

3. Biopohjaiset muovit

3.A Teksti: Biopolyeteenin valmistus

Monista biomassoista, kuten sokeriruo'osta, elintarvikejätteistä ja sahanpurusta, voidaan käymisreaktion avulla teollisesti valmistaa bioetanolia. Bioetanolista saadaan dehydraatioreaktion avulla eteeniä, joka puolestaan voidaan polymeroida polyeteeniksi. Biopohjainen polyeteeni vastaa rakenteeltaan ja ominaisuuksiltaan raakaöljystä valmistetusta eteenistä tuotettua polyeteeniä.

Biomassa sisältää uusiutuvaa hiiltä, kun taas raakaöljy sisältää fossiilista hiiltä. Kasvaessaan biomassa sitoo ilmakehän hiilidioksidia, mikä pienentää biomassasta valmistetun tuotteen hiilijalanjälkeä. On huomattava, että tuotteen kokonaishiilijalanjälkeen vaikuttavat raaka-ainevalinnan lisäksi myös monet muut tekijät, kuten kuljetuksissa ja tuotannossa käytettävän energian määrä ja laatu.

Lähde: *Tekniikan kemia*, 14.–15. painos. Edita. Julkaistu: 2019. Muokkaus: YTL.

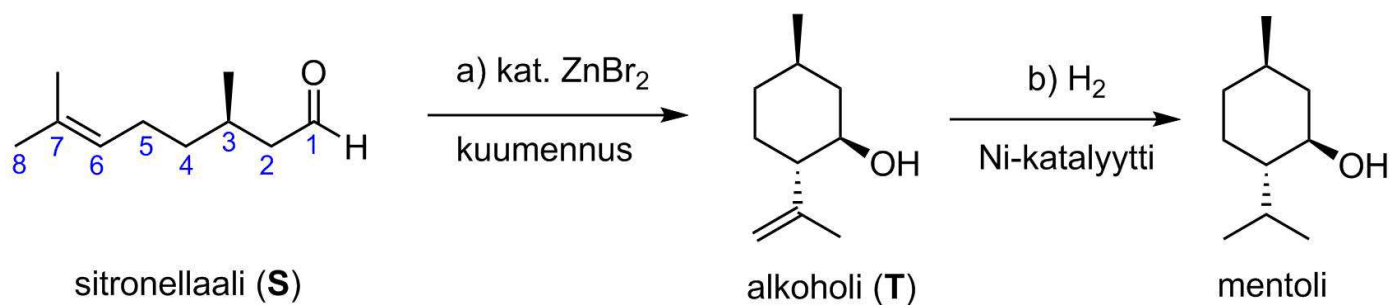
4. Viilentävä mentoli

4.A Kuva: Mentolin synteettisen valmistuksen kaksi viimeistä reaktiota

4.B Tiedosto: Mentolin synteettisen valmistuksen kaksi viimeistä reaktiota MarvinSketch-tiedostona

4.C Kuva ja video: Mentolin kolmiulotteinen rakenne

4.A Kuva: Mentolin synteettisen valmistuksen kaksi viimeistä reaktiota



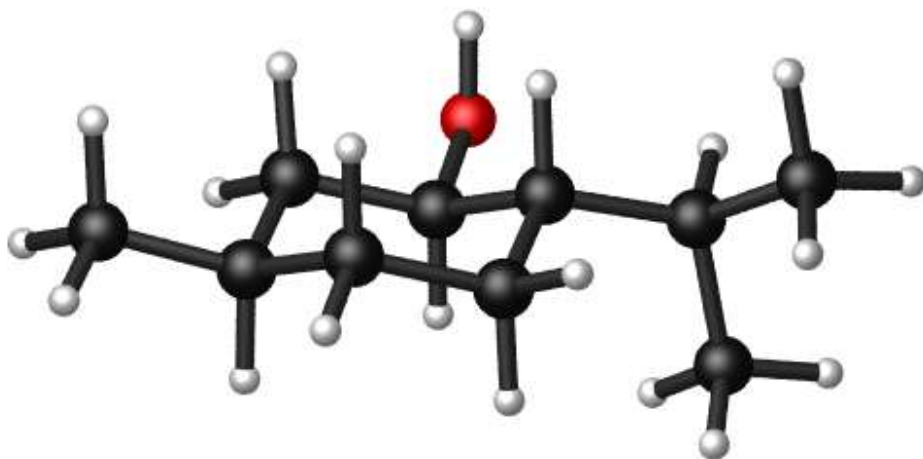
Lähde: YTL.

