

DOLOČITEV TRDOTE VODE S STANDARDIZIRANO  
KOMPLEKSOMETRIČNO TITRACIJO

---

**TRDOTA VODE**

- ▶ **kalcijska** trdota vode
- ▶ **magnezijska** trdota vode
- ▶ **skupna** trdota vode

ter druge trdote

- ▶ **karbonatna** trdota vode
- ▶ **nekarbonatna** trdota vode

- ▶ **1 °DH ali °hD** = trdota, ki jo povzroči 10 mg/l CaO  
= **0,178 mmol/l CaO**.
- ▶ **1 °F** = trdota, ki jo povzroči 10 mg/l CaCO<sub>3</sub>  
= **0,1 mmol/l CaCO<sub>3</sub>**.
- ▶ **1 °Clark** = ki jo povzroči 14,3 mg/l CaCO<sub>3</sub>  
= **0,143 mmol/l CaCO<sub>3</sub>**.
- ▶ **1 ppm** = 1 mg/l (= 1 ppm) CaCO<sub>3</sub>  
= **0,01 mmol/l CaCO<sub>3</sub>**.

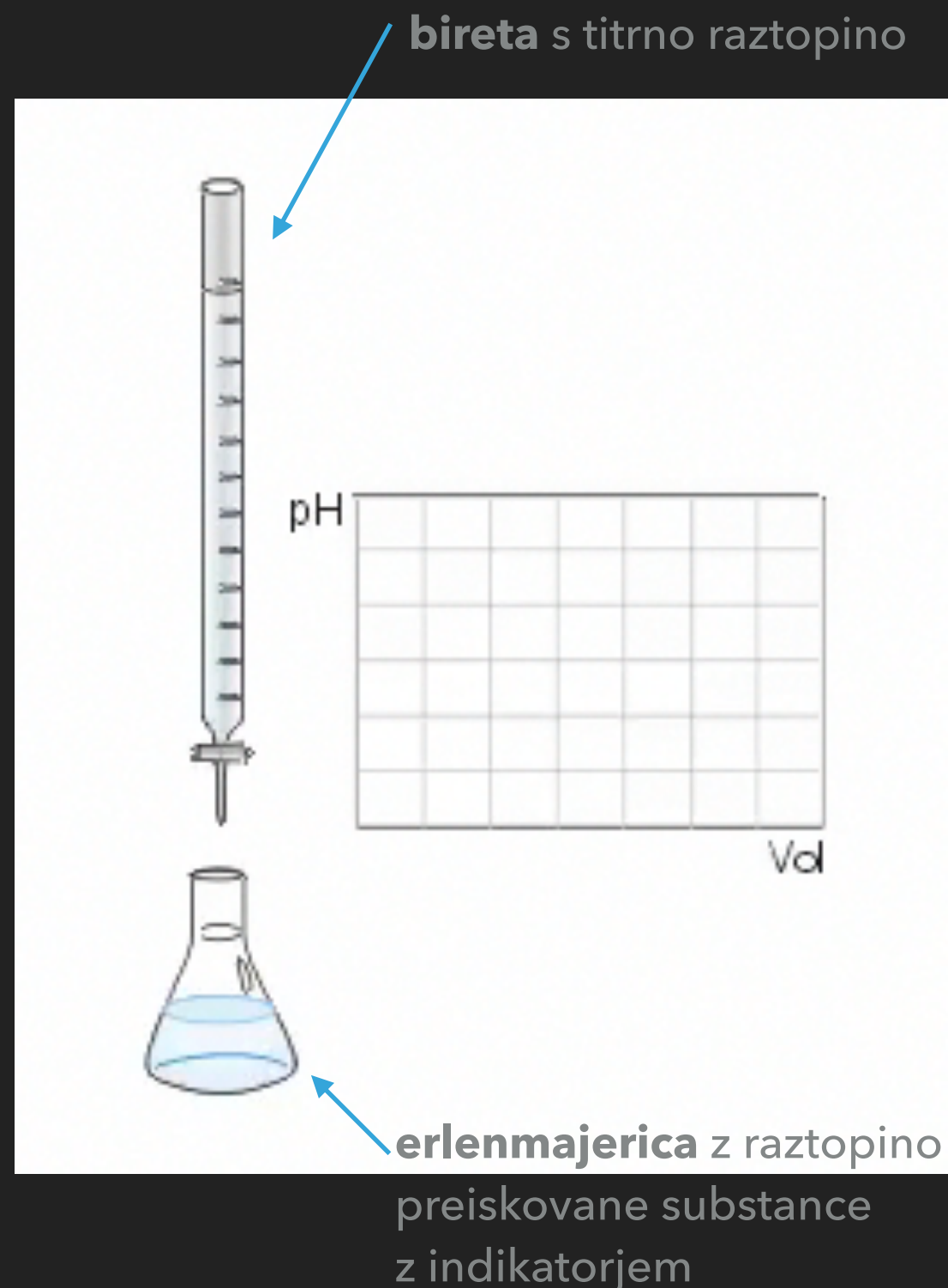
## TEORETIČNE OSNOVE

---

	Celotna trdota vode		Vsebnost CaCO <sub>3</sub>
	°dH	°F	mmol/l
zelo mehka	< 4	< 7	< 0,7
mehka	4–8	7–14	0,7–1,4
srednje trda	8–12	14–21	1,4–2,1
precej trda	12–18	21–32	2,1–3,2
trda	18–30	32–53	3,2–5,3
zelo trda	> 30	> 53	> 5,3

