



RIKOSLABORATORIOSSA

KOHDERYHMÄ: Työ soveltuu yläkouluun ja lukioon. Lukion kurssit KE1, KE2, KE3, KE4, KE5, BI5

KESTO: 150 min

- Elektroforeesi 30 min
- Kastelukoe ja palokoe 20 min
- Uutto, suodatus, haihdutus ja tunnistus 20 min
- Kompleksometrinen titraus 30 min
- Teoria ja tulokset 30 min

MOTIVAATIO: On tapahtunut murhayritys. Tehtävänä olisi saada syyllinen kiinni.

TAVOITE: Erilaisiin analyysimenetelmiin tutustuminen mielenkiintoisen aiheen ympärillä.

AVAINSANAT: Rikuskemia – Agarosigeelielektroforeesi – Palaminen – Kastuminen – Aineiden eristäminen – IR – Titraus – Biokemia

TAUSTAA:

Sacha, murhayrityksen uhri, on löydetty tajuttomana hotellin yläkävältä. Hotelli sijaitsee kauempana keskustasta ja ei näin ole suosituin hotelli kaupungissa. Hotellin käytävät ovat usein tyhjänä ja murhayritys on voinut tapahtua helposti kenenkään huomaamatta. Hotellissa ei ole koskaan tapahtunut mitään rikosta, joten hotellin omistajat ovat asentaneet vain aulaan kameran. Videoiden perusteella epäillyt voidaan rajata kolmeen henkilöön.

Epäilty 1: Uhrin työkaveri Jessica. 21-vuotias kampaajayrittäjä. Heidän yrityksellään on mennyt jo jonkun aikaa huonosti. Molemmat ovat olleet todella stressaantuneita pitkään. Hänellä oli päällään villahuivi ja villahattu.

Epäilty 2: Uhrin poikaystävä Miro. 24-vuotias kemianalan työntekijä. Hän työskentelee lääkefirmassa, joten lääkkeet ja niiden vaikutukset ovat hänelle tuttuja. Sachan stressistä johtuen he ovat riidelleet hotellihuoneessa useasti. Hänen päällään oli puuvillainen huivi ja polyesterihattu.

Epäilty 3: Viereisen hotellihuoneen asukas Anni. Hän työskentelee sisustusalalla ja on hotellin vakioasiakas. Hän on tunnetusti äkkipikainen ja on valittanut hotellin aulaan viereisen huoneen metelistä. Hänellä oli päällään villahuivi ja polyesterihattu. Syyllinen!



Agaroosigeelielektroforeesi

Poliisit saivat eristettyä DNA:ta rikospaikalta. Epäillyiltä on otettu sylkinäyte, mihin vertailemme rikospaikalta löytynyttä DNA:ta. Siihen käytämme hyväksi agaroosigeelielektroforeesia.

DNA on valmiiksi monistettu PCR (polymeraasiketjureaktio) menetelmällä. PCR menetelmässä pienestä määrästä DNA:ta saadaan monistettua nopeasti suuri määrä haluttua geeniä/toistojaksoa. DNA:n rakenne on yksilöllinen, niin kuin sormenjälkikin. DNA koostuu geeneistä ja geenin ulkoisesta alueesta. Toistojaksojen pituuksia vertailemalla voidaan tunnistaa rikollinen.

Kennossa on valmiiksi edellisenä päivänä tehty geeli. Geeliin on jätetty pienet raot, minne näytteet asetetaan. Kun sähkövirta laitetaan päälle, eripituiset (eri varaukselliset) DNA-pätkät liikkuvat kennolla eri pituisen matkan. DNA-molekyylin palaset ovat negatiivisesti varautuneita, minkä mukaisesti ne liikkuvat kennossa.

Kumpaa napaa kohti DNA-molekyylin palaset kulkevat, positiivista vai negatiivista napaa kohti?
Positiivista napaa kohden, koska ovat itse negatiivisesti varautuneita. Negatiivisen varauksen aiheuttaa DNA:n fosfaattiryhmä.

Voiko elektroforeesin avulla tutkia varauksettomia molekyyliä?

