

KOOD:

--	--	--	--

2025/26. õa keemiaolümpiaadi lõppvoor

PRAKTILINE TÖÖ

9.–10. klass

Vase ja tsingi sisalduse kompleksonomeetiline määramine

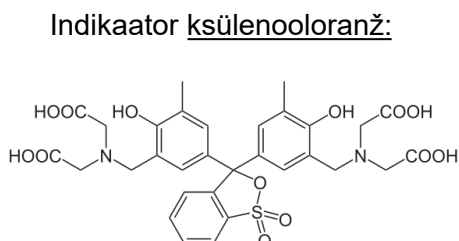
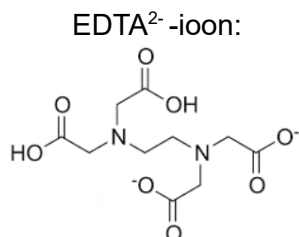
1. Sissejuhatus

Kompleksonomeetiline tiitrimine põhineb etüleendiamiintetraädikhappe (EDTA) reaktsioonil metallikatioonidega. EDTA reageerib enamiku metallikatioonidega moolsuhtes 1:1, moodustades vastava metallikatiooniga kompleksi. Antud töös määrad vase- ja tsingisisaldust sulamis kompleksonomeetrilisel tiitrimisel EDTAga.

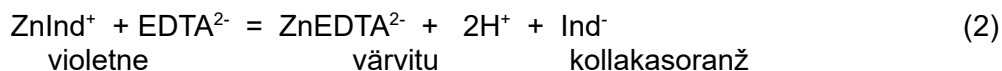
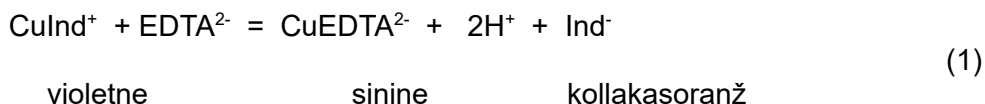
2. Meetodi põhimõte

EDTA on küllaltki madala selektiivsusega reaktiiv, moodustades komplekse enamiku metallikatioonidega (v.a leelismetallide katioonid) ning komplekside püsivuste erinevus on sageli ebapiisav selleks, et metallikatioone eraldi määrata. Selleks, et segust ioone eraldi määrata, kasutatakse erinevaid võtteid.

Titrandiks kasutatakse lahust, mis sisaldab EDTA²⁻-iooni. Cu²⁺- ja Zn²⁺-ioonid moodustavad EDTA-ga komplekse, Cu²⁺ kompleks EDTAga on sinise värvusega, Zn²⁺ kompleks EDTAga on värvusetu. Indikaatori kompleks metallikatioonidega on violetne.



Kui lahuses EDTAd ei ole, siis on kompleksis metallikatioon ja indikaator ning lahuse värvus on violetne. Proovi lahusele EDTA lisamisel tekib püsivam metalli ja EDTA kompleks, mis ei ole violetse värvusega. Tiitrida tuleb nii kaua, kuni violetset värvust enam näha ei ole ja kõik metallikatioonid on seotud EDTA-ga kompleksi:



Cu²⁺ ja Zn²⁺ eraldi määramiseks kasutatakse maskeerimisvõtet: Zn²⁺ määramiseks maskeeritakse lahuses olevad Cu²⁺-ioonid sobiva maskeeriva reagentiga (reagentiga, mis viib Cu²⁺-ioonid EDTAga mittereageerivasse vormi). Käesolevas töös kasutatakse maskeerijana naatriumtiosulfaati. Cu²⁺-ioonid moodustavad tiosulfaatioonidega kompleksi, mille püsivus on kõrgem kui Cu²⁺-iooni EDTA kompleksil, mistõttu on võimalik määrata ainult Zn²⁺-iooni sisaldust.

KOOD:

--	--	--	--

3. Töö käik

Vajalikud reaktiivid: ~ 0,75 M atsetaatpuhverlahus pH=5,7
0,1 M Na₂S₂O₃ lahus
0,5% ksüleenooloranži lahus
0,02000 M EDTA lahus

Töö koosneb kahest etapist:

- Cu²⁺- ja Zn²⁺-ioonide summaarse hulga määramine sulamist saadud lahuses tiitrimisel EDTA lahusega indikaatori (ksüleenooloranž) juuresolekul
- Cu²⁺-ioonide maskeerimine Na₂S₂O₃ lahusega ja Zn²⁺-ioonide määramine lahuses tiitrimisel EDTA lahusega indikaator ksüleenooloranži juuresolekul