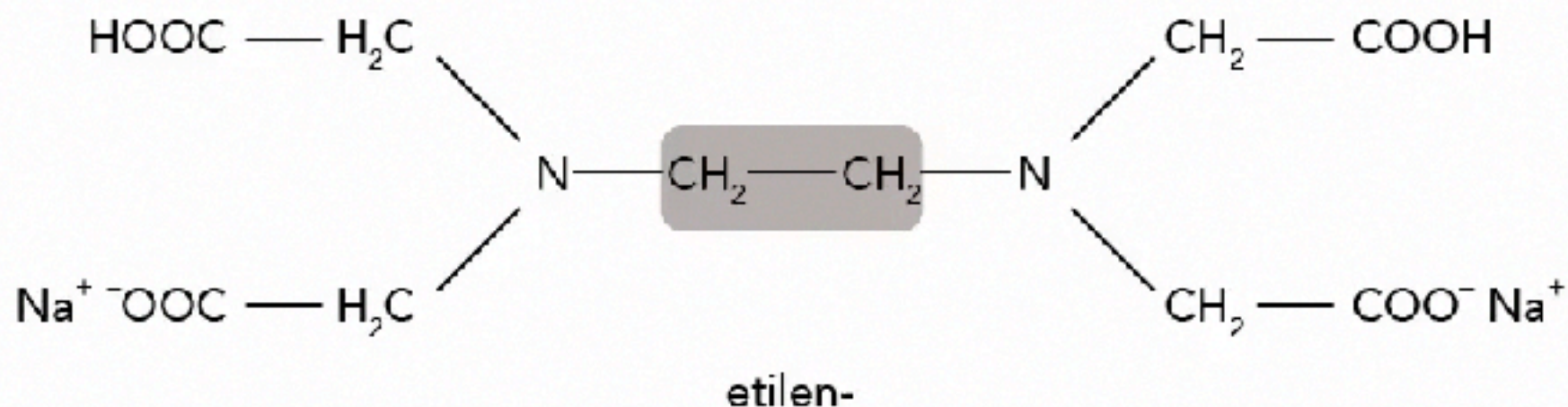
# TITRACIJA

- ▶ Titracija je postopek, s katerim določimo množino iskane substance ( $\text{Ca}^{2+}$  in  $\text{Mg}^{2+}$ ).
- ▶ Postopno dodajamo titrno raztopino (c je znana), dokler ne pride do popolne reakcije med titrno raztopino in substanco.
- ▶ Končno točko titracije ugotovimo s spremembo barve indikatorja, ki smo ga predhodno dodali pred titracijo v raztopino preiskovane substance.

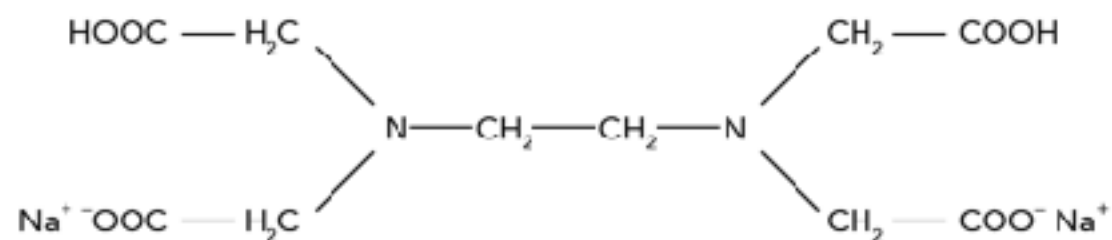


## KOMPLEKSOMETRIČNA TITRACIJA

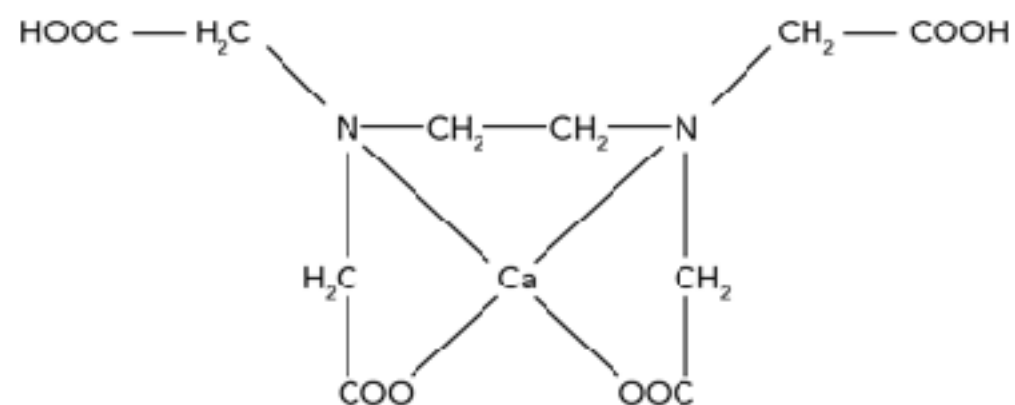
- ▶ med preiskovano substanco in dodano titrno raztopino nastanejo kompleksi
- ▶ uporabili bomo dinatrijevo sol EDTA (dinatrijeva sol etilendiaminotertaocetna kislina)