Ei voi, elektroforeesin periaate perustuu molekyylien varauksista aiheutuneeseen liikkeeseen.

Elektroforeesissa molekyylit liikkuvat niiden sähkövarausten vaikutuksesta. Suuressa roolissa on kuitenkin agaroosigeeli. Mitä suurempi molekyyli on kyseessä, sitä vaikeampi sen on kulkea geelin sisällä. Pienimmät molekyylit kulkevat siis pidemmän matkan samassa ajassa kuin suuret molekyylit. DNA-pätkien pituus on siis suoraan verrannollinen niiden kulkeman matkan pituuteen. Molekyylien kulkemien matkojen perusteella pystymme tunnistamaan rikollisen. Rikollinen on se, kenen elektroforeesijon tulos on samanlainen kuin rikospaikalta saadun näytteen.

Mitä tietoa saamme agaroosigeelielektroforeesilla?

Saamme selville kenen DNA:ta on löytynyt rikospaikalta. Sama DNA pilkkoutuu juuri samoista kohdista ja täten liikkuu agaroosigeelissä tismalleen samalla tavalla.

Minkälaisia yksilöitä ei pysty erottelemaan tällä menetelmällä?

Jos syyllisissä olisi esimerkiksi identtiset kaksoiset. Näiden DNA on identtinen ja täten myös ajotulokset olisivat samanlaiset.



TARVIKKEET

- 🔗 Elektroforeesikkenno
- 🔗 Geelikelkka ja -kamat
- 🔗 Konsentroidu puskuriliuos
- 🔗 Tislattu vesi
- 🔗 Agarooosi
- 🔗 Erlenmeyer
- 🔗 Mikro
- 🔗 Laimennettu puskuriliuos
- 🔗 Virtalähde
- 🔗 Finnpietit + kärjet
- 🔗 DNA-valmisteet
- 🔗 Väriaine DNA-juosteille

TYÖTURVALLISUUS JA JÄTTEIDEN KÄSITTELY

Suojatakki, -lasit ja hanskat!

Suositellaan tehtäväksi
vetokaapissa.

Ole varovainen kuuman geelin
kanssa, jos valmistat geelin itse!

Elektroforeesigeelin valmistus (määrä yhdelle geelille):

- Mittaa erlenmeyeriin 0,50 g agarooisia tai agarhiutaleita
- Lisää 50 ml puskuriliuosta ja sekoita huolellisesti
- Kuumenna geeliä varovaisesti mikrossa, kunnes se pulpahtaa ensimmäisen kerran. Sekoita seosta välillä, mutta käytä patakinnasta tai muuta suojaruostetta.
- Kun agar tai agarooosi on liuennut puskuriin kokonaan, se on läpikuultavaa. Jäähdytä pöydällä tai vesihanan alla hetki.
- Kaada jäähtynyt seos geelikelkkaan. Varo, ettei kelkkaan jää ilmakuplia.
- Aseta kampa kelkan toiseen reunaan ja/tai keskelle.
- Anna geelin jähmettyä.

Elektroforeesin ajaminen (kesto n. 30 min):

- Ota kelkka ja aseta se geeleineen ajoastiaan.
- Irrota kampa varovasti geelistä.
- Kaada puskuria (0,25xTAE tai 0,5xTAE) ajoastiaan varovasti niin, että geeli juuri ja juuri peittyy puskuriliuokseen.
- Pipetoi tutkittavia näytteitä (joihin on sekoitettu väriaine) geelin kuoppiin pipetillä. Kun käytät Finnpiettiä, käytä pipetissä AINA kärkeä. Älä käännä pipettiä koskaan kyljelleen tai ylösalaisin, jos kärjessä on nestettä! Sopiva määrä on esim. 10–20 µl.
- Kytke ajoastia virtalähteeseen. Kytke näytteiden puoleinen pää miinusnapaan ja näytteistä katsottuna kauempi pää plusnapaan.
- Jos sähkökenttä muodostuu, puskurissa alkaa muodostua kuplia.
- Aja näytteitä geelillä noin 20–30 minuuttia 100 V jännitteellä.

