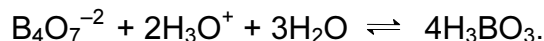


## 1. vaja: STANDARDIZACIJA KISLINE

Eden od primarnih standardov za standardizacijo kislin je dinatrijev tetraborat dekahidrat - boraks ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ). Raztopino boraksa titriramo s kislino v hladnem, indikator je metiloranž:



### Eksperimentalni del

Za določitev koncentracije klorovodikove kisline odtehtajte v erlenmajerico tolikšno maso boraksa, da ustreza porabi 20–30 mL približno 0,1 mol/L HCl, katere točno koncentracijo želimo določiti. Boraks raztopite v približno 50 mL deionizirane vode, dodajte indikator metiloranž in titrirajte do spremembe barve indikatorja. Iz podatkov, ki jih dobite pri titraciji (volumen porabljene kisline), natehte primarnega standarda ter stehiometričnega razmerja med reagenti izračunajte koncentracijo kisline in jo podajte na 4 decimalna mesta. Zberite rezultate vseh določitev v skupini in izračunajte povprečno vrednost.

## 2. vaja: NEVTRALIZACIJSKA TITRACIJA: ANALIZA ZMESI KARBONATOV IN HIDROKSIDOV

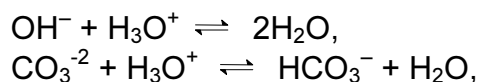
Vzorec lahko vsebuje:

- natrijev karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ),
- natrijev hidrogenkarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ),
- tehnični natrijev hidroksid (NaOH), ki vsebuje tudi manjši delež karbonata,
- zmes natrijevega hidroksida in natrijevega karbonata,
- zmes natrijevega hidrogenkarbonata in natrijevega karbonata.

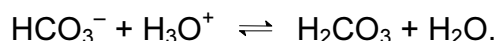
Namesto natrijevih so v vzorcu lahko kalijeve soli.

Titracijo boste na vajah izvedli v dveh zaporednih korakih. Najprej boste v erlenmajerico odpipetirali raztopino vzorca, dodali indikator fenolftalein in titrirali do brezbarvne raztopine. Z birete boste odčitali volumen porabljene kisline. Nato boste v *isto* erlenmajerico dodali še indikator metiloranž in naprej titrirali do spremembe barve v čebulno. Ponovno boste odčitali volumen porabljene kisline.

Če titracijo izvajamo v dveh zaporednih korakih, moramo pri titriranju zmesi hidroksida in karbonata upoštevati, da v prvem koraku pri uporabi fenolftaleina stitiramo ves hidroksid, karbonat pa do hidrogenkarbonata:



v drugem koraku pri uporabi metiloranža pa titiramo le nastali hidrogenkarbonat do ogljikove kisline:



Če pa je vzorec zmes karbonata in hidrogenkarbonata, pri titraciji z uporabo fenolftaleina titiramo karbonat do hidrogenkarbonata, pri nadaljnji titraciji z uporabo metiloranža pa titiramo ves hidrogenkarbonat (nastali in tisti, ki je že bil v raztopini) do ogljikove kisline. V prvi ekvivalentni točki pri pH 8,31 je torej ves karbonat v obliki hidrogenkarbonata, v drugi ekvivalentni točki pri pH 3,92 pa je ves hidrogenkarbonat pretvorjen v  $\text{H}_2\text{CO}_3$  oziroma  $\text{CO}_2$  in  $\text{H}_2\text{O}$ .



## Eksperimentalni del

Zatehtajte 500–600 mg vzorca, ga raztopite v čaši, kvantitativno prenesite v 250 mL merilno bučko in z deionizirano vodo dopolnite do oznake. Raztopino dobro premešajte. V erlenmajerico odpipetirajte 50 mL alikvot, dodajte indikator fenolftalein in titrirajte s standardno raztopino HCl do brezbarvne raztopine. Porabo označite z  $V_f$ . V isto erlenmajerico dodajte metiloranž, titrirajte s standardno raztopino HCl naprej do spremembe barve v čebulno in novo porabo označite kot  $V_m$ . Določitev vsaj še enkrat ponovite.

Kot rezultat napišite, katero sol oz. zmes soli vsebuje vaš vzorec ter masni delež za posamezno sol.

