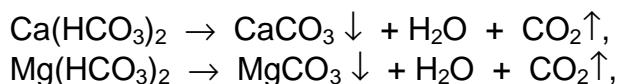


5. vaja: KOMPLEKSOMETRIČNA TITRACIJA: DOLOČITEV TRDOTE VODE

V naravnih vodah prevladujejo od kationov Ca^{+2} in Mg^{+2} ioni, od anionov pa HCO_3^- , SO_4^{-2} , Cl^- in NO_3^- ioni. Glede na koncentracijo raztopljenih soli pravimo, da so vode bolj ali manj trde.

Ločimo več vrst trdot:

- kalcijska trdota – nanaša se na vsebnost Ca^{+2} ionov;
- magnezijska trdota – nanaša se na vsebnost Mg^{+2} ionov;
- karbonatna (začasna) trdota – nanaša se na vsebnost kalcijevega in magnezijevega hidrogenkarbonata, ki se pri segrevanju oborita kot CaCO_3 in MgCO_3 :



s čimer se zmanjša trdota vode;

- nekarbonatna (stalna) trdota – nanaša se na vsebnost kalcijevih in magnezijevih soli, ki so tudi pri višjih temperaturah vode topne;
- totalna trdota – enaka je vsoti kalcijeve in magnezijeve trdote oz. vsoti karbonatne in nekarbonatne trdote (obe vsoti sta enaki):

$$\begin{aligned}d_{\text{tot}} &= d_{\text{Mg}} + d_{\text{Ca}}, \\ d_{\text{tot}} &= d_{\text{nekarb}} + d_{\text{karb}}.\end{aligned}$$

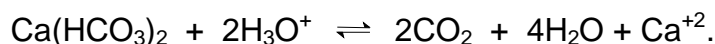
Trdoto vode navadno podajamo v **nemških trdotnih stopinjah**. Trdoto 1 $^\circ$ ima raztopina, ki vsebuje 10 mg/L CaO (1 mg CaO/100 mL vode) oziroma ekvivalent magnezija oziroma ekvivalent hidrogenkarbonata.



Ekperimentalni del

Karbonatna trdota

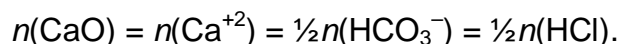
Kalcijev in magnezijev hidrogenkarbonat titriramo s HCl. Kot indikator uporabimo metiloranž:



Postopek:

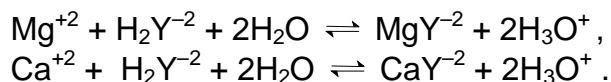
Vzorec v 500 mL buči z deionizirano vodo razredčite do oznake, premešajte in 100,0 mL raztopine odpipetirajte v erlenmajerico. Dodajte indikator metiloranž in titrirajte z 0,1000 mol/L HCl do barvnega preskoka. Povprečno porabo dveh paralelk

preračunajte v nemške trdotne stopinje. Pri tem upoštevajte naslednja stehiometrična razmerja:



Totalna trdota

Določimo jo s kompleksometrično titracijo kalcijevih in magnezijevih ionov v vzorcu z EDTA in indikatorjem erio-T pri pH 10:



Postopek:

Iz 500 mL buče odpipetirajte 100,0 mL razredčenega vzorca v erlenmajerico in raztopino nevtralizirajte s toliko mL 0,1000 mol/L HCl, kolikor ste porabili kisline pri določitvi karbonatne trdote. Nato v erlenmajerico dodajte 2 mL pufrne raztopine (NH₄Cl/NH₃) in indikator eriochrom črno T ter titrirajte z raztopino EDTA koncentracije 0,0178 mol/L. V ekvivalentni točki se barva raztopine spremeni iz vinsko rdeče v modro. Določitev vsaj še enkrat ponovite. Izračunajte totalno trdoto v nemških trdotnih stopinjah.

Kalcijeva trdota

Določimo jo s kompleksometrično titracijo kalcijevih ionov z raztopino EDTA in indikatorjem mureksidom pri pH 12:



Postopek:

Iz 500 mL buče odpipetirajte 100,0 mL razredčenega vzorca v erlenmajerico in raztopino nevtralizirajte s toliko mL 0,1000 mol/L HCl, kolikor ste porabili kisline pri določitvi karbonatne trdote. Nato v erlenmajerico dodajte 5 mL 2 mol/L NaOH in indikator mureksid ter titrirajte z raztopino EDTA koncentracije 0,0178 mol/L. V ekvivalentni točki se spremeni barva raztopine iz rožnate v vijolično. Določitev vsaj še enkrat ponovite. Izračunajte kalcijevo trdoto v nemških trdotnih stopinjah.

Magnezijeva in nekarbonatna trdota

Določite ju računsko:

$$\vartheta_{\text{Mg}} = \vartheta_{\text{tot}} - \vartheta_{\text{Ca}},$$

$$\vartheta_{\text{nekarb}} = \vartheta_{\text{tot}} - \vartheta_{\text{karb}}.$$