Miksi puskuri alkaa kuplia, kun se kytketään virtalähteeseen? Mitä elektrodeilla muodostuu?

Puskuriliuokseen alkaa muodostua kaasua. Positiivisella elektrodilla, anodilla, muodostuu happea (hapettuu) ja negatiivisella katodilla vetyä (pelkistyy). Kokonaisreaktioyhtälö: $2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{H}_2 + \text{O}_2$



Kastelukoe ja palokoe

Silminnäkijä huomasi tapahtuma-aikaan, kun hotellin aulasta juoksi piha-alueelle joku selkeästi paeten. Kellonajan perusteella tämä oli syyllinen, mutta silminnäkijä ei iltahämärässä nähnyt hänen kasvojaan eikä muitakaan tuntomerkkejä kuten vaatteiden tai hiusten väriä.

Paetessaan syyllinen kuitenkin tiputti hattunsa veteen. Hän ehti ottaa sen mukaansa, mutta silminnäkijä havaitsi hatun olevan sellaista materiaalia, joka kastuu nopeasti ja uppoaa pinnan alle. Tämän tiedon perusteella, voidaan selvittää syyllisen käyttämän hatun materiaali, mikä auttaa hänen tunnistamisessaan.

Syyllisen paetessa oli myös hänen huivinsa hiponut grillinuotion liekkejä, minkä aikana silminnäkijä ehti havaita sen palavan nopeasti ja haisevan palaneilta hiuksilta. Hyödynnä myös tätä tietoa syyllisen tunnistamiseksi.

TARVIKKEET

- 🔪 Pala villaa
- 🔪 Pala puuvillaa
- 🔪 Pala polyesteriä
- 🔪 Laakea vesiastia
- 🔪 Tulitikut ja palamaton alusta

TYÖTURVALLISUUS JA JÄTTEIDEN KÄSITTELY

Suojatakki ja -lasit!

Työ suoritettava vetokaapissa.
Tarkista, ettei vetokaapissa ole
palavia aineita työn aikana.

Taustaa:

	Kastuminen	Palaminen
Villa	Villa kastuu hitaasti ja kelluu. Villa koostuu keratiinista, joka on proteiini. Luonnonkuitu. Kuidun pinnassa rikkiä sisältävät proteiinit sitovat vesimolekyylejä vetysidoksin ja materiaali on huokoista, joten vedelle on "tilaa mihin imeytyä". Villa voi imeä vettä 30 % massastaan tuntuen edelleen kuivalta. Villalla on rasvamainen pinta, joka hylkii vettä, minkä vuoksi kastuminen on hidasta. Ilmava rakenne auttaa kellumaan.	Villa palaa nopeasti ja haisee palaneilta hiuksilta. Villa on orgaaninen materiaali ja sillä on ilmava rakenne, joten se palaa helposti. Keratiinilla ei ole sulamispistettä, vaan se hajoaa kuumennettaessa, joten se ei palaessaan sula. Eläinkuitua kuten hiuksia, joten haju muistuttaa hiuksen palamista (molemmat keratiinia).
Polyesteri	Polyesteri kastuu erittäin nopeasti ja uppoaa. Polyesteri koostuu useista toisiinsa liittyneistä esteriyksiköistä. Synteettinen kuitu. Rakenne tiivistä, joten kastuessaan ei kellu. Molekyylissä sekä poolisia, että poolittomia kohtia, joten ei ime paljoa vettä, mutta tarpeeksi kastuakseen.	Polyesteri palaa pienellä liekillä, sulaa ja haisee voimakkaasti. Polyesteri on orgaaninen yhdiste, joten palaa herkästi ja lisäksi usein sulaen. Haju palaessa voi muistuttaa muovien palamisen hajua.
Puuvilla	Puuvilla imee vettä, mutta ei uppoa. Puuvilla on selluloosaa, joka on polysakkaridi. Luonnonkuitu. Puuvillaan imeytynyt vesi sitoutuu vetysidoksin selluloosan	Puuvilla palaa kuin paperi ja ei haise voimakkaasti Puuvilla on orgaaninen materiaali ja sillä on ilmava rakenne, joten se palaa vaikkakin hitaammin kuin villa. Selluloosalla ei ole sulamispistettä, vaan se



	glukoosiyksiköiden hydroksyyliiryhmiin. Ilmava rakenne auttaa kellumaan.	hajoaa kuumennettaessa, joten se ei palaessaan sula. Kasvikuitu, joten haju erilainen kuin hiuksen palaessa, mieto haju. Voimakkaampi haju voi johtua viimeistelyaineista.
--	--	--

