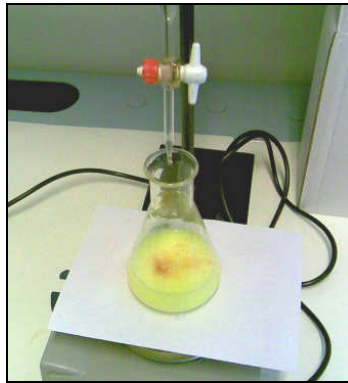


Liite 6

## Tieto- ja viestintätekniiikan käyttö kokeellisessa kemian opetuksessa – videot



## Kokeellisuus kemian opetuksessa II

ÅU] ä \ ^ | ä ä F  
U] ä \ ^ | ä ä G  
ÅU] ä \ ^ | ä ä H  
Opiskelija 4

Kevät 2009

## Sisällysluettelo

1 Johdanto .....	3
2 Teoria .....	4
6 Kehitetty materiaali .....	7
7 Palaute materiaalin testaamisesta .....	8
8 Johtopäätökset .....	8
9 Lähteet .....	9
Liitteet .....	10

# 1 Johdanto

Titraukset ovat kouluolosuhteisiin sopiva esimerkki kemiallisesta analytiikasta. Titraukset luetellaan kuuluvan neljään ryhmään, joista saostustitraukset ovat yksi ryhmä. Mohrin titraus on helppo titraus toteutettavaksi oppilaiden kanssa ja siihen löytyy suuri joukko kontestuaalisia näytteitä. Siihen liittyvän teorian hallinta saattaa jäädä kuitenkin vajaaksi, jos Mohrin titrauksen teoriaa ei käydä erikseen läpi.

Tässä raportissa esitellään videoita hyödyntävä vuorovaikutteinen Mohrin titrauksen teorian demonstroiointi-materiaali, jossa Mohrin titrauksen teoriaa käsitellään lukion kurssin KE 5 tasoisesti. Materiaalin tekemisen lähtökohtana oli kehittää videoita hyödyntävää oppimateriaalia ja sitä kehitettiin demonstraatioiden teorian ja videoiden käyttämisen teorian pohjalta.

Kehitettyä materiaalia testattiin Helsingin yliopistossa kemian opettajaksi opiskelevien toimesta Kokeellisuus kemian opetuksessa II –kurssin puitteissa keväällä 2009.

Olemme kuvanneet videomateriaalia mohrin titraukseen liittyen, jotka löytyvät seuraavista osoitteista.

<http://www.youtube.com/watch?v=4feYEd8v-j4> (Mohrin titraus tehtävineen ja videoineen)

<http://www.youtube.com/watch?v=M8qCeNWCq2s&feature=related> (Mohrin titraus osa 1)

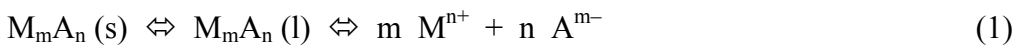
<http://www.youtube.com/watch?v=ArU4xMq9HEI&feature=related> (Mohrin titraus osa 2)

## 2 Teoria

Tässä teoriaosuudessa käsitellään kehitettävässä työssä käytettävää kemian teoriaa sekä didaktista teoriaa demonstraatioiden ja videoiden käytöstä kemian opetuksessa.

## 3 Kemian teoria

Saarisen & Lajusen (1991) mukaan suolayhdisteen  $M_mA_n$  liukeneminen on reaktioyhtälön



mukainen.

Yhtälössä (1) yhdisteiden kemiallinen potentiaali on kaikissa nuolen erottamissa osissa sama, kun systeemi on tasapainossa. Termodynaaminen liukoisuustulo on yhtälön

$$K_S = (M^{n+}) (A^{m-}) \quad (2)$$

mukainen ja konsentraatioliukoisuustulo yhtälön

$$k_S = [M^{n+}] [A^{m-}] \quad (3)$$

mukainen. (Saarinen & Lajunen, 1991)

Haavisto et. al (1998) esittää liukoisuustulon lausekkeen muodossa

$$K_L = [A^{m+}]^a [B^{n-}]^b, \quad (4)$$

kun yhdisteen liukeneminen esitetään muodossa



Maol-taulukoiden (Seppänen et. al, 2000) mukaan hopeakloridin liukoisuustulon arvo on  $1,6 \cdot 10^{-10} M^2$  ja hopeakromaatin liukoisuustulon arvo  $1,3 \cdot 10^{-12} M^3$ .

