárga	vörös
Metilvörös	vörös	sárga
Fenolftalein	színtelen	vörös
Fenolvörös	sárga	vörös

× Fluoreszcenciás, kemilumineszcenciás



Alkalmazások (pl. 1d. laborgyakorlat)



Köszönöm a figyelmet!