Kastelukokeen suoritus:

Laita kutakin kangasmateriaalia pala veteen ja havainnoi, miten ne kastuvat ja mahdollisesti uppoavat. Koe suoritetaan villalle, puuvillalle sekä polyesterille yksi kerrallaan. Kirjoita havaintosi ylös ja tunnista silminnäkijän kuvausta vastaava materiaali.

Palokokeen suoritus:

Kutakin kangasmateriaalia otetaan yksi kuitu, jota poltetaan tulitikulla. Jos yksi kuitu ei riitä, voi niitä polttaa useamman kerrallaan, mutta kokonaista kangaspalaa ei polteta. Havainnoi palamista, sekä siitä lähtevää hajua (älä haista suoraan palavaa kuitua! havainnoi etäältä). Kirjoita havaintosi ylös ja tunnista silminnäkijän kuvausta vastaava materiaali.

Pohdintaa:

Vertaile havaitsemiasi eroja materiaalien kastumisessa ja palamisessa ja pohdi kemiallisia syitä niihin. Mitä materiaalia syyllisen hattu ja huivi olivat?

Hattu oli polyesteriä ja huivi villaa. Kemialliset perustelut löytyvät opettajan ohjeen taustatietojen taulukosta.

Onko kyseiset menetelmät yleisiä rikoslaboratoriossa?

Ei

Etenekö rikoksen tutkiminen aina samalla kaavalla?

Ei, tutkijat joutuvat usein käyttämään luovuutta. Niin kuin tässäkin työssä huomataan.



Uutto, suodatus, haihdutus ja aineen tunnistaminen

Syyliseltä on kaatunut myrkkypurkki käytävälle. Mattolattialla näkyy selvästi vaaleaa jauhetta ja purkki sen vieressä, missä on pääkallovaroituserkki. Poliisit imuroivat jauheen talteen, mutta samalla imuriin kerääntyi myös kiviä matosta.

IR-ajo:

Jotta päästään tunnistamaan myrkkyy, on ensiksi saatava se tutkittavaan muotoon. Tutkimuksessa käytetään IR-laitetta, joka mittaa molekyylin sidoksien värähtelyyn absorboituneen infrapunasäteilyn. Haluamme saada puhdasta ainetta, jotta tunnistaminen olisi mahdollisimman helppoa. Jauhe ja kivet on siis erotettava toisistaan tutkimista varten. Työvaiheet: uutto, suodatus, haihdutus ja IR-ajo.

TARVIKKEET:

- 🔗 250 ml dekanterilasi
- 🔗 Suppilo
- 🔗 Suodatinpaperi
- 🔗 Haihdutusmalja
- 🔗 Kaasupoltin
- 🔗 Kolmijalka
- 🔗 Kuumennusverkko
- 🔗 IR-laitteisto ja OPUS 65 -spektrienkäsittelyohjelmisto

Myrkkyseoksen valmistaminen:

Sekoita kiinteää kadmiumkloridia ja hiekkaa.

Työvaiheet:

1. Uutto

Uutetaan puolikas teelusikallinen myrkkyseosta 25 ml:aan vettä dekanterilasissa. Pienellä määrällä on testattu etukäteen, että toinen aineista liukenee veteen ja toinen jää kiinteäksi.

Mitä havaitset, kun lisäät näytteen?

Mikä vaikuttaa aineiden liukoisuuteen?

Liukoisuuteen vaikuttaa liuotin, lämpötila ja konsentraatio.

Voiko aineista päätellä, ovatko ne poolisia vai poolittomia?