Titrauksessa tunnetun väkevyyistä reagenssiliuosta lisätään tutkittavan aineen liuokseen (Saarinen & Lajunen, 1991).

Saarinen & Lajunen (1991) luokittelee titraukset reaktiotyyppin mukaan seuraavasti:

- happo-emästitraukset
- kompleksometriset titraukset

- saostustitraukset
- hapettumis-pelkistymistitraukset

Mohrin titraus on saostustitraus, jossa kloridi- ja bromidi-ionien määrä määritetään titraamalla liuos hopeanitraattiliuoksella ja titrauksen loppupiste todetaan käyttämällä indikaattorina kromaatti-iona, joka muodostaa hopeaionin kanssa punaisen hopeakromaattisaostuman ekvivalenttipisteen läheisyydessä (Saarinen & Lajunen, 1991).

Mohrin titrauksessa pH-arvon tulee olla välillä 6,5 – 10,3. Jos pH-arvo on alhaisempi, hopeakromaatin liukoisuus on liian suuri. Jos pH-arvo on liian suuri, saostuu liuoksesta hopeahydroksidia. (Saarinen & Lajunen, 1991)

## 4 Demonstraatiot kemian opetuksessa

Demonstratio opetuksen tavoitteita ovat oppijan ajattelun aktivoiminen, luonnontieteellisen ajattelutavan omaksuminen sekä luonnonilmiön ja sen teoreettisten perusteluiden välisen yhteyden havainnollistaminen. Määritelmältään demonstraatio on vuorovaikutteinen opettajajohtoinen opetustapahtuma, jossa oppilaalla on rooli aktiivisena tiedonhankkijana. Oleellista olisi oppijan aktiivisen ja luonnontieteellisen ajattelutavan omaksuminen. Lisäksi oppilaan olisi opittava yhdistämään luonnonilmiöt teoreettiseen tietoon.

Opettajan tehtävä on ohjata demonstraation aiheuttama ihmetys oppijan sisäiseksi aktiivisuudeksi. Demonstraatioilla on tärkeä motivoiva vaikutus kemian opetuksessa. Opettajan jatkuva läsnäolo auttaa ohjaamaan oppilaiden huomiota mielestään oleelliseen suuntaan. Opettajan esittämät kysymykset auttavat oppilaita havaitsemaan omia virhekäsityksiään ja korjaamaan niitä.

Demonstraatioissa oppilaat eivät pääse itse suorittamaan, joten työmenetelmien oppimiseen ne eivät sovellu. Sen sijaan yksittäisten työtapojen (esim. jonkin laitteen toiminta) esittelemiseen demonstraatiot soveltuvat hyvin. Tällöin oletetaan opettajan antavan esimerkin, jota oppijat jäljittelevät. Tärkeämpää on kuitenkin oppia ymmärtämään erilaisia ilmiöitä.

Demonstraatiot voidaan luokitella esim. makro- ja mikrokemiallisiin kokeisiin ja tietokonesimulaatioihin, induktiivisiin ja deduktiivisiin demonstraatioihin, opettaja- ja oppijajohtoisiiin demonstraatioihin, luento- laboriodemonstraatioihin sekä laadullisiin ja määrällisiin demonstraatioihin.

Kemian sisältöjen oppiminen vaatii monipuolisia opetusmenetelmiä. Uudentyyppinen malli on tieto- ja prosessikeskeinen. Mallin on vastaa oppijan aktiiviseen oppimiseen, oppijan ennakkokäsityksiin ja ongelmakeskeisiin tehtäviin liittyviin ongelmiin. Tällaisessa uudenaikaisessa demonstraatio-opetuksessa oppilas on aktiivinen tiedon hakija. Opettaja tukee oppilasta vuorovaikutteisessa prosessissa. Oppiminen sidotaan oppijan ennakkokäsityksiin ja se on kontekstuaalista ja itsenäistä. Harhakäsityksiä pyritään poistamaan. Oppilaat havainnoivat mielestään oleellisia asioita ja opettaja voi katsoa muistiinpanoista havaintojen oleellisuuden. Lisäksi demonstraatioon valmistaudutaan ennakkokäsityksiä kartoittamalla. Kokeesta tehdään

myös ennakkoon hypoteesi. Demonstraation aikana tarkistetaan hypoteesi ja esitetään ominaiset ilmiöt ja käsitteet. Lopuksi arvioidaan kokeen kulkua ja tuloksia.