4.B Tiedosto: Mentolin synteettisen valmistuksen kaksi viimeistä reaktiota MarvinSketch-tiedostona

[T4B_fi.mrv](#) (MarvinSketch)

Lähde: YTL.

4.C Kuva ja video: Mentolin kolmiulotteinen rakenne



0:00 / 0:10

Lähde: YTL.

5. Veden elektrolyysi

5.A Video: Veden elektrolyysi

Huom.! Videossa ei ole ääntä.

0:00 / 1:17

Lähde: YTL.

7. Uraanin rikastaminen

7.A Teksti: Uraaniheksafluoridin valmistaminen uraanirikasteesta

Uraanimalmi sisältää yleensä suhteellisen pienen määrän uraania. Uraanimalmista uutetaan kemiallisesti uraanirikastetta, joka sisältää 65–85 % triuraanioktaoksidia (U_3O_8) sekä sen lisäksi muita uraaniyhdisteitä ja muiden metallien yhdisteitä.

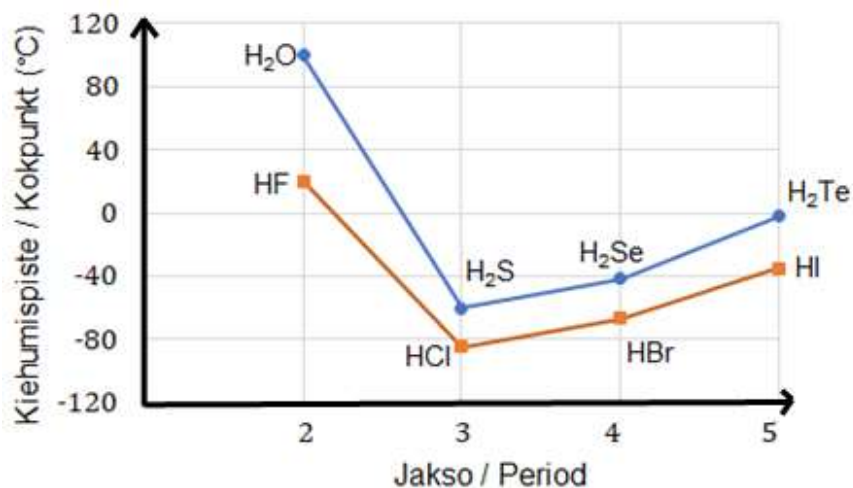
Uraanirikasteesta valmistetaan uraaniheksafluoridia seuraavalla prosessilla:

1. Uraanirikastetta käsitellään väkevällä typpihapolla, jolloin triuraanioktaoksidi liukenee happoliuokseen uranyylinitraattina $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$. Uraanirikasteesta liukenee samalla myös muita metalleja erilaisina yhdisteinä.
2. Epäpuhdas uranyylinitraatti puhdistetaan muista liukenemistuotteista uuttamalla se ensin tributyylifosfaattiin ja käsittelemällä uute sen jälkeen vedellä, johon tributyylifosfaatti liukenee.
3. Uranyylinitraatin vesiliuokseen lisätään ylimäärä ammoniakkin vesiliuosta, jolloin uraani saostuu ammoniumdiuranaattina $(\text{NH}_4)_2\text{U}_2\text{O}_7$ ja liuokseen muodostuu typpihappoa.
4. Ammoniumdiuranaatti kalsinoidaan kuumentamalla sitä voimakkaasti hapen läsnä ollessa. Tällöin syntyy typpimonoksidia, vettä ja kiinteää uraani(VI)oksidia.
5. Kiinteä uraani(VI)oksidi pelkistetään hydraamalla se uraani(IV)oksidiksi. Hydraaminen toteutetaan suoralla reaktiolla vetykaasun kanssa korkeassa lämpötilassa.
6. Kiinteä uraani(IV)oksidi liuotetaan vetyfluoridihapon vesiliuokseen, jolloin muodostuu uraanitetrafluoridia.
7. Kiinteää uraanitetrafluoridia käsitellään fluorikaasulla, jolloin muodostuu uraaniheksafluoridia.