Pooliset aineet liukenevat pooliseen aineeseen ja poolittomat poolittomaan. Vesi on poolinen aine ja myrkkyy liukenee siihen. Myrkkyy on siis myös poolista. Kivet ovat poolittomia, koska eivät liukene veteen.

2. Suodatus

Uuton jälkeen suodatetaan kiinteä aine suodatinpaperille suppiloa avuksi käyttäen. Liuos kerätään haihdutusmaljaan.

Mitä muita erotusmenetelmiä tiedät?

Uutto, haihdutus, tislauk, ohutkerroskromatografia, elektroforeesi

TYÖTURVALLISUUS JA JÄTTEIDEN KÄSITTELY

Suojatakki, -lasit ja hanskat!

Työ suoritettava vetokaapissa.
Tarkista, ettei vetokaapissa ole
palavia aineita työn aikana.

Kadmiumkloridi
Haitallinen nieltynä. Karsinogeeni.
Huuhdeltava välittömästi, jos menee
iholle.



3. Haihdutus

Haihdutetaan vesi pois haihdutusmaljalta. Lopputuloksena saamme vaalean jauheen.

Voiko jauheen tunnistaa hajun tai ulkonäön perusteella?

Ei voi. Hajuun ei voi aina luottaa, eikä tuntemattomia aineita kannata alkaa kauheasti haistelemaan. Tässäkin tapauksessa kyseessä on myrky. Vaaleita jauheita on lukemattomia.

Miksi rikoslaboratoriossa ei saa maistaa näytteitä sen tunnistamiseksi, vaikka näyte tuoksuisi tutulta ja turvalliselta aineelta?

Laboratoriossa ei saa syödä mitään. Haju voi olla peräisin jostain muusta lähellä olevasta aineesta. Eikä ikinä saa syödä mitään mistä ei ole varma mitä se on. Nytkin olisit syönyt myrkyä, johon voisit kuolla.

4. IR-ajo

Kiinteistä näytteistä ajetaan IR-spektri. Apuna käytetään OPUS 65 -spektrienkäsittelyohjelmistoa.

IR-laitteisto tarjoaa mahdollisuuden saada nopeasti tietoa, jota voit verrata IR-spektrien tietokantaan, jonne on ladattu kaikki lähes kaikki tutkitut yhdisteet. Kansainväliset IR-datapankit tarjoavat käyttöösi sellaisen tietomäärän, että tunnistat lähes kaikki tutkimasi yhdisteet.

Jos yhdisteesi ei ole tietokannassa saat kuitenkin arvokasta tietoa yhdisteen toiminnallisista ryhmistä ja voit tutkia sen ominaisuuksia tarkemmin. Tämä mahdollistaa tullille myös uusien lääkeaineiden tunnistamisen ja löytämisen nopeammin ja tehokkaammin kuin aikaisemmillä menetelmillä. IR:n avulla voidaan tutkia myös materiaaleja, kuten muoveja ja kuituja.

Miksi aineiden tunnistus on vaikeaa?

Monet aineet voivat näyttää päällepäin samalta, vaikka olisivat täysin erilaisia rakenteeltaan ja ominaisuuksiltaan.

Nyt saat käyttöösi Alpha-p IR-laitteen ja siihen kytketyn OPUS 65 spektrien käsittely ohjelmiston.

Kuuntele nyt ohjaajasi ohjeet IR-laitteen käytöstä ja toimintaperiaatteesta.