## 5 Videot kemian opetuksessa

Tieto- ja viestintätekniikan avulla pystytään kehittämään ja monipuolistamaan opetusta. Erilaiset opetusmenetelmät pitävät yllä kiinnostusta ja motivoivat oppimaan. Videoiden käyttö mahdollistaa monipuolisempaa opetusta, sillä esimerkiksi kokeellisuuden suorittaminen ei koulussa välttämättä ole mahdollista.

Videoita voidaan käyttää opetuksessa kun opetussuunnitelmassa esiintyvistä käsitteistä ei ehditä kurssilla tekemään kokeellista työtä. Videon kautta monta tuntia kestävä kokeellinen työ ja siihen liittyvät kemialliset ilmiöt ja käsitteet voidaan käsitellä ja havainnollistaa yhdessä tunnissa. Videon kautta oppilaat voivat kuitenkin oppia työstä ja nähdä, kuinka työ suoritettaisiin laboratorio-olosuhteissa.

Kaikkien laboratoriotöiden suorittaminen koulujen olosuhteissa ei välttämättä ole mahdollista tilojen, kemikaalien ja välineistöjen puutteellisuuden vuoksi. Tämän lisäksi useiden töiden suorittaminen vaarallisten reagenssien tai työssä muodostuvien kaasujen vuoksi on mahdotonta. Suuret oppilasryhmät tuovat myös opettajalle haasteen tehdä kokeellisia töitä ryhmän kanssa, jolloin voidaan myös käyttää videoita apuna ilmiön havainnollistamisessa.

Videoista voidaan tehdä erittäin monipuolisia, jotta ne olisivat mahdollisimman hyödyllisiä opetuksessa. Pelkän kokeellisen työn näyttäminen videolta ei välttämättä ole hyödyllistä, jos oppilaille ei käy selville mitä videossa tapahtuu. Tällöin videolla nähty asia jää irralliseksi ja oppilaat eivät välttämättä osaa yhdistää sitä jo opittuun teoriaan.

Video voidaan aloittaa siitä, että luokka jaetaan ryhmiin. Videolla esitetään aiheeseen virittäviä tehtäviä ja oppilaita pyydetään muodostamaan hypoteesi, mitä videolla esitettävissä kokeissa mahdollisesti tapahtuisi. Videon aikana oppilaiden motivaatiota pidetään yllä esittelemällä työhön ja käsiteltävään asiaan liittyviä kysymyksiä. Kysymykset auttavat oppilaita muodostamaan yhteyksiä opittavien asioiden ja aikaisemmin opittujen asioiden välille. Videolla tulee myös esittää lopputulokset eli kuinka lopullisiin vastauksiin päästiin. Tarkastellaan tehtyä hypoteesia, miten siihen oli päädytty ja oivatko lopputulokset samankaltaisia. Jos jokin asia videolta on jäänyt oppilaille epäselväksi, voidaan tämä kohta katsoa uudestaan. Videon kelaaminen on huomattavasti helpompaa kuin kokeellisen työn toistaminen. Samoin jos oppilailla herää kysymyksiä videon aikana voidaan video pysäyttää ja käsitellä nämä kysymykset. Tämä ei olisi mahdollista kokeellisen työn suorittamisen aikana.

Haittoja videoiden käytölle kemian opetuksessa on se että kaikista töistä ei ole valmista videota saatavilla, vaan se täytyisi kuvata itse. Tämä vie opettajalta aikaa, mitä usein on rajallisesti. Videoilta näytettävien demonstraatioiden täytyy myös olla selkeitä ja hyvin kemiallista ilmiötä kuvaavia. Myös huonosti tehtyjä videodemonstraatioita on olemassa. Videon täytyy myös selkeästi liittyä käsitteillä olevaan aiheeseen.