Lähde: YTL.

8. Vety-yhdisteiden kiehumispisteet

8.A Kuva: Ryhmien 16 ja 17 alkuaineiden vety-yhdisteiden kiehumispisteet



Lähde: YTL.

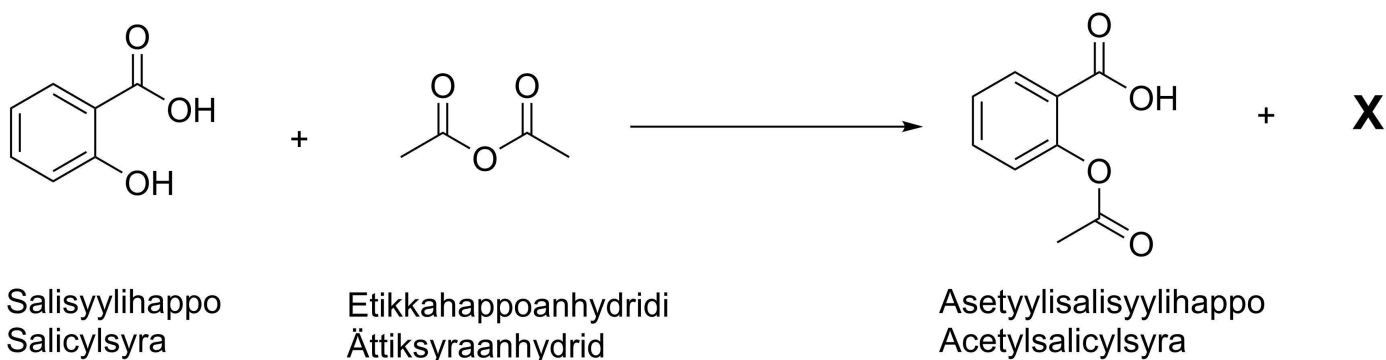
9. Asetyyლისისyylihapon synteesi ja IR-spektroskopia