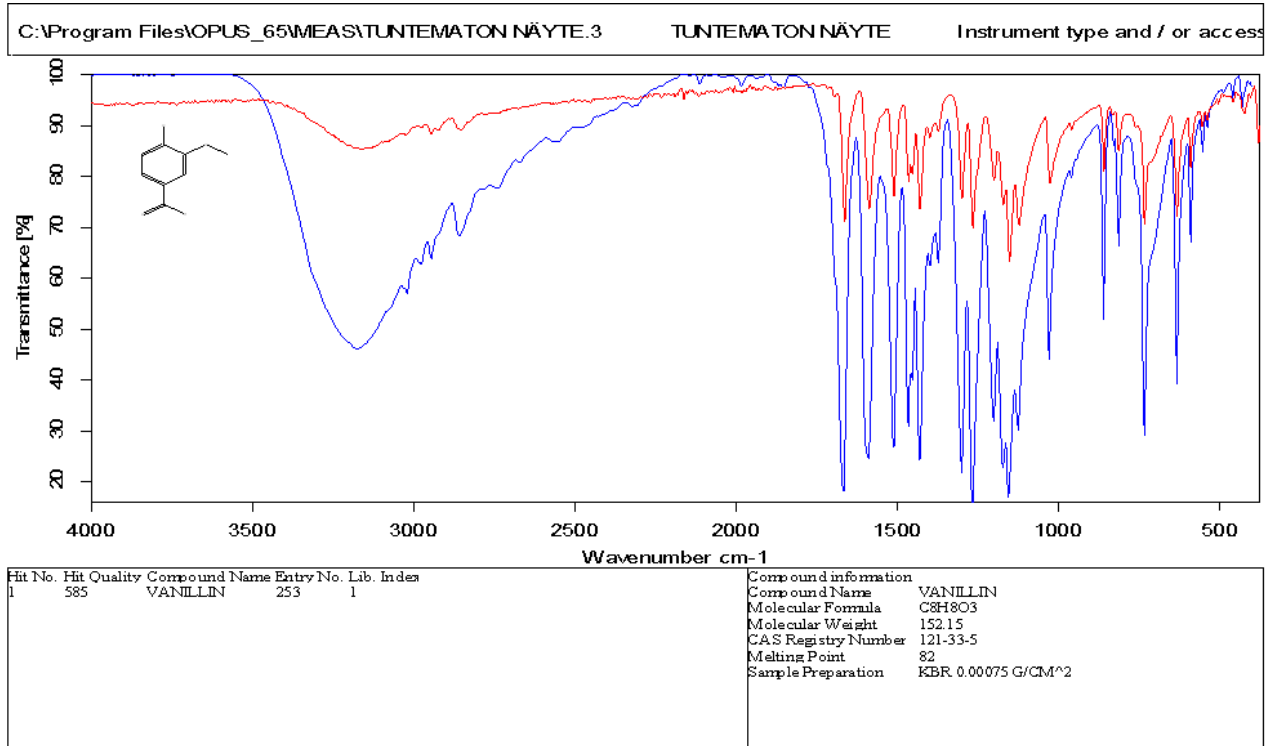
- a) Ennen ajoa, puhdistat näytteen paikka pumpuliilla ja asetonilla ja aseta näyte tutkittavaksi.
- b) Aja näytteestä IR-spektri.

Tulokseksi saat IR-spektrin. IR-spektrin piikkien perusteella voidaan päätellä molekyylin toiminnallisia ryhmiä. Jokainen sidosvärähtely havaitaan sille ominaisella aallonpituudella ja täten piikkien yhdistelmästä (spektristä) voidaan tulkita molekyylin rakenneosia. Nykyaikaisella tekniikalla on mahdollista verrata valmista spektriä jo olemassa olevaan tietokantaan ja näin saadaan vastaus aineen mahdollisesta rakenteesta.

Tee seuraavaksi haku IR-spektrien tietokannasta ja yritä löytää yhdisteesi IR-spektrille mahdollisimman hyvä vastine. (Ohjaaja opettaa spektrien haun työn aikana.)



Seuraavassa kuvassa on esimerkki tuntemattoman aineen tunnistamiseksi tietokannan avulla. Ajettu spektri on sininen ja tietokannan löytämä vastaava spektri on kuvassa punaisella.



Page 1/1

Kuva: Tuntemattoman aineen tunnistus tietokannan avulla on löytänyt yhdisteelle hyvän vastineen ja nimennyt tuntemattoman aineen vanilliiniksi. OPUS-ohjelma näyttää molemmat spektrit, molekyylikaavan, molekyylin rakennekaavan, moolimassan ja sulamispisteen.

- c) Tutki datapankista löydetyt ja tutkittavan aineen spektrejä ja vertaa niitä toisiinsa. Onko aine todella se mitä datapankki ehdottaa vai pitäisikö näytettä ajaa uudelleen tai tutkia muilla menetelmillä.