Tutkimusten mukaan (Laroche et al.:n 2003) videoiden käyttö havainnollistamaan kemian ilmiöitä perinteisten kokeellisten töiden sijaan, ei vaikuttanut opiskelijoiden tietämykseen käsitellystä aiheesta. Asian kokeellisen työn avulla käsitelleen opiskelijaryhmän ja asian videodemonstraation avulla oppineen ryhmän tietämyksen välillä ei havaittu tilastollisia eroavaisuuksia.

## 6 Kehitetty materiaali

Kehitettyssä materiaalissa Mohrin titrauksen teoriaa käsitellään lukion kurssin KE 5 tasoisesti. Kyseisellä kurssilla käsitellään tasapainoreaktioita, mm. liukoisuustasapainoa.

Kehitetty materiaali sisältää kysymyksiä ja tehtäviä, joiden avulla oppilasta ohjataan pohtimaan Mohrin titrauksen teoriaa. Kysymysten aiheet ovat seuraavat:

1. Teoreettiset ennusteet
2. Havaintoja ja pohdintaa saostumisen selektiivisyydestä
3. Ilmiön käyttö titrausmäärittämisessä
4. Kivennäisveden kloridipitoisuuden määrittäminen Mohrin titrauksella

Kussakin osassa oppilaat vastaavat kysymyksiin ennen kuin siirtyvät seuraavaan vaiheeseen.

Materiaalissa kysymykset on kirjoitettu powerpoint-tiedostoon. Aiheiden 1 ja 2 välissä katsotaan video Mohrin titrauksen alkuvaiheesta. Powerpoint-tiedostossa on linkki youtube.com-sivustolle, jossa kuvaamme video sijaitsee. Aiheiden 2 ja 3 välissä katsotaan video Mohrin titrauksen ekvivalenttipisteen saavuttamisesta. Myös tähän videoon on linkki powerpoint-tiedostossa.

Powerpoint-tiedostossa kysymyssarjan lopussa on työohjeet viiteen harjoitustyöhön, joissa kloridipitoisuutta selvitetään Mohrin titrauksella.

Powerpoint-tiedoston sisältö on tämän raportin liitteenä.

## 7 Palaute materiaalin testaamisesta

Kemian opettajaksi opiskelevat testasivat materiaalin tutustumalla materiaalin kysymyssarjaan ja tekemällä materiaalin sisältämiä harjoitustöitä. Testaamisen ohje on esitetty tämän raportin liitteenä.

Kemian opettajaksi opiskelevien mukaan pohdintatehtävät auttavat ymmärtämään Mohrin titrauksen. Opiskelijat eivät maininneet parannusehdotuksia pohdintakysymyksiin.

Opiskelijoiden mukaan titraus kannattaa katsoa videolta pohdintatehtäviä tehdessä, koska se havainnollistaa pohdintatehtäviä, helpottaa havainnointia ja havaintojen selittämistä sekä tukee kysymyksiin vastaamista ja videon voi tarvittaessa pysäyttää kysymyksiin vastaamisen yhteydessä.

Ruokasuola ja merisuola olivat mielenkiintoisempia näytteitä kuin maustesuola, jota ei valittu lainkaan analysoitavaksi, mutta eräs opiskelija kertoi harkinneensa sen analysoimista. Lihaliemikuution valisti puolet testaajista. Kahdeksasta titrauksesta onnistui seitsemän titrausta. Opiskelijat havaitsivat, että laskukaavat olivat osittain virheellisiä, mitkä korjattiin myöhemmin.

## 8 Johtopäätökset

Mohrin titrauksen teoriaa käsittelevää videoita ja demonstraatiota hyödyntävä materiaali saatiin toteutettua. Kemian opettajaksi opiskelevat tutustuivat materiaaliin. Heidän mielestään materiaali oli onnistunut.



## 9 Lähteet

1. H. Saarinen ja L. Lajunen, Analyttisen kemian perusteet, Kemian kustannus Oy, 5. painos, Helsinki 1991.
2. A. Haavisto ym., Kemia 3, Kirjayhtymä Oy, 3. painos, Helsinki 1998.
3. Seppänen ym, Maol-taulukot, Kustannusosakeyhtiö Otava, 2. painos, Helsinki 2000.
4. Laroche, L.H., Wulfsberg, G., Young, B., Discovery Videos: A Safe, Tested, Time efficient Way to Incorporate Discovery-laboratory Experiments into the Classroom, Journal of Chemical Education, Vol 80, No 8, 2003

## Liitteet

Liite 1. Kehitetty materiaali ja vastaukset

### **Mohrin titrauksen demonstrointiin liittyvä havainto- ja pohdintatehtävien kokonaisuus**

Tässä Mohrin titrauksen demonstroinnissa käytetään titrattavana näytteenä kivennäisvettä. Tuotteen tiedot: Rainbow-kivennäisvesi, kevyesti hiilihapotettu,  $\text{Mg}^{2+}$  10 mg / 100 ml.

