

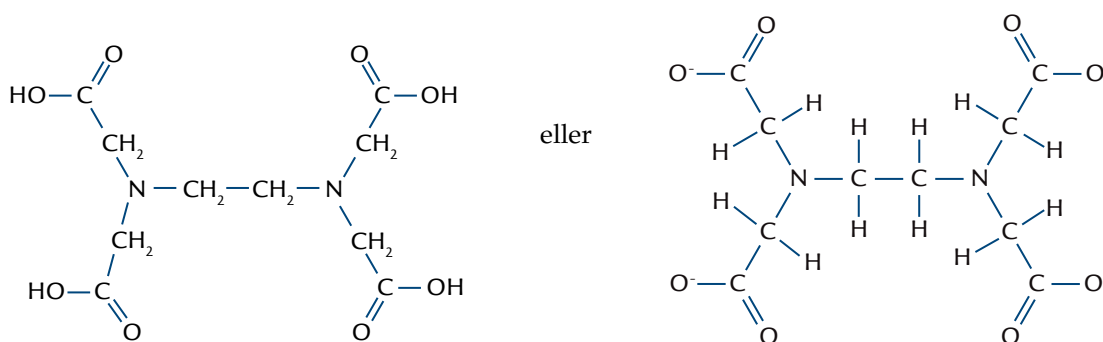
Bestemmelse af Ca^{2+} og Mg^{2+} i vand ved hjælp af EDTA

Formål

- At bestemme indholdet af Ca^{2+} og Mg^{2+} i vand.
- At se hvordan EDTA kan anvendes som kompleksbinder.

Indledning

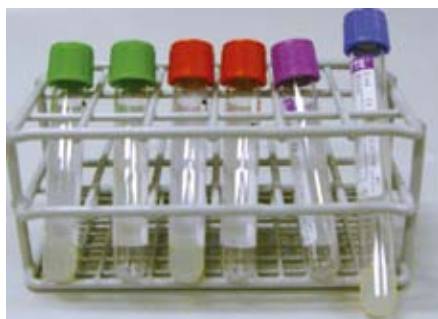
EDTA, EthyleneDiamineTetraAcetic syre (ethylendiamintetraethansyre), $\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{N}_2\text{O}_8$,



er en tetravalent syre med $\text{pK}_{s,1} = 1,99$; $\text{pK}_{s,2} = 2,67$; $\text{pK}_{s,3} = 6,16$ og $\text{pK}_{s,4} = 10,26$.

EDTA-ionen kan kompleksbinde metalioner da EDTA-ionen har seks ledige elektronpar. Fire af de ledige elektronpar forekommer ved hver $-\text{O}^-$ og de to sidste ved hvert N.

Når man får tappet blod til analyse på et hæmatologisk laboratorium, indeholder nogle af reagensglassene EDTA, i form af K-EDTA (kalium-EDTA) eller EDTA-F (EDTA-flourid). I begge tilfælde hæmmer EDTA koagulationen af blodet i glassene, da det binder calciumionen, Ca^{2+} .



Glas med EDTA.

EDTA har været brugt ved behandling af blyforgiftning da Pb-EDTA komplekset udskilles igennem nyrerne. EDTA bruges også i forbindelse med test af nyrefunktionen. Her anvendes den radioaktive ^{51}Cr -ion kompleksbundet til EDTA.

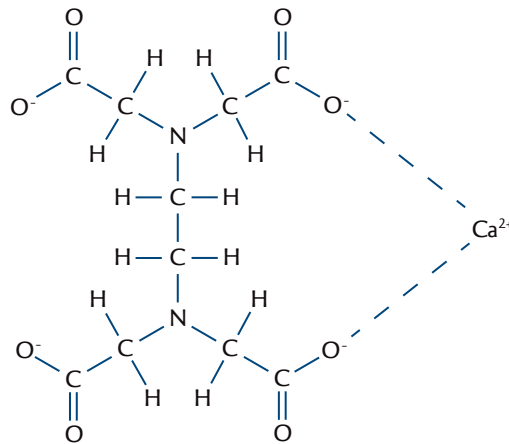
EDTA tilsættes også vaskepulver for at binde calcium- og magnesium-ioner i vandværksvand, så man undgår udfældning af CaCO_3 og MgCO_3 i vasketøjet og i vaskemaskinen. CaCO_3 og MgCO_3 giver hvidt tøj et gråt nusset udseende.

Teori

Sammen med Na^+ -ioner og K^+ -ioner udgør Ca^{2+} -ioner og Mg^{2+} -ioner hovedparten af de positive ioner i vand.

Vandets indhold af Ca^{2+} og Mg^{2+} kan angives i mg/L for hver enkelt af ionerne. I Danmark anvender man enheden 'dansk hårdhedsgrad' dH°, hvor 1 dHo svarer til 0,179 mmol CaO pr. L.