Mitä muita menetelmiä tuntemattoman aineen tunnistamiseen kemistit käyttävät?

Ohutkerroskromatografia, H^1 -NMR, röntgendiffraktio

Voimmeko luottaa IR-laitteen tunnistamiskykyyn?

Kyllä, mutta näytteen tulee olla täysin varmasti puhdas.

Riittääkö yksi näytteen ajo aineen varmaan tunnistamiseen?

Kyllä, mutta varmuuden vuoksi kannattaa ajaa useampaan kertaan. Työtä tehdessä jokainen ryhmä ajaa omalle näytteellensä IR-spektrin. Muiden ryhmien spektrejä voidaan käyttää rinnakkaismäärityksenä.



Kompleksometrinen titraus metalli-ionin määrittämiseksi

Rikospaikalta löydettiin juomalasi, johon syyllinen oli liuottanut uhrin myrkyttämiseen käytettyä kadmiumkloridia (CdCl₂). Kadmiumin myrkyllinen vaikutus johtuu todennäköisesti siitä, että se näyttäytyy kehossa samankaltaisena kuin biologisesti tärkeä sinkki, jolloin se estää sitä toimimasta kofaktorina entsyymireaktioissa.

Puolen litran lasista oli juotu 300 ml, minkä voi olettaa olevan uhrin saama määrä. Selvitä titraamalla kompleksometrisesti CdCl₂-liuoksen konsentraatio ja paljonko uhri on sitä niellyt (massa), jotta vastamyrkkyinä käytettävän EDTA:n tarvittu määrä voitaisiin laskea.

TYÖTURVALLISUUS

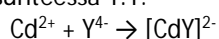
Käytä suojahanskoja koko työn ajan ja pese välittömästi, jos reagensseja menee iholle.

TARVIKKEET

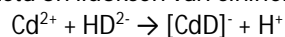
- 🍯 250 ml:n erlenmeyerpullo (keittopullo)
- 🍯 25 ml:n byretti statiiviin kiinnitetynä
- 🍯 Finnpiipetti + kärjet
- 🍯 50 ml:n mittalasi
- 🍯 Puskuriliuos, pH 10 (ammoniakkipuskuri)
- 🍯 ErioT (indikaattori)
- 🍯 0,0100 M EDTA-liuos (titrausliuos)
- 🍯 Kadmiumkloridi, CdCl₂ (myrkky)

TYÖN TAUSTAA

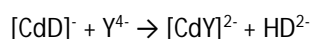
Kompleksometrinen titraus on metallikompleksien muodostumiseen perustuva menetelmä metalli-ionin määrän selvittämiseksi. Tässä työssä titrausliuoksena käytettävä EDTA (merkitään Y⁴⁻) reagoi Cd²⁺:n kanssa suhteessa 1:1.



Titrauksen päätepisteen havaitsemiseksi käytetään indikaattoria, joka myös muodostaa metallin kanssa kompleksin, mutta väistyy titrauksen edetessä EDTA:n tieltä. Indikaattorin toiminta perustuu sen eri väriin sen ollessa sitoutuneena metalliin, kuin sen ollessa vapaana liuoksessa. Tässä työssä käytettävä indikaattori erioT (merkitään D³⁻) näyttää metalliin sitoutuneena punaiselta/violetilta ja vapaana siniseltä, joten titrauksen päätepisteessä kaiken erioT:n väistyttyä Pb²⁺-ionista on liuoksen väri sininen.

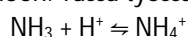


indikaattorin sitoutuminen metalli-ioniin



indikaattorin väistyminen titrauksen aikana

Puskuriliuos tarkoittaa pH:n muutosta vastustavaa liuosta, joka perustuu heikon happo-emäsparin tasapainoreaktioon. Tässä työssä käytettävä ammoniakkipuskuri pitää liuoksen pH:n arvossa 10.



TYÖTURVALLISUUS JA JÄTTEIDEN KÄSITTELY

Suojatakki, -lasit ja hanskat!