## Računska naloga:

Raztopina vsebuje  $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  ali  $\text{NaOH}$ , same ali v poljubni mešanici. Titiramo 50,0 mL te raztopine ob prisotnosti indikatorja fenolftaleina in porabimo 22,1 mL 0,1000 mol/L HCl. V drugo erlenmajerico prav tako odpipetiramo 50,0 mL raztopine, dodamo metiloranž in titiramo do končne točke, pri čemer porabimo 48,4 mL kisline. Ugotovite sestavo zmesi in izračunajte koncentracijo zvrsti v originalni raztopini!

$$V_f = 22,1 \text{ mL}$$

$$V_m = V - V_f = 48,4 \text{ mL} - 22,1 \text{ mL} = 26,3 \text{ mL}$$

Vzorec je torej mešanica  $\text{NaHCO}_3$  in  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  ( $V_m > V_f$ ).

$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = c(\text{HCl}) \cdot V_f = 0,1000 \text{ mol/L} \cdot 0,0221 \text{ L} = 0,00221 \text{ mol}$$

$$c(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,0442 \text{ mol/L}$$

$$n(\text{NaHCO}_3) = V_m \cdot c(\text{HCl}) - n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,00042 \text{ mol}$$

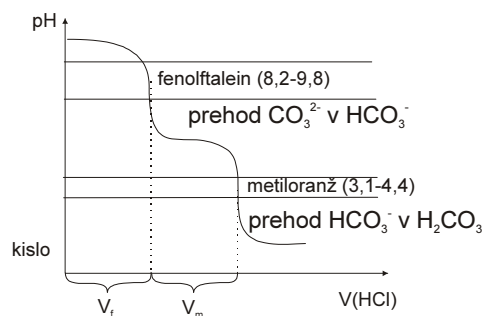
$$c(\text{NaHCO}_3) = 0,0084 \text{ mol/L}$$

V raztopini imamo zmes  $\text{HCO}_3^-$  in  $\text{CO}_3^{2-}$  ionov; koncentracija karbonata je 0,0442 mol/L, hidrogenkarbonata pa 0,0084 mol/L.

## Titracijske krivulje za titracije karbonatov, hidrogenkarbonatov, hidroksidov in zmesi

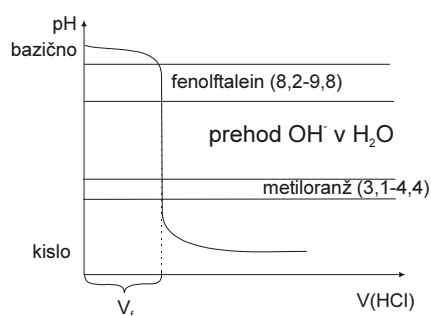
### Titracija $\text{Na}_2\text{CO}_3$

$$V_f = V_m$$



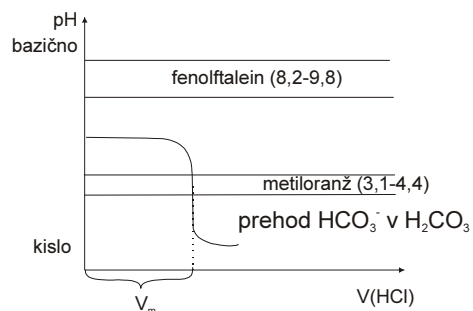
### Titracija NaOH

$$V_m = 0$$



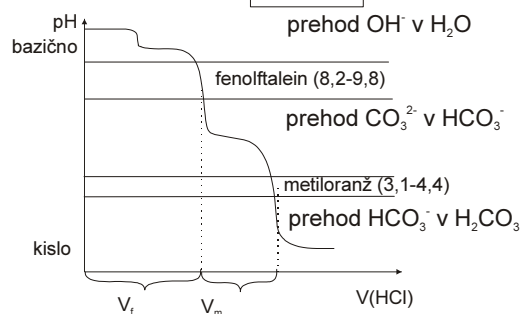
### Titracija $\text{NaHCO}_3$

$$V_f = 0$$



### Titracija $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{NaOH}$

$$V_f > V_m$$



### Titracija $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{NaHCO}_3$

$$V_m > V_f$$