9.A Kuva: Synteesikaavio

9.B Teksti ja kuvat: Mitatut IR-spektrit

9.C Teksti ja taulukko: Korrelaatiotaulukko

9.A Kuva: Synteesikaavio



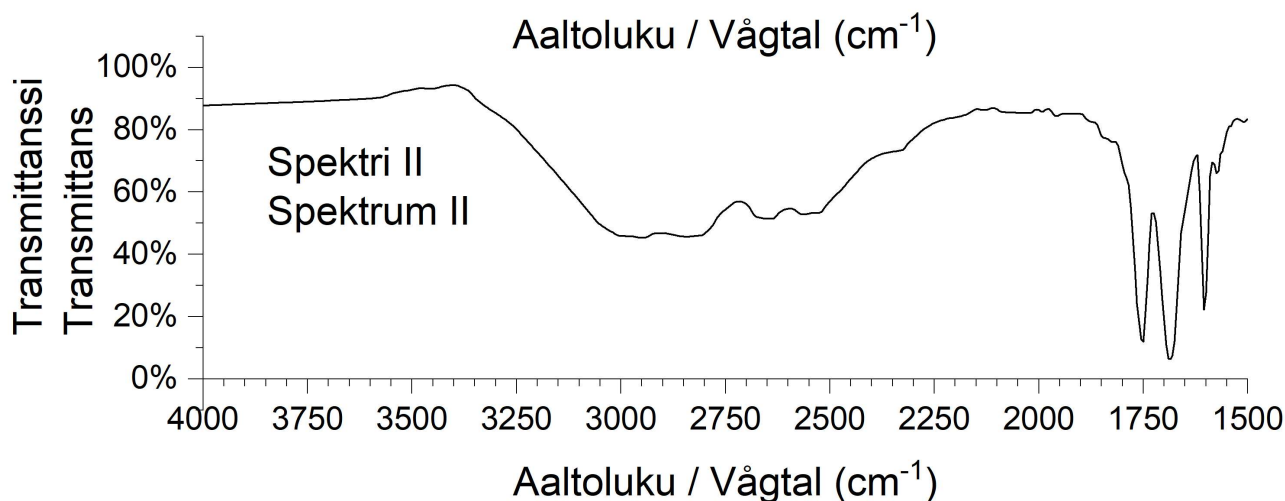
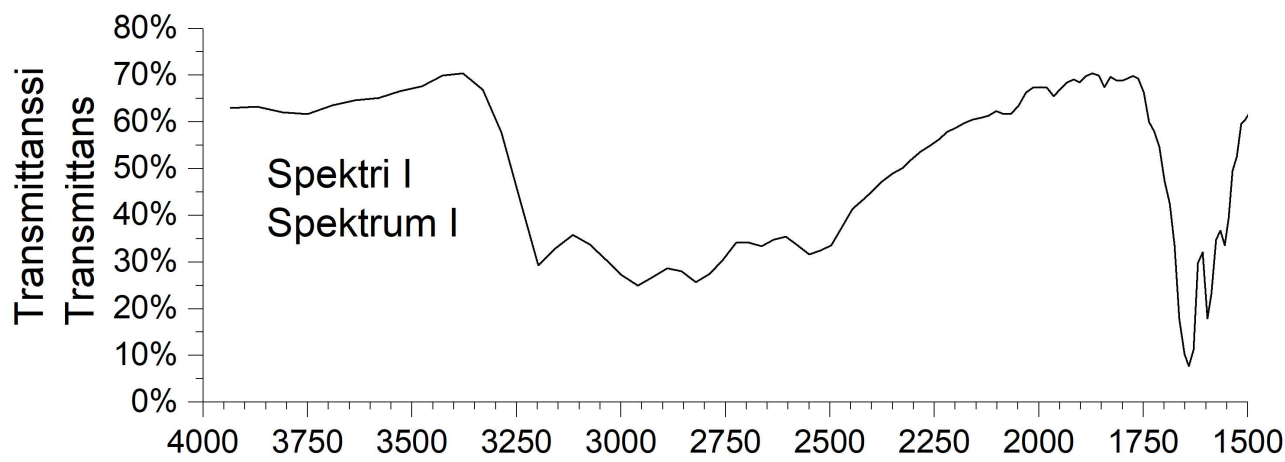
Lähde: YTL.

9.B Teksti ja kuvat: Mitatut IR-spektrit

Yhdisteiden sisältämät atomien väliset sidokset absorboivat yleensä sähkömagneettista säteilyä tietyillä aallonpituusalueilla. Korrelaatiotaulukon 9.C avulla IR-spektrin piikeistä voidaan tunnistaa yhdisteessä olevat funktionaaliset ryhmät.

IR-spektrissä y-akselin transmittanssi ilmaisee, kuinka suuri osa sähkömagneettisesta säteilystä läpäisee näytteen tietyllä aallonpituudella. Kun transmittanssi on 100 %, näyte ei absorboi IR-säteilyä. Aallonpituus ilmaistaan aaltolukuna, jolloin yksikkönä on cm^{-1} . Aaltoluku on aallonpituuden käänteisluku, ja se ilmaisee yhden senttimetrin matkalle mahtuvien aaltojen lukumäärän.

Alla olevissa kuvissa on esitetty opiskelijoiden mittaamista IR-spektreistä se osa, joka on funktionaalisten ryhmien tunnistamisen kannalta olennaisin. Niin kutsuttu sormenjälkialue aaltolukualueella $500\text{--}1500\text{ cm}^{-1}$ on jätetty pois, koska siinä on usein runsaasti erilaisia piikkejä.



Lähde: YTL.