Kadmiumkloridi
Haitallinen nieltynä. Karsinogeeni.
Huuhdeltava välittömästi, jos menee iholle.

Ammoniakkipuskuriliuos
Emäksinen, on ärsyttävää tai syövyttävää sen vahvuudesta riippuen, eli sen käsittelyssä tulee olla varovainen.

ErioT Hengitettynä, siirrettävä raittiiseen ilmaan. Huuhtelee iholle tulleet roiskeet heti runsaalla vedellä. Roiskeet silmistä huuhdeltava välittömästi runsaalla vedellä ja mentävä lääkäriin.

EDTA Ärsyttää silmiä.

Jätteet hävitetään raskasmetallijäteastiaan.



Liuosten valmistus:

Myrkkyliuos:

Lisää 0,9166g kadmiumkloridia 50 ml mittapulloon. Täytä mittapullo vedellä viivaan asti.
Tästä määrästä 1 ryhmä käyttää 2 ml.

EDTA liuos:

Lisää 1,861g EDTA:ta 500 ml mittapulloon. Täytä mittapullo vedellä viivaan asti.
Tästä määrästä 1 ryhmä käyttää 25 ml

Puskuriliuos:

Sekoita 1 g NH_4Cl + 50 ml 2 M NH_3 .
Yksi ryhmä käyttää 50 ml puskuriliuosta.

Työn suoritus:

1. Mittaa automaattipipetillä 2 ml analysoitavaa CdCl_2 -liuosta erlenmeyerpulloon
2. Lisää puskuriliuosta 50 ml mittalasilla mitattuna sekä ripaus eroT:ia (varo ettei liuos värjäydy liian tummaksi!).
3. Täytä byretti noltaan asti 0,0100 M EDTA:lla.
4. Aloita titraaminen tiputtaen byretistä pisaroinnin EDTA:ta rauhalliseen tahtiin ja sekoita liuosta lisäysten välissä (käsin pyörittäen tai magnettisekoittajan avulla)
5. Lähellä titrauksen päätepistettä alkaa liuos vaihtaa väriä violetista siniseksi (tarkastele värinmuutosta valkoista paperia vasten). Hidasta tällöin lisäysten tahtia. Pisaralisäys, jonka jälkeen liuos ei enää muuta väriään, on titrauksen päätepiste.
6. Ota byretin lukema ylös, kun epäilet tullesi päätepiesteeseen, minkä jälkeen voit vielä lisätä EDTA:ta varmistuaksesi siitä, ettei väri enää muutu.

Tulosten laskeminen:

Myrkyn konsentraatio voidaan laskea 0,0100 M EDTA:n kulutuksesta, koska näiden tiedetään reagoivan suhteessa 1:1.
Laskuissa tarvittavat kaavat: $n = cV$ ja $n = m/M$

1. Laske titraukseen kuluneen EDTA:n ainemäärä
2. Laske CdCl_2 -näytteen (2 ml) konsentraatio
3. Laske uhrin nielemän myrkyn massa

Vastaukset: CdCl_2 -näytteen konsentraatio on noin 0,100 M ja nielty massa noin 5,50 g, (kun titrauskulutus 20 ml).

Pohdintaa:

Mikä erottaa myrkyt muista aineista?

Myrkyllisyys riippuu annoksesta, mikä vain aine on myrkyllistä liikaa nautittuna. Yleisesti myrkkyyinä pidetään aineita, jotka ovat erittäin pieninä määrinä haitallisia tai vaarallisia.

Miksi titraamiseen käytetty EDTA toimii myös vastamyrkkinä?

EDTA:ta kompleksoi myrkyllisiä raskasmetalleja myös ihmiskehossa samalla reaktiolla, mikä titrauksessakin tapahtuu. Kompleksoitu kadmiumioni ei enää voi viedä entsyymireaktioissa tarvittavien kofaktorien paikkaa. Tätä kutsutaan kelaatiohoidoksi.



Kemianluokka
Gadolin

Kemian opetuksen keskus
Helsingin yliopisto
Rikoslaboratoriossa
Opettajan ohje