Ca^{2+} og Mg^{2+} kan bestemmes ved en komplekstitrering med EDTA. EDTA kompleksbinder en Ca^{2+} eller en Mg^{2+} .



For at bestemme ækvivalenspunktet ved titreringen bruges en indikator der binder Ca^{2+} og Mg^{2+} , og som har forskellig farve alt efter om der er bundet en metalion til indikatoren eller ej. Når EDTA har bundet alle metalionerne, skifter indikatoren farve og ækvivalenspunktet er nået.

Ved analysen for Ca^{2+} -ioner og Mg^{2+} -ioner bestemmes den samlede stofmængde af Ca^{2+} -ioner og Mg^{2+} -ioner. Til denne analyse bruges indikatoren eriochromsort. Analysen skal foregå ved en pH-værdi på 10 ellers bliver indikatorens farveomslag uskarpt. Eriochromsort skifter farve fra rød til blå. Når man bruger eriochromsort, skal der være Mg^{2+} i opløsningen for at man tydeligt kan se farveskiftet, derfor er pufferopløsningen til denne del af øvelsen tilsat en lille smule Mg-Na-EDTA. Yderligere øges sikkerhed for at se farveskiftet ved at opvarme prøven til 40 °C.

Ved analysen for Ca^{2+} -ioner bruges indikatoren med forkortelsen HHSNNA. Denne indikator skifter farve fra vinrød til dyblå.

For at udelukke Mg^{2+} -ioner fra titreringen skal opløsningen have en pH større end 12. Ved en pH over 12 udfældes Mg^{2+} som det tungtopløselige $\text{Mg}(\text{OH})_2$ som ikke kan titreres med EDTA.

Materialer

Apparatur

- 150 mL bægerglas
- Burette
- 100 mL måleglas
- 10 mL måleglas
- Magnetomrører + magnet
- pH-indikatorpapir

Kemikalier

- Ca-indikator: HHSNNA (2-hydroxy-1-(2-hydroxy-4-sulfo-1-naphtylazo-3-naphthoic-acid)
- (Ca + Mg)-indikator: Eriochromsort
- 0,02 M EDTA
- (Ca + Mg)-puffer: (54 g NH_4Cl + 350 mL 25 % NH_3 + 5 g MgNa-EDTA i 1 L
- Ca-puffer: 1 M NaOH

Fremgangsmåde

Del 1

Bestemmelse af Ca^{2+}

1. Skyl bægerglas, måleglas og burette grundigt med demineraliseret vand så alle rester af Ca^{2+} -ioner fjernes.
2. Afmål 100 mL vand og kom det i bægerglasset.
3. Tilsæt 5 mL 1 M NaOH.
4. Kontrollér, med indikatorpapir, at pH er over 12.
5. Tilsæt lidt Ca-indikator.
6. Titrer med EDTA.
7. Notér resultatet i skemaet.

Del 2

Bestemmelse af Ca^{2+} og Mg^{2+}

1. Skyl bægerglas og måleglas grundigt med demineraliseret vand.
2. Afmål 100 mL vand og kom det i bægerglasset.
3. Tilsæt 1,0 mL (Ca + Mg)-puffer.
4. Kontrollér, med indikator papir, at pH er 10.
5. Opvarm prøven forsigtigt til 40 °C.
6. Tilsæt lidt (Ca + Mg)-indikator.
7. Titrer med EDTA.
8. Notér resultatet i skemaet.

Resultater

Forsøgsdel	mL EDTA
Ca-bestemmelse	
(Ca + Mg)-bestemmelse	

Bearbejdning

Del 1

Bestemmelse af Ca^{2+}

1. Beregn stofmængden af EDTA der er titreret med – notér resultatet i skemaet.
2. Beregn massen af Ca^{2+} -ioner som den anvendte stofmængde EDTA svarer til.
– Skriv resultatet i skemaet.

Del 2

Bestemmelse af Ca^{2+} og Mg^{2+}

1. Beregn stofmængden af EDTA der er titreret med. – Notér resultatet i skemaet.
2. Beregn stofmængden af Mg^{2+} ved at anvende resultatet fra del 1 og del 2.
3. Beregn massen af Mg^{2+} -ioner som den beregnede stofmængde svarer til.
4. Når man bestemmer hårdhedsgraden (dH°) af vand, omregner man den samlede stofmængde af Ca^{2+} og Mg^{2+} til mg CaO pr. L.
5. Beregn nu hvor mange mg CaO stofmængden af Ca^{2+} og Mg^{2+} svarer til pr. L.
6. På skalaen for vandets hårdhedsgrad svarer 1 dH° til 10 mg CaO pr. L vand. Beregn vandets hårdhedsgrad, dH° .

	Stofmængde	mg i prøven	mg/L
(Ca + Mg)			
Ca^{2+}			
Mg			

Konklusion

Hvad er konklusionen på forsøget?

Fejlkilder

Hvilke fejlkilder er der i forsøget?