Lähde: NIST Chemistry WebBook. <https://webbook.nist.gov/cgi/cbook.cgi?ID=C50782&Units=SI&Type=IR-SPEC&Index=1#IR-SPEC>. Viitattu: 25.5.2020.
Käännös: YTL. Muokaus: YTL.

Lähde: NIST Chemistry WebBook. <https://webbook.nist.gov/cgi/cbook.cgi?ID=C69727&Units=SI&Type=IR-SPEC&Index=2#IR-SPEC>. Viitattu: 25.5.2020.
Käännös: YTL. Muokaus: YTL.

9.C Teksti ja taulukko: Korrelaatiotaulukko

Korrelaatiotaulukossa esitetään tietoa siitä, millä aaltolukualueella tiettyjä funktionaalisia ryhmiä tai sidoksia vastaavat IR-piikit tyypillisesti esiintyvät. Piikkien paikka voi hieman vaihdella eri yhdisteillä ja eri mittaolosuhteissa. Eri sidosten tai ryhmien piikit voivat olla IR-spektrissä osittain päällekkäin. Usein taulukossa esitetään myös piikkien tyypilliset vahvuudet. Vahva piikki tarkoittaa, että yhdiste absorboi voimakkaasti säteilyä kyseisellä aaltolukualueella, jolloin transmittanssi on pieni. Piikit ovat usein suhteellisen kapeita eli teräviä, mutta myös leveät piikit ovat mahdollisia, ja niiden leveys voi olla jopa useita satoja aaltolukuyksiköitä (cm^{-1}).

Sidos, yhdisteryhmä	Aaltolukualue (cm^{-1})	Piikin kuvaus
C-H, alkaanit	2 850–3 000	vahva, voi olla useita piikkejä
C-H, aromaattiset	3 030	vaihteleva vahvuus, voi olla useita piikkejä
C=C, aromaattiset	1 500 ja 1 600	heikko tai keskivahva
O-H, alkoholi tai fenoli	3 580–3 650	vaihteleva vahvuus
O-H, alkoholi tai fenoli	3 200–3 550	leveä

Sidos, yhdisteryhmä	Aaltolukualue (cm ⁻¹)	Piikin kuvaus
O–H, karboksyylihappo	2 500–3 300	hyvin leveä
C=O, amidi	1 630–1 695	vahva, terävä
C=O, karboksyylihappo	1 650–1 720	vahva, terävä; aromaattiset yhdisteet hieman pienemmillä aaltoluvuilla
C=O, ketoni	1 710–1 720	vahva, terävä
C=O, aldehydi	1 720–1 740	vahva, terävä
C=O, esteri	1 735–1 750	vahva, terävä

Lähde: Virtual Textbook of Organic Chemistry, Infrared Spectroscopy.

<https://www2.chemistry.msu.edu/faculty/reusch/VirtTxtJml/Spectrpy/InfraRed/infrared.htm>. Viitattu: 25.5.2020. Käännös: YTL. Muokaus: YTL.

10. Messinkinäytteen kuparipitoisuuden määrittäminen

10.A Teksti ja taulukko: Spektrofotometriamenetelmä ja näyteliuoksen N valmistus

10.B Teksti ja kuva: Sähkögravimetriamenetelmä

10.A Teksti ja taulukko: Spektrofotometriamenetelmä ja näyteliuoksen N valmistus

Spektrofotometrinen määrittäminen perustuu aineen kykyyn absorboida tiettyjä näkyvän valon aallonpituuksia. Absorboituneen valon määrä ilmaistaan absorbanssilla, joka on suoraan verrannollinen aineen pitoisuuteen.

Kuparin määrittämisessä käytetään värinmuodostusreagenssia. Cu²⁺-ioni muodostaa etyleenidiamiinitetraetikkahapon (EDTA) kanssa värillisen kompleksiyhdisteen, jonka maksimiabsorbanssi on aallonpituudella 736,5 nm.