# TVORBA VODOTOPNIH KOMPLEKSOV



$\text{Ca}^{2+}$  ioni + alkalni medij  $\Rightarrow$   
vodotopni kompleksi



## DOLOČITEV $\text{Ca}^{2+}$ IONOV V VODI

- ▶ pH = 12-13
- ▶ indikator: kalkonkarboksilna kislina (HSN)
  - ▶ HSN indikator s  $\text{Ca}^{2+}$  ioni v vodi tvori **rdeč kompleks**

*v procesu titracije ...*

- ▶ sprememba barve iz **rdeče**  $\Rightarrow$  **svetlo modro barvo**.



## DOLOČITEV SKUPNE VSEBNOSTI $\text{Ca}^{2+}$ & $\text{Mg}^{2+}$ IONOV V VODI

- ▶ pH = 10
  - ▶ indikator: Erikromčrni T (C.I. Mordant Black 11)
    - ▶ indikator s  $\text{Ca}^{2+}$  in  $\text{Mg}^{2+}$  ioni v vodi tvori **vijoličen kompleks**
- v procesu titracije ...*
- ▶ sprememba barve iz **vijolične**  $\Rightarrow$  **modro barvo**.

## POSTOPEK DELA

1. Določitev koncentracije titrne raztopine - EDTA.
2. Določanje vsebnosti  $\text{Ca}^{2+}$  ionov v vodi in določanje skupne trdote vode.
3. Izračun trdotnih stopinj.

# 1. DOLOČITEV KONCENTRACIJE TITRNE RAZTOPINE – EDTA

- ▶ 20 ml  $\text{CaCO}_3$  ( $c = 10 \text{ mmol/l}$ )
- ▶ razredčimo z  $2\times$  destilirano vodo do 50 ml
- ▶ dodamo 2 ml NaOH in  $\sim 0,2 \text{ g}$  HSN
- ▶ titriramo z raztopino dinatrijeve soli EDTA ob konstantnem mešanju
  
- ▶ izračun ...

# 1. DOLOČITEV KONCENTRACIJE TITRNE RAZTOPINE – EDTA

► izračun ...

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$

$$C_{\text{CaCO}_3} \times V_{\text{CaCO}_3} = C_{\text{EDTA}} \times V_{\text{EDTA}}$$

$$C_{\text{EDTA}} = \frac{C_{\text{CaCO}_3} \times V_{\text{CaCO}_3}}{V_{\text{EDTA}}} \quad [\text{mmol/l}]$$

znani vrednosti

povprečje dveh  
izmerjenih vrednosti

## 2. DOLOČANJE VSEBNOSTI $\text{Ca}^{2+}$ IONOV V VODI

- ▶ 50 ml vzorca
- ▶ 2 ml NaOH (za pH 12–13) in ~ 0,2 g HSN (obarva vzorec rdeče)
- ▶ ob konstantnem mešanju titriramo z raztopino dinatrijeve soli EDTA
- ▶ po spremembi barve iz rdeče v modro končamo s titracijo
- ▶ izračun ...

$$c_{\text{Ca}} = \frac{c_{\text{EDTA}} \times V_{\text{EDTA}}}{V_0} \quad [\text{mmol/l}]$$

## 2. DOLOČANJE VSEBNOSTI $\text{Ca}^{2+}$ IN $\text{Mg}^{2+}$ IONOV V VODI

- ▶ 50 ml vzorca
- ▶ 4 ml amonialkalne pufrne raztopine (za pH 10) in 3 kapljice Eriokromčrnega T (obarva vzorec vijolično)
- ▶ ob konstantnem mešanju titriramo z raztopino dinatrijeve soli EDTA
- ▶ po spremembi barve iz vijolične v modro končamo s titracijo
- ▶ izračun ...

$$C_{\text{CaMg}} = \frac{C_{\text{EDTA}} \times V_{\text{EDTA}}}{V_0} \quad [\text{mmol/l}]$$

## 2. DOLOČANJE VSEBNOSTI $Mg^{2+}$ IONOV V VODI

- ▶ izračun iz razlike obeh določitev

## 3. PRETVORBA V TRDOTNE STOPINJE

- ▶  $1\text{ }^{\circ}\text{F} = 0,1\text{ mmol/l CaCO}_3$
- ▶  $1\text{ }^{\circ}\text{Clark} = 0,143\text{ mmol/l CaCO}_3$
- ▶  $1\text{ ppm} = 0,01\text{ mmol/l CaCO}_3$