#### **Demonstraatiossa on neljä vaihetta:**

1. Teoreettiset ennusteet
2. Havainnot ja pohdintaa saostumisen selektiivisyydestä
3. Ilmiön käyttö titrausmäärityksessä
4. Kivennäisveden kloridipitoisuuden määrittäminen Mohrin titrauksella

## 1. Teoreettiset ennusteet

Ennen demonstraatiota ennustetaan, mitä titrauksessa tapahtuu.

- a) Liuksen kloridi-ionikonsentraatio on 0,010 M. Kuinka suuri vähintään tulee liuksen hopeaionikonsentraation olla, jotta liuksesta saostuu hopeakloridia? Hopeakloridin liukoisuustulon arvo on  $1,6 \cdot 10^{-10} \text{ M}^2$ .
- b) Liuksen kromaatti-ionikonsentraatio on 0,010 M. Kuinka suuri vähintään tulee liuksen hopeaionikonsentraation olla, jotta liuksesta saostuu hopeakromaattia? Hopeakromaatin liukoisuustulon arvo on  $1,3 \cdot 10^{-12} \text{ M}^2$ .
- c) Liuksessa on sekä kloridi- että kromaatti- ionia, molempien konsentraatio on 0,010 M. Liukseen lisätään pieni määrä hopeanitraattiliuosta. Kumpaa suolaa saostuu, hopeakloridia vai hopeakromaattia?

## 2. Havaintoja ja pohdintaa saostumisen selektiivisyydestä

Tässä vaiheessa näytetään titraustapahtumaa ennen ekvivalenttipistettä.

- a) Kumpaa suolaa titrauksessa saostui, hopeakloridia vai hopeakromaattia?
- b) Jos punaista hopeakromaattia muodostuu, kun hopeanitraattipisara tiputetaan liukseen, miksi se häviää välittömästi?

### 3. Ilmiön käyttö titrausmäärityksessä

Ennen ekvivalenttipisteen näyttämistä pohditaan, että mitä tapahtuu. Sitten näytetään ekvivalenttipisteen saavuttaminen. Sen jälkeen mietitään, että mihin tällaista titrausta voisi käyttää.

- Mieti mitä tapahtuu, kun hopeanitraattiliuoksen lisäystä jatketaan? Tee havaintoja.
- Mihin tällaista titrausta voisi käyttää?

### 4. Kivennäisveden kloridipitoisuuden määrittäminen Mohrin titrauksella

Demonstraatiossa saadaan kivennäisvesinäytteen titraukselle ekvivalenttikulutus. Tämän perusteella lasketaan kivennäisveden kloridipitoisuus. Tulosta verrataan tuoteselosteeseen, jota tulkitaan laskutoimituksen avulla.

- Kivennäisvesinäyte (100 ml) titrattiin 0,10 M hopeanitraattiliuoksella. Ekvivalenttipiste saavutettiin, eli liuos muuttui punaiseksi, kun hopeanitraattiliuosta oli kulunut 8,6 ml. Kuinka monta milligrammaa kloridi-iona 100 ml kivennäisvesinäyte sisälsi?
- Kivennäisveden tuoteseloste on seuraava:

Valmistuaineet	Pitoisuuksia / 100 ml
Hiilidioksidi	Na 0,3 mg
Magnesiumkloridi	Mg 10 mg
Kaliumkarbonaatti	K 10 mg

Arvioi tuoteselosteen perusteella kivennäisveden kloridipitoisuus (mg / 100 ml).

## Vastaukset havainto- ja pohdintatehtävien kokonaisuuteen

Katso nämä vastaukset vasta sen jälkeen, kun olet miettinyt tehtävien ratkaisun.

### 1. Teoreettiset ennusteet

Ennen demonstraatiota ennustetaan, mitä titrauksessa tapahtuu.