Analyysiä varten valmistettiin tunnetun väkevyiset Cu²⁺-ioneja sisältävät standardiliuokset. Standardiliuosten absorbanssit olivat:

Standardiliuos	0	1	2	3	4	5	6
Cu ²⁺ -pitoisuus (mg/l)	0,0	80,0	120,0	160,0	200,0	240,0	280,0
Absorbanssi (λ = 736,5 nm)	0,000	0,115	0,174	0,234	0,291	0,348	0,409

Näyteliuos N valmistettiin seuraavasti: 0,2553 g messinkinäyte punnittiin tarkasti ja liuotettiin dekantterilasissa vetokaapissa 10,00 millilitraan väkevää typpihappoa. Liuosta keitettiin, jotta typen oksidit haihtuisivat pois. Jäähdytynyt liuos siirrettiin tarkasti 100,0 millilitran mittapulloon, joka täytettiin tislattulla vedellä merkkiin asti ja sekoitettiin hyvin.

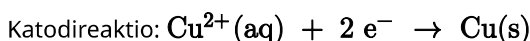
Spektrofotometrinen määrittäminen varten tehtiin kolme näytettä seuraavasti: 5,00 millilitraa näyteliuosta N pipetoitiin tarkasti kuhunkin kolmeen 50,0 millilitran mittapulloon, joihin lisättiin tarvittavat reagenssit ja jotka täytettiin tislattulla vedellä merkkiin asti. Kolmen näytteen absorbanssit olivat 0,235; 0,232 ja 0,234.

Lähde: YTL.

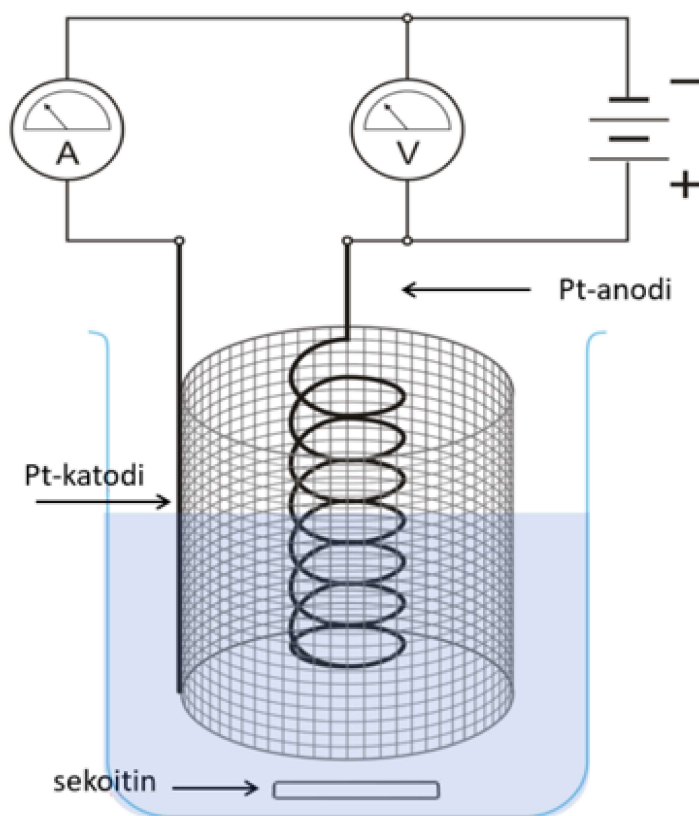
10.B Teksti ja kuva: Sähkögravimetriamenetelmä

Sähkögravimetria on menetelmä, jossa määritettävä aine saostetaan liuoksesta sopivalle elektrodille elektrolyttisesti käyttäen vakiojännitettä tai vakiovirtaa. Aineen määrä saadaan selville punnitsemalla elektrodi ennen ja jälkeen elektrolyysin.

Elektrolysoitaessa liuosta, jossa on kupari- ja sinkki-ioneja, liuokseen upotetaan Pt-katodin ja Pt-anodin lisäksi vertailuelektrodi (ei kuvassa), jonka avulla jännite saadaan pysymään vakiona koko kuparin elektrolyysin ajan. Tällöin kupari saadaan selektiivisesti saostettua liuoksesta verkkomaiselle platinakatodille.