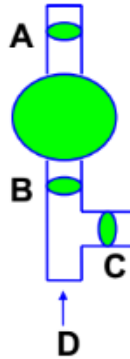
Töö käik

- Täida bürett titrandi (0,02000 M EDTA) lahusega.
- Pipeteeri mahtpipetiga 25,0 cm³ proovi lahust 250,0 cm³ mõõtekolbi. Täida mõõtekolb märgini deioniseeritud veega ja sega õhumulliga. Saadud lahjendatud proovi lahust tiitrid järgmistes etappides.
- Loputa mahtpipetti korrektselt (sama mahtpipetti kasutad lahjendatud proovi pipeteerimiseks tiitrimisel).
- Esmalt määrad Cu²⁺- ja Zn²⁺-ioonide summaarse sisalduse proovis. Selleks pipeteeri mahtpipetiga 25,0 cm³ lahjendatud proovi lahust koonilisse kolbi, lisa mõõtesilindriga 20 cm³ puhverlahust ja 10 tilka ksüleenooloranži lahust (tilgapudelil). Tiitri proovi EDTA lahusega kuni **violetne värvus kaob** (tiitritav lahus muutub **kollakasrohekaks**).
NB! Värvuse muutus võib olla aeglane, seetõttu tuleb tiitrimise lõpp-punkti läheduses titranti lisada aeglaselt.
- Korda tiitrimist kuni kolme hästi kokkulangeva tulemuseni, kolbi vahepeal deioniseeritud veega loputades.
- Järgnevalt määrad Zn²⁺-ioonide sisalduse proovis. Selleks pipeteeri mahtpipetiga 25,0 cm³ lahjendatud proovi lahust koonilisse kolbi, lisa mõõtesilindriga 20 cm³ puhverlahust ja tsentrifuugituubiga 10 cm³ Na₂S₂O₃ lahust ning sega kolbi sisu. Seejärel lisa 10 tilka ksüleenooloranži lahust. Tiitri proovi EDTA lahusega kuni **violetne värvus kaob** (tiitritav lahus muutub **oranžikaskollaseks**).
NB! Värvuse muutus võib olla aeglane, seetõttu tuleb tiitrimise lõpp-punkti läheduses titranti lisada aeglaselt.
- Korda tiitrimist kuni kolme hästi kokkulangeva tulemuseni, kolbi vahepeal deioniseeritud veega loputades.

KOOD:

--	--	--	--

Pipetipumba (kummipirni) kasutamine:



1. Ava sulgur **A** ja vajuta pumbast õhk välja. Sulguri **A** sulgemisel jääb pompa vaakum.
2. Aseta pipett avasse **D**.
3. Aseta pipett lahusesse, ava sulgur **B**. Hõrenduse (vaakumi) tõttu täitub pipett lahusega. Kui vedeliku nivoo jõuab märgist umbes sentimeetri võrra kõrgemale, sulge sulgur **B**. Alles seejärel võta pipett kolvist välja.
4. Sulguri **C** ettevaatliku avamise ja sulgemisega reguleeri vedeliku menisk täpselt kriipsu peale. (Väljavoolav lahus lasta jääkide nõusse.)
5. Aseta pipett kolbi nõnda, et pipett toetuks kolvi seina vastu või puudutaks lahuse pinda. Ava sulgur **C** ja lase vedelikul pipetist välja voolata.

Tähelepanu! Pumba hoia nii, et vedelik sinna sisse ei pääseks!

KOOD:

--	--	--	--

4. Tulemused ja teoreetilised küsimused

1. Cu^{2+} - ja Zn^{2+} -ioonide summaarse sisalduse määramiseks kulunud 0,02000 M EDTA lahuse ruumalad ja täpsete tulemuste keskmine ruumala (ml):

--	--	--	--	--

Keskmine:

2. Zn^{2+} -ioonide sisalduse määramiseks kulunud 0,02000 M EDTA lahuse ruumalad ja täpsete tulemuste keskmine ruumala (ml):

--	--	--	--	--

Keskmine:

3. a) Arvuta Cu^{2+} molaarne kontsentratsioon ja; b) Zn^{2+} molaarne kontsentratsioon algselt saadud lahjendamata proovis.

--	--

a) M	b) M
------	------

KOOD:

--	--	--	--

4. Arvuta vase massiprotsent sulamis, millest proov oli saadud, kui sulam koosnes ainult vasest ja tsingist.

%

5. Joonista Cu^{2+} ja EDTA reaktsioonil tekkiva kompleksi struktuur.