- a) Liuoksen kloridi-ionikonsentraatio on 0,010 M. Kuinka suuri vähintään tulee liuoksen hopeaionikonsentraation olla, jotta liuoksesta saostuu hopeakloridia? Hopeakloridin liukoisuustulon arvo on  $1,6 \cdot 10^{-10} \text{ M}^2$ .

$$[Ag^+][Cl^-] = K_S \Rightarrow [Ag^+] = K_S / [Cl^-] = 1,6 \cdot 10^{-8} \text{ M}$$

- b) Liuoksen kromaatti-ionikonsentraatio on 0,010 M. Kuinka suuri vähintään tulee liuoksen hopeaionikonsentraation olla, jotta liuoksesta saostuu hopeakromaattia? Hopeakromaatin liukoisuustulon arvo on  $1,3 \cdot 10^{-12} \text{ M}^2$ .

$$[Ag^+]^2 [CrO_4^{2-}] = K_S \Rightarrow [Ag^+] = (K_S / [CrO_4^{2-}])^{1/2} = 1,1 \cdot 10^{-5} \text{ M}$$

- c) Liuoksessa on sekä kloridi- että kromaatti- ionia, molempien konsentraatio on 0,010 M. Liuokseen lisätään pieni määrä hopeanitraattiliuosta. Kumpaa suolaa saostuu, hopeakloridia vai hopeakromaattia?

*Hopeakloridin saostumiseen riittää pienempi hopeaionikonsentraatio, joten saostuva suola on todennäköisesti hopeakloridi.*

## 2. Havainnot ja pohdintaa saostumisen selektiivisyydestä

Tässä vaiheessa näytetään titraustapahtumaa ennen ekvivalenttipistettä.

- a) Kumpaa suolaa titrauksessa saostui, hopeakloridia vai hopeakromaattia?

*Kun hopeanitraattipisara tippuu liuokseen, muodostuu ilmeisesti molempia suoloja, koska punaista väriä näkyy. Punainen väri kuitenkin häviää nopeasti, joten loppujen lopuksi muodostuu hopeakloridia.*

- b) Jos punaista hopeakromaattia muodostuu, kun hopeanitraattipisara tiputetaan liuokseen, miksi se häviää välittömästi?

*Kiinteän suolan ja liuoksen välillä vallitsee heterogeeninen dynamiikka, jossa suolaa liukenee ja saostuu jatkuvasti. Muodostuvat punaiset hopeakromaattiyksiköt siis liukenevat muodostumisensa jälkeen tämän jälkeen muodostuva suola on todennäköisemmin hopeakloridi kuin hopeakromaatti.*

## 3. Ilmiön käyttö titrausmäärityksessä

Ennen ekvivalenttipisteen näyttämistä pohditaan, että mitä tapahtuu. Sitten näytetään ekvivalenttipisteen saavuttaminen. Sen jälkeen mietitään, että mihin tällaista titrausta voisi käyttää.

- a) Mieti mitä tapahtuu, kun hopeanitraattiliuoksen lisäystä jatketaan? Tee havainnot.

*Voisi ajatella, että jossain vaiheessa kaikki kloridi-ionit ovat saostuneet, eli ikään kuin loppuvat kesken. Tämän jälkeen liuoksessa on enää kromaatti-ioneja. Kun tähän liuokseen lisätään hopeanitraattia, saostuu punaista hopeakromaattia.*

*Demonstraatiosta tehtävä havainto: kyllä, näin tapahtuu.*

- b) Mihin tällaista titrausta voisi käyttää?

*Titrauksella voisi selvittää, että kuinka paljon kloridi-ioneja näyteliuoksessa on.*

#### 4. Kivennäisveden kloridipitoisuuden määrittäminen Mohrin titrauksella

Demonstraatiossa saadaan kivennäisvesinäytteen titraukselle ekvivalenttikulutus. Tämän perusteella lasketaan kivennäisveden kloridipitoisuus. Tulosta verrataan tuoteselosteeseen, jota tulkitaan laskutoimituksen avulla.