Liuosta sekoitetaan koko elektrolyysin ajan ja elektrolysointia jatketaan, kunnes liuoksen sininen väri on hävinnyt. Lopuksi katodi huuhdellaan, kuivataan lämpökaapissa, jäähdytetään eksikaattorissa ja punnitaan.



Lähde: YTL.

Lähde: Chemistry Glossary. <https://glossary.periodni.com/glossary.php?en=electrogravimetry>. Viitattu: 6.11.2020. Käännös: YTL. Muokkaus: YTL.

11. Organometallit

11.A Teksti ja kuva: Organometallien kemiaa

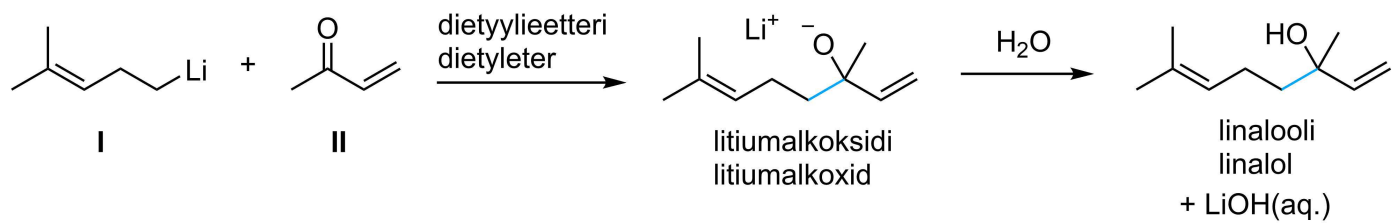
11.B Video: Dietyylisinkin syttyminen

11.A Teksti ja kuva: Organometallien kemiaa

Yksi ensimmäisistä löydetyistä organometalliyhdisteistä oli dimetyylisinkki (CH_3)₂Zn. Edward Frankland keksi vuonna 1849 Bunsenin laboratoriossa Saksassa, että sitä voidaan valmistaa jodimetaanista CH_3I ja sinkkimetallista. Hän käytti puhdasta vetyä suojakaasuna estääkseen yhdistettä hajoamasta. Bunsen ja muut laboratorion tutkijat olivat innoissaan, kun Frankland esitteli dimetyylisinkin reaktiivisuutta: yhdiste syttyi heti palamaan pitkällä vihreällä liekillä, kun sitä päästettiin vähäisenkin määrä suljetusta putkesta ilmaan. Dimetyylisinkki ja dietyylisinkki ovat itsestään ilmassa syttyviä eli pyroforisia nesteitä. Katso video 11.B.

Myöhemmin keksittiin myös vastaavia organomagnesium- ja organolitiumyhdisteitä. Niillä on ollut valtava merkitys orgaanisessa kemiassa, ja organomagnesiumyhdisteiden keksijä Victor Grignard sai keksinnöstään kemian Nobelin palkinnon v. 1912. Nykyään organometalliyhdisteitä valmistetaan teollisesti tuhansia tonneja vuosittain, ja niitä käytetään Suomessakin lääke- ja hienokemian teollisuudessa. Myös monet organolitiumyhdisteet syttyvät helposti itsestään ilmassa.

Organolitiumyhdisteet reagoivat aldehydien ja ketonien kanssa muodostamalla C–C-sidoksen karbonyylihiileen. Tällöin karbonyyli-ryhmästä muodostuu litiummalkoksidi, joka reagoi veden lisäyksen jälkeen muodostaen vastaavaa alkoholia ja litiumhydroksidia. Esimerkiksi hajusteena käytettyä linaloolia voidaan valmistaa organolitiumyhdisteestä **I** ja ketonista **II** alla esitetyllä reaktiolla. Reaktiossa muodostuva uusi C–C-sidos on korostettu kaaviossa sinisellä.



Lähde: YTL.

11.B Video: Dietyylisinkin syttyminen

Huom.! Videossa ei ole ääntä.

0:00 / 0:16

Lähde: *Blue Flame Thrower – Periodic Table of Videos*, Periodic Videos, Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=EpwlfvERUFc>. Julkaistu: 7.4.2014.
 Viitattu: 14.9.2020. Muokkaus: YTL.