- a) Kivennäisvesinäyte (100 ml) titrattiin 0,10 M hopeanitraattiliuoksella. Ekvivalenttipiste saavutettiin, eli liuos muuttui punaiseksi, kun hopeanitraattiliuosta oli kulunut 8,6 ml. Kuinka monta milligrammaa kloridi-onia 100 ml kivennäisvesinäyte sisälsi?

$$m(Cl^-) = cVM = 30 \text{ mg}$$

- b) Kivennäisveden tuoteseloste on seuraava:

Valmistuaineet	Pitoisuuksia / 100 ml
Hiilidioksidi	Na 0,3 mg
Magnesiumkloridi	Mg 10 mg
Kaliumkarbonaatti	K 10 mg

Arvioi tuoteselosteen perusteella kivennäisveden kloridipitoisuus (mg / 100 ml).

*Ainoa kloridipitoinen valmistuaine on magnesiumkloridi. Lasketaan 100 ml kohden:*

$$n(Cl^-) = 2 \cdot n(Mg^{2+}); m(Mg^{2+}) = 10 \text{ mg}$$

$$\Rightarrow m(Cl^-) = 2 \cdot 10 \text{ mg} \cdot 35,45 \text{ g/mol} / 24,31 \text{ g/mol} = 29 \text{ mg}$$

*Arvio on hyvin lähellä titrauksessa saatua tulosta.*

## KLORIDIPITOISTEN NÄYTTEIDEN ANALYYSEJÄ

Näitä voi tehdä oppilastöinä havainto- ja pohdintatehtävien tekemisen jälkeen.

### 1. Kivennäisvesi

Mittaa mittalasiilla kivennäisvettä 100 ml isoon dekanteriin. Pipetoi perään 10 millilitraa 1 %  $K_2CrO_4$ . Lisää dekanteriin magneettisekoittaja ja titraa liuos 0,1 mol/l hopeanitraattiliuoksella.

Laske analyysin tulos lausekkeella

$$3,545 x,$$

jossa x on hopeanitraattiliuoksen kulutus.

Arvioi kivennäisveden kloridipitoisuus tuoteselosteen perusteella:

Valmistuaineet	Pitoisuuksia / 100 ml
Hiilidioksidi	Na 0,3 mg
Magnesiumkloridi	Mg 10 mg
Kaliumkarbonaatti	K 10 mg

Vastaako saamasi titraustulos laskennallista arviota?

### 2. Ruokasuola

Punnitse 100 millilitran dekanteriin ruokasuolaa n. 50 mg ja kirjaa tarkka punnitustulos ylös. Pipetoi dekanteriin 10 millilitraa 1 %  $K_2CrO_4$ -liuosta ja laimenna n. 50 millilitraksi. Lisää dekanteriin magneettisekoittaja ja titraa liuos 0,1 mol/l hopeanitraattiliuoksella.

Laske ruokasuolan kloridipitoisuus (m-%) lausekkeella

$$0,3545 x / m,$$

jossa x on hopeanitraattiliuoksen kulutus ja m punnitun ruokasuolan massa.

Ruokasuolan kerrotaan olevan natriumkloridia, jonka kloridipitoisuus on 60,7 %. Vastaako saamasi tulos tätä arviota?



### 3. Merisuola

Punnitse 100 millilitran dekantteriin merisuolaa n. 50 mg ja kirjaa tarkka punnitustulos ylös. Pipetoi dekantteriin 10 millilitraa 1 %  $K_2CrO_4$ -liuosta ja laimenna n. 50 millilitraksi. Lisää dekantteriin magneettisekoittaja ja titraa liuos 0,1 mol/l hopeanitraattiliuoksella.

Merisuolaa valmistetaan tuoteselosteen mukaan haihduttamalla merivedestä vedet pois. Laske merisuolan kloridipitoisuus (m-%) lausekkeella

$$0,3545 x / m,$$

jossa x on hopeanitraattiliuoksen kulutus ja m punnitun merisuolan massa.

Seuraavassa taulukossa on laskettuna eräiden suolojen kloripitoisuuksia:

Suola	Kloridipitoisuus
KCl	47,6 %
ZnCl <sub>2</sub>	52,0 %
NaCl	60,7 %
CaCl <sub>2</sub>	63,9 %
MgCl <sub>2</sub>	74,5 %

Mitä suolaa merisuola pääosin saattaa olla?

### 4. Maustesuola

Punnitse 100 millilitran dekantteriin maustesuolaa n. 50 mg ja kirjaa tarkka punnitustulos ylös. Pipetoi dekantteriin 10 millilitraa 1 %  $K_2CrO_4$ -liuosta ja laimenna n. 50 millilitraksi. Lisää dekantteriin magneettisekoittaja ja titraa liuos 0,1 mol/l hopeanitraattiliuoksella.

Laske maustesuolan kloridipitoisuus (m-%) lausekkeella

$$0,3545 x / m,$$

jossa x on hopeanitraattiliuoksen kulutus ja m punnitun maustesuolan massa.

## 5. Lihaliemikuutio

Keitä yksi lihaliemikuutio 500 millitrassa vettä. Pipetoi lihaliemiliuosta 5 millilitraa sekä 1 %  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  10 millilitraa 100 millilitran dekantteriin. Laimenna liuos n. 50 millilitraksi, lisää dekantteriin magneettisekoittaja ja titraa liuos 0,1 mol/l hopeanitraattiliuoksella.

Laske lihaliemien suolapitoisuus (NaCl:n m-%) lausekkeella

$0,11688 x$ ,

jossa x on hopeanitraatin kulutus.

Tarkista tuoteselosteesta lihaliemen suolapitoisuus.

Liite 2: Suoritusohje materiaalin testaamiseen.

Työn testauksen materiaaleja ovat seuraavat:

- Työohjeita kloridipitoisten näytteiden analysoimiseksi
- Mohrin titrauksen demonstroiintiin liittyvä havainto- ja pohdintatehtävien kokonaisuus

Edellä mainitut materiaalit löytyvät tämän tekstin lopusta. Lisäksi tässä tekstissä on työn testauksen suoritusohje ja työn arviointiin liittyvä kyselylomake.

Laboratoriosta löytyvät valmiina titrauksissa tarvittavat hopeanitraatti- ja kaliumkromaattiliuokset sekä näytteet.

## **Suoritusohje**

2. Valitse jokin näyte ja määritä sen kloridipitoisuus.
3. Tee Mohrin titrauksen demonstroiintiin liittyvä havainto- ja pohdintatehtävien kokonaisuus.
4. Valitse toinen näyte ja määritä sen kloridipitoisuus.
5. Vastaa kyselylomakkeeseen.

## Kyselylomake

1. Väittämä: Mohrin titrauksen demonstrointiin liittyvän havainto- ja pohdintatehtävien kokonaisuuden tekeminen auttoi ymmärtämään Mohrin titrauksen teoriaa.

Oletko väittämän kanssa:

- a) täysin samaa mieltä
- b) jokseenkin samaa mieltä
- c) et samaa etkä eri mieltä
- d) jokseenkin eri mieltä
- e) täysin eri mieltä

Valitse näkemystäsi vastaava vaihtoehto.

2. Tuliko mieleen havainto- ja pohdintatehtäviin liittyviä parannusehdotuksia. Jos tuli, niin kertoisitko niistä meille. Jos ei tullut, niin kertoisitko senkin. Jos vastauksesi tähän kysymykseen on pitkä, kannattaa se antaa erillisellä paperilla. Ideoista olisi meille suuri hyöty. Kiitos!

- a) Tuli mieleen muutama juttu, jotka kirjoitin erilliselle paperille
- b) Nyt ei valitettavasti tullut mitään mieleen

Valitse sopiva vaihtoehto.

3. Väittämä: Mohrin titrauksen suoritus olisi kannattanut katsoa videolta havainto- ja pohdintatehtävien tekemisen yhteydessä.

Oletko väittämän kanssa:

- a) täysin samaa mieltä
- b) jokseenkin samaa mieltä
- c) et samaa etkä eri mieltä
- d) jokseenkin eri mieltä
- e) täysin eri mieltä

Valitse näkemystäsi vastaava vaihtoehto.

4. Tuleeko mieleen, että miksi Mohrin titrauksen suoritus olisi kannattanut katsoa videolta havainto- ja pohdintatehtävien tekemisen yhteydessä?
5. Minkä näytteen valitsitte ensimmäiseksi titrauksen kohteeksi? Mikä oli syynä tähän valintaan? Mitä saitte tulokseksi?
6. Minkä näytteen valitsitte viimeiseksi titrauksen kohteeksi? Mikä oli syynä tähän valintaan? Mitä saitte tulokseksi?